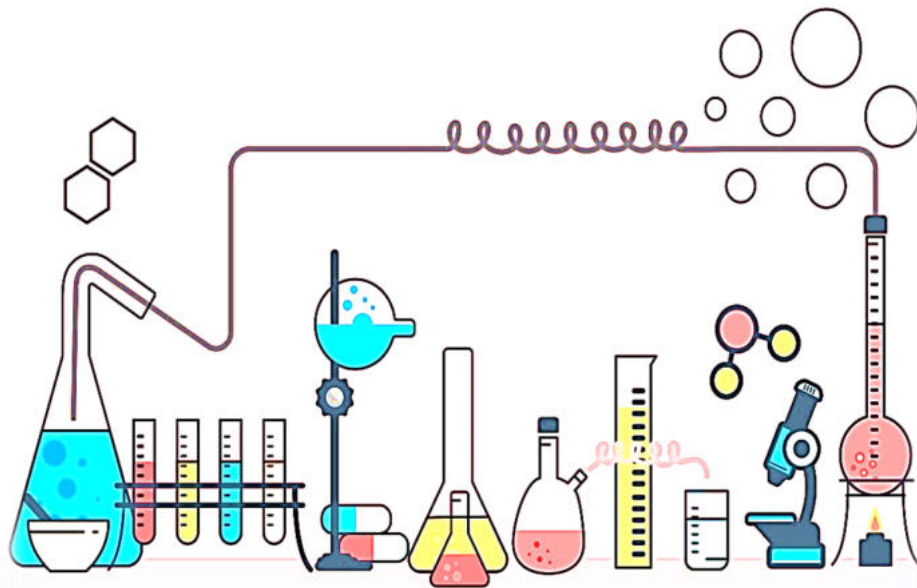


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## دفترچه سوالات مرحله دوم المپیاد شیمی از ابتدا تاکنون

(همراه با کلید)



amoozz.ir



sampaadia.ir

- [برای هدایت به صفحه راهکارهای مؤثر برای موفقیت در المپیاد: از برنامه‌ریزی تا مدیریت زمان بر روی این متن کلیک کنید](#)
- [برای هدایت به صفحه امتیاز و تسهیلات کسب مدال در المپیادهای علمی دانش آموزی چیست؟ بر روی این متن کلیک کنید](#)
- [برای هدایت به صفحه نمره کف قبولی المپیاد چیست؟ بر روی این متن کلیک کنید](#)

## سایر مطالب مرتبط:

- [آشنایی با المپیاد شیمی](#)
- [تاریخچه المپیاد شیمی در ایران و جهان](#)
- [دانلود سوال و پاسخنامه آزمون‌های مرحله اول و مرحله دوم المپیادهای شیمی](#)
- [منابع و مراجع المپیاد شیمی](#)
- [آزمون‌های آنلاین مرحله اول المپیاد شیمی](#)
- [آزمون‌های آنلاین مرحله دوم المپیاد شیمی](#)

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
باشگاه دانش پژوهان جوان



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیتهاست. «امام خمینی (ره)»

## دفترچه سؤالهای چندگزینه‌ای آزمون مرحله دوم

### سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

سال ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱ - ساعت: ۸:۰۰ - مدت کل آزمون (چندگزینه‌ای و تشریحی): ۳۰۰ دقیقه

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

#### توضیحات مهم

- ۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالهای داخل دفترچه و همه برگه‌های دفترچه سؤالها را بررسی نمایید. در صورت هرگونه نقص در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- یک برگ پاسخ برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ برگ را با مداد مشکی بنویسید.
- ۳- برگه پاسخ برگ را دستگاه تصحیح می‌کند؛ پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید.
- ۴- پاسخ هر سوال را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵- دفترچه سؤال باید همراه پاسخ برگ تحویل داده شود.
- ۶- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۷- از مخدوش کردن بارکدها و مربعها در چهارگوشه صفحه در دفترچه پاسخ برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۸- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- ۹- این دفترچه شامل ۴۰ سوال و با احتساب جلد ۹ برگ است.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس پایگاه اینترنتی: [ysc.medu.gov.ir](http://ysc.medu.gov.ir)

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱- جامد آلی A با جرم مولی  $122 \text{ g mol}^{-1}$  در اثر انحلال در بنزن به صورت جزئی دایمر می شود. هنگامی که  $3/42$  گرم از جامد A در  $100$  گرم بنزن حل می شود، نقطه انجماد بنزن  $1/32^\circ \text{C}$  کاهش می یابد. ثابت تعادل دایمریزاسیون A در بنزن در مقیاس مولال در دمای انجماد محلول کدام است؟ (ثابت مولال نزول نقطه انجماد بنزن  $5/07^\circ \text{C kg mol}^{-1}$  می باشد)

- (۱)  $0/35$  (۲)  $0/29$  (۳)  $1/7 \times 10^{-3}$  (۴)  $5/2$

۲- کلروبنزن و بروموبنزن محلول های مایعی با رفتار تقریباً ایده آل تشکیل می دهند. یک محلول معین از این دو ماده در دمای  $90^\circ \text{C}$  با بخار خود در تعادل است. فاز بخار جدا شده و چگالی آن در دمای  $100^\circ \text{C}$  و فشار  $0/1$  اتمسفر برابر با  $0/41 \text{ g L}^{-1}$  اندازه گیری شده است. کسر مولی کلروبنزن در محلول مایع چقدر است؟ (جرم مولی کلروبنزن و بروموبنزن به ترتیب  $113 \text{ g mol}^{-1}$  و  $157 \text{ g mol}^{-1}$  است. فشار بخار کلروبنزن و بروموبنزن خالص در دمای  $90^\circ \text{C}$  به ترتیب  $0/263 \text{ atm}$  و  $0/138 \text{ atm}$  می باشد.  $(R = 0/821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$ )

- (۱)  $0/71$  (۲)  $0/57$  (۳)  $0/86$  (۴)  $0/48$

۳- محلول های دوتایی متشکل از دو مایع X و Y در فشار ثابت ۱ اتمسفر، انحراف منفی زیادی از رفتار ایده آلی نشان می دهند. این دو مایع در یک نسبت ترکیب معین، تشکیل محلول آزنوتروپ می دهند. با فرض اینکه دمای جوش X از Y بیشتر باشد، چه تعداد از عبارات زیر در مورد محلول های دوتایی این دو مایع نادرست است؟

- نقطه جوش محلولی با ترکیب آزنوتروپ از نقاط جوش X و Y کمتر است.
- نقطه جوش محلولی با ترکیب آزنوتروپ از نقاط جوش X و Y بیشتر است.
- با تقطیر جز به جز نمی توان X و Y را از هم جدا کرد.
- در مقایسه با محلول مایع، بخار در تعادل با محلول همواره از گونه X غنی تر است.
- در مقایسه با محلول مایع، بخار در تعادل با محلول همواره از گونه Y غنی تر است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴- دمای جوش یک مایع با افزایش فشار از  $1/00$  اتمسفر به  $1/74$  اتمسفر به مقدار  $17/3^\circ \text{C}$  تغییر می کند. با فرض اینکه این مایع بخوبی از قاعده تروتون پیروی کند (یعنی، در نقطه جوش نرمال  $\Delta_{\text{vap}} S_m = 87 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )، گرمای مولی تبخیر آن بر حسب  $\text{kJ mol}^{-1}$  کدام است؟  $(R = 8/314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$

- (۱)  $34/5$  (۲)  $43/9$  (۳)  $18/4$  (۴)  $26/9$

۵- با توجه به داده های ترمودینامیکی جدول زیر که مربوط به دمای  $25^\circ \text{C}$  است، حاصل ضرب انحلال پذیری  $(K_{sp})$  برای  $\text{PbI}_2$  در آب در دمای  $25^\circ \text{C}$  کدام است؟  $(R = 8/314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$

	$\text{PbI}_2(\text{s})$	$\text{HI}(\text{aq})$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	$\text{HNO}_3(\text{aq})$
$\Delta_f H^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	$-175/4$	$-55/2$	$-416/5$	$-207/4$
$S^\circ (\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1})$	$174/8$	$111/3$	$303/3$	$146/4$

- (۱)  $6/5 \times 10^{-10}$  (۲)  $1/2 \times 10^{-11}$  (۳)  $2/4 \times 10^{-11}$  (۴)  $8/9 \times 10^{-9}$

۶- به یک محفظه خالی با حجم یک لیتر،  $0/48$  مول  $\text{PCl}_5$  افزوده شد. سپس، دما در مقدار ثابت  $500$  کلون تنظیم گردید تا واکنش  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  به تعادل برسد. در این شرایط، فشار کل برابر با  $3/85$  بار اندازه گیری شد. اگر دمای محفظه  $11$  کلون افزایش یابد (و سپس ثابت بماند)، فشار  $\text{PCl}_5$  پس از برقراری مجدد تعادل بر حسب بار کدام است؟ (برای این واکنش،  $\Delta H^\circ$  را  $69/8 \text{ kJ mol}^{-1}$  و مستقل از دما در نظر بگیرید. همچنین، فرض کنید رفتار گازها ایده آل باشد.  $(R = 8/314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0/831 \text{ L bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$ )

- (۱)  $0/138$  (۲)  $0/124$  (۳)  $0/105$  (۴)  $0/087$

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۷- واکنش  $2A + B \rightarrow C + D$  که در دمای ۶۵ درجه سلسیوس و در یک حلال آلی انجام می شود، نسبت به هر دو واکنش دهنده A و B از مرتبه اول است. اگر در ابتدا تنها A و B با غلظت های اولیه (بترتیب)  $2/5 \times 10^{-3}$  مولار و  $1/5 \times 10^{-1}$  مولار در ظرف واکنش حضور داشته باشند، پس از گذشت ۱۷ دقیقه غلظت A برابر با  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار است. ثابت سرعت این واکنش در دمای ۶۵ درجه سلسیوس بر حسب  $M^{-1} s^{-1}$  کدام است؟

$$7/1 \times 10^{-4} \text{ (۴)}$$

$$3/6 \times 10^{-3} \text{ (۳)}$$

$$1/8 \times 10^{-3} \text{ (۲)}$$

$$5/4 \times 10^{-2} \text{ (۱)}$$

۸- کاتیون  $He^+$  یکی از گونه های مهم در فضای بین ستاره ای است. فرض کنید  $He^+$  در حالت پایه الکترونی ( $n = 1$ )، فوتونی با طول موج  $23/74 \text{ nm}$  جذب کند و به حالتی با انرژی بالاتر منتقل شود. سپس، با نشر نور در دومین حالت برانگیخته ( $n = 3$ ) قرار گیرد. طول موج نور نشر شده بر حسب nm کدام است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \text{ و } h = 6/626 \times 10^{-34} \text{ J s}, R_H = 1/09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1})$$

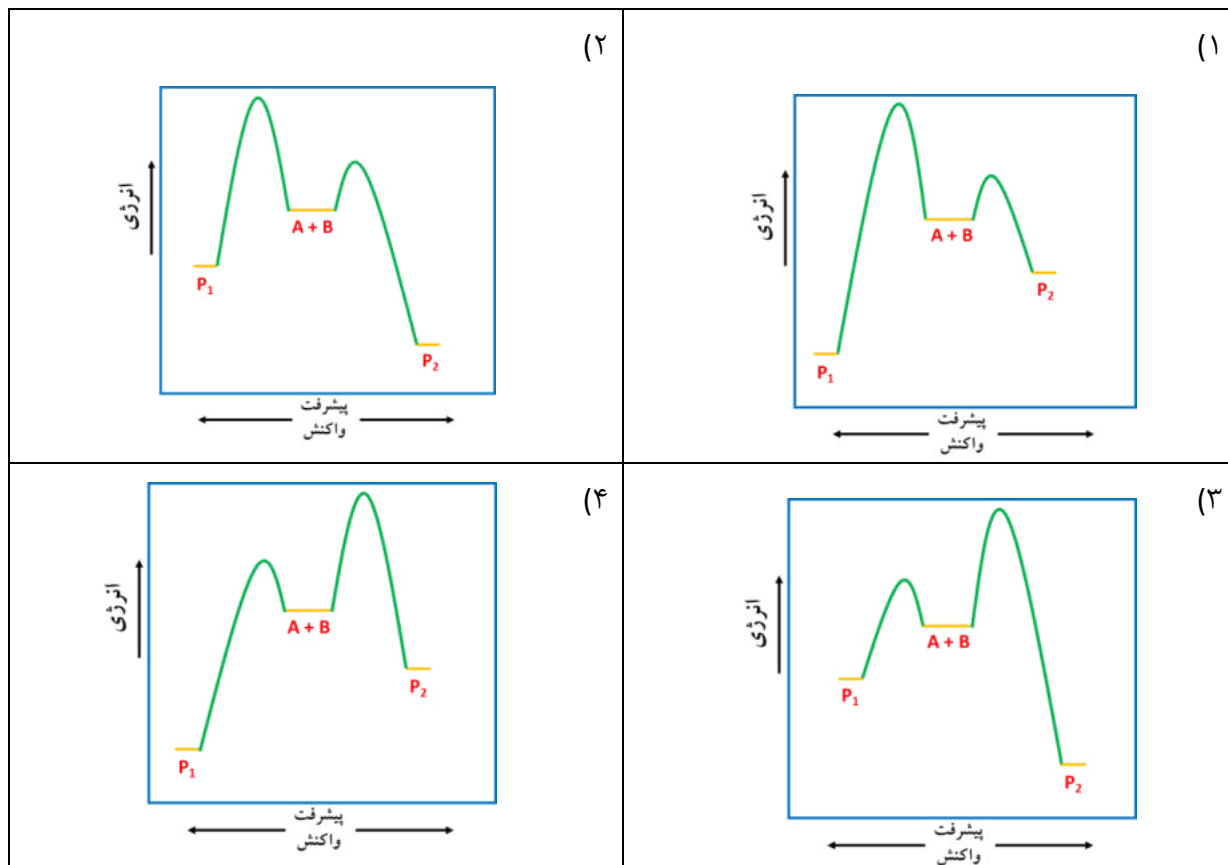
$$164/4 \text{ (۴)}$$

$$108/8 \text{ (۳)}$$

$$320/5 \text{ (۲)}$$

$$1281/1 \text{ (۱)}$$

۹- از واکنش ماده A با ماده B در دمای پایین عمدتاً محصول  $P_1$  و در دمای بالا عمدتاً محصول  $P_2$  بدست می آید. کدام گزینه دیگرام انرژی بر حسب پیشرفت واکنش را به صورت کیفی به درستی نشان می دهد؟



## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱۰- دما و فشار ۳ مول از یک گاز ایده آل، طی فرآیند برگشت ناپذیری از ۳۰۵ کلوین و ۰/۵ اتمسفر به ۳۶۰ کلوین و ۱/۵ اتمسفر تغییر می کند. ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت برای این گاز  $R/5$  و مستقل از دماست. تغییر آنتروپی گاز در این فرآیند (بر حسب  $J K^{-1}$ ) کدام است؟ ( $R = 8.314 J mol^{-1} K^{-1}$ )

(۱) ۱۰/۳

(۲) -۴۱/۲

(۴) چون فرآیند برگشت ناپذیر است نمی توان محاسبه کرد

(۳) -۱۲/۹

۱۱- قانون سرعت مشاهده شده برای واکنش  $A + 2B \rightarrow 2C$  به صورت  $r = k [A]^{1/2} [B]$  است. یک مکانیسم پیشنهادی برای این واکنش به صورت زیر است. اگر انرژی های فعال سازی مراحل بنیادی واکنش بر حسب کیلوژول بر مول به صورت داده شده باشند، با افزایش دما از ۳۰۰ کلوین به ۳۲۰ کلوین،  $k$  چند برابر می شود؟ ( $R = 8.314 J mol^{-1} K^{-1}$ )



$E_{a,1} = 45$	$E_{a,-1} = 15$	$E_{a,2} = 90$
----------------	-----------------	----------------



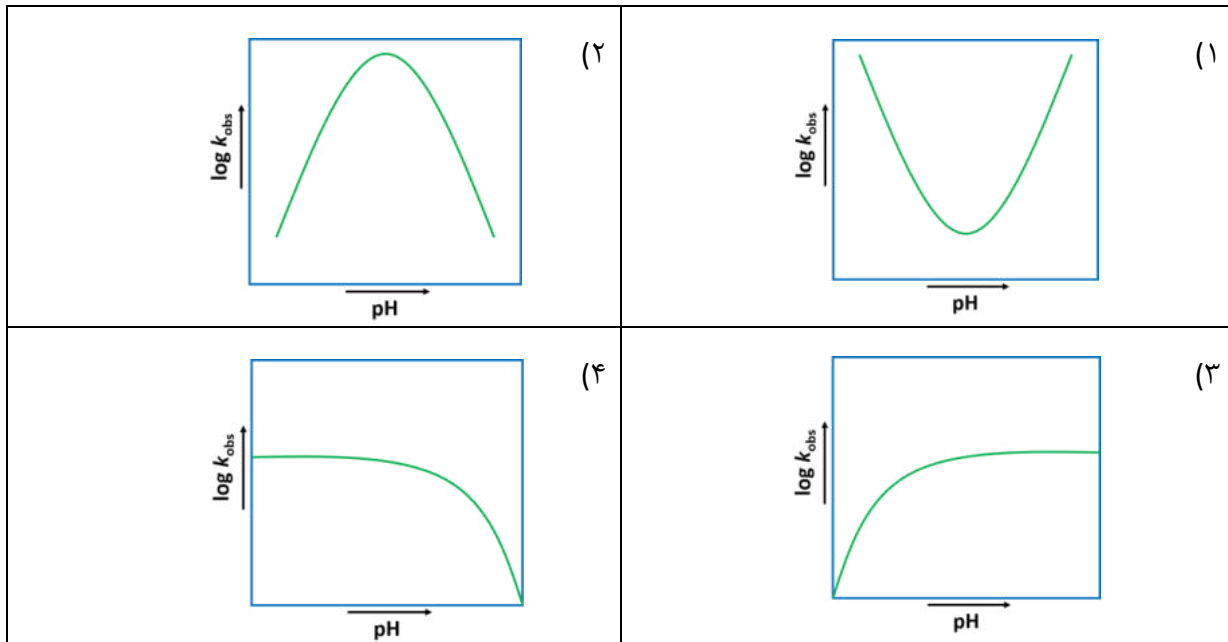
(۴) ۸/۴

(۳) ۹/۵

(۲) ۲۰/۲

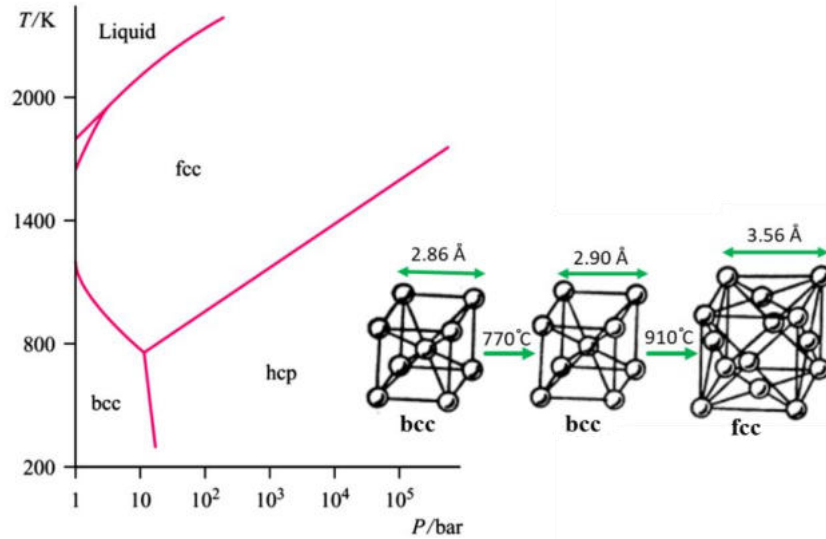
(۱) ۱۳/۹

۱۲- پراکسی بنزویک اسید ( $PhCO_2OH$ ) در محیط آبی به بنزویک اسید و اکسیژن تجزیه می شود. قانون سرعت تعیین شده برای این واکنش به صورت  $r = k_{obs} C_T^2$  است که  $C_T$  غلظت کل (غلظت فرمال) پراکسی بنزویک اسید و  $k_{obs}$  ثابت سرعت مشاهده شده است که به pH بستگی دارد. بررسی ها نشان می دهند که مرحله تعیین کننده سرعت، واکنش دو مولکولی میان اسید مزدوج و باز مزدوج پراکسی بنزویک اسید است. با توجه به این اطلاعات، نمودار  $k_{obs}$  بر حسب pH در کدام گزینه بدرستی نشان داده شده است؟



## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱۳- آلیاژی از آهن و کروم که ۲۳/۶۳ درصد جرمی آن را کروم تشکیل می دهد، از ساختار بلوری زیر و دیاگرام فازی داده شده پیروی می کند. اگر دمای این آلیاژ در فشار ۴ bar از ۱۴۰۰ °C به ۷۰۰ °C برسد چگالی شبکه بلور بر حسب  $\text{g cm}^{-3}$  چه مقدار تغییر می کند؟ (Cr = ۵۱/۹۹۶، Fe = ۵۵/۸۴۵) (عدد آووگادرو =  $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ )



.۰/۲ (۴)

.۰/۳ (۳)

.۰/۴ (۲)

.۰/۶ (۱)

۱۴- از واکنش  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ، آمونیوم کربنات، آمونیاک و آب اکسیژنه در محیط آبی، ترکیبی یونی که بخشی از آن به فرم  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_m(\text{CO}_3)_n]^p$  است، تهیه می شود (p بار ترکیب است). ترکیب تهیه شده پس از تبلور در محلول آبی دارای آب تبلور است. اگر آنالیز ترکیب متبلور شده به صورت زیر باشد مقادیر m، n، p و تعداد آب تبلور را تعیین کنید.

عنصر	جرم مولی	درصد وزنی
Co	۵۸/۹۳	۱۹/۴۴
N	۱۴/۰۱	۲۳/۱۰
H	۱/۰۱	۵/۹۸
C	۱۲/۰۱	۳/۹۶
O	۱۶	۴۷/۵۱

(۱)  $m=۴$ ،  $n=۲$ ،  $p=-۲$  و ۳ آب تبلور (۲)  $m=۵$ ،  $n=۱$ ،  $p=۰$  و ۱ آب تبلور

(۳)  $m=۵$ ،  $n=۲$ ،  $p=-۲$  و ۲ آب تبلور (۴)  $m=۴$ ،  $n=۱$ ،  $p=+۱$  و ۳ آب تبلور

۱۵- آنتالی تشکیل  $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{g})$ ، ۲۳۸۵- کیلوژول بر مول و انرژی متوسط پیوندهای O-P، O=O و P-P به ترتیب ۳۷۷/۷، ۴۹۷ و ۱۸۴/۸۲ کیلوژول بر مول است. آنتالی تصعید  $\text{P}_4(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول حساب کنید.

۷۳/۴۶ (۴)

۵۳/۲۹ (۳)

۵۹/۴۱ (۲)

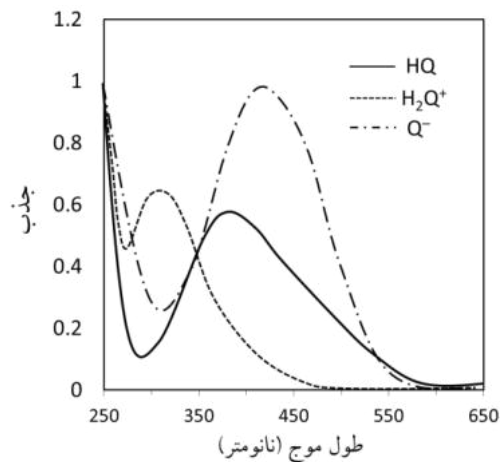
۶۴/۳۲ (۱)

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱۶- PbS در شبکه بلوری NaCl متبلور می شود، یونهای  $Ag^+$  می توانند جایگزین یونهای  $Pb^{2+}$  در ساختار PbS شوند. نمونه ای از PbS حاوی نقره با فرمول  $Pb_{1-x}Ag_xS_{1-0.5x}$ ، که در آن بخشی از  $Pb^{2+}$  با یونهای نقره  $Ag^+$  جایگزین شده اند و کاهش بار با جاهای خالی یونهای سولفید جبران می شود، دارای چگالی  $7/21$  گرم بر سانتی متر مکعب و پارامتر شبکه  $5/88$  آنگسترم است. مقدار ضریب استوکیومتری x کدام است؟ ( $S = 32/065$ ،  $Ag = 107/868$ ،  $Pb = 207/2$ )

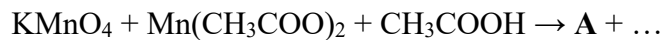
- (۱) ۰/۱۴ (۲) ۰/۱۶ (۳) ۰/۱۸ (۴) ۰/۲۰

۱۷- مولکول ها پس از جذب فوتون به حالت برانگیخته می روند و می توانند انرژی دریافت شده را هنگام برگشت به حالت پایه به صورت فوتون آزاد کنند که به آن نشر گفته می شود. ترکیب آلی HQ به سه فرم مختلف خنثی (HQ)، کاتیونی ( $H_2Q^+$ ) و آنیونی ( $Q^-$ ) وجود دارد. طیف جذبی ۳ میلی لیتر از این سه گونه با غلظت مشابه در شکل زیر نشان داده شده است. با توجه به طیف جذبی این گونه ها مشخص کنید کدام گونه از راست به چپ، شدت نشر بیشتر و کدام گونه انرژی نشر بیشتری دارد؟



- (۱)  $H_2Q^+ - HQ$  (۲)  $H_2Q^+ - Q^-$  (۳)  $HQ - Q^-$  (۴)  $HQ - H_2Q^+$

۱۸- ترکیب A از واکنش زیر حاصل می شود. آنالیز عنصری ترکیب A در جدول داده شده است. با توجه به آنالیز عنصری، عدد(های) اکسایش فلز مرکزی کدام است؟



عنصر	جرم مولی	درصد جرمی
C	۱۲/۰۱۰۷	۲۸/۳۰۲۲
O	۱۵/۹۹۹۴	۴۰/۳۹۴۳
H	۱/۰۰۷۹۴	۳/۵۶۲۷
Mn	۵۴/۹۳۸۰	۲۷/۷۴۰۸

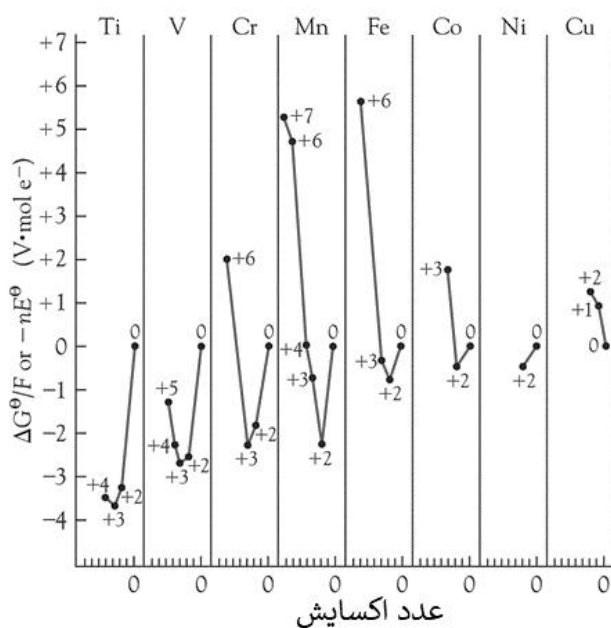
- (۱) ۲ (۲) ۳ و ۲ (۳) ۳ و ۴ (۴) ۳

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱۹- دانش آموزی دو ترکیب  $A=[Et_4N]_aI_b$  و  $B=[Et_4N]_cI_d$  را در آزمایشگاه سنتز کرد که در آن ها نسبت  $a$  به  $c$  برابر  $۰/۷۵$  است. این دانش آموز  $۱۰$  گرم از هر ترکیب را در  $۵۰$  میلی لیتر آب حل کرد و به  $۱۰$  میلی لیتر از هر یک از محلول ها  $۱۰$  میلی لیتر دی کلرومتان اضافه کرد (ید در دی کلرومتان محلول بوده و رنگ ارغوانی دارد). رنگ ارغوانی محلول حاوی ترکیب  $A$  پس از افزودن  $۱۹/۶$  میلی لیتر محلول سدیم تیوسولفات  $۰/۵$  مولار و رنگ ارغوانی محلول حاوی ترکیب  $B$  پس از افزودن  $۲۱/۷$  میلی لیتر محلول سدیم تیوسولفات  $۰/۵$  مولار کاملاً از بین می رود. نسبت  $b$  به  $d$  در این دو ترکیب چقدر است؟ ( $I = ۱۲۶/۹$ ،  $N = ۱۴$ ،  $H = ۱$ ،  $C = ۱۲$ )

$$\frac{۱۱}{۷} \quad (۴) \qquad \frac{۱۳}{۲۲} \quad (۳) \qquad \frac{۷}{۵} \quad (۲) \qquad \frac{۴}{۵} \quad (۱)$$

۲۰- نمودار فراست پایداری نسبی اعداد اکسایش مختلف یک گونه را نشان می دهد. شکل زیر نمودار فراست برخی از فلزات را در محیط اسیدی نشان می دهد. با توجه به این نمودار به ترتیب از راست به چپ چه تعداد از این فلزها با حل شدن در هیدروکلریک اسید غلیظ در غیاب اکسیژن عدد اکسایش  $(+۲)$  ایجاد می کنند و چه تعداد در هیدروکلریک اسید غلیظ حل نمی شوند؟



$$۱ \text{ و } ۷ \quad (۴) \qquad ۱ \text{ و } ۴ \quad (۳) \qquad ۱ \text{ و } ۵ \quad (۲) \qquad ۵ \text{ و صفر} \quad (۱)$$

۲۱- فلوئور در اثر واکنش با کلسیم ترکیب  $ClF$ ،  $ClF_3$  و  $ClF_5$  را تولید می کند. ثابت های تعادل واکنش ها در زیر داده شده است:

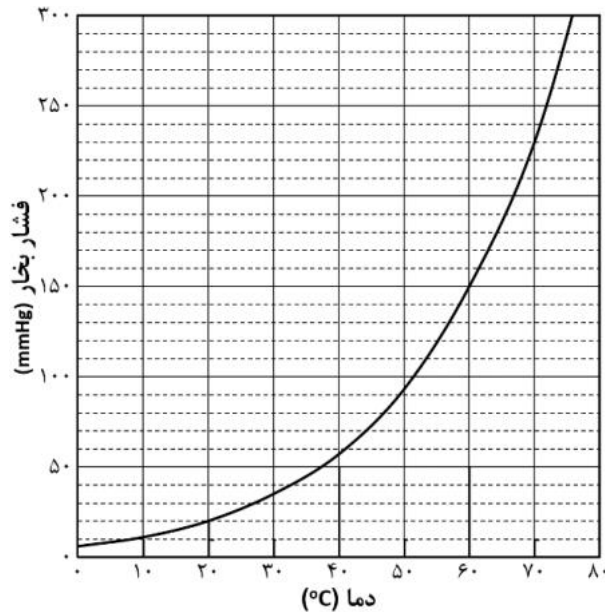
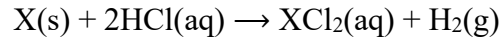
واکنش	$Cl_2 + F_2 \rightarrow 2ClF$	$Cl_2 + 3F_2 \rightarrow 2ClF_3$	$Cl_2 + 5F_2 \rightarrow 2ClF_5$
$K_{p,298 K}$	$۵/۰$	$۱/۱ \times ۱۰^{-۸}$	$۱/۱ \times ۱۰^{-۱۲}$

در یک ظرف با حجم ثابت، گازهای  $Cl_2$  و  $F_2$ ، که فشار هر کدام  $۱/۰۰$  bar است، در دمای  $۲۵^\circ C$  وارد می شوند. اگر دمای ظرف ثابت نگه داشته شود، محصول اصلی واکنش کدام است؟ ( $R = ۰/۰۸۳۱ \text{ L bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$$۴) \text{ هر سه ترکیب به مقدار برابر تولید می شوند.} \qquad ClF_5 \quad (۳) \qquad ClF_3 \quad (۲) \qquad ClF \quad (۱)$$

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۲۲- یک ظرف بی دررو به حجم ۱۰/۱۰ لیتر با ۱۰۰ میلی لیتر محلول HCl و هوا پر شد. فشار و دمای محتویات ظرف ۱/۰۰ اتمسفر و ۲۰ °C است. یک تکه از فلز X داخل محلول افتاده و با آن واکنش می دهد. در اثر این اتفاق، فشار و دمای محتویات ظرف به ۱/۹۵ atm و ۷۰ °C می رسد. اگر ظرفیت گرمایی ظرف و محتویات آن  $470 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1}$ ، آنتالپی تبخیر آب ۴۲/۶ کیلوژول بر مول و فشار بخار آب باشد،  $\Delta H$  واکنش زیر چند کیلوژول بر مول است؟ فشار بخار آب خالص و محلول داخل ظرف را یکسان فرض کنید. همچنین آنتالپی تبخیر آب را مستقل از دما فرض کنید. ( $R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )



-۹۸ (۴)

-۱۲۶ (۳)

-۲۱ (۲)

-۱۵۳ (۱)

۲۳- با توجه به پتانسیل استاندارد کاهش دو نیم واکنش زیر، pH آب خالص اشباع شده با PbO کدام است؟ (دمای همه ی واکنش ها را ۲۹۸ کلین و ثابت تفکیک آب را در همان دما  $1.0 \times 10^{-14}$  در نظر بگیرید.)

$$(R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1})$$

$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$E^\circ = +1.458 \text{ V}$
$\text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	$E^\circ = +0.252 \text{ V}$

۹/۰۳ (۴)

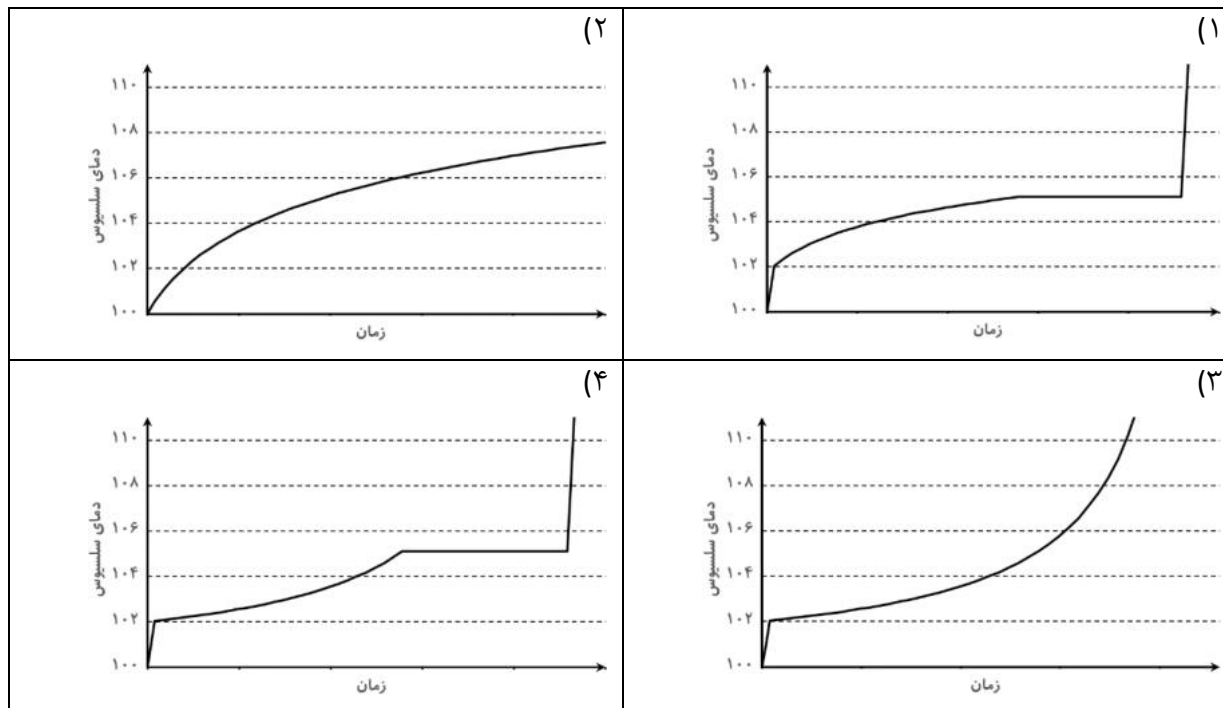
۴/۹۸ (۳)

۱۳/۷۰ (۲)

۸/۷۳ (۱)

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

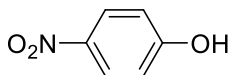
۲۴- یک ظرف حاوی ۱۰۰ mL محلول ۲ مولال سدیم کلرید را با دمای  $100^{\circ}\text{C}$  در نظر بگیرید. به این ظرف با توان ثابت گرما داده می شود (انرژی =  $\frac{\text{توان}}{\text{زمان}}$ ). گرما دادن تا جایی ادامه پیدا می کند که تمام آب محلول تبخیر شده و دمای سدیم کلرید جامد باقی مانده افزایش یابد. با توجه به اطلاعات زیر کدام نمودار دمای محتویات ظرف بر حسب زمان را برای این آزمایش به درستی نشان می دهد؟ (ضریب افزایش دمای جوش:  $k_b = 0.51^{\circ}\text{C m}^{-1}$ ، آنتالپی انحلال سدیم کلرید تقریباً مستقل از دما است!)



۲۵- نانوذرات طلا یکی از بهترین کاتالیزورها برای حذف آلاینده های همچون ۴-نیتروفنول هستند. تجزیه ی ۴-نیتروفنول روی سطح نانوذرات طلا با سینتیک مرتبه ی اول نسبت به ۴-نیتروفنول انجام می شود. ثابت سرعت این واکنش به دو دلیل زیر به سبب نانوذرات ارتباط پیدا می کند:

- نانوذرات کوچکتر، سطح در دسترس بیشتری به ازای جرم یکسان از نانوذرات فراهم می کنند.
- تغییر اندازه نانوذرات، انرژی فعال سازی واکنش را تغییر می دهد.

در یک تحقیق از نانوذرات کروی طلا با قطر ۹۶ nm نانومتر و غلظت  $3.57 \times 10^{13}$  ذره بر لیتر، در دو دما برای تجزیه ی ۴-نیتروفنول استفاده شد. بر اساس نتایج این تحقیق نیمه عمر تجزیه ی ۴-نیتروفنول به ترتیب ۹۲۵ و ۵۲۰ ثانیه در دو دمای ۳۰۰ و ۳۱۰ کلوین بود. در تحقیق دیگری از نانوذرات کروی طلا با قطر ۷۲ nm و غلظت  $3.57 \times 10^{13}$  ذره بر لیتر در دمای ۳۰۰ کلوین، برای تجزیه ی ۴-نیتروفنول استفاده شد و نیمه عمر ۶۷۰ ثانیه به دست آمد. ثابت پیش نمایی (A) در معادله ی آرنیوس ( $k = Ae^{-E_a/RT}$ ) برای کاتالیزورهای جامد به شکل  $A = S \times G$  تعریف می شود که S مساحت سطح کل کاتالیزور و G ثابتی مستقل از اندازه و شکل نانوذرات است. انرژی فعال سازی برای نانوذرات ۷۲ نانومتری چند کیلوژول بر مول است؟ ( $R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )



4-Nitrophenol

۴۲/۳ (۴)

۴۵/۲ (۳)

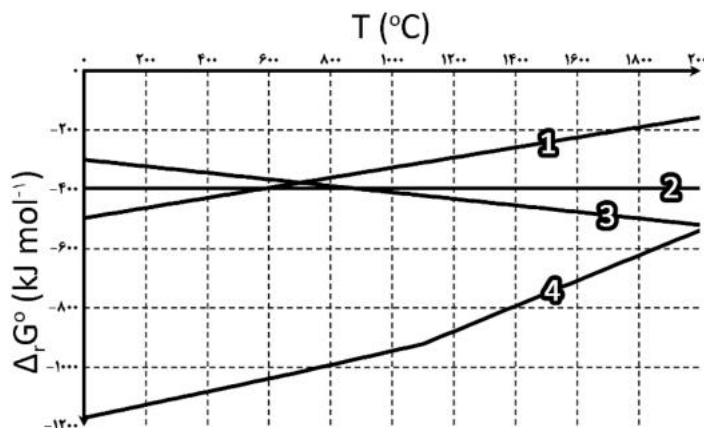
۴۳/۷ (۲)

۴۲/۸ (۱)

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۲۶- یکی از نمودارهای بسیار پرکاربرد در متالورژی نمودارهای Ellingham هستند. در این نمودارها  $\Delta_r G^\circ$  برای واکنش یک عنصر با یک مول  $O_2$  بر حسب دما رسم می شود. در نتیجه می توان رفتار اکسیدها را نسبت به یکدیگر در دماهای گوناگون پیش بینی کرد. در نمودار داده شده، چهار واکنش اکسایش زیر مشاهده می شوند:

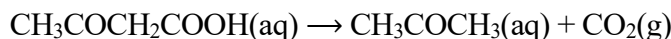
$C + O_2 \rightarrow CO_2$
$2C + O_2 \rightarrow 2CO$
$\frac{4}{3}Fe + O_2 \rightarrow \frac{2}{3}Fe_2O_3$
$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$



اگر دمای جوش منیزیم ۱۰۹۱ درجه ی سلسیوس باشد، کدام گزینه نادرست است؟

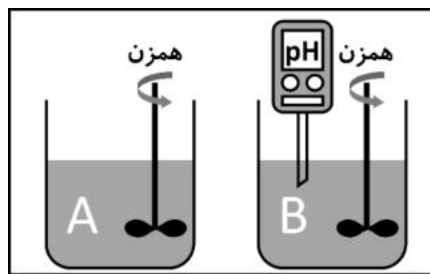
- ۱) خط شماره ۲ در نمودار مربوط به واکنش  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  است.
- ۲) از آهن می توان برای کاهش کربن مونوکسید در دمای بالاتر از ۷۰۰ درجه ی سلسیوس استفاده کرد.
- ۳) در دمای ۱۰۰۰ درجه ی سلسیوس می توان آهن را از واکنش منیزیم و آهن (III) اکسید تهیه کرد.
- ۴) کربن توانایی کاهش  $MgO$  به  $Mg$  را بین دمای صفر تا ۱۸۰۰ درجه ی سلسیوس ندارد.

۲۷- استواسیتیک اسید در محیط شدیداً اسیدی بر اساس واکنش زیر با سینتیک مرتبه ی اول تجزیه می شود.



برای بررسی سینتیک واکنش، محلول A شامل ۱۰۰ mL استواسیتیک اسید ۰/۰۱۰۰ مولار در pH صفر تهیه شد. محلول A مطابق شکل زیر در یک فضای بسته در کنار ۱۰۰ mL محلول NaOH با غلظت ۰/۰۱۰۰ M (محلول B) قرار گرفت. محلول B در زمان های مختلف اندازه گیری شد و جدول زیر به دست آمد. با توجه به سرعت پایین تجزیه ی استواسیتیک اسید می توان مابقی فرآیندهای درون ظرف را تعادلی در نظر گرفت.

زمان (دقیقه)	pH
صفر	۱۲/۰۰
۱۰	۱۱/۵۲
۲۰	۱۰/۶۳
۳۰	۱۰/۰۹
۴۰	۹/۷۶



اگر مقدار  $pK_{a1}$  و  $pK_{a2}$  کربنیک اسید به ترتیب ۶/۳۵ و ۱۰/۳۵ باشد، بر اساس اطلاعات داده شده ثابت سرعت تجزیه ی استواسیتیک اسید بر حسب  $\text{min}^{-1}$  کدام است؟

۰/۰۵۶ (۴)

۰/۰۱۵ (۳)

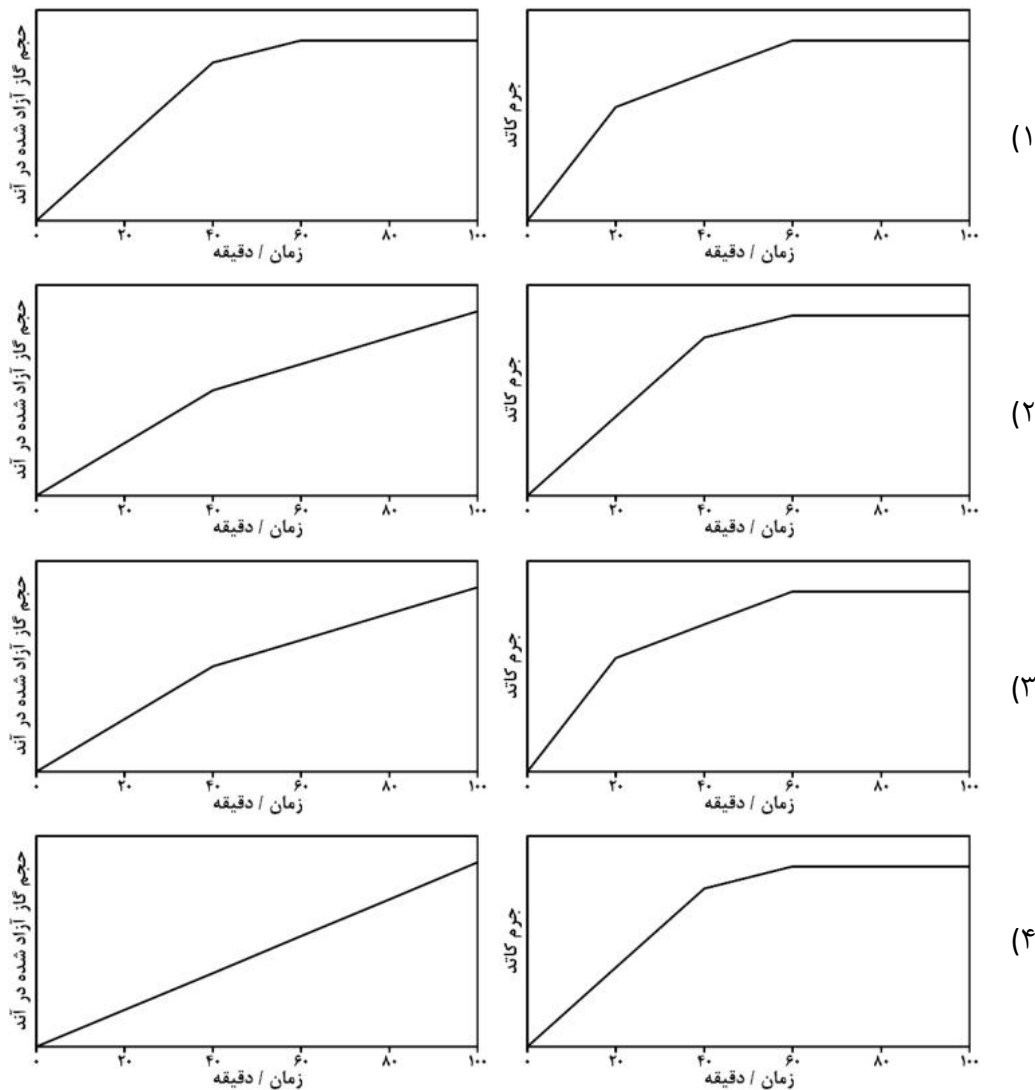
۰/۰۳۳ (۲)

۰/۰۴۳ (۱)

### سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۲۸- یک محلول حاوی نقره فرمات ۰/۰۱ مولار و مس(II) نیترات ۰/۰۱ مولار الکترولیز می‌شود. پس از یک ساعت الکترولیز با جریان ثابت، رنگ محلول از آبی به بی‌رنگ تغییر کرد. با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر، کدام نمودار جرم کاتد و کدام نمودار حجم گاز آزاد شده در آن در بر حسب زمان به درستی نشان می‌دهد؟ (Ag=۱۰۸، Cu=۶۴، N=۱۴، O=۱۶، C=۱۲، H=۱)

$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	$E^0 = +0.80 \text{ V}$	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	$E^0 = +0.95 \text{ V}$
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	$E^0 = +0.34 \text{ V}$	$\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{HCOO}^-$	$E^0 = +0.1 \text{ V}$
$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	$E^0 = 0.00 \text{ V}$	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	$E^0 = +1.23 \text{ V}$



## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۲۹- محلولی از سدیم بوتیرات در آب با غلظت  $0.100 \text{ M}$  دارای  $\text{pH} = 8.40$  است.  $100$  میلی لیتر از این محلول در مجاورت  $100$  میلی لیتر هگزان قرار می گیرد تا تعادل فاز زیر برقرار شود:

$$K = \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_{\text{هگزان}}}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]_{\text{آب}}} = 6.71$$

با توجه به اطلاعات داده شده  $\text{pH}$  جدید محلول آبی کدام است؟

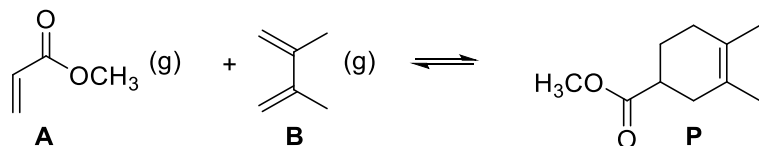
- (۱)  $7.36$  (۲)  $8.99$  (۳)  $8.93$  (۴)  $8.84$

۳۰- نقاط کوانتومی (Quantum Dots) دسته ی مهمی از نانوذرات کروی هستند که معمولا اندازه بسیار کوچکی (کمتر از  $10$  نانومتر) نسبت به دیگر نانوذرات دارند و به همین دلیل خواص بسیار ویژه ای از خود نشان می دهند. نقاط کوانتومی کادمیم اکسید را می توان از واکنش  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  و  $\text{NaOH}$  در محیط آبی و فشار و دمای بالا تهیه کرد. در آزمایشی  $162 \text{ mg}$  کادمیم نیترات برای تهیه ی یک لیتر محلول نقاط کوانتومی  $\text{CdO}$  با قطر میانگین  $8/2 \text{ nm}$  استفاده شد. اگر  $\text{CdO}$  در شبکه ی  $\text{NaCl}$  متبلور شود، غلظت این محلول چند نقطه بر میلی لیتر است؟

( $16 = \text{O}$ ،  $14 = \text{N}$ ،  $112 = \text{Cd}$ ، شعاع های یونی:  $140 \text{ pm} = \text{O}^{2-}$ ،  $95 \text{ pm} = \text{Cd}^{2+}$ ، عدد آووگادرو:  $10^{23} \times 6.022$ )

- (۱)  $3/7 \times 10^{13}$  (۲)  $4/7 \times 10^{12}$  (۳)  $1/5 \times 10^{14}$  (۴)  $2/9 \times 10^{13}$

۳۱- یک سیلندر با فشار خارجی ثابت  $10 \text{ bar}$  را در نظر بگیرید که واکنش زیر در آن انجام می شود.  $\Delta_r G^\circ$  واکنش در  $180$  درجه سلسیوس برابر  $13/70 +$  کیلوژول بر مول است.



$10$  مول از هر واکنشگر وارد پیستون شد و چرخه ی زیر برای  $n$  بار تکرار شد!

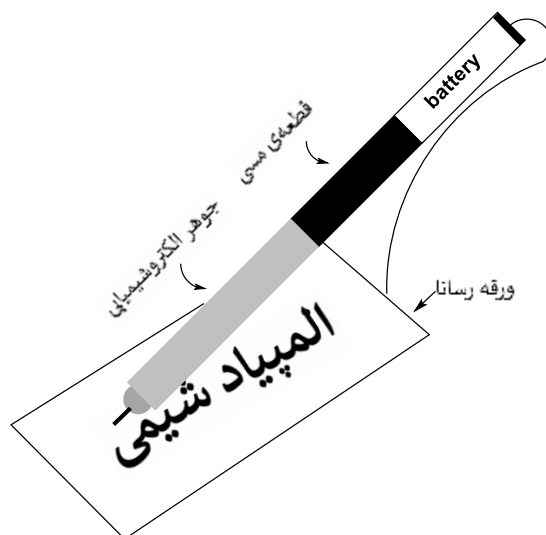
- (I) کاتالیزور جامد وارد پیستون شده و دما تا  $180^\circ \text{C}$  افزایش می یابد تا تعادل برقرار شود.  
 (II) کاتالیزور جامد از پیستون خارج می شود. (سرعت واکنش بدون کاتالیزور صفر است).  
 (III) دمای ظرف تا  $120^\circ \text{C}$  کاهش می یابد تا بخشی از فاز گازی، مایع شود.  
 (IV) فاز مایع از پیستون خارج می شود.

این فرایند تا جایی تکرار می شود که حداقل  $1/450 \text{ kg}$  محصول مایع به دست آید. اگر فشار بخار ترکیب  $\text{P}$  در دمای  $120$  درجه سلسیوس برابر  $0.078 \text{ bar}$  باشد، حداقل مقدار  $n$  کدام است؟ ( $R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ، جرم مولی  $\text{P}$  برابر  $168$  گرم بر مول است.)

- (۱)  $15$  (۲)  $17$  (۳)  $20$  (۴)  $23$

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۳۲- خودکار الکتروشیمیایی زیر توسط یک دانش پژوه المپیاد شیمی طراحی شده است:



برای نوشتن با این خودکار باید از کاغذهای رسانا استفاده شود. جوهر استفاده شده در این خودکار از جنس محلول آبی مس (II) سولفات است. در این خودکار از یک باطری استفاده شده است که یک قطب آن با یک سیم به کاغذ رسانا و قطب دیگر آن با یک قطعه مسی به جوهر الکتروشیمیایی متصل شده است. این خودکار با یک تغییر به یک پاک کن تبدیل می شود که می تواند نوشته های خود را پاک کند. چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟

-حین نوشتن، صفحه رسانا به قطب مثبت باطری وصل است.

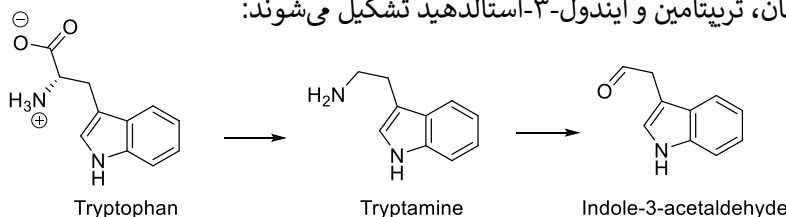
-حین نوشتن، محلول جوهر بازی تر می شود.

-این خودکار در حین پاک کردن، مانند یک سلول گالوانی عمل می کند.

(۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

۳۳- مقدار ۱۰۲ میلی گرم از نمونه تریپتوفان که از بافت کبد جداسازی شده است داخل ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۱ مولار  $VO^{2+}$  با pH و دمای تنظیم شده ریخته شد. بعد از گذشت نیم ساعت، گاز کربن دی اکسید از محلول خارج شد. پس از گذشت یک ساعت که مخلوط با شدت بیشتری هم زده شد، بوی بخار آمونیاک تشخیص داده شد. اگر تنها یک تغییر رنگ در حین واکنش رخ داده باشد، با فرض آنکه تنها گونه ی موجود در محصول، ایندول-۳-استالدهید باشد و تمام  $VO^{2+}$  مصرف شده باشد، رنگ غالب محلول بعد از انجام واکنش کدام است؟ ( $N=14$ ,  $O=16$ ,  $C=12$ ). توجه کنید:

• در مراحل متابولیسم تریپتوفان، تریپتامین و ایندول-۳-استالدهید تشکیل می شوند:



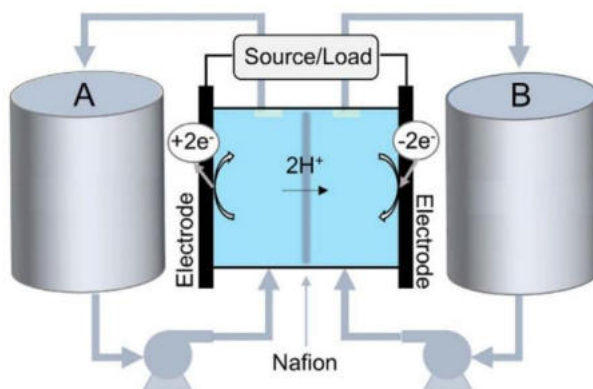
• رنگ غالب محلول حاوی یون های وانادیم در محلول آبی به شکل زیر است:

$V^{2+}$  (بنفش),  $V^{3+}$  (سبز),  $V^{4+}$  (آبی),  $V^{5+}$  (زرد)

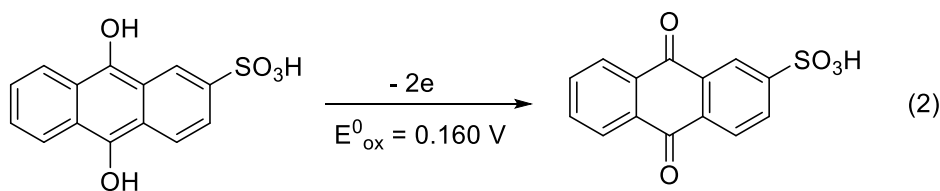
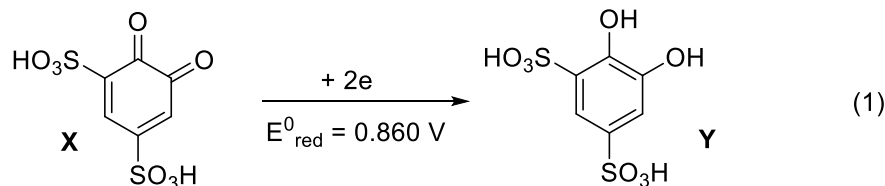
(۱) بنفش (۲) زرد (۳) آبی (۴) سبز

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۳۴- شکل زیر یک باتری سیال با الکترولیت آبی را حین شارژ نشان می دهد:



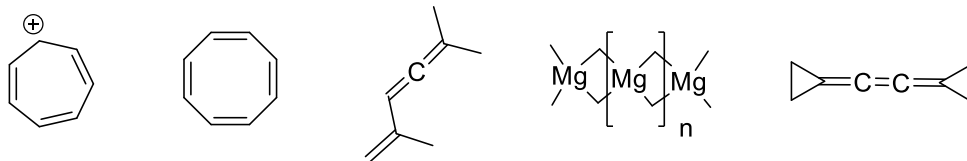
باتری های سیال برپایه همان اصول اساسی باتری های جامد طراحی شده اند با این تفاوت که الکترولیت حامل گونه های الکترولیت آب می باشد. در این باتری ها محلول های حاوی گونه های الکترو اکتیو مداوماً به محفظه های حاوی الکترو آند یا کاتد پمپاژ می شوند. دو محفظه کاتولیت و آنولیت را یک غشاء گزینش پذیر مانند نافیون از هم جدا می کند که فقط به  $H^+$  اجازه عبور می دهد. با توجه به واکنش های ۱ و ۲ عبارت داده شده را تکمیل کنید. (پتانسیل کاهش واکنش ۱ و پتانسیل اکسایش واکنش ۲ داده شده است.)



باتری کاملاً شارژ شده دارای غلظت بالای از ... در محفظه سمت ... است.

(۱) Y - چپ (۲) Y - راست (۳) X - چپ (۴) X - راست

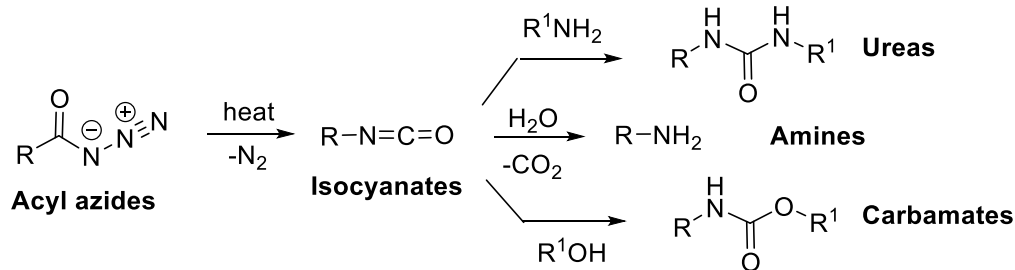
۳۵- در چه تعداد از ترکیبات زیر همه ی اتم های کربن در یک صفحه قرار دارند؟



(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۳۶- واکنش زیر به نوآرایی کورتیوس معروف است. در طی این واکنش، آسیل آزیدها در مجاورت حرارت، در شرایط مناسب نیتروژن آزاد کرده و تبدیل به ایزوسیاناتها می شوند. ایزوسیاناتها حدواسطهای مهمی هستند و در اثر واکنش با نوکلئوفیلها به گروههای عاملی دیگر نظیر اوره (Urea)، کاربامات (Carbamate) و آمین تبدیل می شوند. ترکیب **A** با فرمول مولکولی  $C_6H_8O_2N_6$  دارای ۲ گروه عاملی آسیل آزیدی می باشد. این ترکیب در اثر حرارت در مجاورت آب، یک ترکیب حلقوی (**B**) با فرمول مولکولی  $C_5H_{10}N_2O$  را تولید می کند. چند ساختار با احتساب ایزومرهای فضایی می توان برای **B** در نظر گرفت؟



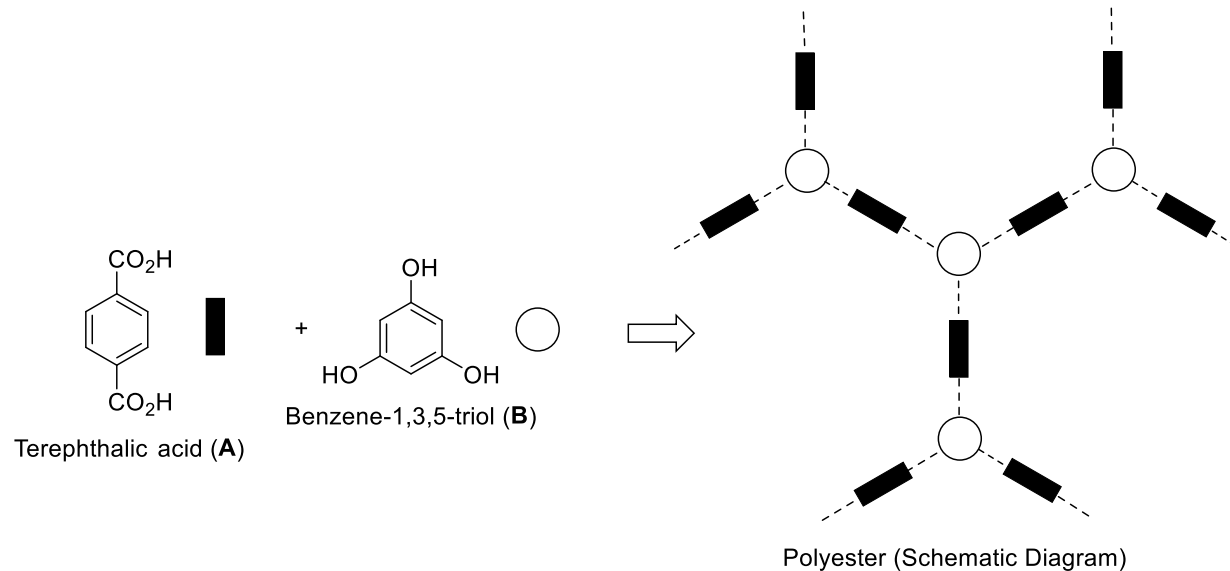
(۴) بیشتر از ۱۴

(۳) ۱۴

(۲) ۱۳

(۱) ۱۲

۳۷- مقداری از دی کربوکسیلیک **A** با مقداری از تری ال **B** وارد واکنش تشکیل پلی استر می شود. پس از اتمام واکنش، ۵ گرم آب و ۴۰ گرم پلی استر تولید می شود. در ساختار پلی استر بدست آمده هیچ گروه هیدروکسیل آزادی وجود ندارد. جرم مولی میانگین پلیمر را محاسبه کنید. ساختار شماتیک این پلی استر در زیر داده شده است. ( $H=1, O=16, C=12$ )



(۴) ۲۲۶۰

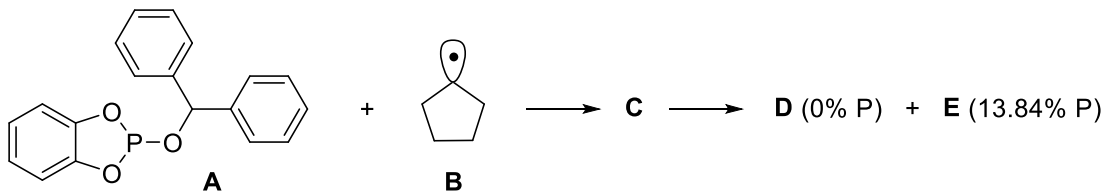
(۳) ۷۶۰

(۲) ۱۲۶۰

(۱) ۲۵۶۰

### سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۳۸- در اثر واکنش **A** با گونه رادیکالی **B**، حدواسط رادیکالی  $C(C_{24}H_{24}O_3P)$  در یک مرحله تشکیل می شود که پیوند کربن با فسفر دارد. حدواسط **C** ناپایدار است و در یک مرحله به گونه رادیکالی **D** و مولکول **E** تجزیه می شود. درصد جرمی فسفر در **D** و **E** داده شده است. چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟ الکترون گاتیوی کربن و فسفر به ترتیب برابر  $2/19$  و  $2/55$  می باشد. ( $P=31, O=16, C=12, H=1$ )

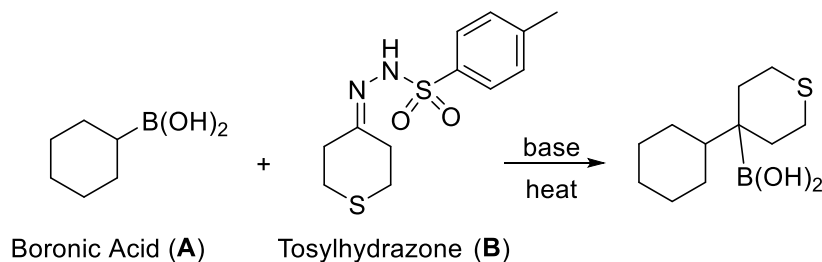


- گونه رادیکالی **D** دارای ۱۶ فرم رزونانسی بدون بار است که در آن ها حداکثر تعداد اتم های کربن از اکت پیروی می کنند.  
- عدد اکسایش فسفر در **A** و **E** یکسان است.  
- در فرم های رزونانسی حدواسط رادیکالی **C**، الکترون منفرد روی ۳ کربن توزیع می شود.

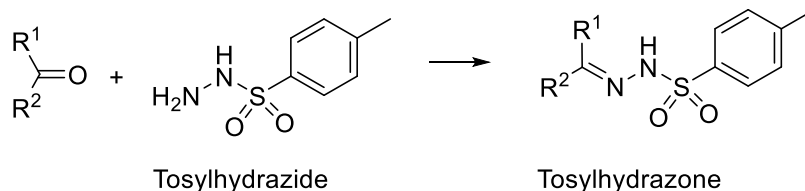
(۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

با توجه به اطلاعات داده شده در زیر به دو سوال بعد پاسخ دهید.

- از واکنش بورونیک اسیدها با توسیل هیدرازون ها در حضور باز و در شرایط مناسب می توان بورونیک اسیدهایی با ساختارهای پیچیده تر تهیه کرد. مثالی از این واکنش بین بورونیک اسید **A** و توسیل هیدرازون **B** در شکل زیر داده شده است. این واکنش، به نام محقق آن، بارلینگا (Barluenga) معروف است:

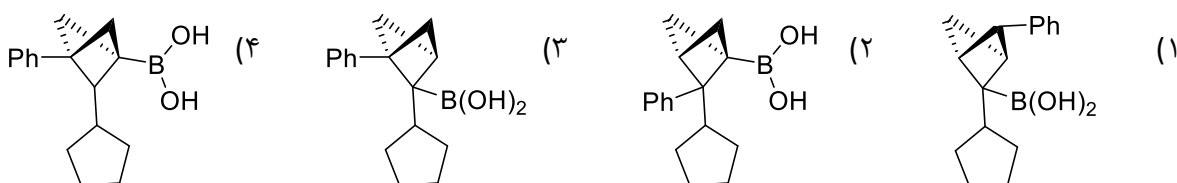
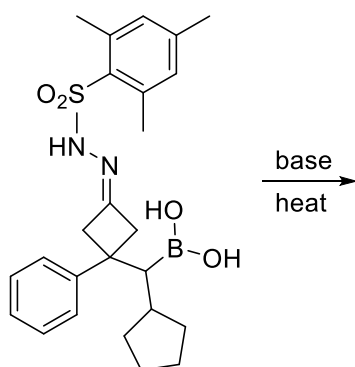


- توسیل هیدرازون ها را می توان از واکنش تراکمی (همراه با از دست دادن آب) کتون ها و توسیل هیدرازیدها تهیه کرد:

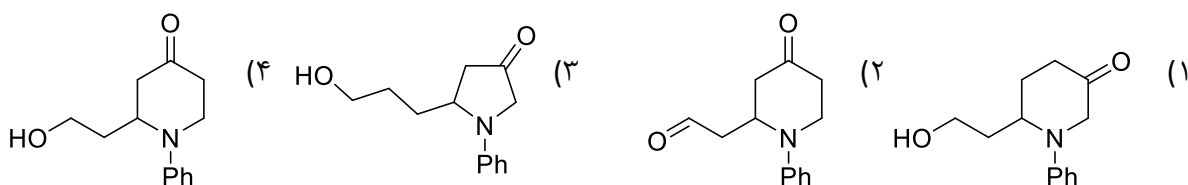
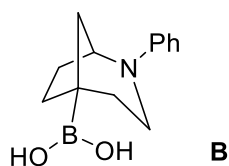


## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۳۹- کدام گزینه محصول واکنش زیر را درست نشان می دهد؟



۴۰- اکسایش پیوندهای کرین-بور در بورونیک اسیدها با آب اکسیژنه در شرایط مناسب، یکی از روش های مرسوم برای تهیه الکل های معادل است. گروه عاملی الکی در این شرایط به گروه هایی با عدد اکسایش بالاتر اکسید نمی شود. ترکیب **A** ابتدا با توسیل هیدرازید در یک واکنش تراکمی شرکت می کند و سپس در شرایط واکنش بارلینگ قرار می گیرد و به ترکیب زیر (**B**) تبدیل می شود. اگر ترکیب **A** با آب اکسیژنه در شرایط مناسب اکسید شود کدام محصول به دست می آید؟



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

### آزمون مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱۴۰۴/۰۱/۳۱

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ① ②

غلط 

صحيح 

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
باشگاه دانش‌پژوهان جوان



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

## دفترچه سؤال‌های تشریحی آزمون مرحله دوم

### سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

سال تحصیلی ۱۴۰۴ - ۱۴۰۳

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱ - ساعت: ۸:۰۰ - مدت کل آزمون (چندگزینه‌ای و تشریحی): ۳۰۰ دقیقه

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

- ۱- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ‌برگ با مشخصات شما همخوانی ندارد بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- ۲- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید به شما نمره ای تعلق نمی‌گیرد.
- ۳- با توجه به آنکه برگه های پاسخ‌برگ به نام شما صادر شده است امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می‌شود ابتدا سوال‌ها را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخ‌برگ پانویس نمایید.
- ۴- عملیات تصحیح توسط مصححین پس از برش سرب‌برگ به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد. خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- ۵- از مخدوش کردن بارکدها و مربع‌ها در چهارگوشه صفحه در دفترچه پاسخ‌برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۶- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ‌تاپ ممنوع است همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- ۷- این دفترچه شامل ۶ سوال و با احتساب جلد ۶ برگ است.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس پایگاه اینترنتی: [ysc.medu.gov.ir](http://ysc.medu.gov.ir)

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

پاسخ کلیه سوالات تشریحی آزمون (سوالات تشریحی ۱ تا ۶) را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ برگ بنویسید. در بخش هایی از سوالات که نیاز به انجام محاسبه است، نمره ها مربوط به جواب آخر بوده و در صورتی تعلق می گیرد که محاسبات نوشته شده و درست باشند.

### سوال ۱- تشریحی (۱۵ نمره): ترکیبات کروم

یک مخلوط معدنی شامل کروم (III) اکسید و آهن (II) اکسید موجود است. برای تعیین مقدار کروم در این مخلوط از روش حجم سنجی استفاده شده است. برای این منظور، به ۵ گرم از این مخلوط به میزان اضافی پتاسیم پراکسید ( $K_2O_2$ ) اضافه شده و در بوتله چینی بر روی شعله به طور مستقیم حرارت داده می شود (واکنش I). سپس به محتویات بوتله چینی آب اضافه شده و محلول مجدداً حرارت داده می شود تا پتاسیم پراکسید اضافی تجزیه شود. محلولی زرد رنگ و رسوبی نامحلول در آب ایجاد می شود. محلول زرد از رسوب جدا شده و پس از اضافه کردن سولفوریک اسید غلیظ، رنگ محلول به نارنجی تغییر می کند و ترکیب A حاوی کروم تشکیل می شود (واکنش II). سپس به محلول اسیدی تهیه شده در واکنش II، آب مقطر افزوده می شود تا حجم نهایی محلول ۱۰۰ میلی لیتر شود. به ۱۰ میلی لیتر از این محلول ۱۰ میلی لیتر آهن (II) سولفات با غلظت ۱ مولار و چند قطره شناساگر باریم دی فنیل سولفونات و سولفوریک اسید کافی اضافه می شود. با افزودن ۴/۱ میلی لیتر محلول پتاسیم دی کرومات با غلظت ۱۷ میلی مولار رنگ شناساگر از سبز به بنفش تغییر می کند.

۱-۱- (۲ نمره) معادله واکنش های I و II را بنویسید. (واکنش I نیاز به موازنه ندارد)

۲-۱- (۲/۵ نمره) درصد کروم را در این مخلوط معدنی تعیین کنید و واکنش مربوط به حجم سنجی را بنویسید.

عنصر	جرم مولی
Fe	۵۵/۸
Cr	۵۲
C	۱۲
O	۱۶
H	۱
K	۳۹/۱

واکنش اگزالیک اسید ( $H_2C_2O_4$ ) با ترکیب A در محلول آبی (واکنش III) ترکیبی به فرمول  $B = [Cr(H_2O)_{6-2n}(C_2O_4)_n]^m$  تشکیل می دهد. در این ترکیب n تعداد یون اگزالات موجود در ساختار و m برابر بار ترکیب B است.

پس از تشکیل ترکیب B، به محلول آبی آن KOH اضافه شده و کمی حرارت داده می شود. در اثر واکنش کامل ترکیب B با پتاس اضافی، ۲/۱۲۸ گرم رسوب  $Cr_2O_3$  تشکیل می شود (واکنش IV). رسوب از محلول جدا شده و محلول با سولفوریک اسید، اسیدی می شود و حجم آن با اضافه کردن آب به ۱۰۰ میلی لیتر می رسد. ۱۰ میلی لیتر از این محلول با ۱/۲ میلی لیتر پتاسیم پرمنگنات با غلظت ۰/۲ مولار در محیط کاملاً اسیدی، در حضور سولفوریک اسید واکنش می دهد و محلول تقریباً بی رنگی تشکیل می شود (واکنش V).

۳-۱- (۲ نمره) ترکیب B را مشخص کنید؟

۴-۱- (۱ نمره) مقدار اگزالیک اسید لازم برای واکنش با ۰/۴ گرم ترکیب A برای تشکیل B چند گرم است؟

۵-۱- (۳ نمره) معادله موازنه شده واکنش های III، IV و V را بنویسید.

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

از واکنش اگزالیک اسید، پتاسیم اگزالات و ترکیب **A**، در محلول آبی ترکیب دیگری تشکیل می‌شود (ترکیب **C**) که فرمول کلی آن مانند ترکیب **B** است (واکنش VII). برای تعیین ساختار ترکیب **C** از روش اسپکتروفوتومتری استفاده می‌شود. ۰/۵ گرم از ترکیب **C** در آب حل شده و به آن پتاسیم پرسولفات ( $K_2S_2O_8$ ) اضافی افزوده می‌شود. سپس محلول حرارت داده می‌شود تا مجدداً ترکیب **A** تشکیل شود (واکنش VIII). پس از خنک شدن محلول تا دمای اتاق، با افزودن آب مقطر حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده می‌شود. مقدار جذب این محلول در طول موج ۴۲۰ nm برابر ۰/۵۶ است. جذب محلول‌های استاندارد ترکیب **A** با غلظت‌های مشخص در طول موج ۴۲۰ nm در جدول زیر داده شده است.

جذب	غلظت (مولار)
۰/۲۰۳	۰/۰۰۲
۰/۳۸۰	۰/۰۰۴
۰/۹۵۴	۰/۰۱
۱/۹۱۲	۰/۰۲

۱-۶- (۲/۵ نمره) ترکیب **C** را مشخص کنید.

یکی از دو ترکیب **B** یا **C**، می‌تواند دو جامد بلوری **E** و **F** که تنها در تعداد آب تبلور متفاوت هستند، تشکیل دهد. اگر ۱ گرم از هر ساختار بلوری را در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس حرارت دهیم، پس از سوختن کامل ۰/۲۱۳ گرم از ترکیب **E** و ۰/۲۲۴ گرم از ترکیب **F** برجای می‌ماند.

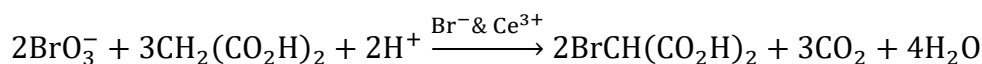
۱-۷- (۲ نمره) ترکیب‌های **E** و **F** را مشخص کنید.

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

### سوال ۲-تشریحی (۱۶ نمره): واکنشهای نوسانی

در اکثر واکنشهای شیمیایی، غلظت گونه‌ها با زمان به صورت یکنواخت تغییر می‌کند. با این حال، واکنشهای معدودی وجود دارند که غلظت گونه‌های حدواسط در طول واکنش، رفتار نوسانی از خود نشان می‌دهند. به این ترتیب، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و تولید فرآورده‌ها نیز به صورت نوسانی تغییر می‌کنند. بررسی‌ها نشان می‌دهد بروز چنین پدیده غیر معمولی ناشی از وجود دو مجموعه جواب متفاوت برای معادلات سرعت است.

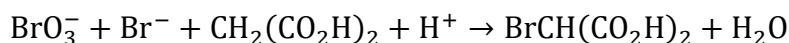
یکی از معروفترین واکنشهای نوسانی، اکسایش مالونیک اسید در محیط آبی توسط یون برمات است که به وسیله یون‌های برمید و سریم (III) کاتالیز می‌شود. این واکنش، واکنش بلوزوف-زابوتینسکی (Belousov-Zhabotinsky) و یا به اختصار (BZ) نامیده می‌شود. واکنش BZ به شکل زیر است:



واکنش BZ از هشت واکنش تشکیل شده است که می‌توان آنها را در سه گروه آلفا، بتا و گاما دسته بندی کرد.  
گروه آلفا متشکل از سه واکنش زیر است:



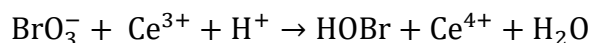
واکنش نهایی آلفا (موازنه نشده) به صورت زیر است:



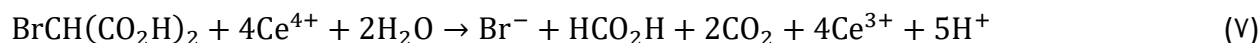
گروه بتا متشکل از سه واکنش زیر است:



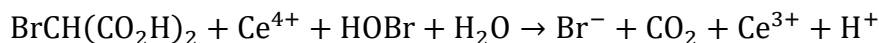
واکنش نهایی بتا (موازنه نشده) به صورت زیر است:



گروه گاما متشکل از دو واکنش زیر است:



واکنش نهایی گاما (موازنه نشده) به صورت زیر است:



## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

با توجه به توضیحات داده شده، به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱-۲- (۳ نمره) سه واکنش نهایی آلفا، بتا و گاما را موازنه کنید.

۲-۲- (۴ نمره) با استفاده از تقریب حالت پایا، معادلاتی را برای  $[BrO_2]$  و  $[HBrO_2]$  (گونه‌های حدواسط) بدست آورید. نیازی به حل معادلات نیست (فرض کنید واکنش‌های ۱ تا ۶ بنیادی باشند).

۳-۲- (۲ نمره) با استفاده از دو معادله قسمت ۲-۲، معادله‌ای را برای  $[HBrO_2]$  بیابید که  $[BrO_2]$  در آن حضور نداشته باشد.

۴-۲- (۴ نمره) معادله بدست آمده در قسمت ۲-۳ را در دو حالت حدی حل کنید و دو جواب ممکن را برای  $[HBrO_2]$  بدست آورید. در حالت اول، فرض کنید سرعت واکنش (۱) بسیار بیشتر از سرعت واکنش (۶) باشد (یعنی،  $r_1 \gg r_6$ ). در حالت دوم، فرض کنید  $r_6 \gg r_1$ .

۵-۲- (۲ نمره) در قسمت ۲-۴، حالت اول و دوم وقتی رخ می‌دهند که  $[Br^-]$  به ترتیب بسیار زیاد و بسیار کم باشد. دو جواب بدست آمده در قسمت قبل را با توجه به این موضوع ساده‌تر کنید.

۶-۲- (۱ نمره) قسمت‌های قبلی نشان می‌دهند که  $[HBrO_2]$  و  $[Br^-]$  متقابلاً به یکدیگر وابسته هستند. هنگامی که  $[Br^-]$  از یک مقدار "بحرانی" بزرگتر باشد، از دو جواب بدست آمده در قسمت ۲-۴ برای  $[HBrO_2]$ ، جواب حالت اول مثبت (قابل قبول) و جواب حالت دوم منفی (غیر قابل قبول) است. حال اگر  $[Br^-]$  از این مقدار بحرانی کوچکتر باشد، جواب حالت اول منفی و جواب حالت دوم مثبت است. بنابراین، با عبور  $[Br^-]$  از مقدار بحرانی،  $[HBrO_2]$  (در حالت پایا) به طور ناگهانی از یک جواب به جواب دیگر تغییر می‌کند و این امر منجر به بروز رفتار نوسانی در این سیستم می‌شود. با توجه به این توضیحات، مقدار بحرانی  $[Br^-]$  را محاسبه کنید.

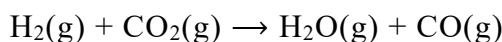
## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

### سوال ۳-تشریحی (۱۲ نمره): چالش های ترمودینامیکی و تولید CO

ثابت های مورد نیاز:

$$(R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0.08314 \text{ L bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0.08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$$

فرض کنید ۱/۰۰۰ مول  $\text{H}_2(\text{g})$  و ۱/۰۰۰ مول  $\text{CO}_2(\text{g})$  در یک پیستون با فشار خارجی ۱/۰۰۰ اتمسفر و دمای ثابت ۵۰۰ کلوین قرار بگیرند تا واکنش زیر انجام شود:



۱-۳- (۱/۵ نمره) اگر  $\Delta_r G^\circ_{500\text{K}}$  واکنش  $11/2 \text{ kJ mol}^{-1}$  باشد، محاسبه کنید چند مول CO تولید می شود. (پاسخ شما باید ۳ رقم اعشار داشته باشد.)

ظرفیت گرمایی هر ماده در فرآیندهای فشار ثابت و حجم ثابت با هم متفاوت هستند. برای گازها ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت  $(C_{p,m})$  و ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت  $(C_{v,m})$  با رابطه  $C_{p,m} = C_{v,m} + R$  مرتبط می شوند که در آن R ثابت جهانی گازها است.

در این واکنش ظرفیت گرمایی مولی  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  در فشار ثابت به ترتیب  $28/8$  و  $37/1$  (بر حسب  $\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) است. همچنین ظرفیت گرمایی مولی  $\text{H}_2\text{O}$  و CO در فشار ثابت به ترتیب  $36/8$  و  $29/1$  (بر حسب  $\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) است، لذا تغییر آنتالپی واکنش مستقل از دماست.

۲-۳- (۱/۵ نمره)  $\Delta_r H^\circ_{500\text{K}}$  واکنش  $+9/8 \text{ kJ mol}^{-1}$  است. اگر همان مقادیر از  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  داخل همان پیستون با فشار خارجی ۱/۰۰۰ اتمسفر ولی با دمای ثابت ۶۰۰ کلوین قرار بگیرند، محاسبه کنید چند مول CO تولید می شود. (پاسخ شما باید ۳ رقم اعشار داشته باشد.)

اغلب مسائل تعادل با فرض ثابت بودن دما حل می شوند. این در حالی است که دمای مخلوط واکنش به دلیل گرمازا یا گرماگیر بودن واکنش تغییر می کند. به عنوان مثال واکنش  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  گرماگیر است و در نتیجه دمای مخلوط واکنش با پیشرفت واکنش افت می کند و همانطور که می دانید تغییر دما ثابت تعادل را تغییر می دهد.

۳-۳- (۳ نمره) فرض کنید همان مقادیر از  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  در یک پیستون بی دررو با فشار خارجی ثابت ۱/۰۰۰ اتمسفر و دمای اولیه ی ۵۰۰ کلوین قرار بگیرند. با توجه به داده های قبل محاسبه کنید چند مول CO تولید می شود و دمای نهایی چند کلوین است. (مقدار مول CO را باید با ۳ رقم اعشار به دست آورید.)

۴-۳- (۳ نمره) فرض کنید همان مقادیر از  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  در یک ظرف بی دررو با حجم ثابت ۲۰۰ لیتر و دمای اولیه ی ۵۰۰ کلوین قرار بگیرند. با توجه به داده های قبل محاسبه کنید چند مول CO تولید می شود و دمای نهایی چند کلوین است. (مقدار مول CO را با ۳ رقم اعشار به دست آورید.)

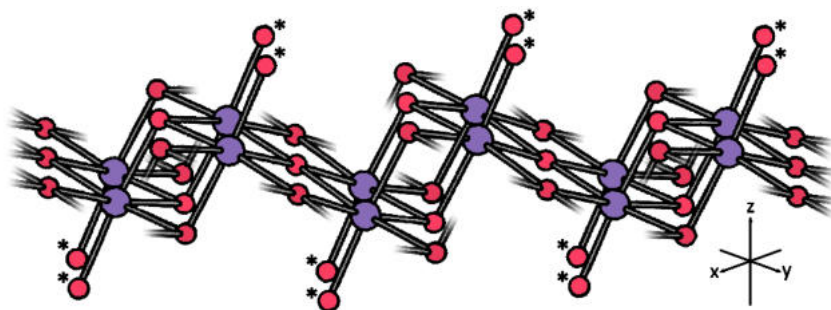
۵-۳- (۳ نمره) فرض کنید واکنش با مقادیر مولی برابر از  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  در ظرفی بی دررو به حجم ۱۰/۰۰ لیتر در دمای اولیه ۵۰۰ کلوین انجام شود. اگر بدانیم دمای نهایی محتویات ظرف ۴۲۳ کلوین است، واکنش با چند گرم از  $\text{H}_2$  آغاز شده است؟ پاسخ شما باید دو رقم اعشار داشته باشد. (گرمای نهان تبخیر آب در فشار ثابت برابر با  $40/65$  کیلوژول بر مول است. از وابستگی دمایی گرمای نهان تبخیر صرف نظر کنید. نقطه جوش نرمال آب ۱۰۰ درجه سلسیوس است.)

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

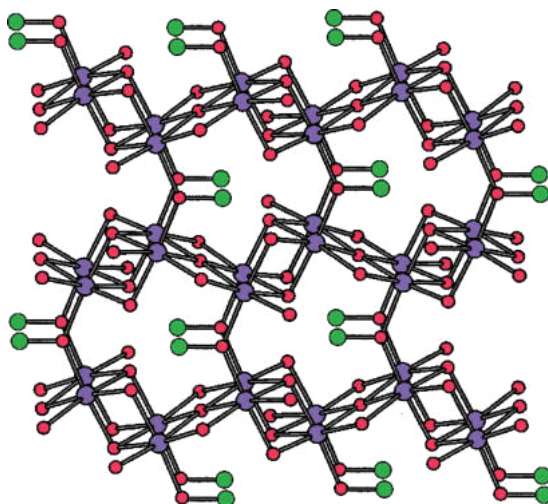
### سوال ۴-تشریحی (۱۱ نمره): بررسی ترکیبات منگنز

در سال های اخیر ترکیب A توجه فراوانی را به خود جلب کرده است. این ترکیب که یک اکسید مختلط از منگنز و باریم ( $Ba_xMn_yO_z$ ) است، خواص ترموالکتریک مهمی نشان می دهد. بدین معنی که می تواند گرما را به انرژی الکتریکی تبدیل کند. اهمیت این ترکیب از این رو بالاست که در دماهای بالاتر نیز این قابلیت را حفظ می کند و در نتیجه می توان با بازدهی بالاتری گرما را به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. ساختار این اکسید با اشعه ی ایکس بررسی شده و اطلاعات زیر در مورد آن به دست آمده است:

- هشت وجهی های  $MnO_6$ ، همانطور که در شکل ۱ مشخص شده، به هم متصل شده و یک صفحه را در راستای xy تشکیل می دهند. منگنرها بنفش و اکسیژن ها قرمز هستند. (در بعد x و y هر صفحه را نامتناهی فرض کنید).
- تعداد زیادی از این صفحات به صورت لایه لایه در راستای z روی هم قرار می گیرند. (شکل ۲) در این نحوه قرارگیری، اکسیژن های ستاره دار بین لایه ها مشترک هستند. (تعداد لایه ها را نامتناهی فرض کنید).
- درون حفره های تشکیل شده به ازای هر اکسیژن ستاره دار، یک اتم باریم (اتم های سبز) قرار می گیرد.



شکل ۱-هشت وجهی های  $MnO_6$



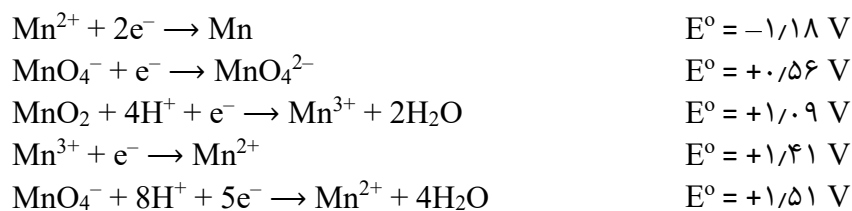
شکل ۲-تعداد زیادی از صفحات به صورت لایه لایه در راستای z

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۱-۴- (۲/۵ نمره) فرمول تجربی این اکسید و عدد اکسایش منگنز در این ترکیب را تعیین کنید.  
۵/۰۰ گرم از این اکسید، در سولفوریک اسید کاملاً غلیظ، سرد و اضافی حل شد و یک ترکیب سفید رسوب کرد (رسوب B). رسوب به دست آمده از مابقی محلول جدا و وزن شد.

۲-۴- (۱ نمره) فرمول رسوب B چیست و چند گرم جرم دارد؟ (H=۱، O=۱۶، S=۳۲، Ba=۱۳۷، Mn=۵۵)  
pH محلول باقی مانده از مرحله ی قبل، با افزایش آهسته ی آب تا صفر افزایش یافت. با افزایش pH یک رسوب جدید و سیاه رنگ (رسوب C) تشکیل شد! این رسوب از مابقی محلول جدا و وزن شد.

۳-۴- (۲/۵ نمره) با توجه به پتانسیل های کاهش زیر چه واکنش اکسایش و کاهش انجام شده است و رسوب C چند گرم جرم دارد؟ (از اکسایش و کاهش سایر گونه ها غیر از منگنز صرف نظر کنید).



در ادامه با افزایش سود pH محلول تا ۱۰/۰ افزایش یافت و سومین رسوب (رسوب D) نیز تشکیل شد.

۴-۴- (۲ نمره) رسوب D چیست و چند گرم جرم دارد؟

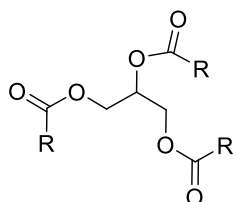
رسوب C به همراه KOH جامد ذوب شده و مذاب حاصل با اکسیژن واکنش داده شد. در اثر این واکنش یک ترکیب سبز رنگ (ترکیب E) به دست آمد. ترکیب E در صورت اضافه شدن به مقدار زیادی آب با آن واکنش داده و ترکیب محلول و بنفش رنگ F و رسوب C را تشکیل می دهد.

۵-۴- (۳ نمره) دو ترکیب E و F را مشخص کنید و محاسبه کنید چند گرم C در این مرحله تشکیل می شود؟

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

### سوال ۵-تشریحی (۱۴ نمره): اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی در سیستم های زیستی

اسید های چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیرهای بلند کربنی هستند که برای ادامه حیات سیستم های زیستی الزامی می باشند. تری گلیسیریدها نوعی چربی هستند که در خون یافت می شوند و نقش مهمی در تامین انرژی بدن ایفا می کنند. تری گلیسیریدها را می توان از واکنش یک مولکول گلیسرول با سه مولکول اسید چرب همراه با تشکیل پیوندهای استری تهیه کرد.



ساختار کلی تری گلیسیرید

تری گلیسیرید **A** با فرمول شیمیایی  $C_{33}H_{60}O_6$  را در نظر بگیرید. اسیدهای چربی که در ساختار این تری گلیسیرید به کار رفته اند هر یک حداقل ۱۰ کربن دارند و راست زنجیر هستند.

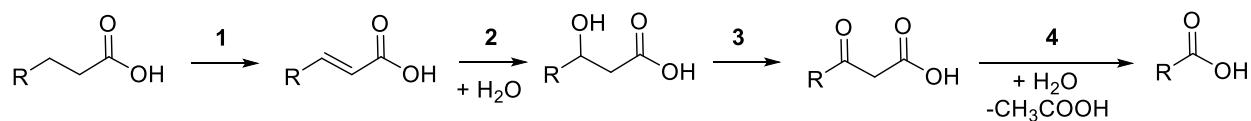
۵-۱- (۳ نمره) با در نظر گرفتن شیمی فضایی چند ساختار متفاوت برای **A** می توان در نظر گرفت؟

از هیدرولیز جزئی تری گلیسیرید **A** در شرایط مناسب دو ترکیب **B** و **C** که در ساختار آنها یک گروه عاملی الکی وجود دارد حاصل می شوند (در هیدرولیز جزئی همه پیوندهای استری هیدرولیز نمی شوند). **B** ایزومر فضایی قابل جداسازی ندارد. در نتیجه هیدرولیز ترکیب **C** دو کربوکسیلیک اسید **E1** و **E2** حاصل می شوند. ترکیب **E1** به کمک محلول  $KMnO_4$  اسیدی در دمای بالا اکسید می شود و دو کربوکسیلیک اسید جدید **F** و **G** تولید می شوند. اگر یک مول ترکیب **F** در محلول اسیدی ملایم شامل  $Pb(CH_3COO)_4$  و استیک اسید حرارت داده شود گاز کربن دی اکسید و گاز **X** تولید می شوند. گاز **X** با هیدروژن در شرایط مناسب واکنش می دهد و بعد از سیر شدن، جرم مولی آن  $7/14\%$  افزایش می یابد. ( $O=16, C=12, H=1$ )

۵-۲- (۶ نمره) ساختارهای ترکیبات **A, B, C, E1, E2, F, G, X** را رسم کنید.

۵-۳- (۱/۵ نمره) معادله مربوط به واکنش **F** با سرب (IV) استات در استیک اسید را بنویسید.

در سیستم های زیستی از اکسایش زنجیر اسیدهای چرب برای تولید انرژی استفاده می شود. برای این منظور، زنجیر کربنی اسید چرب طبق الگوی زیر واحدهای دو کربنی استیک اسید از دست می دهد و الکترون تولید می کند:



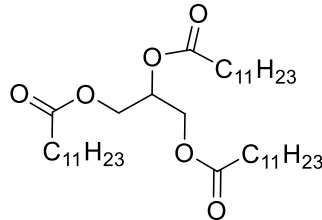
۵-۴- (۰/۵ نمره) مشخص کنید در کدام مرحله (مراحل) فوق، زنجیره کربنی اسید، الکترون آزاد می کند؟

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۵-۵- (۳ نمره) یک پیل الکتریکی که با دوپ کردن آنزیم مخصوص روی الکتروود گرافیت طراحی شده است، زنجیره های اسید چرب را تا انتها اکسید می کند. (یعنی تمام زنجیر کربنی اسید چرب به واحدهای استیک اسیدی شکسته می شود). فرض کنید ۱۰ گرم از تری گلیسرید A در سلول این پیل به طور کامل هیدرولیز شود. اگر پیل با جریان ثابت ۰/۱ آمپر کار کند. حداکثر چند ساعت می توان از پیل جریان الکتریکی گرفت؟ (از اکسید شدن گلیسرول صرف نظر کنید)

$$(F=96485/33 \text{ sAmol}^{-1})$$

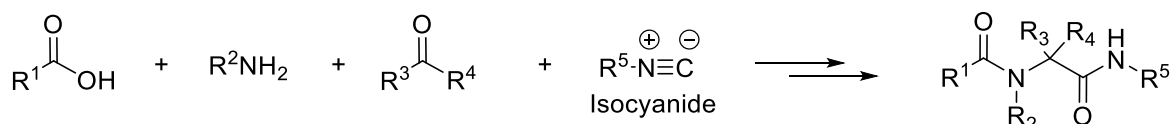
اگر ساختار A را بدست نیاورده اید برای این بخش از سوال از تری گلیسرید زیر بجای آن استفاده کنید.



## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

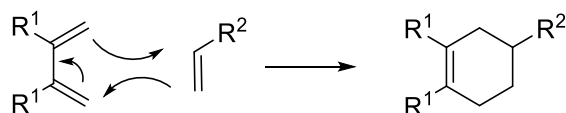
### سوال ۶-تشریحی (۱۲ نمره): واکنش اوگی (Ugi)

واکنش اوگی یک واکنش چهارجزئی است که به نام شیمیدان آلمانی ایوار اوگی (Ivar Ugi) نامگذاری شده است و برای تهیه ترکیبات پیچیده آلی با بازده بالا استفاده می شود. واکنش اوگی یک واکنش چهارجزئی بین یک آمین، یک ترکیب کربونیل دار (مانند کتون یا آلدهید)، کربوکسیلیک اسید، و ایزوسیانید است که منجر به تشکیل یک محصول با دو گروه عاملی آمیدی می شود. شمای کلی واکنش در زیر آورده شده است:

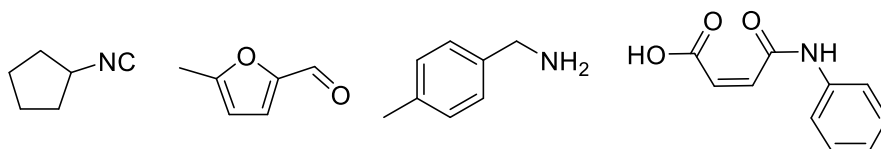


واکنش های پسا-اوگی (Post-Ugi) به مجموعه واکنش های شیمیایی اطلاق می شوند که پس از انجام واکنش اوگی روی محصول آن انجام می شوند تا ساختارهای پیچیده تری تهیه شوند. به عنوان مثال واکنش **Post Ugi / Diels-Alder** واکنشی است که شامل دو واکنش اوگی و دیلز-آلدر است که پشت سرهم و در یک ظرف انجام می شوند و یا واکنش **Post Ugi / Buchwald-Hartwig** واکنشی است که شامل دو واکنش اوگی و بوخوالد-هارتویگ است که پشت سرهم انجام می شوند.

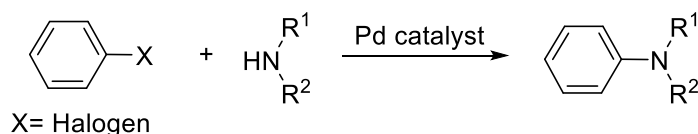
واکنش اوگی / دیلز-آلدر یک ابزار قدرتمند در شیمی آلی مدرن است که با ترکیب هوشمندانه واکنش ها مسیرهای سنتزی کوتاه و کارآمدی برای تهیه مولکولهای پیچیده و حلقوی (پلیسیکلیک) ارائه می دهد. در زیر، شکل کلی واکنش دیلز-آلدر داده شده است:



۶-۱- (۴ نمره) دانش پژوهی با در اختیار داشتن مواد اولیه زیر، ترکیب **P1** را از طریق واکنش **Post Ugi / Diels-Alder** سنتز کرده است. این دانش پژوهی در نظر دارد در مرحله بعد، **P1** را در محیط اسیدی با حذف آب و با حفظ اسکلت کربنی به ترکیب ارزشمند جدیدی تبدیل کند که حلقه های به هم جوش خورده دارد. ساختار محصولی که از واکنش اوگی در ابتدا بدست می آید (**A**) و محصولی که از طریق واکنش اوگی / دیلز-آلدر بدنبال آن بدست می آید (**P1**) را در کادرهای داده شده در پاسخ برگ رسم کنید. شیمی فضایی محصول مد نظر نمی باشد.

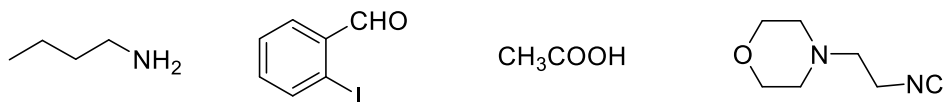


واکنش بوخوالد-هارتویگ (Buchwald-Hartwig) یک واکنش جفت شدن متقاطع کاتالیز شده با فلز واسطه (معمولاً پالادیوم) است که برای تشکیل پیوند کربن-نیتروژن (C-N) بین یک ترکیب آروماتیک هالوژن دار مانند بروموبنزن و یک آمین (یا آمید، و غیره) استفاده می شود. این واکنش در سنتز ترکیبات آریل آمین و تهیه مولکول های پیچیده در داروسازی کاربرد گسترده ای دارد. این واکنش به افتخار آقایان استفان بوخوالد و جان هارتویگ، دو شیمیدان پیشگام در حوزه کاتالیز فلزی، نامگذاری شده است و امروزه به عنوان یک ابزار کلیدی در سنتز ترکیبات نیتروژن دار شناخته می شود. شکل کلی این واکنش در زیر داده شده است:

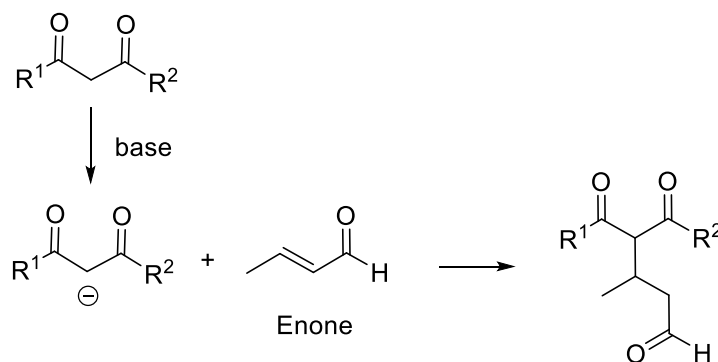


## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

۲-۶- (۳ نمره) با در اختیار داشتن مواد اولیه زیر، ترکیب **P2** از طریق واکنش **Post Ugi / Buchwald-Hartwig** سنتز شده است. ساختار محصولی که از واکنش اوگی در ابتدا بدست می آید (**B**) و محصولی که نهایتاً از طریق واکنش اوگی / بوخوالد-هارتویگ بدنبال آن بدست می آید (**P2**) را در کادرهای داده شده در پاسخ برگ رسم کنید. شیمی فضایی محصول مد نظر نمی باشد.

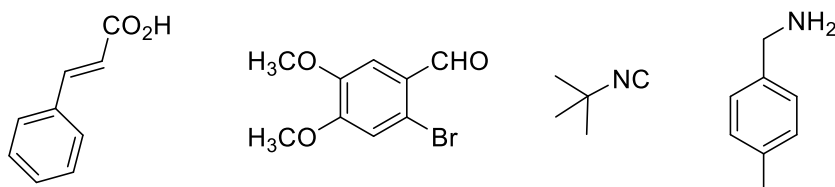


واکنش افزایش مایکل (Michael Addition) یک واکنش شیمیایی مهم در شیمی آلی است که در آن یک نوکلئوفیل که معمولاً یک کربانیون واقع در کنار گروه کربونیل است، به یک پیوند چندگانه کربن-کربن مزدوج با گروه کربونیل حمله می کند و یک پیوند کربن-کربن جدید تشکیل می دهد. (هیدروژن های کربن کنار گروه کربونیل در مقایسه با هیدروکربن ها خصلت اسیدی خیلی بیشتری دارند) این واکنش به افتخار شیمیدان آرتور مایکل نامگذاری شده است. شکل کلی این واکنش که در شرایط مناسب انجام می شود در زیر داده شده است:



از واکنش کلی **Post-Ugi / Buchwald-Hartwig / Michael** برای تهیه محصولاتی با ساختارهای پیچیده استفاده شده است. همانطور که نامگذاری فوق نشان می دهد این واکنش کلی خود شامل سه واکنش متفاوت است که پشت سرهم انجام می شوند.

۳-۶- (۵ نمره) با در اختیار داشتن مواد اولیه زیر ترکیب **P3** از طریق واکنش **Post-Ugi / Buchwald-Hartwig / Michael** سنتز شده است. ساختار محصولی که از واکنش اوگی در ابتدا بدست می آید (**C**) و محصولی که نهایتاً از طریق واکنش اوگی / بوخوالد-هارتویگ / مایکل بدست می آید (**P3**) را در کادرهای داده شده در پاسخ برگ رسم کنید. شیمی فضایی محصول مد نظر نمی باشد.



## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۱- نتایج آنالیز جرمی دو ترکیب A و B متشکل از مولیبدن، اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن به صورت زیر است. هر دو ترکیب در اثر حرارت بخارات بازی ایجاد می‌کنند. کدام عبارت در مورد این دو ترکیب صحیح است؟  
(H=۱، N=۱۴، O=۱۶، Mo=۹۵/۹۵)

ترکیب	Mo%	O%
A	۴۸/۹۷	۳۲/۶۶
B	۶۱/۱۴	۳۳/۱۳

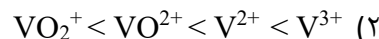
(۱) عدد اکسایش مولیبدن در این دو ترکیب متفاوت است.

(۲) در دما و فشار یکسان به ازای یک گرم از این ترکیبات، ترکیب B بر اثر حرارت حجم گاز بیشتری آزاد می‌کند.

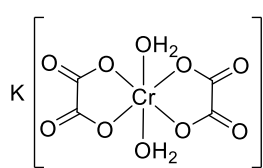
(۳) به ازای هر مول از مولیبدن، نسبت اکسیژن در این دو آنیون  $\frac{A}{B} = 0.80$  است.

(۴) در ترکیب B پل‌های اکسیژنی وجود دارد.

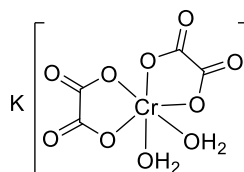
۲- وانادیم در محلول‌های آبی، یون‌های متفاوت با رنگ‌های متنوع تشکیل می‌دهد. برای مثال می‌توان به یون‌های  $V^{2+}$  (بنفش)،  $V^{3+}$  (سبز)،  $VO^{2+}$  (آبی) و  $VO_2^+$  (زرد) اشاره کرد. کدام گزینه، ترتیب انرژی فوتون مرئی که این یون‌ها جذب می‌کنند به درستی نشان می‌دهد؟



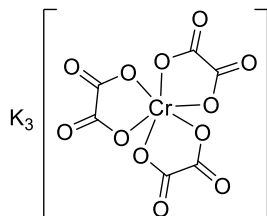
۳- کدام گزینه ترتیب انحلال‌پذیری ترکیبات زیر در آب را به درستی نشان می‌دهد؟



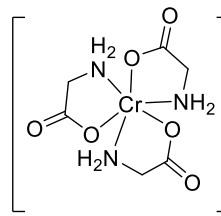
A



B



C



D

C > A > B > D (۴)

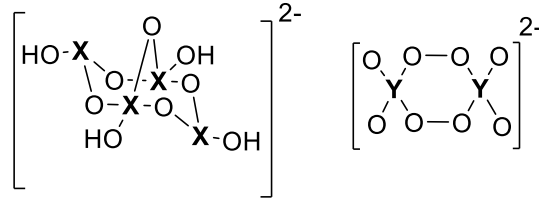
C > B > A > D (۳)

D > C > B > A (۲)

A > B > C > D (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۴- با رعایت قاعده‌ی اکتت مشخص کنید که X و Y به کدام گروه جدول تناوبی تعلق دارند؟



$$Y=5, X=3 \quad (2)$$

$$Y=5, X=5 \quad (1)$$

$$Y=4, X=4 \quad (4)$$

$$Y=7, X=3 \quad (3)$$

۵- آلیاژی از آهن و کروم دارای ساختار بلورین با طول سلول واحد  $384/5$  pm است. اگر شعاع اتمی آهن  $194$  pm و کروم  $139$  pm باشد، این آلیاژ در کدام ساختار بلوری متبلور می‌شود؟

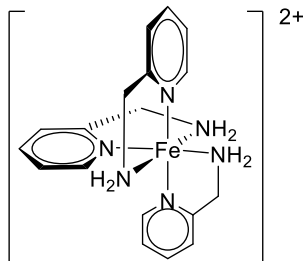
HCP (۴)

FCC (۳)

BCC (۲)

SC (۱)

۶- کمپلکس زیر دارای خاصیت تقاطع اسپینی (spin-crossover) است، به این معنا که تفاوت انرژی بین حالات پُر-اسپین و کم-اسپین ( $\Delta E_{sco}$ ) کوچک بوده و این حالات را می‌توان با تغییر دما یا فشار به هم تبدیل کرد. در یک دمای مشخص، احتمال ( $p$ ) اینکه یک مولکول از این کمپلکس در حالت پُر-اسپین باشد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:



$$p = \frac{e^{-\frac{\Delta E_{sco}}{RT}}}{1 + e^{-\frac{\Delta E_{sco}}{RT}}}$$

کمپلکس بالا در دماهای پایین دیامغناطیسی است و با افزایش دما خصلت پارامغناطیسی پیدا می‌کند. اگر خصلت پارامغناطیسی این ماده در دمای  $230$  K دقیقاً نصف مقدار بیشینه‌ی ممکن برای این ترکیب باشد، مقدار  $\Delta E_{sco}$  برای این ترکیب چند  $\text{Jmol}^{-1}$  است؟ ( $R=8/3145 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

۱۹۱۲ (۴)

۲۸۶۸ (۳)

۳۸۲۴ (۲)

۲۱۰۱ (۱)

۷- تیزاب سلطانی یک اسید بسیار قوی است که از مخلوط کردن  $\text{HNO}_3$  و  $\text{HCl}$  حاصل می‌شود و می‌تواند فلزات نجیب مانند طلا و پلاتین که واکنش‌پذیری کمی دارند را در خود حل کند. تیزاب سلطانی، هم اکسنده‌ی خوبی است و هم می‌تواند یون‌های فلزی اکسیدشده را با تشکیل کمپلکس کلرید پایدار کند:



یک شمش پلاتین به جرم یک اونس (گرم)  $28/35$  حاوی مقداری ناخالصی طلا است. این شمش به طور کامل در تیزاب سلطانی حل شد و مخلوطی از گازهای  $\text{NO}$  و  $\text{NO}_2$  به حجم  $9/94$  لیتر در شرایط STP آزاد گردید. این مخلوط گازی به طور کامل با  $7.04$  میلی‌لیتر اکسیژن در شرایط STP واکنش می‌دهد. درصد خلوص شمش پلاتین چقدر بوده است؟

( $\text{Au}=197, \text{Pt}=195$ )

۵۱ (۴)

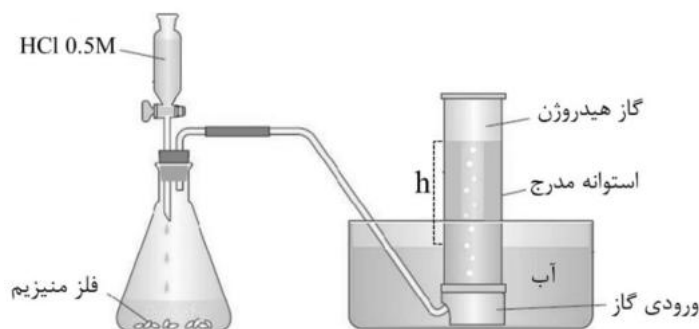
۷۹ (۳)

۹۷ (۲)

۹۲ (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۸- برای اندازه‌گیری گاز هیدروژن آزاد شده از واکنش منیزیم با محلول HCl از روش زیر استفاده می‌شود. اگر در دمای ۲۲ درجه سلسیوس و فشار هوای ۶۶۰ mmHg حجم گاز هیدروژن آزاد شده از واکنش کامل فلز منیزیم با محلول HCl برابر ۱۰۰ میلی‌لیتر، ارتفاع آب در استوانه مدرج (h) برابر ۷ سانتیمتر، فشار بخار آب برابر ۱۹/۸ mmHg و چگالی جیوه و آب به ترتیب ۱۳/۵ و ۱/۰ گرم بر میلی‌لیتر باشند، وزن منیزیم بر حسب میلی‌گرم کدام است؟ (Mg = ۲۴/۳)



۸۴ (۴)

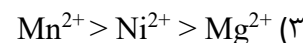
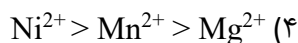
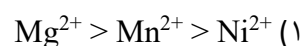
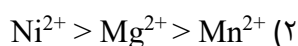
۵۷ (۳)

۸۴۰ (۲)

۵۷۰ (۱)

۹- با توجه به خصلت‌های اسیدی داده‌شده، کدام گزینه قدرت پیوند M-O در یون‌های  $[M(OH_2)_6]^{m+}$  را به درستی نشان می‌دهد؟

یون فلزی هیدراته	$pK_a$
$[Mg(OH_2)_6]^{2+}$	۱۱/۴
$[Mn(OH_2)_6]^{2+}$	۱۰/۶
$[Ni(OH_2)_6]^{2+}$	۹/۸۶



۱۰- معادله انحلال‌پذیری ماده‌ی X در اتانول بر حسب دما (درجه سلسیوس) به صورت زیر است:

$$S = aT + b$$

در دمای صفر درجه سلسیوس درصد جرمی X در محلول سیرشده، ۱۰ درصد و در دمای ۱۰ درجه سلسیوس، ۲۰ درصد است. اگر ۱۰۰ گرم محلول سیرشده X را از دمای ۶۰ تا ۴۰ درجه سلسیوس خنک کنیم چند گرم رسوب ته نشین می‌شود؟ (انحلال‌پذیری = گرم ماده‌ی حل‌شونده در ۱۰۰ گرم اتانول)

۱۵/۱ (۴)

۱۴/۳ (۳)

۱۷/۳ (۲)

۱۸/۰ (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۱۱- با توجه به شکل زیر برای تشکیل مولکول دو اتمی AB، چه تعداد از برهم‌کنش‌های زیر منجر به تشکیل اربیتال مولکولی ناپیوندی (non-bonding) می‌شوند.

$$d_{x^2-y^2}(A) + d_{xy}(B)$$

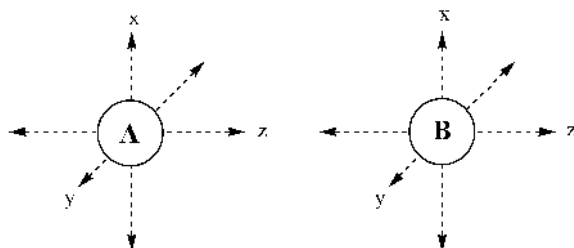
$$d_z^2(A) + p_z(B)$$

$$d_{xz}(A) + p_x(B)$$

$$d_{x^2-y^2}(A) + d_{x^2-y^2}(B)$$

$$d_{yz}(A) + d_{xy}(B)$$

$$d_{xz}(A) + d_z^2(B)$$



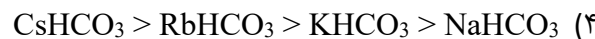
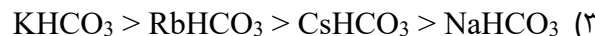
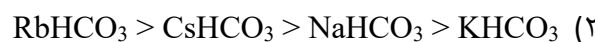
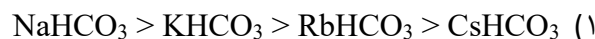
پنج (۴)

چهار (۳)

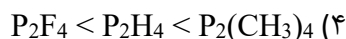
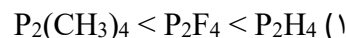
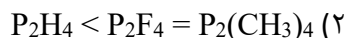
سه (۲)

دو (۱)

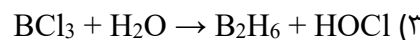
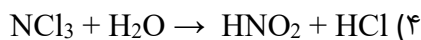
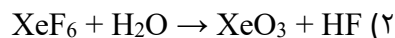
۱۲- هیدروژن کربنات‌های فلزات قلیایی طبق واکنش زیر بر اثر حرارت تجزیه می‌شوند. کدام گزینه ترتیب  $\Delta G^\circ$  در دمای ۲۵ درجه سلسیوس را برای تجزیه‌ی این ترکیبات به درستی نشان می‌دهد؟



۱۳- کدام گزینه ترتیب طول پیوند P—P را در ترکیبات زیر در حالت گازی به درستی نشان می‌دهد؟ (از اثرات ازدحام فضایی گروه‌ها صرف نظر کنید)



۱۴- کدام واکنش هیدرولیز به درستی نوشته شده است؟



۱۵- برای دوپ کردن نمک NaCl با آلومینیوم، ۱۰۰ گرم NaCl را به همراه ۳۴ میلی‌گرم  $\text{AlCl}_3$  حرارت می‌دهیم تا جامدی با ساختار NaCl تشکیل شود که در آن برخی از یون‌های  $\text{Na}^+$  با  $\text{Al}^{3+}$  جایگزین شده‌اند. نوع و تعداد حفره‌ها به ازای یک مول NaCl در این ساختار کدام است؟ ( $\text{Na}=۲۳$ ،  $\text{Al}=۲۷$ ،  $\text{Cl}=۳۵/۵$ )

$$۱۸ \times ۱۰^{۱۹} \text{، کاتیونی، (۴)}$$

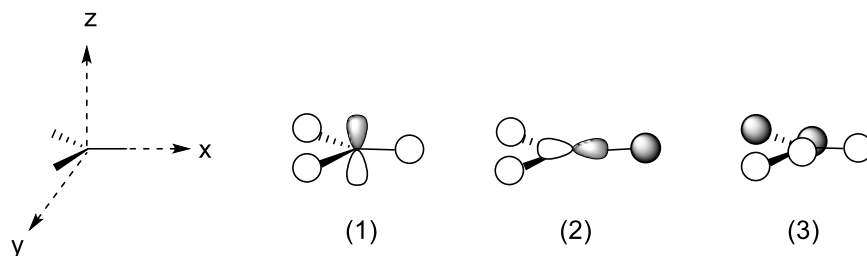
$$۲۷ \times ۱۰^{۱۹} \text{، آنیونی، (۳)}$$

$$۱۸ \times ۱۰^{۱۹} \text{، آنیونی، (۲)}$$

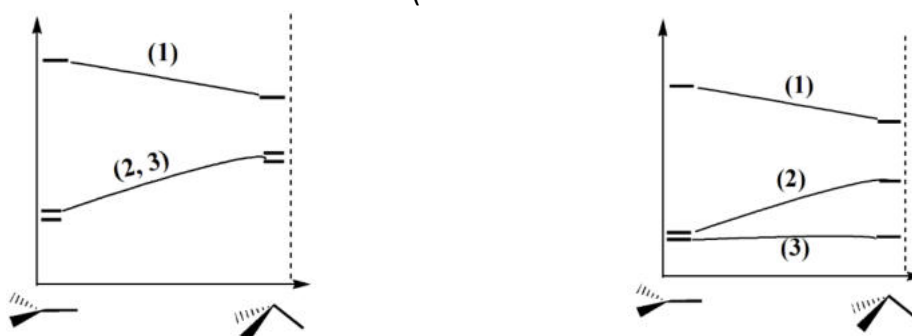
$$۲۷ \times ۱۰^{۱۹} \text{، کاتیونی، (۱)}$$

سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

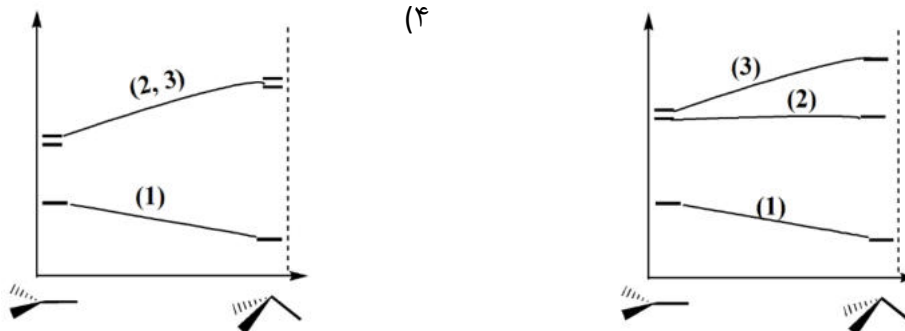
۱۶- سه مورد از اربیتال های مولکولی ناشی از برهم کنش اربیتال های  $p_x$ ,  $p_y$ , و  $p_z$  اتم A و اربیتال  $1s$  اتم های هیدروژن در شکل زیر نشان داده شده است. اگر ساختار مولکول مطابق شکل از مسطح مثلثی به هرم مثلثی تغییر کند انرژی اربیتال های مولکولی چگونه تغییر می کند؟



(۱) (۲)



(۳) (۴)



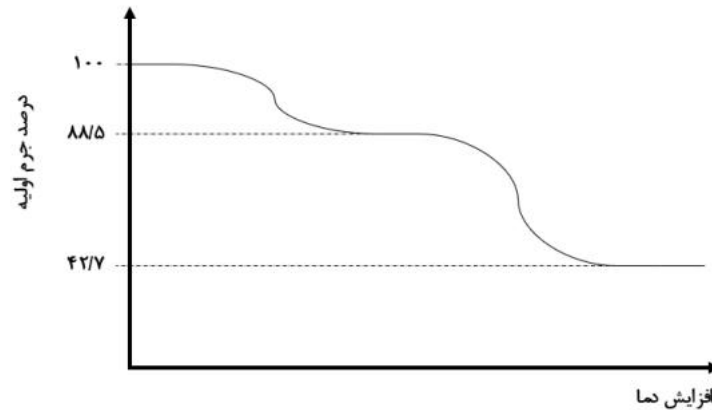
۱۷- ظرفی حاوی یکی از مواد خالص زیر را در دمای اتاق، در یک میدان مغناطیسی قرار می دهیم. اگر انجام این فرآیند نیازمند انجام کار برای غلبه بر نیروی دافعه باشد، چه تعداد از مواد زیر می توانند مادهی درون ظرف باشند؟

$Pb_3O_4$	$ClO_2$	$[N_5][SbF_6]$	$CsAu$
$Li_3BN_2$	$Ni_2O_3$	$Rb_3[Co(CN)_6]$	$O_2$

(۱) سه (۲) چهار (۳) پنج (۴) شش

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۱۸- Thermogravimetric Analysis (TGA) ، یک روش آنالیزی جامدات است که در آن یک ترکیب جامد به آرامی و در خلأ حرارت داده می‌شود و کاهش جرم ناشی از تجزیه‌ی مرحله به مرحله‌ی آن در دماهای مختلف ثبت می‌گردد. ترکیب جامدی حاوی ۷ درصد ناخالصی بی‌اثر و پایدار، نمودار TGA زیر را می‌دهد. این ترکیب کدام است؟  
(Ca=۴۰ ، N=۱۴ ، C=۱۲ ، O=۱۶ ، H=۱)



CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O (۴)      Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (۳)      CaCO<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O (۲)      Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (۱)

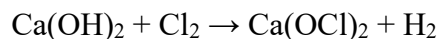
۱۹- قانون سرعت برای واکنش تعادلی  $A \rightleftharpoons B$  به صورت زیر است:

$$\ln \left( \frac{A_t - A_{eq}}{A_0 - A_{eq}} \right) = -(k_1 + k_{-1}) t$$

که در آن  $A_0$  و  $A_{eq}$  ،  $A_t$  به ترتیب غلظت  $A$  در زمان  $t$ ، غلظت تعادلی  $A$  و غلظت اولیه‌ی  $A$  بوده و  $k_1$  و  $k_{-1}$  ثابت‌های سرعت مرتبه یک واکنش‌های رفت و برگشت هستند. یک آزمایش با غلظت ۱۵۶ میلی‌مولار  $A$  (بدون  $B$ ) شروع شده و پس از گذشت ۴ دقیقه غلظت  $A$  به ۵۰ میلی‌مولار کاهش می‌یابد. در آزمایش دیگری که با غلظت ۱۵۶ میلی‌مولار  $B$  (بدون  $A$ ) شروع می‌شود پس از گذشت ۵ دقیقه غلظت  $B$  به ۱۲۹ میلی‌مولار کاهش می‌یابد. ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ ( $K_{eq} = B_{eq}/A_{eq}$ )

۴/۸۸ (۴)      ۲/۱۷ (۳)      ۲/۹۵ (۲)      ۳/۲۵ (۱)

۲۰- برای تولید سفیدکننده‌های جامد، گاز کلر از روی کلسیم هیدروکسید عبور داده می‌شود تا واکنش زیر انجام شود:

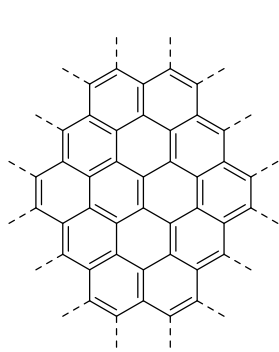


یک کیلوگرم کلسیم هیدروکسید خالص برای چندین ساعت تحت عبور گاز کلر قرار می‌گیرد. سپس ۱/۵۰ گرم از جامد حاصل در آب حل شده و در یک بالن حجمی ۲۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده می‌شود. به ۵۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل مقدار اضافی KI اضافه شده و ید آزاد شده با محلول ۰/۵۰ M سدیم تیوسولفات تیترو می‌شود. اگر ۱۴/۷ mL محلول تیوسولفات مصرف شده باشد، چند درصد از کلسیم هیدروکسید اولیه به  $\text{Ca(OCl)}_2$  تبدیل شده است؟

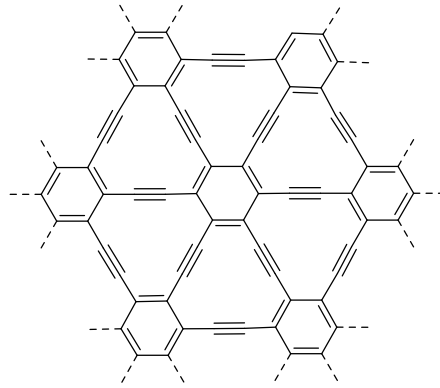
۶۶/۹ (۴)      ۵۰/۴ (۳)      ۷۵/۲ (۲)      ۸۷/۶ (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۲۱- گرافین‌ها (Graphynes) دسته‌ی جدیدی از آلوتروپ‌های دوبعدی کربن هستند. ساختار Graphyne-n مشابه با گرافین (یکی از صفحات گرافیت) است ولی در آن، تعداد n جفت کربن با پیوند سه‌گانه بین حلقه‌های شش‌ضلعی قرار می‌گیرند. در شکل زیر بخشی از ساختار Graphyne-0 (که همان گرافین است) و Graphyne-1 آمده است.



Graphyne-0



Graphyne-1

چگالی سطحی برای این ترکیبات به صورت جرم بر واحد مساحت تعریف می‌شود. با توجه به طول پیوندهای داده‌شده، چگالی سطحی برای Graphyne-2 چند نانوگرم بر سانتی‌متر مربع است؟ (طول پیوند ساده C-C برابر ۱/۵۴ آنگستروم، طول پیوند دوگانه C=C برابر ۱/۳۰ آنگستروم، طول پیوند سه‌گانه C≡C برابر ۱/۲۰ آنگستروم و C=۱۲)

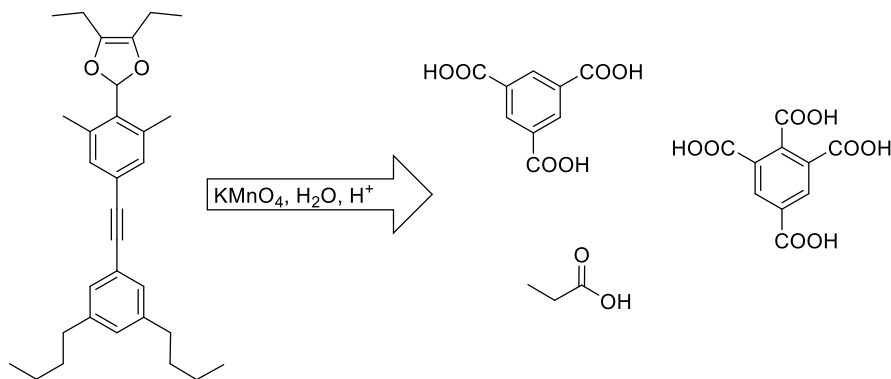
۵۵/۳ (۴)

۷۱/۰ (۳)

۳۸/۵ (۲)

۴۲/۶ (۱)

۲۲- مولکول زیر یک نمونه از مولکول‌هایی است که به نانوکید Nanokid معروف هستند. بر اثر اکسایش این مولکول با پتاسیم پرمنگنات گرم و غلیظ در محیط اسیدی، ترکیبات زیر حاصل می‌شوند:



برای اکسایش یک مول نانوکید بالا طبق شرایط ذکرشده، به چند مول پتاسیم پرمنگنات نیاز است؟

۷ (۴)

۸/۸ (۳)

۹ (۲)

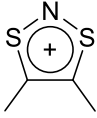
۶/۸ (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

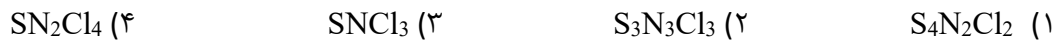
۲۳- ترکیب X شامل عناصر گوگرد، نیتروژن و کلر است. این ترکیب در حلال SO<sub>2</sub> مایع به صورت زیر واکنش داده و ترکیب Y را می‌سازد. (واکنش موازنه نشده است.)



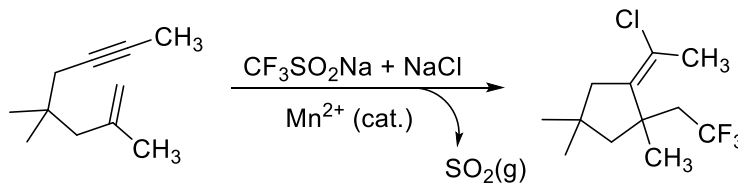
Y در اثر واکنش با آلکین‌ها، ترکیبات هتروسیکل (ناجورحلقه) می‌سازد. برای مثال، واکنش Y با ۲-بوتین منجر به تشکیل ترکیب یونی Z به عنوان تنها محصول واکنش می‌گردد. ساختار بخش کاتیونی ترکیب Z به صورت زیر است:



اگر بدانیم به ازای تولید ۱/۰ گرم Y از X، ۴۵۷ میلی‌گرم نقره کلرید به عنوان محصول جانبی تشکیل می‌شود، کدام گزینه می‌تواند فرمول شیمیایی X را به درستی نشان دهد؟ (S=۳۲، N=۱۴، Cl=۳۵/۵، Sb=۱۲۱/۸، Ag=۱۰۷/۹، F=۱۹)



۲۴- در سال‌های اخیر، روش‌های الکتروکاتالیزی برای سنتز ترکیبات آلی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. برای مثال، تبدیل زیر که به کمک جریان الکتریکی و کاتالیزور Mn<sup>2+</sup> در یک حلال آلی انجام می‌شود را در نظر بگیرید:



با فرض اینکه بازده این واکنش ۸۵٪ باشد و از جریان ۱۵ میلی‌آمپر برای انجام واکنش استفاده کنیم، برای تولید ۵۰۰ میلی‌گرم از محصول باید واکنش را برای چند دقیقه ادامه دهیم؟ ثابت فاراده برابر ۹۶۴۸۵ کولن است. (F=۱۹، Cl=۳۵/۵، H=۱، C=۱۲)



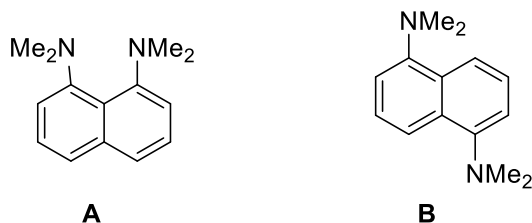
۲۵- ۵۰۰ میلی‌گرم از ترکیبی شامل کربن، هیدروژن و عنصر مجهول Q را در ظرفی با حجم ثابت ۱/۰ لیتر و حاوی ۱/۰ bar گاز اکسیژن خالص در دمای K ۳۰۰ قرار می‌دهیم. با ایجاد جرقه، ترکیب مورد نظر به طور کامل می‌سوزد و مخلوطی از گازها به همراه ۴۵۱ میلی‌گرم جامد R تولید می‌شود. فشار و دمای محتویات گازی ظرف پس از احتراق، پس از افت دما، و پس از عبور از درون محلول NaOH در جدول آمده است. عنصر Q کدام است؟ (حجم را ۱/۰ لیتر در نظر بگیرید. C=۱۲، H=۱، O=۱۶، Cd=۱۱۲/۴، Mg=۲۴/۳، Cu=۶۳/۵، Li=۶/۹)

	T(K)	P(bar)
پس از احتراق	۴۲۰	۱/۵۲۱
پس از افت دما	۳۰۰	۰/۸۲۴
پس از عبور از محلول سود	۲۹۰	۰/۶۲۷



سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۲۶- کدام گزینه در خصوص مقایسه تئوری  $pK_b$  اول و دوم ترکیبات زیر در محلول آبی درست است؟

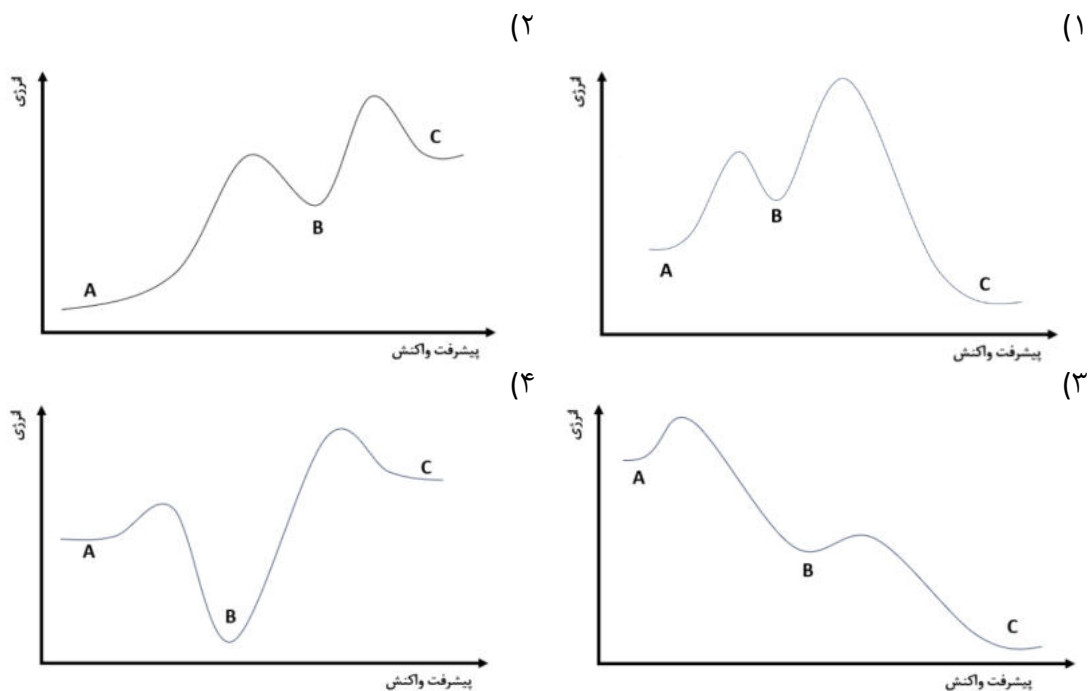


$pK_b$ دوم	$pK_b$ اول	
A < B	A > B	(۱)
A > B	A > B	(۲)
A > B	A < B	(۳)
A < B	A < B	(۴)

۲۷- ثابت سرعت مشاهده شده ( $k_{obs}$ ) برای تولید C از A طبق مکانیسم  $A \rightleftharpoons B \rightleftharpoons C$  در دماهای مختلف در ادامه آمده است:

T (K)	۳۵۰	۵۶۰	۸۴۰
$k_{obs} \text{ (min}^{-1}\text{)}$	۵/۸۶	۵/۷۷	۵/۶۰

کدام گزینه، نمودار سطح انرژی برحسب پیشرفت واکنش را به طور کیفی به درستی نشان می‌دهد؟



## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۲۸- می‌خواهیم ۵۰ گلوله‌ی فلزی یکسان به قطر ۱/۰ سانتی‌متر را با طلا آبکاری کنیم. برای این منظور آن‌ها را در ۲ لیتر محلول  $\text{HAuCl}_4$  غوطه‌ور کرده و به کاتد یک سلول الکترولیتی متصل می‌کنیم. اگر بخواهیم لایه‌ای به ضخامت ۳۵ میکرومتر از طلا روی گلوله‌ها نشانده شود، غلظت محلول  $\text{HAuCl}_4$  حداقل باید چند میلی‌مولار باشد؟ چگالی طلا برابر  $19.3 \text{ g cm}^{-3}$  است. ( $\text{Au}=197$ ،  $\text{Cl}=35.5$ ،  $\text{H}=1$ )

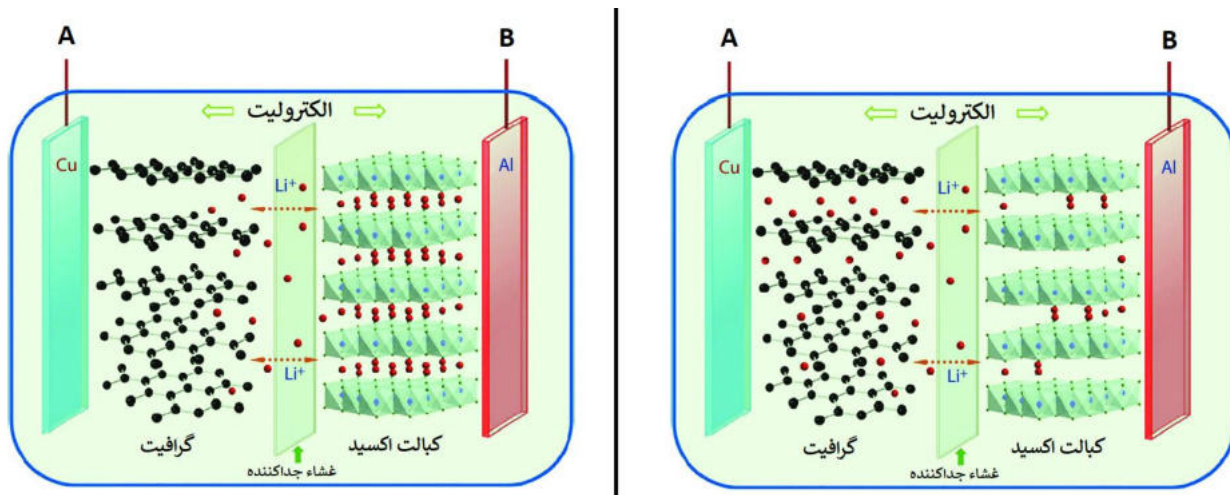
۲۷ (۴)

۱۸ (۳)

۵۴ (۲)

۱۴ (۱)

۲۹- بعضی از باتری‌های لیتیومی (Li-ion Batteries) شامل گرافیت نشانده‌شده روی مس به عنوان یک الکترود، و کبالت اکسید ( $\text{CoO}_2$ ) نشانده‌شده روی آلومینیوم به عنوان الکترود دیگر است. الکترولیت مورد استفاده به طور معمول شامل محلول  $\text{LiPF}_6$  در حلال‌های آلی است. هنگام شارژ یا استفاده از باتری، الکترون‌ها از درون مدار و یون‌های  $\text{Li}^+$  از درون محلول بین الکترودهای A و B جابه‌جا می‌شوند. شکل زیر یک باتری لیتیومی را در دو حالت مختلف نشان می‌دهد که یکی از آن‌ها مربوط به باتری شارژ شده و دیگری مربوط به باتری خالی است. چه تعداد از عبارات داده‌شده در مورد این باتری صحیح هستند؟



A - قطب مثبت باتری است.

- هنگام شارژ باتری، جهت حرکت یون‌های  $\text{Li}^+$  از A به B است.

- یون‌های  $\text{Li}^+$  به طور مستقیم وارد واکنش اکسایش-کاهش می‌شوند.

- در زمان استفاده از باتری، B کاتد است.

چهار (۴)

سه (۳)

دو (۲)

یک (۱)

۳۰- مقادیر x و y زیر را در نظر بگیرید و بازه‌ای برای مقدار عددی  $\frac{x}{y}$  تخمین بزنید. (شعاع زمین حدود ۶۴۰۰ کیلومتر است)

x = تعداد اتم‌های موجود در یک عدد سیب ۱۰۰ گرمی

y = تعداد سیب‌های ۱۰۰ گرمی که درون کره‌ی زمین جا می‌شوند

۱۵۰ تا ۲۵۰ (۴)

۰/۵ تا ۱/۵ (۳)

۱۵ تا ۵۰ (۲)

۰/۰۱ تا ۰/۰۵ (۱)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

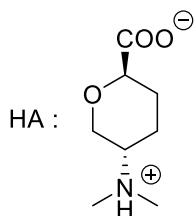
۳۱- بر اثر افزودن ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۱/۰ میلی مولار  $K_2PdCl_4$  به ۱۰۰ میلی لیتر محلول آبی آمینوبوران  $(H_3N-BH_3)$ ، آمینوبوران پالادیم (IV) را به نانوذرات کروی Pd کاهش می‌دهد. سطح این نانوذرات بسیار فعال بوده و واکنش هیدرولیز آمینوبوران را کاتالیز می‌کند. محصولات این واکنش آمونیاک، بوریک اسید و گاز هیدروژن است. قانون سرعت برای این واکنش به صورت  $r = k A_{Pd} [H_3B-NH_3]$  است که در آن  $A_{Pd}$  مساحت سطح کاتالیزور است. دو آزمایش مختلف در دمای یکسان و غلظت اولیه‌ی برابر از آمینوبوران (۰.۵ میلی مولار) انجام می‌شوند با این تفاوت که نرخ افزودن محلول  $K_2PdCl_4$  در آن‌ها متفاوت بوده و منجر به تشکیل نانوذرات پالادیم با اندازه‌های مختلف می‌شود. حجم گاز هیدروژن آزاد شده (در شرایط STP) بر حسب زمان برای این دو آزمایش در زیر آمده است:

t (دقیقه)	صفر	۱	۳
حجم گاز هیدروژن آزاد شده آزمایش ۱ (mL)	صفر	۵۴	۱۳۵
حجم گاز هیدروژن آزاد شده آزمایش ۲ (mL)	صفر	۱۱۷	۲۳۷

اگر بدانیم نانوذرات تشکیل شده در آزمایش ۱ دارای شعاع ۳۰ نانومتر اند، شعاع نانوذرات تشکیل شده در آزمایش ۲ چند نانومتر است؟

۹۴ (۱)      ۴۶ (۲)      ۶۵ (۳)      ۵۲ (۴)

۳۲- فرآیند انحلال مولکول زیر (HA) در آب از طریق سه تعادل زیر انجام می‌شود:

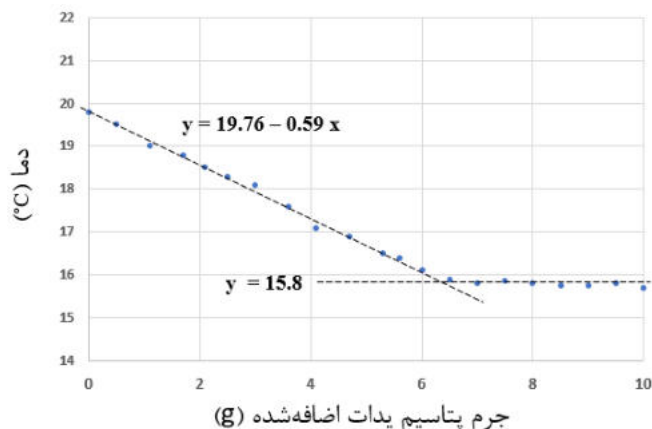


تعادلها	ثابت تعادل
$HA(s) \rightleftharpoons HA(aq)$	$K_s$
$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$	$K_1$
$H_2A^+(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HA(aq)$	$K_2$

انحلال پذیری این مولکول در آب مقطر برابر ۷/۹۶ گرم بر لیتر، در بافر pH=۴ برابر با ۹/۶۷ گرم بر لیتر و در بافر pH=۹ برابر با ۹/۳۴ گرم بر لیتر است. حاصل ضرب  $K_1 \times K_2$  چقدر است؟ (جرم مولی HA برابر ۱۷۳/۱۱ است.)

۱۰-۷/۶ (۱)      ۱۰-۶/۴ (۲)      ۱۰-۹/۸ (۳)      ۱۰-۱۳/۱ (۴)

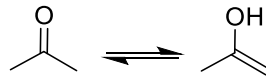
۳۳- ظرفی عایق حاوی ۱۰۰ گرم آب مقطر است. ذره ذره پتاسیم یدات جامد به آن اضافه کرده و دمای محلول را پس از هر بار افزودن اندازه گیری می‌کنیم (از افزایش حجم محلول صرف نظر کنید). نمودار دمای محلول بر حسب گرم  $KIO_3$  افزوده شده در ادامه آمده است و معادله‌ی بهترین خطوط عبوری از داده‌ها نیز روی آن نشان داده شده است. با فرض اینکه تغییرات آنتالپی و آنتروپی برای این فرآیند مستقل از دما هستند، مقدار  $\Delta S^\circ$  برای انحلال پتاسیم یدات در آب چند  $Jmol^{-1}K^{-1}$  است؟ ظرفیت گرمایی محلول را  $4/184 Jg^{-1}K^{-1}$  در نظر گرفته و از ظرفیت گرمایی ظرف صرف نظر کنید. ( $KIO_3 = 214$ )



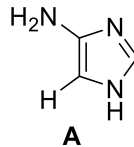
۱۵۷ (۱)      ۲۰۲ (۲)  
۱۶۴ (۳)      ۱۷۳ (۴)

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۳۴- برای استون دو ساختار مختلف می‌توان رسم کرد که با هم در تعادل اند. این دو فرم که با جابه‌جایی اتم هیدروژن و پیوند پای (Pi) به هم تبدیل می‌شوند توتومر نامیده می‌شوند.

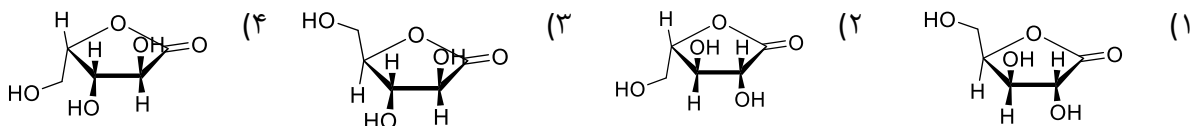
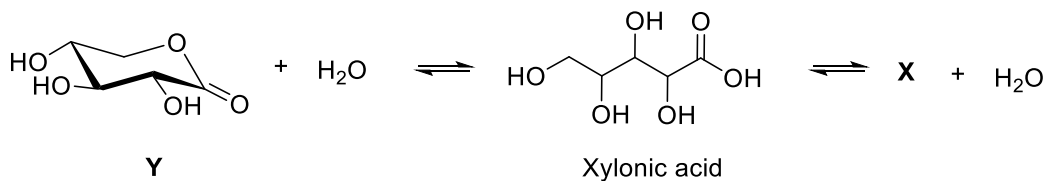


از نظر تئوری چند فرم توتومری در تعادل با A می‌تواند وجود داشته باشد که در ساختار آن‌ها گروه  $\text{-NH}_2$  وجود ندارد؟



(۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) بیشتر از چهار

۳۵- استرهای حلقوی لاکتون نامیده می‌شوند. زایلونیک اسید (Xylonic acid) در شرایط مناسب در نتیجه واکنش درون مولکولی استری شدن، با دو لاکتون X و Y در تعادل است. در واکنش استری شدن آرایش فضایی گروه‌ها تغییری نمی‌کند. ساختار لاکتون X کدام است؟



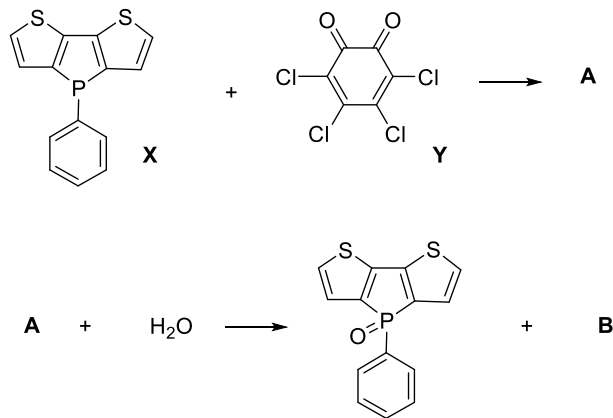
۳۶- آنیون  $[\text{C}_{12}\text{N}_6]^{2-}$  دارای ۳۲ الکترون پای (شامل بارهای منفی)، سه نوع کربن با نسبت‌های ۱:۱:۲ و فقط یک نوع نیتروژن در ساختار خود می‌باشد. همه‌ی نیتروژن‌ها به صورت گروه عاملی نیتریل ( $\text{-C}\equiv\text{N}$ ) هستند. این آنیون را می‌توان با حفظ اسکلت کربنی، به یک ترکیب اشباع خنثی با فرمول  $\text{C}_{12}\text{H}_{30}\text{N}_6$  تبدیل کرد. چه تعداد از عبارات زیر در مورد این آنیون صحیح است؟

- همه‌ی کربن‌های آن چگالی بار یکسانی دارند.
- در ساختار آن یک حلقه شش عضوی با ۸ الکترون پای وجود دارد.
- ترکیب  $\text{C}_{12}\text{H}_{30}\text{N}_6$  که از آن به دست می‌آید، سه ایزومر فضایی با پیکربندی متفاوت خواهد داشت.

(۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۳۷- از واکنش زیر بین فسفول X و ترکیب Y، ترکیب A به دست می‌آید. از واکنش A با آب، یک فسفول اکسید و ترکیب B بدست می‌آید. واکنش‌ها موازنه شده هستند.

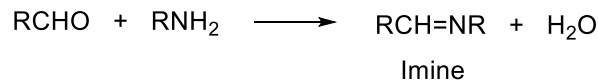


چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟

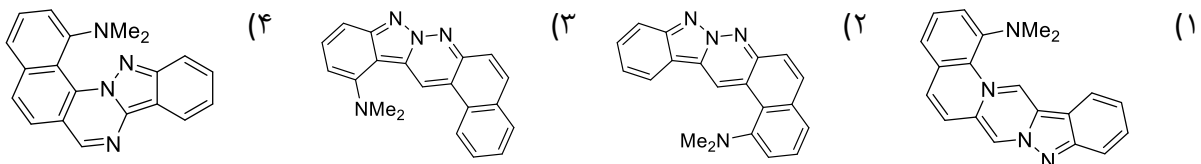
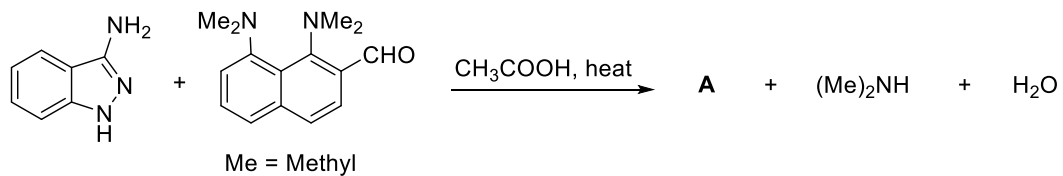
- B- آروماتیک است.
- B- یک اسید برونستد است.
- B- کاهش منجر به تشکیل Y می‌شود.
- عدد اکسایش فسفر در ترکیب A از عدد اکسایش فسفر در ترکیب X بیشتر است.

(۱) یک                      (۲) دو                      (۳) سه                      (۴) چهار

۳۸- از واکنش آمین‌ها و آلدهیدها در شرایط مناسب برای تهیه ایمین‌ها استفاده می‌شود:

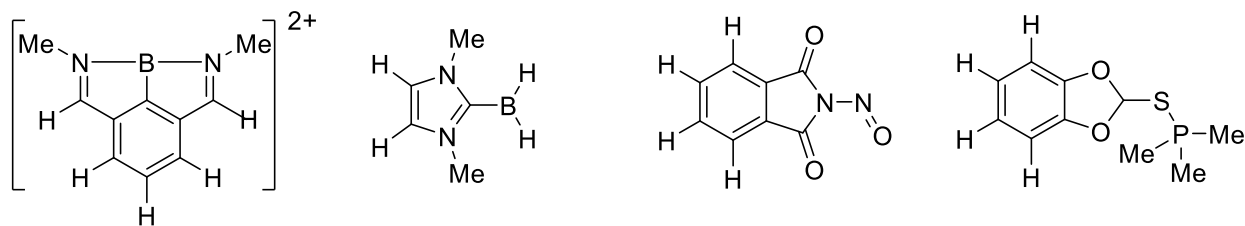


با توجه به آن، کدام گزینه می‌تواند محصول A در واکنش زیر باشد؟



## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و چهارمین دوره المپیاد شیمی

۳۹- چه تعداد از گونه های زیر رادیکال می باشند؟ تمامی اتم های هیدروژن و بار کلی ترکیبات نشان داده شده است.



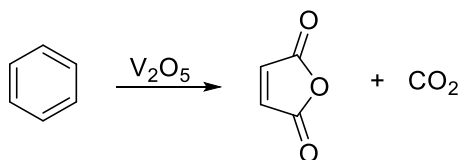
(۴) چهار

(۳) سه

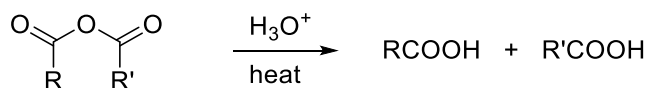
(۲) دو

(۱) یک

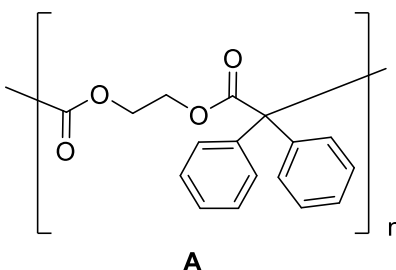
۴۰- حلقه ی بنزن در حضور ترکیب وانادیم اکسید در شرایط مناسب، اکسید شده و مالئیک انیدرید حاصل می شود:



انیدریدها در محیط اسیدی به شکل زیر هیدرولیز می شوند:



پلیمر A را در نظر بگیرید. مقداری از A به کمک وانادیم اکسید، مشابه واکنش بالا بطور کامل اکسید شده و گاز CO<sub>2</sub> آزاد می شود. محصول به دست آمده به طور کامل هیدرولیز می شود تا به مونومرهای خود تبدیل شود. سپس مخلوط حاصل به کمک ۸/۴ گرم از محلول ۲۰ درصد جرمی KOH به طور کامل تیتر می شود. جرم اولیه ی پلیمر استفاده شده کدام است؟ (K=۳۹/۱، O=۱۶، H=۱، C=۱۲)



۱/۸۸ (۴)

۲/۱۲ (۳)

۱/۶۹ (۲)

۱/۴۱ (۱)

## سوال ۱- تشریحی (۱۵ نمره): استخراج نیکل

جواب سوال را **حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه** بنویسید. در کلیه بخش های سوال که نیاز به محاسبه دارند، نمره ها مربوط به جواب آخر است و در صورتی تعلق می گیرد که محاسبات نوشته شده و درست باشند.

فلز نیکل و ترکیبات آن از جمله کاتالیست های بسیار ارزشمند در فرآیندهای شیمیایی و صنایع پتروشیمی و نفت هستند. کشور ایران فاقد منابع و معادن کافی نیکل بوده و همواره بازیابی نیکل از کاتالیست های آن بسیار مهم و ارزشمند می باشد. در اغلب معادن شناخته شده نیکل، این فلز در فرم سولفیدی خود پیدا می شود که در کنار آن سولفید آهن (II) و سولفید مس (I) نیز یافت می شود. فرآیند استخراج نیکل شامل مراحل زیر است:

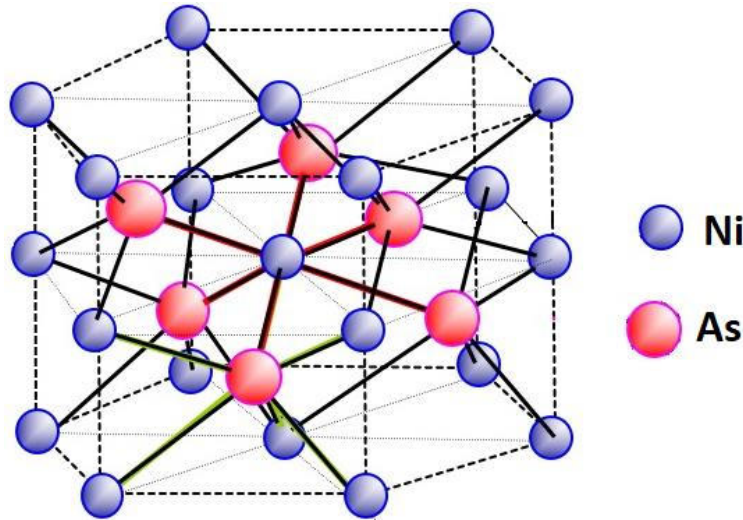
- **مرحله ۱:** سنگ معدن تغلیظ شده در حضور هوا و سیلیکا ( $\text{SiO}_2$ ) ذوب می شود. انجام این فرآیند منجر به حذف آهن به صورت  $\text{FeSiO}_3$  می شود که به صورت سریاره خارج می شود.
- **مرحله ۲:** لایه ی رویی باقیمانده از مرحله ۱ نقره ای رنگ و شامل  $\text{Cu}_2\text{S}$  است؛ لایه زیرین سیاه رنگ بوده و شامل  $\text{Ni}_2\text{S}_3$  می باشد. این دو لایه به صورت مکانیکی از هم جدا می شوند.
- **مرحله ۳:** ترکیب  $\text{Ni}_2\text{S}_3$  در حضور هوا حرارت داده می شود و تبدیل به جامد سبزرنگی می گردد.
- **مرحله ۴:** واکنش جامد سبز رنگ مرحله ۳ در حضور گاز-آب (مخلوط  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}$ ) در دمای  $50^\circ\text{C}$  منجر به تشکیل یک کمپلکس فرار با جرم مولکولی  $170.73 \text{ gmol}^{-1}$  و برخی ترکیبات جانبی دیگر می شود.
- **مرحله ۵:** تجزیه ی حرارتی کمپلکس مرحله ۴ در حضور هوا و در دمای  $230^\circ\text{C}$  منجر به تشکیل  $\text{Ni}$  جامد خالص می شود.

۱-۱- (۲ نمره) درستی یا نادرستی هر یک از عبارات های زیر را در خصوص مرحله ۴ تعیین کنید. عبارت درست را با حرف "ص" و عبارت نادرست را با حرف "غ" داخل کادر داده شده در پاسخ نامه مشخص کنید.

- گاز  $\text{H}_2$  با یون های نیکل واکنش داده و باعث کاهش آن می شود.
- کمپلکسی مولکولی از نیکل فلزی با  $\text{CO}$  تشکیل می شود.
- فقط گاز  $\text{CO}$  باعث کاهش یون های نیکل می شود.
- هر دو گاز  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}$  باعث کاهش یون های نیکل می شوند.

۱-۲- (۴ نمره) معادلات واکنش های موازنه شده ی مراحل ۱، ۳، ۴ و ۵ را در کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

نیکل خالص با عناصر مختلفی نظیر  $\text{As}$ ،  $\text{Al}$ ،  $\text{Cd}$ ،  $\text{Cr}$  و  $\text{Zn}$  تشکیل آلیاژ می دهد. برخی از این آلیاژها دارای ساختار بلوری هستند. سلول واحد  $\text{Ni}_x\text{As}_y$  در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. ساختار سلول واحد  $Ni_xAs_y$

۱-۳-۲ (نمره ۲) - اعداد کوئوردیناسیون و همچنین آرایش هندسی را برای اتمهای Ni و As در جدول داده شده در پاسخنامه بنویسید. آرایش هندسی هر کدام از اتمها را از بین آرایشهای زیر انتخاب کنید:

هشت وجهی، چهار وجهی، هرم مربع القاعده، منشور مثلثی، ضد منشور مثلثی، دوهرمی مثلثی

۱-۴-۱ (نمره ۱) - مقادیر x و y را بدست آورید و در کادری داده شده در پاسخنامه بنویسید. (نمره این بخش در صورتی تعلق می گیرد که x و y هر دو درست باشند.)

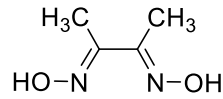
دوپ کردن نیکل اکسید با لیتیم اکسید منجر به تشکیل جامد سیاه رنگ  $Li_xNi_{1-x}O$  می شود که می تواند به عنوان یک نیمه رسانا عمل کند.

۱-۵-۲ (نمره ۲) - درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را در کادری داده شده در پاسخنامه تعیین کنید. عبارت درست را با حرف "ص" و عبارت نادرست را با حرف "غ" داخل کادر داده شده در پاسخ نامه مشخص کنید.

- ترکیب  $Li_xNi_{1-x}O$  دارای مکانهای خالی کاتیونی و آنیونی است.
- ترکیب  $Li_xNi_{1-x}O$  دارای نیکل با عدد اکسایش صفر است.
- دوپ کردن NiO با لیتیم باعث تشکیل نیکل با اعداد اکسایش مختلف (mixed valance) می شود.
- ترکیب  $Li_xNi_{1-x}O$  یک نیمه رسانا نوع p است.

آلیاژهای متعددی از نیکل نظیر فولاد ضدزنگ (stainless steel)، نیکروم (nichrome) و کوپرونیکل (cupronickel) با کاربردهای مختلف در صنعت وجود دارند. فولاد ضدزنگ شامل ۷۳ درصد آهن، ۱۸ درصد کروم و ۸ درصد نیکل است. یک نمونه صنعتی از فولاد ضدزنگ برای تعیین مقدار نیکل آن به روش شیمیایی مورد آنالیز قرار گرفت:

در این روش با افزودن ۲ مول لیگاند کی لیت دودندانه دی متیل گلی آکسیم  $[CH_3C(NO)C(NO)CH_3]$  به نمونه، رسوب قرمز تیره  $C_8H_{14}O_4N_4Ni$  تشکیل می شود. ساختار شیمیایی دی متیل گلی آکسیم در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. ساختار شیمیایی دی‌متیل‌گلی‌اکسیم

۱-۶- (۲ نمره) - ساختار ترکیب  $C_8H_{14}O_4N_4Ni$  را رسم نمایید.

مقدار  $1/4$  گرم فولاد ضدزنگ در تیزاب سلطانی حل شد و فلزات آهن و کروم آن با روشهای مشخصی از محلول جدا شدند. سپس محلول باقیمانده با افزودن آب مقطر تا رسیدن به حجم  $100$  میلی‌لیتر رقیق شد و به  $10$  میلی‌لیتر از این محلول رقیق شده ترکیب دی‌متیل‌گلی‌اکسیم افزوده شد که منجر به تشکیل  $0.532$  گرم رسوب قرمز رنگ گردید.

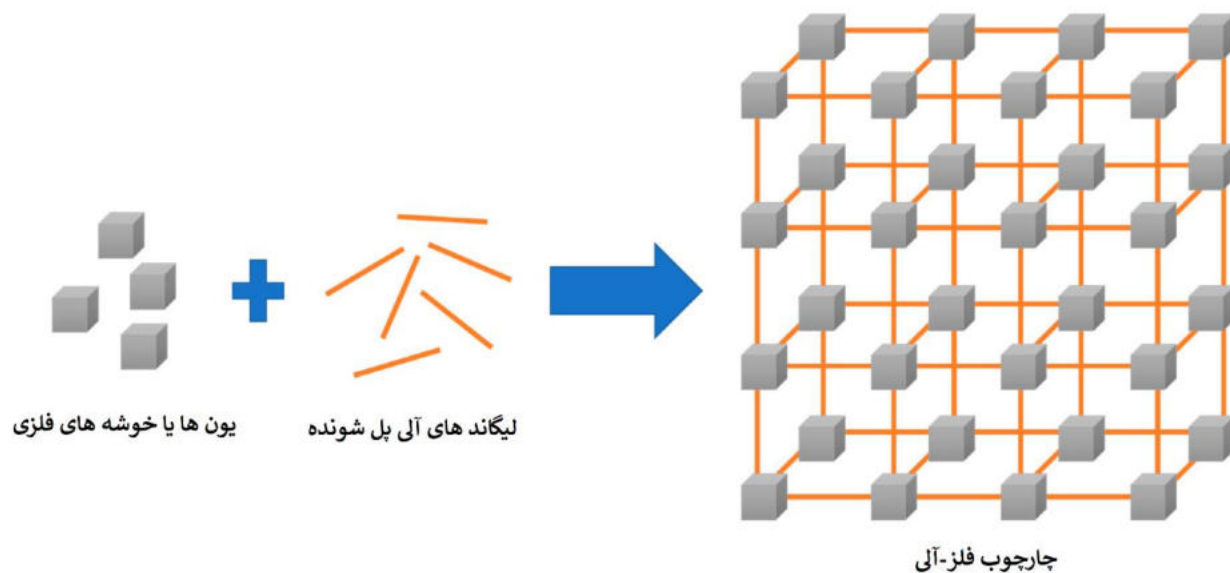
۱-۷- (۲ نمره) - درصد نیکل در نمونه‌ی آنالیز شده را تا سه رقم بامعنی به دست آورید.

( $N=14/01$  ،  $O=16/00$  ،  $H=1/008$  ،  $C=12/01$  ،  $Ni=58/69$ )

## سوال ۲-تشریحی (۱۴ نمره): چارچوب های فلز-آلی

جواب سوال را **حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه** بنویسید. در کلیه بخش های سوال که نیاز به محاسبه دارند، نمره ها مربوط به جواب آخر است و در صورتی تعلق می گیرد که محاسبات نوشته شده و درست باشند.

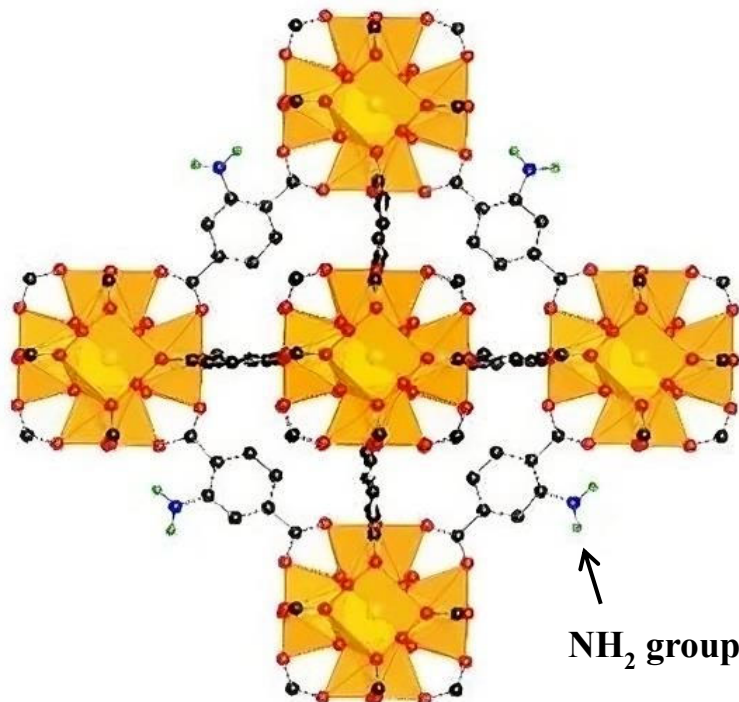
چارچوب های فلز-آلی (MOFs) پلیمرهای کوئوردیناسیونی متخلخلی هستند که از طریق پیوند لیگاندهای آلی پل شونده (Linker) با مراکز فلزی در سه بعد رشد می کنند. سنتز MOF ها به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است. تنوع ساختاری چارچوب های فلز-آلی به طور عمده به دلیل تنوع لیگاندهای آلی با اندازه ها و گروه های عاملی مختلف است. بنابراین می توان چارچوب های فلز-آلی بسیار متنوعی با سطح ویژه ی زیاد برای کاربردهای مختلفی از جمله جذب، جداسازی و کاتالیزگری طراحی کرد.



شکل ۱- شمایی کلی از تهیه چارچوب های فلز-آلی

پژوهشگران یک چارچوب فلز-آلی به نام **UiO-66** از واکنش یک ترکیب خوشه ای (Cluster) با فرمول  $Zr_6O_4(OH)_4(HCO_2)_{12}$  و لیگاند ۱،۴-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (ترفتالیک اسید) سنتز کرده اند. این چارچوب فلز-آلی دارای سطح ویژه بسیار بالای ۱۲۰۰ متر مربع بر گرم است.

در ساختار **UiO-66** هر خوشه ی زیرکونیوم به ۱۲ لیگاند ترفتالیک اسید متصل است و هر لیگاند میان دو خوشه پل زده است. در صورت جایگزین کردن ترفتالیک اسید با ۲-آمینو ترفتالیک اسید ساختار کلی **UiO-66** تغییر نخواهد کرد. بخشی از ساختار **UiO-66-NH<sub>2</sub>** در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- بخشی از ساختار  $\text{UiO-66-NH}_2$ . خوشه‌های زیرکونیوم به رنگ نارنجی نمایش داده شده‌اند.

اگر  $\text{UiO-66-NH}_2$  در دمای  $600$  درجه سلسیوس حرارت داده شود به طور کامل می‌سوزد و جامد سفیدرنگی بر جا می‌ماند.

۲-۱- (۲ نمره) درصد وزنی لیگاند پل شونده در ساختار  $\text{UiO-66-NH}_2$  چقدر است؟

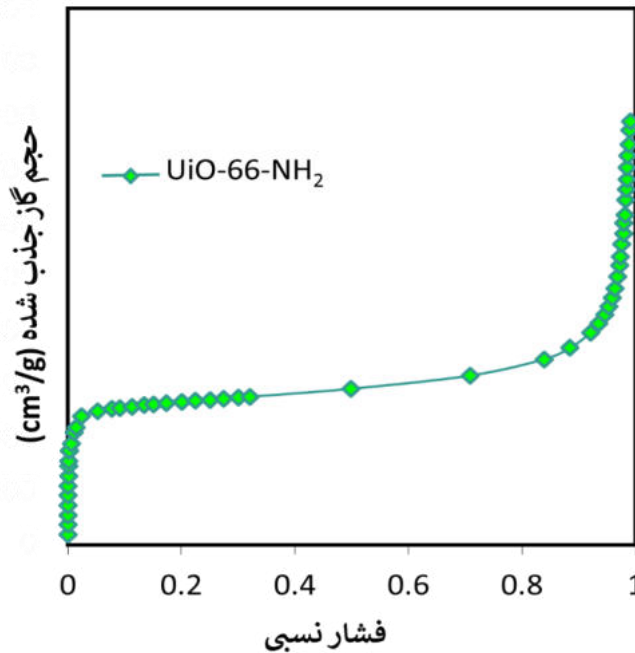
۲-۲- (۳ نمره) درصد کاهش وزن در اثر سوختن چه مقدار خواهد بود؟ ( $\text{H}=1$ ،  $\text{N}=14$ ،  $\text{O}=16$ ،  $\text{C}=12$ ،  $\text{Zr}=91/22$ )

یکی از روش‌های محاسبه سطح ویژه جامدات متخلخل، قرار دادن آن‌ها در معرض گاز نیتروژن در دمای پایین و دنبال کردن حجم گاز جذب شده با افزایش فشار است. برای  $\text{UiO-66-NH}_2$  و در فشار نسبی  $0.2$  درصد، تمام سطح جامد از یک تک‌لایه گاز نیتروژن پوشیده شده است.

۲-۳- (۲ نمره) اگر مقدار گاز نیتروژن جذب شده برابر  $6$  میلی‌مول بر گرم باشد، با در نظر گرفتن سطح مقطع  $0.324$  نانومتر مربع برای مولکول نیتروژن، سطح ویژه  $\text{UiO-66-NH}_2$  را به طور تقریبی بر حسب مترمربع بر گرم حساب کنید.

۴-۲- (۱ نمره) نمودار جذب گاز نیتروژن برای  $\text{UiO-66-NH}_2$  در شکل ۳ نشان داده شده است. در فشار نسبی حدود ۰/۲، کل سطح جامد از یک تک‌لایه مولکول نیتروژن پوشیده می‌شود. دلیل افزایش ناگهانی حجم گاز جذب شده در فشار نسبی حدود ۰/۹ کدام گزینه است؟ با علامت ضریب در کادر داده شده در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

- کامل شدن جذب تک‌لایه
- شروع جذب چندلایه
- پر شدن حفره‌ها



شکل ۳- نمودار جذب گاز نیتروژن

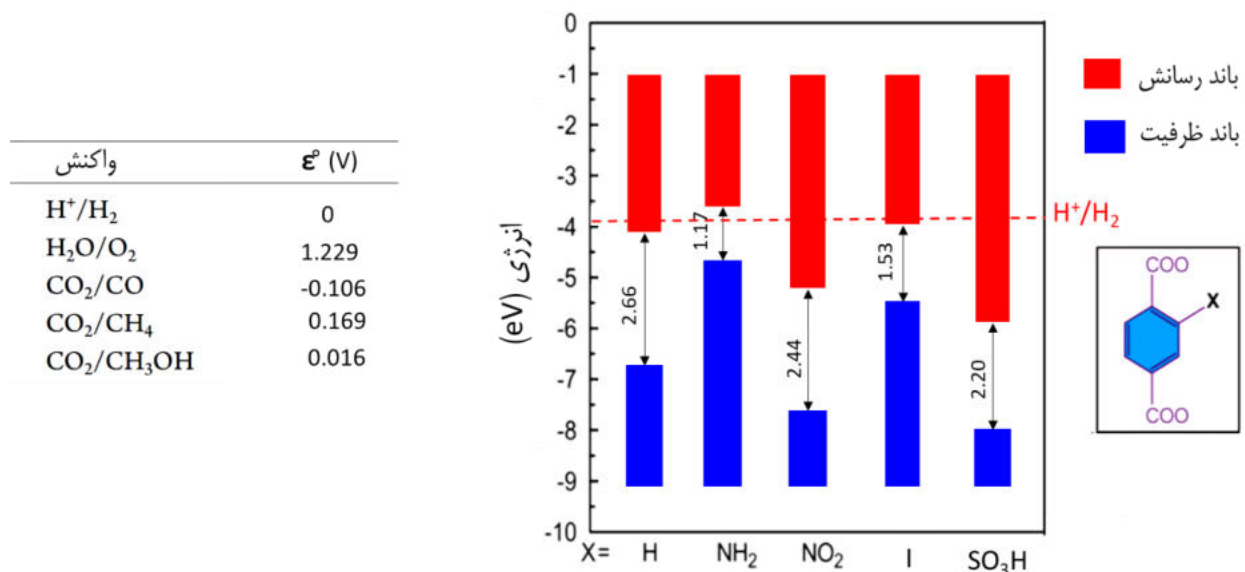
با توجه به وجود گروه عاملی  $-\text{NH}_2$  در ساختار  $\text{UiO-66-NH}_2$ ، می‌توان از این ترکیب برای جذب یون‌های مس از طریق کوئوردینه شدن مس با گروه آمین، استفاده کرد. برای این منظور مقدار مشخصی از  $\text{UiO-66-NH}_2$  به مدت ۲ ساعت در معرض یک لیتر محلول یک میلی‌مولار از مس نیترات قرار گرفت. پس از جذب یون‌های مس، ترکیب  $\text{UiO-66-NH}_2$  از محلول جدا شده و سپس در خلأ خشک شد. پس از آن جاذب در محلول اسیدی به طور کامل تخریب (هضم) شد و میزان یون‌های مس و زیرکونیوم آن تعیین گردید. غلظت یون مس ۴۴۰ ppm و زیرکونیوم ۱۷۷۰ ppm در محلول هضم‌شده گزارش شد.

۵-۲- (۲ نمره) جرم  $\text{Cu}^{2+}$  جذب‌شده به ازای یک گرم جاذب را محاسبه کنید. (  $\text{Cu}=۶۳/۵۵$  )

مشتملات دیگری از **UiO-66** با گروه‌های عاملی مختلف (**UiO-66-X**) برای کاربردهای فوتوکاتالیستی ساخته شده‌اند (شکل ۴). در این شکل سطح انرژی نوار (band) ظرفیت و نوار رسانش این ترکیبات نشان داده شده است. زمانی که انرژی فوتون تابیده شده بیشتر از شکاف انرژی (band gap) باشد، الکترون در نوار ظرفیت برانگیخته شده و به نوار رسانش می‌رود و همچنین حفره‌ای در نوار ظرفیت ایجاد می‌شود. الکترون‌های برانگیخته شده و حفره‌های ایجاد شده به ترتیب عامل واکنش‌های کاهش و اکسایش هستند.

۲-۶- (۲ نمره) با توجه به شکل ۴، کدام یک از این ترکیبات برای کاهش  $\text{CO}_2$  به متانول مناسب تر است؟

۲-۷- (۲ نمره) اگر از لامپ نور مرئی (۴۰۰-۷۰۰ نانومتر) برای برانگیختگی استفاده شود، کدامیک از این ترکیبات درصد بیشتری از کل نور تابیده شده را جذب می‌نماید؟



شکل ۴- نوار ظرفیت و رسانش ترکیبات مختلف با فرمول کلی **UiO-66-X** ( $X = \text{H}, \text{NH}_2, \text{NO}_2, \text{I}, \text{SO}_3\text{H}$ ) و پتانسیل استاندارد ردوکس برخی از واکنش‌های شیمیایی

## سوال ۳-تشریحی (۱۶ نمره): نارنجی ناپایدار

جواب سوال را **حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه** بنویسید. در کلیه بخش های سوال که نیاز به محاسبه دارند، نمره ها مربوط به جواب آخر است و در صورتی تعلق می گیرد که محاسبات نوشته شده و درست باشند.

بر اثر واکنش برم و اکسیژن تحت تخلیه ی الکتریکی در  $50^{\circ}\text{C}$ ، جامد نارنجی رنگ **X** تولید می گردد. این ترکیب ناپایدار در دماهای بالاتر از  $50^{\circ}\text{C}$  تجزیه شده و ترکیب **Y** و گاز اکسیژن تولید می کند. برای آنالیز ترکیبات **X** و **Y** به صورت زیر عمل می کنیم:

ابتدا جرم مشخص و یکسانی از **X** یا **Y** را برداشته و وارد محلول آبی KI می کنیم. یُد آزاد شده در این واکنش با محلول سدیم تیوسولفات  $0.2\text{ M}$  تیتیر می شود. پس از اتمام این تیتراسیون، محلول حاصل که اکنون حاوی یون های  $\text{I}^-$  و  $\text{Br}^-$  است را با محلول نقره نیترات  $0.1\text{ M}$  تیتیر می کنیم. با استفاده از روش های دستگاهی برای تشخیص نقطه ی پایانی تیتراسیون، نقاط پایانی مجزایی برای  $\text{I}^-$  و  $\text{Br}^-$  به دست می آید. در جدول زیر حجم سدیم تیوسولفات مصرفی و همچنین حجم نقره نیترات مورد استفاده (تنها مربوط به یون های  $\text{Br}^-$ ) برای ترکیبات **X** و **Y** آمده است. ( $\text{Br}=79.9$ ،  $\text{O}=16$ )

	0.2 M Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL)	0.1 M AgNO <sub>3</sub> (mL)
<b>X</b>	۲۲/۳۵	۸/۹۴
<b>Y</b>	۱۹/۲۴	۹/۶۲

۳-۱- (۶ نمره) فرمول تجربی ترکیبات **X** و **Y** را به دست آورید.

۳-۲- (۵ نمره) معادله ی موازنه شده را برای واکنش های زیر در کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید:

-تولید **X**

-تجزیه ی **X**

-واکنش **X** با محلول KI

-واکنش **Y** با محلول KI

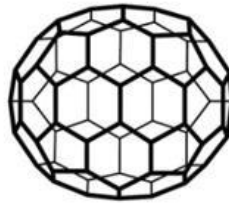
۳-۳- (۲ نمره) چه جرمی از ترکیبات **X** یا **Y** برای آنالیز استفاده شده است؟ (جرم یکسانی از **X** یا **Y** مورد آنالیز قرار گرفته است.)

۳-۴- (۳ نمره) بررسی های بیشتر نشان می دهد که ترکیب **X** دیامغناطیسی است و سه طول پیوند متفاوت  $\text{Br}-\text{O}$  در آن مشاهده می شود. ساختار آن را در کادر داده شده در پاسخ نامه رسم کنید.

## سوال ۴-تشریحی (۱۶ نمره): فولرن های درون گیر

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید. در کلیه بخش های سوال که نیاز به محاسبه دارند، نمره ها مربوط به جواب آخر است و در صورتی تعلق می گیرد که محاسبات نوشته شده و درست باشند.

فولرن ها از طریق تخلیه ی الکتریکی بین الکترودهای گرافیتی تهیه می شوند. برای مثال، ساختار دو فولرن  $C_{60}$  و  $C_{70}$  در زیر آمده است.

 $C_{60}$  $C_{70}$ 

در صورتی که این تخلیه ی الکتریکی در اتمسفری از گازهای نجیب انجام شود، ترکیبات فولرن درون گیر (Endohedral Fullerene) تشکیل می شوند که در آن ها یک اتم گاز نجیب درون فولرن به دام می افتد. شکل زیر نشان دهنده ی  $He@C_{60}$  است که در آن یک اتم هلیم درون قفس  $C_{60}$  گیر افتاده است.

 $He@C_{60}$ 

اتم گیر افتاده درون قفس، ساکن نیست و می تواند ارتعاش کند. در یک مدل ساده انگارانه، انرژی پتانسیل ناشی از برهم کنش اتم گیر افتاده با قفس فولرنی را می توان به صورت زیر نوشت که در آن  $x$  و  $y$  و  $z$  مختصات اتم گیر افتاده هستند. در این معادله، مبدأ مختصات را در مرکز قفس فولرن در نظر می گیریم. مقدار عددی ثابت های نیرو ( $k_x$ ،  $k_y$  و  $k_z$ ) بستگی به نوع قفس فولرنی دارند.

$$U(x, y, z) = \frac{1}{2}k_x x^2 + \frac{1}{2}k_y y^2 + \frac{1}{2}k_z z^2$$

با حل معادله ی شرودینگر برای این سیستم، سطوح انرژی ارتعاشی به صورت زیر به دست می آیند:

$$E_{n_x n_y n_z} = X(n_x + \frac{1}{2}) + Y(n_y + \frac{1}{2}) + Z(n_z + \frac{1}{2})$$

که در آن  $n_x$ ،  $n_y$  و  $n_z$  اعداد کوانتومی صحیح و غیرمنفی هستند.  $X$  و  $Y$  و  $Z$  ثابت هایی از جنس انرژی و وابسته به جرم اتم گیر افتاده ( $m$ ) و ثابت های نیرو ( $k$ ) هستند. ( $\hbar = 1.0546 \times 10^{-34} \text{ Js}$ )

$$X = \hbar \sqrt{\frac{k_x}{m}}$$

$$Y = \hbar \sqrt{\frac{k_y}{m}}$$

$$Z = \hbar \sqrt{\frac{k_z}{m}}$$

ثابت‌های نیرو برای فولرن‌های  $C_{60}$  و  $C_{70}$  به صورت زیر هستند که در آن  $C$  یک ثابت است.

$$C_{60} : k_x = k_y = k_z = 0.9 C$$

$$C_{70} : k_x = k_y = 1.27 k_z = C$$

۴-۱- (۳ نمره) چرا هر سه ثابت نیرو برای  $C_{60}$  با هم برابرند اما برای  $C_{70}$  یکی از آن‌ها با بقیه فرق دارد؟ یکی از گزینه‌های زیر را با علامت ضریدر در کادر داده‌شده در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

- جرم قفس در  $C_{70}$  بیشتر است.
- قفس  $C_{60}$  پایدارتر است و بنابراین اتم گیر افتاده برهم کنش ضعیف‌تری با آن دارد.
- قفس  $C_{60}$  کروی است اما قفس  $C_{70}$  بیضی‌گون است.
- برخی از اتم‌های کربن در  $C_{70}$ ، الکترون‌های آزاد جهت تشکیل پیوند با اتم گیرافتاده دارند.

در یک آزمایش، تخلیه‌ی الکتریکی بین الکترودهای گرافیتی در حضور مخلوطی از گازهای هلیوم و گاز نجیب مجهول  $G$  انجام می‌شود تا مخلوطی از چهار فولرن درون‌گیر زیر حاصل شود:

$G@C_{60}$	$G@C_{70}$	$He@C_{70}$	$He@C_{60}$
------------	------------	-------------	-------------

طیف ارتعاشی این مخلوط مورد بررسی قرار گرفت. برخی از پیک‌های مشاهده‌شده در این طیف در جدول زیر آمده است. همه‌ی انتقالات مشاهده‌شده از حالت پایه‌ی ارتعاشی ( $n_x = n_y = n_z = 0$ ) انجام شده‌اند.

شماره‌ی پیک	عدد موجی ( $cm^{-1}$ )
۱	۵۱/۲۳
۲	۱۰۹/۵۴
۳	۱۱۵/۴۸
۴	۱۶۴/۳۲
۵	۱۷۳/۲۰
۶	۲۱۱/۴۲
۷	۳۲۴/۰۰
۸	۳۴۴/۵۷
۹	۳۴۶/۴۰
۱۰	۵۲۷/۱۴

یک دانش‌پژوه توانست پس از تلاش فراوان مشخص کند هر یک از پیک‌های مشاهده‌شده، مربوط به کدامیک از چهار ترکیب بالا بوده و ناشی از انتقال به کدام تراز برانگیخته‌ی ارتعاشی است. اما وی فراموش کرد نتایج کار خود را به درستی ثبت کند. در جدول صفحه بعد، اطلاعاتی که این دانش‌پژوه برای پیک‌های مختلف به دست آورده بود آمده‌است اما مشخص نیست که کدام سطر از این جدول مربوط به کدام شماره‌ی پیک در جدول بالا است.

حالت برانگیخته $(n_x, n_y, n_z)$	ماده	
(1, 0, 0)	He@C <sub>60</sub>	آ
(0, 2, 0)	He@C <sub>60</sub>	ب
(2, 0, 0)	G@C <sub>60</sub>	ج
(0, 0, 3)	G@C <sub>60</sub>	د
(0, 1, 1)	He@C <sub>70</sub>	ه
(2, 0, 1)	He@C <sub>70</sub>	و
(0, 0, 2)	He@C <sub>70</sub>	ز
(1, 0, 3)	G@C <sub>70</sub>	ح
(0, 0, 1)	G@C <sub>70</sub>	ط
(0, 2, 0)	G@C <sub>70</sub>	ی

۲-۴- (۱ نمره) پیش بینی می کنید کدامیک از سطرهای بالا (آ تا ی) مربوط به پیک شماره ۱ باشد که دارای کمترین انرژی است؟ (فقط حرف مربوط به سطر را بنویسید)

۳-۴- (۳ نمره) گاز نجیب مجهول G را پیدا کنید. (Xe=۱۳۱ ، Kr=۸۴ ، Ar=۴۰ ، Ne=۲۰ ، He=۴)

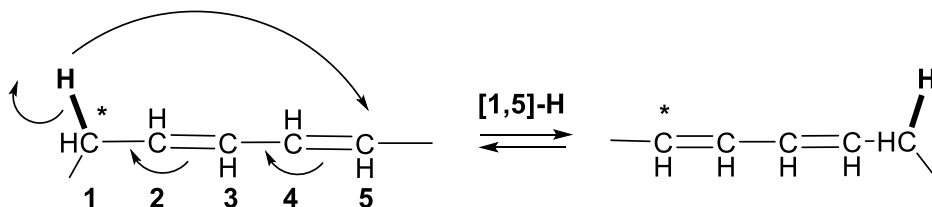
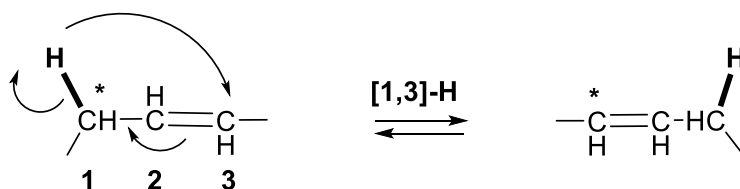
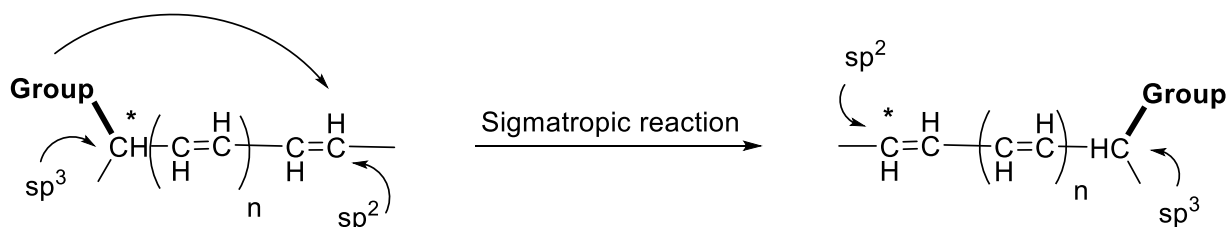
۴-۴- (۹ نمره) سطر مربوط به بقیه ی پیک ها (۲ تا ۱۰) را تعیین کنید. فقط حرف مربوطه را بنویسید.

## سوال ۵-تشریحی (۱۹ نمره): شیمی فسفول و واکنش های سیگماتروپی

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

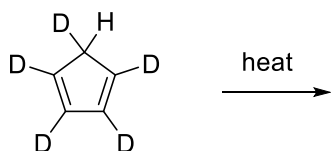
در ترکیباتی که در ساختار آن ها پیوند دوگانه (مزدوج) وجود دارد در شرایط مناسب واکنش های سیگماتروپی انجام می شود. در این واکنش ها، یک اتم یا یک گروه که در مجاورت سیستم پای قرار دارد (روی اتم کربن با هیبرید  $sp^3$  در شکل ۱) با الکترون های خود به انتهای سیستم پای منتقل می شود و پیوند (های) پای جابه جا می شوند. اگر در ساختار ترکیب چند پیوند دوگانه ی مزدوج وجود داشته باشد، این گروه به انتهای سیستم پای مهاجرت می کند.

شکل ۱ شمای کلی واکنش های سیگماتروپی و نحوه ی نامگذاری این واکنش ها را نمایش می دهد. برای مثال،  $[1,3]-H$  مهاجرت H به کربن شماره ۳ و  $[1,5]-H$  مهاجرت H به کربن شماره ۵ را در شکل ۱ نشان می دهد. اعداد ۳ و ۵ (در داخل کروشه) شماره کربنی را نشان می دهند که جا به جا می شود یا مهاجرت یک اتم (یا گروه) به آن ختم می شود.



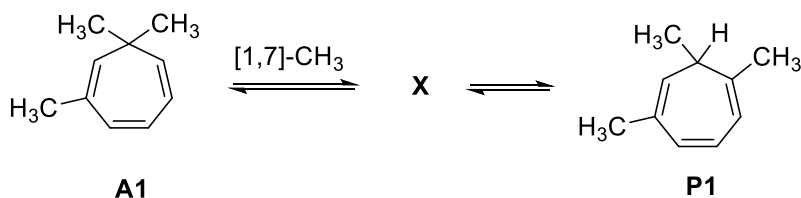
شکل ۱. نمایش واکنش های سیگماتروپی

۵-۱- (۲ نمره) ترکیب زیر بر اثر واکنش سیگماتروپی  $[1,5]$  در شرایط مناسب دو محصول مختلف به دست می دهد. با توجه به اطلاعات بالا، ساختار آن ها را در کادرهای داده شده در پاسخ نامه رسم کنید.

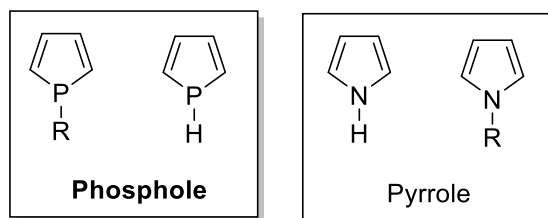


واکنش های سیگماتروپی محدود به جابه جایی و مهاجرت اتم های هیدروژن نمی شوند و گروه های نظیر آلکیل و آریل (مانند حلقه های بنزی) نیز در این واکنش شرکت می کنند.

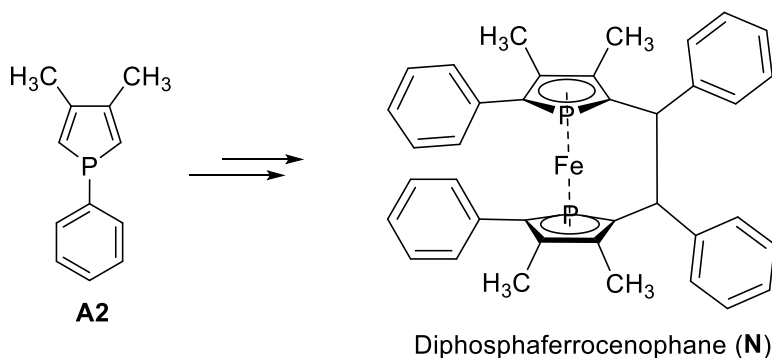
۲-۵- (۲ نمره) ترکیب **A1** در شرایط مناسب طی دو مرحله به محصول **P1** تبدیل می شود. ترکیب حدواسط **X** در نتیجه یک واکنش  $[1,7]-CH_3$  تشکیل می شود و سپس از طریق یک واکنش سیگماتروپی به محصول **P1** تبدیل می شود. در کادرهای داده شده در پاسخ نامه، ساختار حدواسط **X** را رسم کنید و روی فلش نوع واکنش سیگماتروپی که منجر به تشکیل **P1** می شود را مانند مثال های بالا بنویسید.



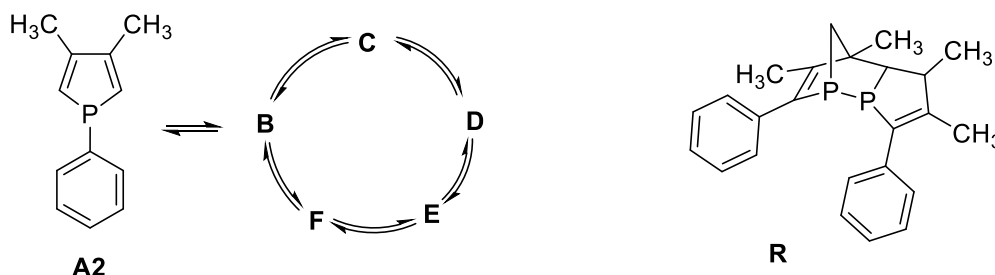
پیرول ها و فسفول ها از جمله هتروسیکل های پنج عضوی غیر اشباع هستند. به دلیل کاربردهای متعدد فسفول ها، شیمی این دسته از ترکیبات در چند دهه ی اخیر مورد توجه قرار گرفته است.



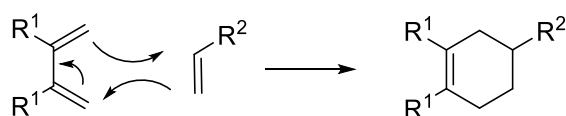
از فسفول **A2** طی چندین مرحله برای تهیه دی فسفایروسنوفن **N** استفاده شده است:



برای این منظور، فسفول **A2** در شرایط مناسب حرارت داده می‌شود. تحت این شرایط **A2** در نتیجه واکنش‌های سیگماتروپی ابتدا به فرآورده‌های **B**، **C**، **D**، **E** و **F** مطابق شکل زیر تبدیل می‌شود که اسکلت کربنی و فرمول مولکولی یکسانی دارند. از بین این فرآورده‌ها، تنها **F** یک فسفول است. در اثر حرارت دادن **A2**، در کنار تشکیل **B**، **C**، **D**، **E** و **F** ترکیب **R** نیز در نتیجه یک واکنش دیلز-آلدر بین دو تا از فرآورده‌های ذکر شده (**B** تا **F**) تشکیل می‌شود.

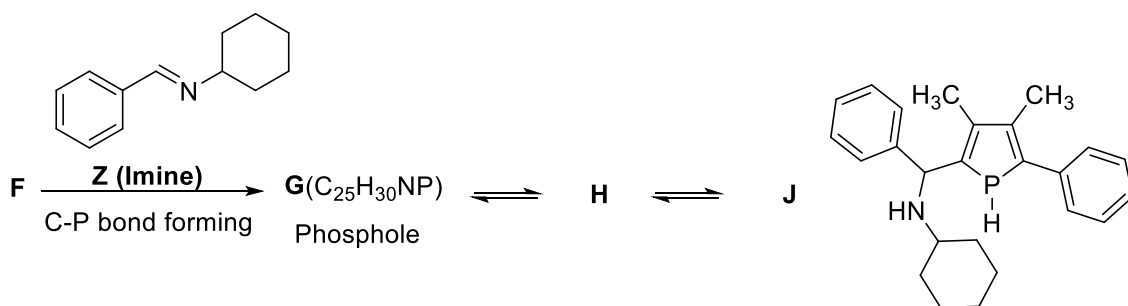


در زیر معادله کلی واکنش دیلز-آلدر داده شده است:



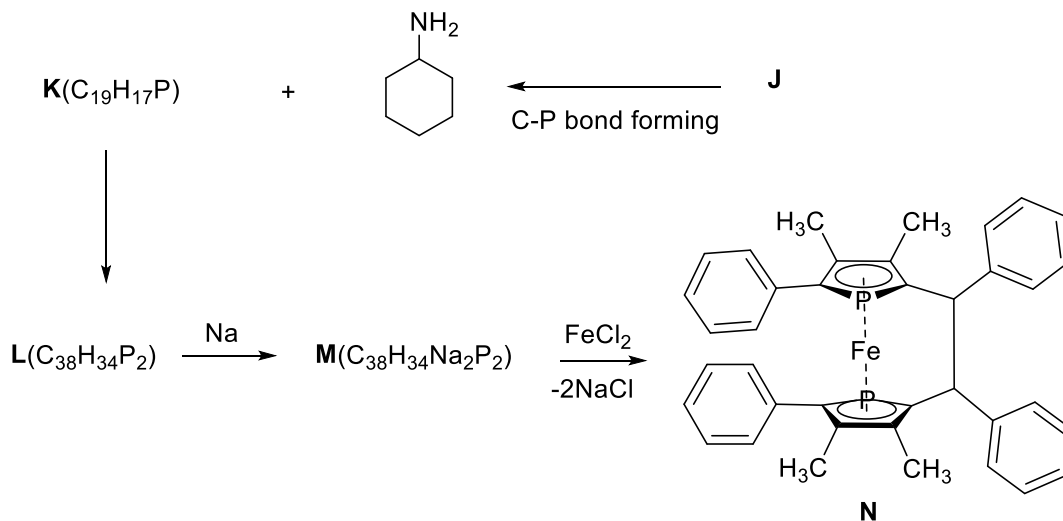
۳-۵- (۶ نمره) ساختارهای **B**، **C**، **D**، **E** و **F** را در کادرهای داده شده در پاسخ‌نامه رسم کنید.

از حرارت دادن فسفول **F** با ایمین **Z** در حضور یک کاتالیزور، همراه با تشکیل پیوند بین فسفر و کربن  $sp^2$  ایمینی، ابتدا فسفول **G** ( $C_{25}H_{30}NP$ ) به دست می‌آید. سپس **G** تحت همان شرایط حرارتی و در نتیجه واکنش‌های سیگماتروپی که پشت‌سرهم انجام می‌شوند، ابتدا به **H** و سپس به فسفول **J** تبدیل می‌شود که ساختار آن نشان داده شده است.



۴-۵- (۳ نمره) ساختارهای **G** و **H** را در کادرهای داده شده در پاسخ‌نامه رسم کنید.

در ادامه واکنش و در همان شرایط، **J** از طریق یک واکنش درون مولکولی که با تشکیل یک پیوند فسفر-کربن و آزاد شدن یک آمین همراه است به  $\mathbf{K}(\text{C}_{19}\text{H}_{17}\text{P})$  تبدیل می شود که یک حلقه ی سه تایی در ساختار خود دارد. سپس **K** در همان شرایط، از طریق یک واکنش بین مولکولی به  $\mathbf{L}(\text{C}_{38}\text{H}_{34}\text{P}_2)$  تبدیل می شود که یک پیوند فسفر-فسفر در ساختار خود دارد. در مرحله بعد، از واکنش **L** با فلز سدیم، نمک  $\mathbf{M}(\text{C}_{38}\text{H}_{34}\text{Na}_2\text{P}_2)$  به دست می آید. نهایتاً از واکنش **M** با  $\text{FeCl}_2$  مشتقی از دی فسفایروسنوفن (**N**) به دست می آید.



۵-۵- (۶ نمره) ساختارهای **K**، **L** و **M** را در کادرهای داده شده در پاسخ نامه رسم کنید.

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ① ②



غلط

صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۵ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات تشریحی سی و سومین دوره المپیاد شیمی تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۱

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۶	۰۸:۰۰	۳۰۰ (تشریحی و تستی)



#### تایید کمیته علمی

استان: ----

منطقه: ----

پایه تحصیلی: ----

شماره پرونده: .

کد ملی: .

نام پدر: ----

نام مدرسه: ----



حوزه: ----

شماره سندلی

.....

کد دفترچه

-

#### توضیحات مهم

##### استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوال های این آزمون در دو دفترچه چهارگزینه ای و تشریحی به طور جداگانه و هم زمان در اختیار شما قرار داده می شوند.
- قبل از شروع آزمون همه برگه های دفترچه های سوال و پاسخ برگ را بررسی و در صورت وجود کمبود یا نقیصه مسئول جلسه را مطلع نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه پاسخ برگ تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ برگ با مشخصات شما هم خوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ هر سوال را با خودکار آبی یا مشکی در محل تعیین شده همان سوال بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- با توجه به این که برگه های پاسخ برگ به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچ گونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آن گاه در پاسخ برگ پاک نویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از مخدوش کردن و درج هر گونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید، در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت، جدول تناوبی عناصر و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه یازدهم انتخاب می شوند.
- نمره هر سوال تشریحی کنار آن نوشته شده است. نمره کل سوال های تشریحی ۸۰ نمره است.
- دفترچه های سوال باید همراه دفترچه پاسخ برگ تحویل مسئول مربوطه شوند.

**سوال ۱-تشریحی (۱۱ نمره)**

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

دانش آموزی در آزمایشگاه، پتاسیم اگزالات را به محلول آبی مس (II) سولفات اضافه کرد. پس از چند روز بلورهای آبی رنگی تشکیل شد. برای تعیین فرمول بلور تشکیل شده آزمایش های زیر انجام شد:

**آزمایش ۱.** مقدار ۰/۲۰۵۹ گرم از نمونه ی بلور آبی رنگ، وزن شد و به کمک حرارت در ۴۰ mL محلول ۲M سولفوریک اسید حل شد. سپس ۳۰ mL آب به آن اضافه شده و تا نزدیک نقطه ی جوش حرارت داده شد. محلول حاصل با محلول  $KMnO_4$  ۰/۰۲۰۵۴ مولار تیترا شد. برای رسیدن به نقطه ی پایانی ۲۳/۸۹ میلی لیتر محلول پرمنگنات مصرف شد.

**آزمایش ۲.** در ادامه، محلول تیترا شده به اندازه ی کافی حرارت داده شد و همراه با متصاعد شدن گاز اکسیژن، رنگ محلول از بنفش کم رنگ به آبی تغییر کرد. بعد از سرد شدن و تنظیم pH محلول، ۲ گرم جامد KI به آن افزوده شد. در این لحظه رنگ محلول به قهوه ای تغییر کرده و رسوب سفیدی تشکیل شد. محلول قهوه ای رنگ حاصل با افزودن ۱۲/۷۱ میلی لیتر محلول ۰/۰۴۸۲۶ مولار  $Na_2S_2O_3$  و در حضور شناساگر نشاسته تیترا شد.  
( $K = ۳۹/۱$  ،  $C = ۱۲/۰$  ،  $O = ۱۶/۰$  ،  $H = ۱/۰$  ،  $Cu = ۶۳/۵$ )

۱-۱- معادله ی موازنه شده را برای مراحل زیر بنویسید:

الف- واکنش تیتراسیون در آزمایش ۱ (۱ نمره)

ب- واکنش مرحله ی تغییر رنگ از بنفش کم رنگ به آبی و آزاد شدن گاز در آزمایش ۲ (۲ نمره)

ج- واکنش مرحله ی افزودن KI در آزمایش ۲ (۱ نمره)

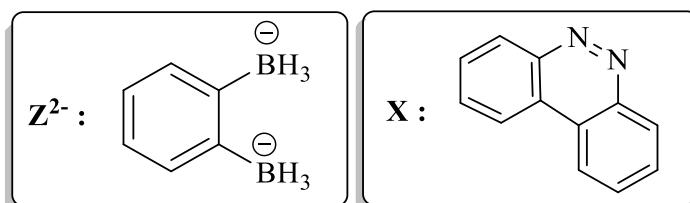
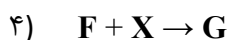
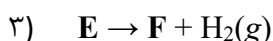
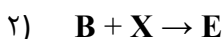
د- واکنش مربوط به تیتراسیون با  $Na_2S_2O_3$  در آزمایش ۲ (۱ نمره)

۱-۲- فرمول شیمیایی بلور آبی رنگ سنتز شده را به دست آورید. (۶ نمره)

## سوال ۲-تشریحی (۱۲ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

ترکیب یونی **A** دارای آنیون  $Z^{2-}$  است. با شروع از ترکیب **A**، می‌توان طی چهار مرحله ترکیب **G** را به دست آورد. در مرحله اول، **A** با  $(CH_3)_3SiCl$  واکنش می‌دهد و محصولات **B**، **C** و **D** را تولید می‌کند. در مرحله بعدی حدواسط **B** با ترکیب آلی **X** واکنش می‌دهد و **E** را تولید می‌کند. سپس **E** یک مولکول هیدروژن آزاد کرده و به ترکیب پایدارتر **F** تبدیل می‌شود. در مرحله آخر **F** دوباره با **X** واکنش داده و ترکیب **G** را به عنوان محصول نهایی واکنش به دست می‌دهد



به نکات زیر توجه کنید:

- ترکیب **C** حاوی ۳۷/۸۵٪ سیلیسیم است.
- ترکیب **D** یک نمک معدنی است که رنگ شعله را قرمز می‌کند.
- در هریک از مراحل دوم و چهارم، دو پیوند جدید بر اثر برهم کنش‌های اسید-باز لوییس تشکیل می‌شوند.

$$(H = ۱/۰۱, B = ۱۰/۸۱, C = ۱۲/۰۱, Cl = ۳۵/۴۵, Si = ۲۸/۰۹)$$

با توجه به اطلاعات داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف- فرمول ترکیب **A** را بنویسید. (۱ نمره)

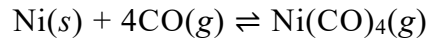
ب- فرمول شیمیایی ترکیب **D** را بنویسید و ساختار ترکیبات **B**، **C**، **E**، **F**، **G** را رسم کنید. (۹ نمره)

ج- بررسی‌های بیشتر ترکیب **G** نشان می‌دهد که این ترکیب دارای ۲ الکترون جفت نشده است. دو ساختار برای **G** رسم کنید که در آن‌ها الکترون‌های جفت نشده روی اتم‌های نیتروژن غیرمجاور قرار داشته باشند. (۲ نمره)

## سوال ۳-تشریحی (۱۵ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

برای خالص کردن نهایی نیکل از درجه خلوص ۹۹/۹۰٪ به ۹۹/۹۹٪ از فرآیند موند استفاده می شود که واکنش آن به صورت زیر است:



اطلاعات مربوط به آنتالپی استاندارد تشکیل و آنترپی مولی استاندارد در دمای ۲۹۸ کلوین در جدول زیر آمده است. برای همه ی بخش های این سوال، فرض کنید که مقادیر  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  واکنش بالا مستقل از دما هستند. به واحدهای اعداد در جدول توجه کنید. ( $\text{Ni} = ۵۸/۷$ ،  $R = ۸/۳۱۴۵ \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

	Ni(s)	CO(g)	Ni(CO) <sub>4</sub>
$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	۰/۰	-۱۱۰/۵	-۶۰۷/۰
$S_m^\circ$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	۳۰	۱۹۸	۴۱۷

الف- برای واکنش بالا در دمای ۲۹۸ کلوین،  $\Delta G^\circ$  و ثابت تعادل ترمودینامیکی ( $K = K_p$ ) را محاسبه کنید. (۲ نمره)

ب- اگر فشار کل گازهای در حال تعادل ۶/۰ bar باشد، در چه دمایی تعداد مول CO(g) و Ni(CO)<sub>4</sub>(g) در حال تعادل با هم برابر می شود؟ (۲ نمره)

ج- مقدار ثابت تعادل ترمودینامیکی را در دماهای ۳۳۰ و ۵۵۰ کلوین محاسبه کنید. (۱ نمره)

د- فرض کنید در مرحله اول فرآیند موند، نیکل در دمای ۳۳۰ کلوین در مجاورت گاز CO با فشار نسبتا بالا قرار می گیرد و با افزودن گاز CO فشار کل در ۱۲/۰ bar ثابت نگه داشته شده و تعادل شیمیایی در این فشار و دمای ثابت برقرار می شود. کسر مولی Ni(CO)<sub>4</sub> در فاز گاز در این شرایط چقدر است؟ (اگر ثابت تعادل را در بخش ج به دست نیاورده اید، از عدد  $1 \times 10^{-4}$  استفاده کنید). (۳ نمره)

ه- اگر در مرحله دوم فرآیند موند، گاز در حال تعادل در مرحله اول را جدا کرده و آن را به دمای ۵۵۰ کلوین برسانیم، و ظرف واکنش به اندازه ای بزرگ باشد که در نهایت فشار کل به ۱/۶۰ bar برسد، کسر مولی Ni(CO)<sub>4</sub> در فاز گاز در این شرایط چقدر خواهد بود؟ (اگر ثابت تعادل را در بخش ج به دست نیاورده اید، از عدد  $1 \times 10^{-4}$  استفاده کنید). (۳ نمره)

و- اگر در ابتدای مرحله اول ۶۰ کیلوگرم نیکل در یک ظرف به حجم ۲/۰ متر مکعب داشته باشیم، با توجه به شرایط فوق حجم ظرف مرحله دوم چند متر مکعب بوده است؟ (۲ نمره)

ز- اگر در ابتدای مرحله اول ۶۰ کیلوگرم نیکل در یک ظرف به حجم ۲/۰ متر مکعب داشته باشیم، در مرحله دوم چند کیلوگرم نیکل خالص تشکیل شده است؟ (۲ نمره)

## سوال ۴-تشریحی (۱۶ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

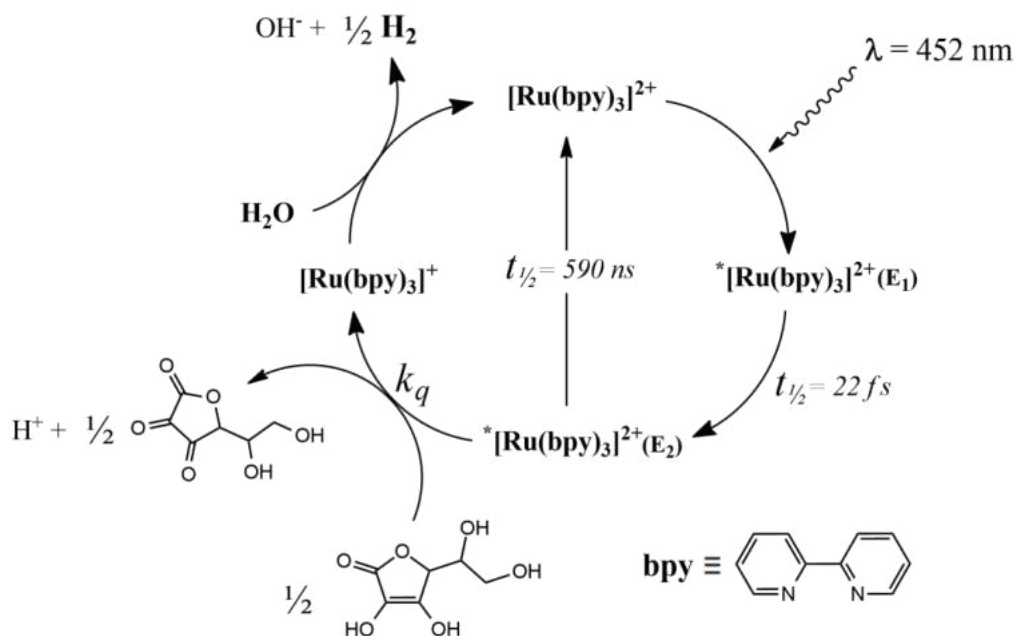
هیدروژن جایگزین مناسبی برای سوخت های فسیلی است زیرا فراوانی بالایی در پوسته ی زمین دارد و در اثر سوختن، تنها بخار آب تولید می کند. آنتالپی سوختن برای گاز هیدروژن و اکتان (که جزء اصلی بنزین است) در جدول زیر آمده است.

سوخت	$\Delta H^\circ_{\text{سوختن}} \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$
H <sub>2</sub>	-۲۴۹
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-۵۴۷۰

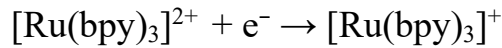
فرض کنید برای تولید هیدروژن از الکترولیز آب با ولتاژ ۲/۰ ولت و جریان ۱/۰ آمپر استفاده شود و برای تولید هر کیلووات ساعت (kWh) برق از سوخت های فسیلی حدود ۶۰۰ گرم CO<sub>2</sub> وارد اتمسفر شود. (توان مصرفی یک مدار الکتریکی برابر با حاصل ضرب شدت جریان و ولتاژ است.)

الف- بر اساس جدول بالا، به ازای تولید ۵۴۷۰ کیلوژول انرژی از سوختن اکتان، ۸ مول CO<sub>2</sub> وارد اتمسفر می شود. اگر بخواهیم همین مقدار انرژی را از سوختن هیدروژن به دست آوریم، برای تولید هیدروژن مورد نیاز چند مول CO<sub>2</sub> وارد اتمسفر می شود؟ (۴ نمره)

برای اینکه هیدروژن جایگزین معقولی برای سوخت های فسیلی باشد، تولید آن باید با استفاده از انرژی های پاک و تجدیدپذیر انجام گردد. یکی از روش های پیش نهاد شده برای تولید هیدروژن، استفاده از نور خورشید است. از کمپلکس قرمز-نارنجی [Ru(bpy)<sub>3</sub>]<sup>2+</sup> که در آن bpy لیگاند دودندانه ی بی پیریدین است، می توان در یک چرخه ی فوتوکاتالیزی (مطابق شکل زیر) برای تولید هیدروژن از آب استفاده کرد.



$[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$  می‌تواند با جذب یک فوتون با طول‌موج ۴۵۲ nm به حالت  $E_1$  برانگیخته شود. این حالت برانگیخته، مقداری از انرژی خود را به صورت غیرتابشی از دست داده و با نیم‌عمر ۲۲ fs به حالت برانگیخته‌ی  $E_2$  می‌رود ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ). حالت برانگیخته‌ی  $E_2$  دارای نیم‌عمر طولانی‌تری است (۵۹۰ ns) و می‌توان آن را توسط عوامل کاهنده به کمپلکس  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^+$  کاهش داد ( $1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$ ). در چرخه‌ی بالا از آسکوربیک اسید به عنوان کاهنده استفاده شده است و قانون سرعت این واکنش به صورت  $R = k_q[E_2][\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]$  است. کمپلکس  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^+$  با کاهش آب به هیدروژن، به  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$  در حالت پایه بازمی‌گردد و دوباره وارد چرخه‌ی کاتالیزی می‌شود. پتانسیل‌های کاهش استاندارد برای  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$  در حالت پایه و  $E_2$  در جدول زیر آمده است.



حالت الکترونی کمپلکس Ru(II)	$E^0(\text{V})$ نسبت به الکتروود مرجع
حالت پایه	-۱/۳۳
حالت برانگیخته‌ی $E_2$	+۰/۷۷

ب- اگر حالت برانگیخته‌ی  $E_1$  انرژی خود را با نشر یک فوتون از دست داده و به حالت  $E_2$  برود، طول‌موج این فوتون چند نانومتر خواهد بود؟ (۳ نمره)

$$R = ۸/۳۱۴۵ \text{ J/mol.K} \quad , \quad h = ۶/۶۲۶ \times ۱۰^{-۳۴} \text{ J.s} \quad , \quad E^0_{\text{مرجع}} = ۰/۲۴۴ \text{ V}$$

ثابت سرعت کاهش حالت  $E_2$  توسط آسکوربیک اسید ( $k_q$ ) برابر  $۷/۲ \times ۱۰^۷ \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$  است. محلولی حاوی  $۲/۰ \text{ mM}$  از  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]\text{Cl}_2$  و  $۱۰۰ \text{ mM}$  آسکوربیک اسید است. ۵۰ میلی‌لیتر از این محلول در دمای ۳۰۰ کلوین و فشار ۱/۰ اتمسفر در معرض تابش نور تک‌فام با طول‌موج ۴۵۲ nm و توان ۱۰/۰ W قرار می‌گیرد. پس از چند ثانیه، غلظت گونه‌های مختلف Ru به حالت پایا می‌رسد. در این حالت سرعت تولید گاز هیدروژن ثابت بوده و برابر ۲۴۶ میکرولیتر در ثانیه است.

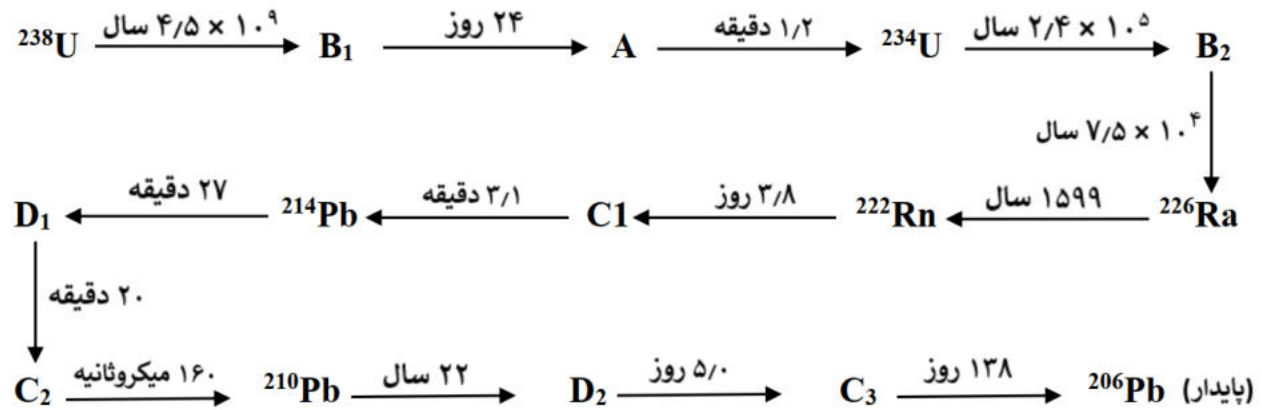
ج- در حالت پایه، چند درصد از کمپلکس  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$  در حالت  $E_2$  قرار دارد؟ (۴ نمره)

د- چند درصد از فوتون‌های تابیده‌شده در این شرایط، توسط محلول جذب می‌شوند؟ (۵ نمره)

## سوال ۵-تشریحی (۱۳ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

عناصر پولونیم ( $^{84}\text{Po}$ ) و رادیم ( $^{88}\text{Ra}$ ) در اواخر قرن نوزدهم توسط زوج علمی ماری و پی پیر کوری در کانی اورانیت کشف شدند. چند سال بعد، ماری کوری توانست با شروع از ۷ تن کانی ناخالص اورانیت، ۱/۰ گرم رادیم فلزی به دست آورد. کانی اورانیت، اکسیدی از اورانیوم است که به طور عمده شامل  $\text{UO}_2$  می باشد. پولونیوم و رادیم موجود در این کانی، با شروع از  $^{238}\text{U}$  و بر اثر زنجیره ای از واکنش های هسته ای که با آزاد شدن ذرات  $\alpha$  و  $\beta^-$  همراه اند به وجود می آیند. این زنجیره که به «توالی واپاشی اورانیوم» معروف است در زیر نشان داده شده است. در این زنجیره، زیروندهای متفاوت نشان دهنده ایزوتوپ های متفاوت از یک عنصر هستند و ترتیب عدد اتمی عناصر مجهول به صورت  $A > B > C > D$  است. اعداد روی فلش ها بیانگر نیم عمر هر واکنش است.



فراوانی نوکلیدهای تولید شده در این توالی به حالت پایا می رسد؛ یعنی سرعت تولید و مصرف آن ها با تقریب خوبی با هم برابر می شود. بنابراین در بازه های زمانی کوتاه (کمتر از ۲۰۰ سال) می توان درصد این عناصر در کانی های اورانیت و نمونه های اورانیوم را ثابت در نظر گرفت. فرض کنید که فقط واکنش های هسته ای موجود در توالی بالا انجام می شوند.

الف- نوکلیدهای مجهول را شناسایی کرده و به همراه نماد شیمیایی، عدد اتمی و عدد جرمی بنویسید. (۴ نمره)  
نام و نماد شیمیایی عناصر با  $79 \leq Z \leq 94$  در زیر آمده است:

$^{79}\text{Au}$ طلا	$^{80}\text{Hg}$ جیوه	$^{81}\text{Tl}$ تالیم	$^{82}\text{Pb}$ سرب	$^{83}\text{Bi}$ بیسموت	$^{84}\text{Po}$ پولونیم	$^{85}\text{At}$ استاتین	$^{86}\text{Rn}$ رادون
$^{87}\text{Fr}$ فرانسیم	$^{88}\text{Ra}$ رادیم	$^{89}\text{Ac}$ اکتینیم	$^{90}\text{Th}$ توریم	$^{91}\text{Pa}$ پروتاکتینیم	$^{92}\text{U}$ اورانیم	$^{93}\text{Np}$ نپتونیم	$^{94}\text{Pu}$ پلوتونیم

ب- پس از برقرای حالت پایا، کدام نوکلید کمترین فراوانی را خواهد داشت؟ (۱ نمره)

اورانیوم در طبیعت به صورت سه ایزوتوپ اصلی وجود دارد. درصد فراوانی، جرم اتمی و نیم عمر این ایزوتوپ ها و همچنین  $^{226}\text{Ra}$  در زیر آمده است:

ایزوتوپ	جرم اتمی (amu)	درصد فراوانی	نیم عمر (سال)
$^{238}\text{U}$	۲۳۸٫۰۵۰۸	۹۹٫۲۷	$۴٫۵۰ \times ۱۰^۹$
$^{235}\text{U}$	۲۳۵٫۰۴۳۹	۰٫۷۳	$۷٫۰۴ \times ۱۰^۸$
$^{234}\text{U}$	۲۳۴٫۰۴۱۰	ناچیز	$۲٫۴۲ \times ۱۰^۵$
$^{226}\text{Ra}$	۲۲۶٫۰۲۵۴	۱۰۰	۱۵۹۹

برای اندازه گیری فعالیت رادیواکتیو مواد مختلف، از واحد کوری (Ci) استفاده می شود.  $۱/۱۰۰$  Ci به صورت تعداد واپاشی های انجام شده طی یک ثانیه در یک نمونه ی  $۱/۱۰۰$  گرمی از  $^{226}\text{Ra}$  خالص تعریف می گردد.

ج- یک نمونه ی  $۵۰/۱۰$  میلی گرمی از  $^{238}\text{U}$  خالص، پس از گذشت چندین سال بدون آنکه جرم آن به طور قابل توجهی تغییر کند به حالت پایا می رسد. فعالیت رادیواکتیو این نمونه (با در نظر گرفتن همه ی واپاشی های  $\alpha$  و  $\beta$ ) در حالت پایا چند میکروکوری ( $\mu\text{Ci}$ ) خواهد بود؟ (۳ نمره)

د- فراوانی  $^{234}\text{U}$  در یک نمونه ی طبیعی از  $\text{UO}_2$  چند ppm است؟ ( $O = ۱۶$ ) (۲ نمره)

ه- در یک نمونه ی طبیعی از کانی اورانیت، به ازای هر اتم  $^{226}\text{Ra}$ ، چند اتم اورانیوم وجود دارد؟ (۱ نمره)

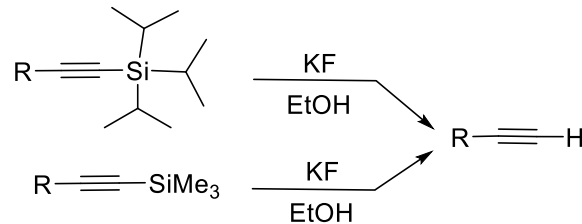
و- درصد خلوص نمونه ی اورانیت ۷ تنی مورد استفاده توسط ماری کوری چقدر بوده است؟ (۲ نمره)

## سوال ۶-تشریحی (۱۳ نمره)

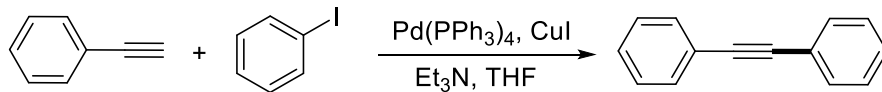
جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

تشکیل پیوند های کربن-کربن به کمک کاتالیزورهای فلزی در سال های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این واکنش ها در سنتز مولکول هایی با ساختارهای پیچیده و فراورده های طبیعی مورد استفاده قرار گرفته اند.

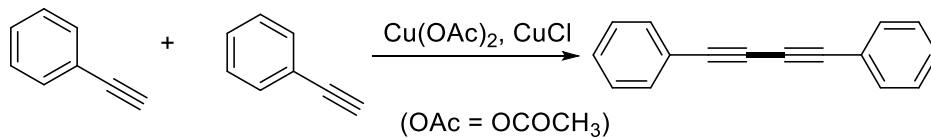
ترکیبات آلی سیلسیم دار با ساختارهای ویژه را می توان در حضور یون فلورید در شرایط مناسب به آلکین های انتهایی تبدیل کرد:



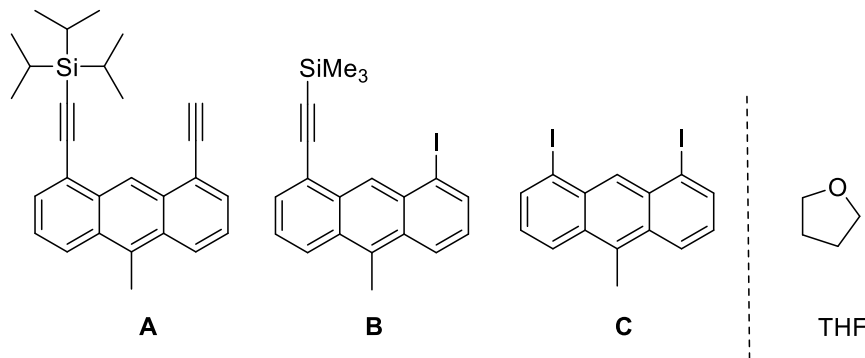
آلکین های انتهایی را می توان به کمک کاتالیزورهای فلزی در واکنش های تشکیل پیوند کربن-کربن به کار گرفت. یکی از این واکنش ها که بین آلکین های انتهایی و آریل یدیدها انجام می شود به واکنش *سونوگاشیرا* معروف است:

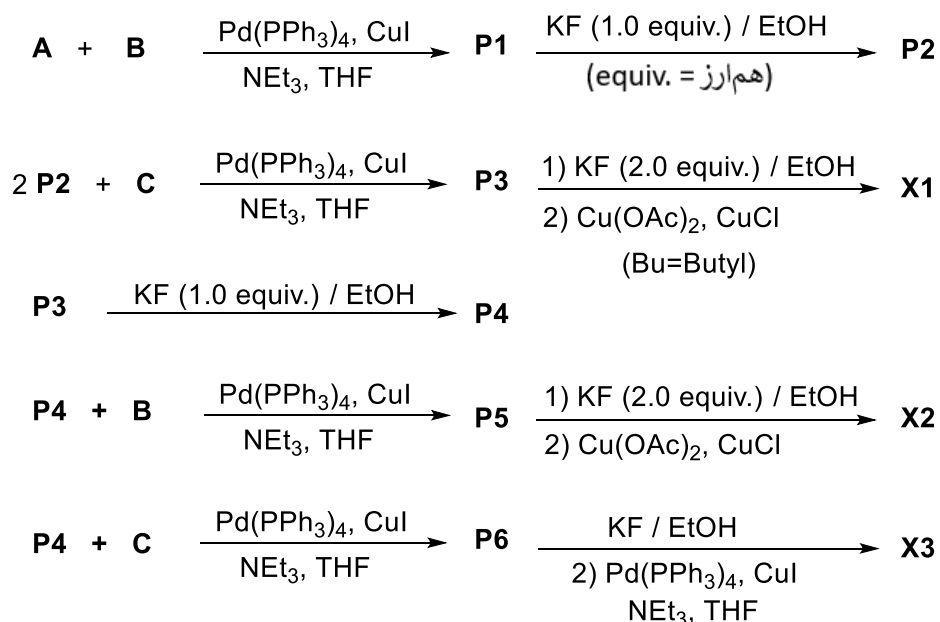


در واکنش دیگری که اولین بار توسط گلیر گزارش شد، بین آلکین های انتهایی به کمک کاتالیزورهای فلزی پیوند جدید کربن-کربن تشکیل می شود:



در سال ۲۰۱۲ محققین موفق شدند به کمک واکنش هایی نظیر واکنش های بالا و با استفاده از مواد اولیه **A**، **B** و **C** مولکول هایی با ساختارهای پیچیده مانند **X1**، **X2** و **X3** را سنتز کنند. مراحل سنتز این ترکیبات در زیر نشان داده شده است:





با توجه به اطلاعات داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف- ساختارهای P1-P6 را رسم کنید. P2 در ساختار خود گروه ایزوپروپیل دارد. X1، X2 و X3 از طریق واکنش‌های درون مولکولی به دست می‌آیند. ساختارها را به طور کامل رسم کنید و از استفاده از علامت‌های اختصاری غیر متعارف در نمایش ساختارها خودداری کنید. (میتوانید از Me برای نمایش گروه متیل و *i*-Pr برای نمایش گروه ایزوپروپیل استفاده کنید) (۹ نمره)

ب- با توجه با ساختارهای X1، X2 و X3 به سوالات زیر پاسخ دهید.

ب-۱- تعداد گروه‌های متیل در X1 (۱ نمره)

ب-۲- تعداد پیوندهای سه گانه کربن-کربن در X2 (۱/۵ نمره)

ب-۳- فرمول شیمیایی X3 (۱/۵ نمره)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۸ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات تستی سی و سومین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۱

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۴۰	۰۸:۰۰	۳۰۰ (تشریحی و تستی)



#### تایید کمیته علمی

شماره پرونده: .

کد ملی: .

نام پدر: ----

نام مدرسه: ----



حوزه: ----

استان: ----

منطقه: ----

پایه تحصیلی: ----

شماره سندلی

.....

کد دفترچه

-

#### توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوالهای این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه‌ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده‌اند، این دو دفترچه همزمان در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرند.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالهای داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه های دفترچه سوال مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- یک پاسخ‌برگ چهارگزینه‌ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- کلیه جوابهای سوالهای چهارگزینه‌ای باید در پاسخ‌برگ چهارگزینه‌ای وارد شوند. پاسخهای نوشته شده در دفترچه سوال تصحیح نشده و به آنها هیچ نمره‌ای تعلق نخواهد گرفت.
- پاسخ برگ چهارگزینه‌ای شما را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و پاسخ هر سوال را با مداد مشکی نرم در محل خانه مربوطه کاملاً سیاه کنید.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت، جدول تناوبی عناصر و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ‌تاب ممنوع است همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- پاسخ درست به هر سوال چهارگزینه‌ای ۳ نمره مثبت و هر پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه یازدهم انتخاب می‌شوند.
- دفترچه‌های سوال باید همراه پاسخ برگ به مسئولین جلسه تحویل داده شود.

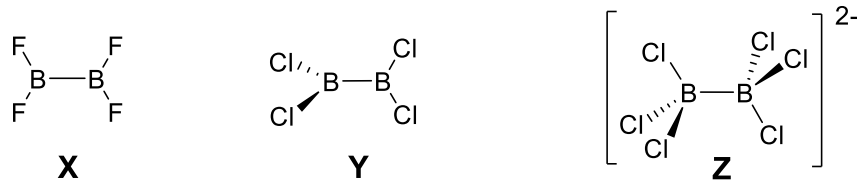
۱- چه تعداد از ترکیبات زیر بر اثر انحلال در آب سرد، گاز آزاد می کنند؟

$B_2H_6$	$Li_3P$	$CsO_3$	$Na_2O_2$	$KO_2$
پنج (۴)	چهار (۳)	سه (۲)	دو (۱)	

۲- اگر دو اربیتال اتمی دارای شکل و جهت گیری فضایی یکسان باشند ولی تعداد گره های شعاعی آنها متفاوت باشد، کدام گزینه در مورد آنها صادق است؟

- ۱) هر دو اربیتال دارای مقدار یکسان  $l$  ولی مقادیر متفاوت  $m_l$  هستند.
- ۲) هر دو اربیتال دارای مقدار یکسان  $m_l$  ولی مقادیر متفاوت  $l$  هستند.
- ۳) هر دو اربیتال دارای مقدار یکسان  $m_l$  ولی مقادیر متفاوت  $m_s$  هستند.
- ۴) هر دو اربیتال دارای مقدار یکسان  $l$  ولی مقادیر متفاوت  $n$  هستند.

۳- کدام گزینه در خصوص مقایسه ی طول پیوند B-B در گونه های زیر صحیح است؟



- ۱)  $X < Z < Y$  (۱)      ۲)  $X < Y < Z$  (۲)      ۳)  $Y < X < Z$  (۳)      ۴)  $Z < Y < X$  (۴)

۴- یک محلول آبی که شامل یونهای  $Cu(II)$  و  $Rh(III)$  است، الکترولیز می شود. پس از عبور جریان با شدت  $0.1394$  آمپر به مدت پنج ساعت، مقدار  $0.18257$  گرم فلز رسوب می کند. فلز رسوب کرده کدام است؟ ثابت فارادی  $96485$  کولن بر مول است. ( $Cu = 63.5$ ،  $Rh = 102.9$ )

- ۱) مس با خلوص  $99/99$  درصد
- ۲) رودیم با خلوص  $99/99$  درصد
- ۳) آلیاژ  $98$  درصد مس و  $2$  درصد رودیم
- ۴) آلیاژ  $98$  درصد رودیم و  $2$  درصد مس

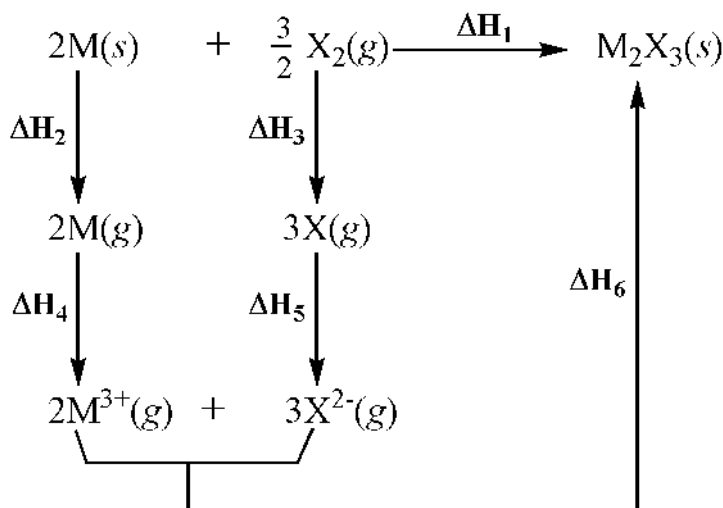
۵- هنگامی که  $KCl$  در حضور  $K_2Cr_2O_7$  و  $H_2SO_4$  غلیظ حرارت داده شود، بخار قرمز رنگ **A** (حاوی  $33/5$  درصد کروم) تولید می شود. عبور این بخار از درون محلول  $NaOH$ ، منجر به تشکیل محلولی حاوی نمک زرد رنگ **B** (حاوی  $32/1$  درصد کروم) می شود. این محلول زرد رنگ در حضور استیک اسید و سرب (II) استات، رسوب زرد رنگ **C** (حاوی  $16/1$  درصد کروم) را تولید می کند. کدامیک از گزینه های زیر در مورد محصولات **A**، **B** و **C** صحیح است؟ ( $Pb = 207/2$ ،  $S = 32/1$ ،  $O = 16/1$ ،  $Cl = 35/5$ ،  $Cr = 52/0$ ،  $Na = 23/0$ ،  $K = 39/1$ )

- ۱) ترکیبات **A**، **B** و **C** دارای  $Cr(VI)$  هستند.
- ۲) ترکیبات **A** و **B** دارای  $CrO_4^{2-}$  هستند.
- ۳) ترکیب **A** دارای  $Cr(III)$  است.
- ۴) ترکیب **C** دارای آنیون استات است.

۶- برای جدا کردن یک الکترون از کدام گونه در حالت گازی به انرژی کمتری نیاز است؟

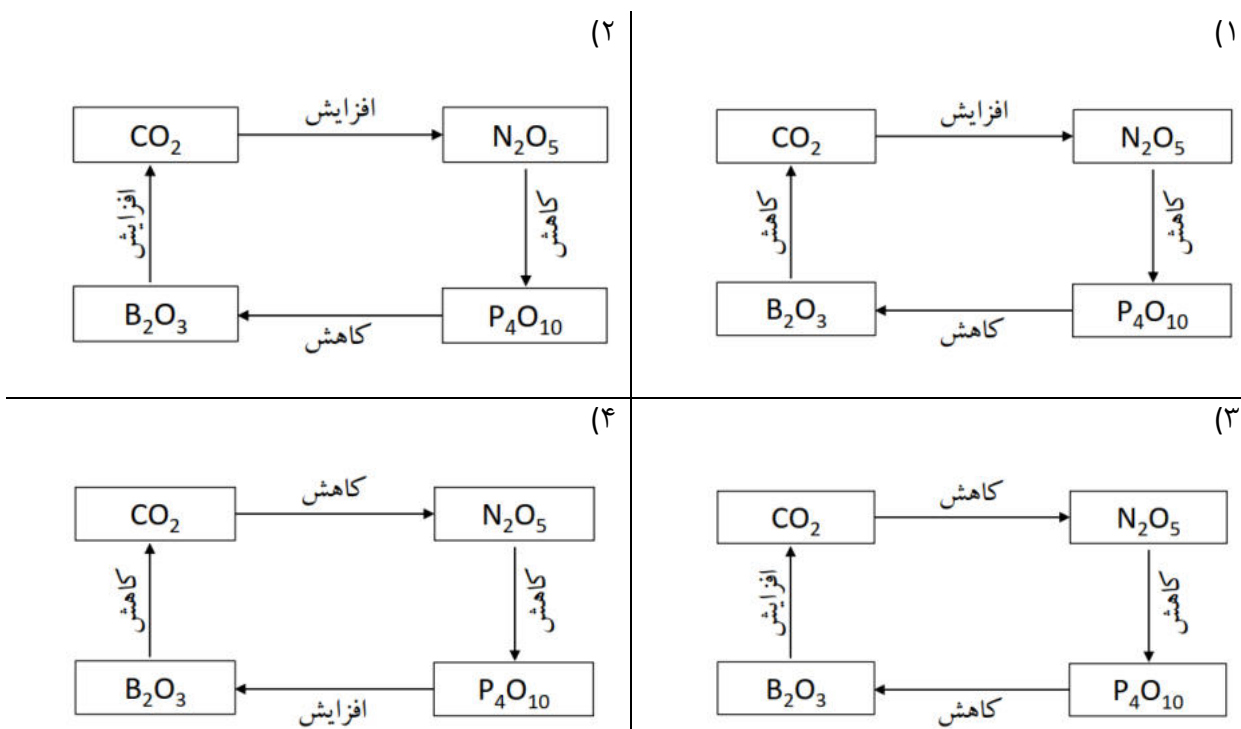
- ۱)  $O_2$  (۱)      ۲)  $CO$  (۲)      ۳)  $O_2^+$  (۳)      ۴)  $NO$  (۴)

۷- چرخه ی بورن-هابر برای تشکیل جامد  $M_2X_3$  در زیر آمده است. اگر همه ی مقادیر در این چرخه بر حسب کیلوژول بر مول باشند، کدام گزینه صحیح است؟



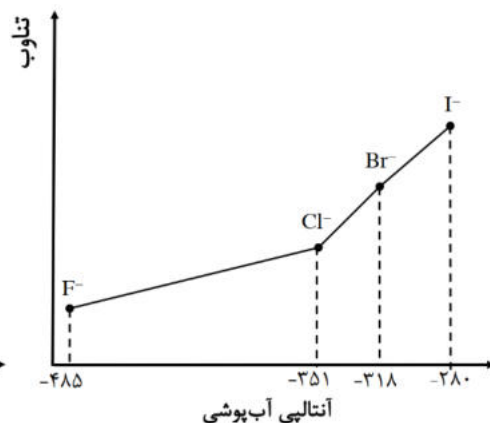
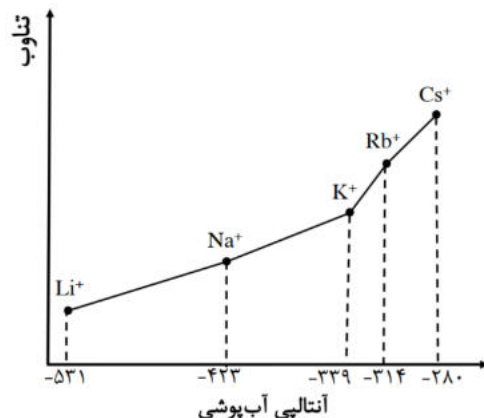
(۱)  $\Delta H_1$  تشکیل  $M_2X_3(s)$  همیشه مثبت است. (۲)  $\Delta H_1 = 2\Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + 2\Delta H_4 + 3\Delta H_5 + \Delta H_6$  (۳) آنتالپی دومین الکترون خواهی X مثبت است. (۴)  $\Delta H_1$  تشکیل  $M_2X_3(s)$  همیشه منفی است.

۸- کدام گزینه در مورد قدرت اسیدی اسید حاصل از انحلال اکسیدهای زیر در آب صحیح است؟

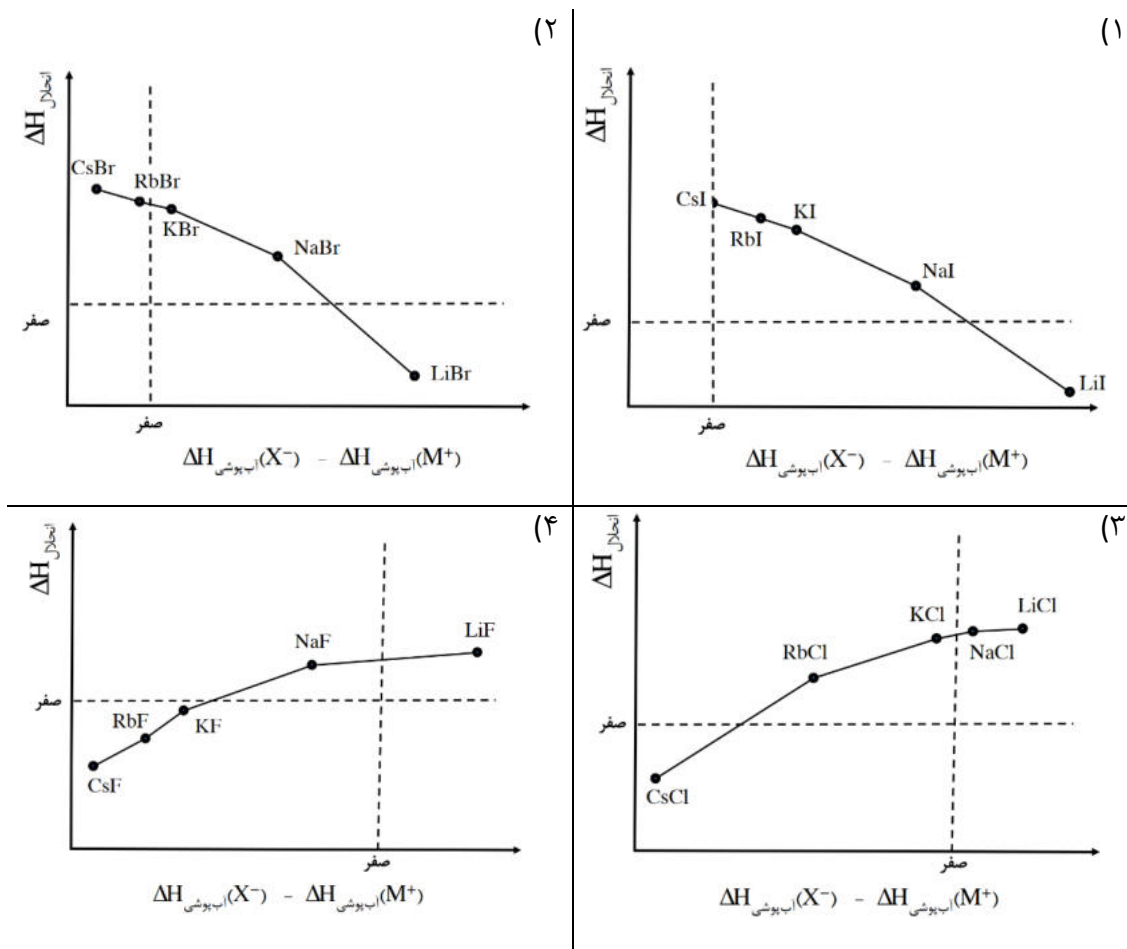


۹- اطلاعات مربوط به انرژی شبکه و آنتالپی آبپوشی در دمای ۲۵ °C بر حسب کیلوژول بر مول در زیر آمده است.

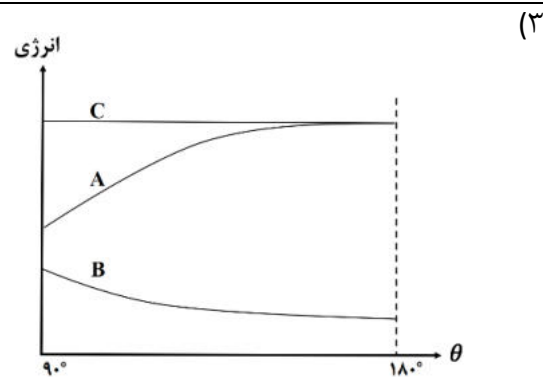
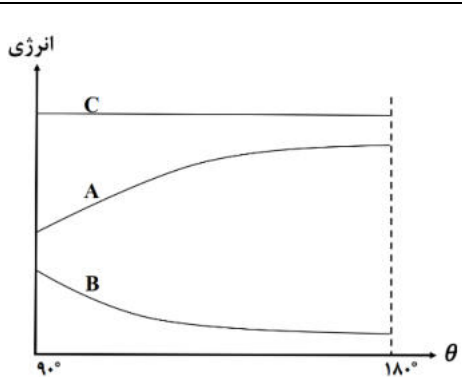
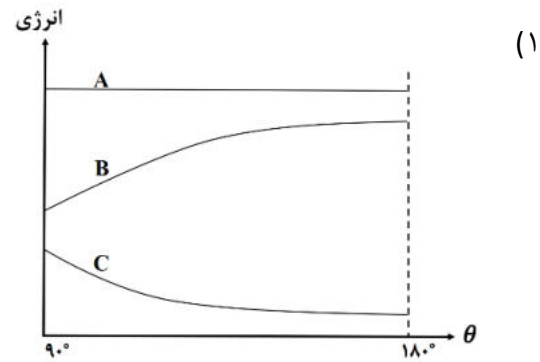
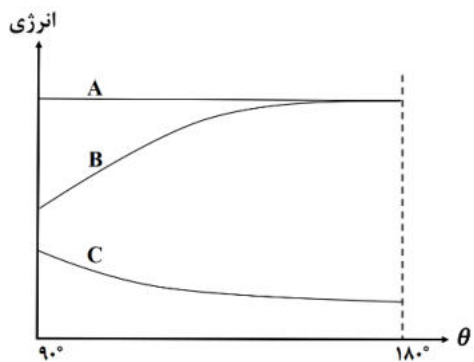
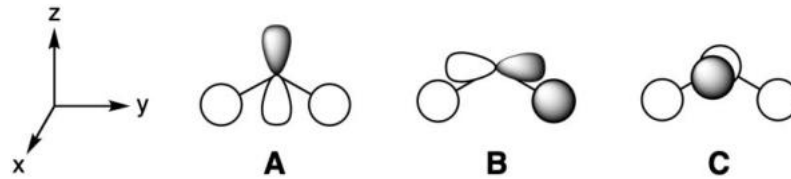
انرژی شبکه‌ی MX	Li	Cs
F	۱۰۳۶	۷۴۰
Cl	۸۵۳	۶۵۹
Br	۸۰۷	۶۳۱
I	۷۵۷	۶۰۴



در کدامیک از گزینه های زیر، نمودار آنتالپی انحلال نمک MX در آب برحسب اختلاف آنتالپی های آبپوشی یون های تشکیل دهنده ی آن (M<sup>+</sup> و X<sup>-</sup>) نادرست است؟



۱۰- سه مورد از اربیتال های مولکولی  $AH_2$  که از برهم کنش اربیتال های  $p_x$ ،  $p_y$ ،  $p_z$  و  $s$  اتم های هیدروژن تشکیل شده اند، نشان داده شده است. اگر زاویه پیوند  $H\hat{A}H$  ( $\theta$ ) از حالت خمیده به خطی تغییر کند، انرژی این اربیتال های مولکولی چگونه تغییر خواهد کرد؟



۱۱- یکی از ویژگی های مهم پروتئین ها وابستگی بار کلی آن ها به pH می باشد. گروه های اسیدی در pH های مختلف دارای بار منفی یا خنثی و گروه های بازی در pH های مختلف دارای بار مثبت یا خنثی هستند. pH ای که در آن بار کلی پروتئین صفر است، نقطه ایزوالکتریک نام دارد. پروتئینی به نام آلبومین سرم گاوی (BSA) تحت تاثیر میدان الکتریکی در محلول آبی مهاجرت می کند. سرعت مهاجرت این پروتئین به سمت قطب منفی، در pH های مختلف بررسی شده است. در نقطه ایزوالکتریک این پروتئین، pH چقدر است؟ سرعت مهاجرت رابطه خطی با pH دارد.

pH	۴/۲۰	۴/۵۶	۵/۲۰	۵/۶۵	۶/۳۰
سرعت ( $\mu\text{m/s}$ )	+۰/۵۰	+۰/۱۸	-۰/۲۵	-۰/۶۵	-۰/۹۰

۵/۱ (۴)

۵/۰ (۳)

۴/۸ (۲)

۴/۶ (۱)

۱۲- بر اساس نظریه ی اربیتال مولکولی، کدام گزینه ترتیب مرتبه ی پیوند را در مولکول های زیر به درستی نشان می دهد؟

- (۱)  $OF < B_2 < BO < C_2$  (۲)  $OF < B_2 < C_2 < BO$
- (۳)  $B_2 < OF < BO < C_2$  (۴)  $B_2 < OF < C_2 < BO$

۱۳- سلول واحد  $Al_2MgO_4$ ، مکعبی با طول ضلع  $۸.۰۹$  پیکومتر است و  $۳۲$  اتم اکسیژن در آن وجود دارد. چگالی این جامد چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟ ( $O = ۱۶/۰$ ،  $Al = ۲۷/۰$ ،  $Mg = ۲۴/۳$ )

- (۱)  $۳/۵۷$  (۲)  $۱/۷۸$  (۳)  $۷/۱۴$  (۴)  $۱۴/۳$

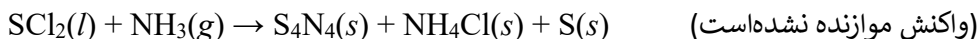
۱۴- مخلوطی از  $H_2S$  و  $CS_2$  در اکسیژن به طور کامل می سوزد. جرم گاز  $SO_2$  تولید شده پنج برابر جرم  $CO_2$  است. درصد جرمی  $CS_2$  در مخلوط اولیه چقدر بوده است؟ ( $O = ۱۶/۰$ ،  $S = ۳۲/۰$ ،  $C = ۱۲/۰$ ،  $H = ۱/۰$ )

- (۱)  $۶۱$  (۲)  $۴۸$  (۳)  $۳۹$  (۴)  $۴۱$

۱۵- اگر  $a$  و  $b$  به ترتیب انرژی های لازم برای تبدیل هسته های  $^3He$  و  $^4He$  به اجزای تشکیل دهنده ی آنها (پروتون و نوترون) باشند، کدام مقایسه در مورد مقادیر  $a$  و  $b$  صحیح است؟

- (۱)  $a = ۰.۷۵ b$  (۲)  $a < ۰.۷۵ b$  (۳)  $۰.۷۵ b < a < b$  (۴)  $a = b$

۱۶- با توجه به اطلاعات ترمودینامیکی داده شده،  $\Delta H^\circ$  برای واکنش زیر چند کیلوژول بر مول است؟



واکنش	$\Delta H^\circ$ ( $kJmol^{-1}$ )
$S_4N_4(s) \rightarrow 4S(s) + 2N_2(g)$	-۴۶۰
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	-۹۱/۸
$S(s) + Cl_2(g) \rightarrow SCl_2(l)$	-۵۰/۰
$H_2S(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow SCl_2(l) + 2HCl(g)$	-۲۱۴
$SCl_2(l) + 2H_2(g) \rightarrow H_2S(g) + 2HCl(g)$	-۱۵۵
$NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl(s)$	-۱۷۶

- (۱)  $-۳۱۹۵$  (۲)  $-۲۸۲۱$  (۳)  $-۱۵۴۱$  (۴)  $-۲۲۷۵$

۱۷- زمان نیمه عمر واکنش مرتبه ی اول  $A \rightarrow P$  دو دقیقه است. زمان لازم برای پیشرفت واکنش از ۹۲ درصد به ۹۹ درصد چند ثانیه است؟

- (۱)  $۳۶۰$  (۲)  $۱۷$  (۳)  $۶۰.۶$  (۴)  $۱۹۵$

۱۸- محلولی حاوی ۰/۱ میلی مولار از  $Zn^{2+}$  و ۰/۱ میلی مولار از  $Co^{2+}$  است. این محلول را در محفظه ای قرار می دهیم که حاوی گاز  $H_2S$  با فشار ثابت ۰/۵ bar است تا مطابق تعادل زیر از  $H_2S$  اشباع گردد. pH این محلول را در چه مقداری تنظیم کنیم تا بیشترین مقدار روی سولفید رسوب کند، بدون آنکه رسوب حاصل آلوده به کبالت سولفید باشد؟



$pK_{a1,2}(H_2S) = 7/0, 13/0$	$K_{sp}(ZnS) = 2/7 \times 10^{-25}$	$K_{sp}(CoS) = 5/1 \times 10^{-22}$
-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

۱/۵ (۴)

۰/۴ (۳)

۲/۰ (۲)

۲/۳ (۱)

۱۹- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



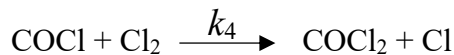
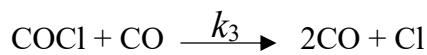
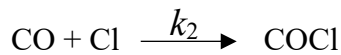
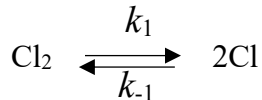
۱۶۸ (۴)

۲۰۴ (۳)

۱۳۲ (۲)

۲۳۲ (۱)

۲۰- گاز فسژن ( $COCl_2$ ) از واکنش گاز کربن مونوکسید طبق مکانیسم زیر تولید می شود:



اگر در این مکانیسم در شرایط مشخصی  $k_3 \gg k_4$  باشد، قانون سرعت برای تولید فسژن در این شرایط کدام است؟

$$r = k[Cl_2]^{3/2} \quad (۴)$$

$$r = k[Cl_2]^{1/2} \quad (۳)$$

$$r = k[CO][Cl_2]^{1/2} \quad (۲)$$

$$r = k[CO][Cl_2] \quad (۱)$$

۲۱- معادله ی زیر که به معادله ی حالت وان دروالس معروف است برای توصیف رفتار گازهای حقیقی استفاده می شود. این معادله اثرات مربوط به جاذبه و حجم ذرات گاز را در نظر می گیرد.  $a$  و  $b$  ثابت های وان دروالس هستند و به نوع گاز بستگی دارند.

$$\left(P + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

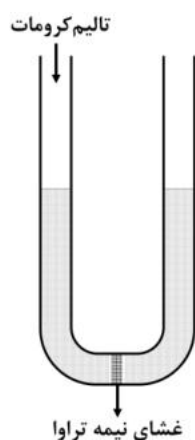
کدام گزینه در مورد مقایسه ی ثابت های وان دروالس گاز  $SiH_4$  (شماره ۱) و گاز  $CCl_4$  (شماره ۲) صحیح است؟

$$a_1 < a_2, b_1 < b_2 \quad (۴)$$

$$a_1 > a_2, b_1 < b_2 \quad (۳)$$

$$a_1 < a_2, b_1 > b_2 \quad (۲)$$

$$a_1 > a_2, b_1 > b_2 \quad (۱)$$



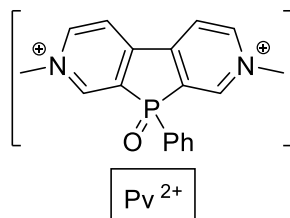
۲۲- مطابق شکل، یک لوله ی U-شکل توسط یک غشای نیمه‌تراوا که تنها به مولکول‌های آب اجازه ی عبور می‌دهد، به دو بخش برابر تقسیم شده‌است. سطح مقطع لوله در هر دو بخش برابر  $5.7 \text{ cm}^2$  بوده و هر بخش حاوی  $5.7 \text{ mL}$  میلی‌لیتر آب مقطر است. به قسمت سمت چپ،  $2.5 \text{ mL}$  میلی‌گرم تالیم (I) کرومات جامد اضافه می‌کنیم. پس از برقراری تعادل در دمای  $298 \text{ K}$ ، جرم جامد باقیمانده در لوله ی سمت چپ چند میلی‌گرم خواهد بود؟ چگالی مایع هر دو سمت را  $1000 \text{ kgm}^{-3}$  و شتاب گرانش را  $9.81 \text{ ms}^{-2}$  در نظر بگیرید. ( $Tl = 204/4$ ،  $Cr = 52/0$ ،  $O = 16/0$ )

$$K_{sp}(\text{تالیم کرومات}) = 8.7 \times 10^{-13}$$

$$R = 8.3145 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

- (۱) ۰/۲۰ (۲) ۰/۵۶ (۳) ۰/۶۸ (۴) ۰/۸۰

۲۳- در نمک  $[Pv][CF_3SO_3]_2$ ، کاتیون آل  $Pv^{2+}$  (شکل زیر) وجود دارد که یک فسفاویلوژن است و بر اثر کاهش الکتروشیمیایی آن، تغییر رنگ شدیدی مشاهده می‌شود. از اینگونه ترکیبات می‌توان برای ساخت شیشه‌های الکتروکرومیک (electrochromic) استفاده کرد که بر اثر اعمال یک ولتاژ الکتریکی، به صورت برگشت پذیر تیره می‌شوند. پتانسیل استاندارد برای کاهش تک‌الکترونی این ترکیب برابر  $-176 \text{ mV}$  است. میزان جذب نور توسط محلول‌های این ترکیب از رابطه ی  $-\log(I/I_0) = \epsilon bc$  پیروی می‌کند که در آن  $I_0$  و  $I$  به ترتیب شدت نور تابیده شده به محلول و خارج شده از محلول،  $b$  طول مسیر عبوری نور از درون محلول،  $c$  غلظت گونه ی کاهش یافته  $(Pv^{+})$  و  $\epsilon$  یک ثابت با مقدار عددی  $11700 \text{ Lmol}^{-1}\text{cm}^{-1}$  است. اگر بخواهیم لایه ای با ضخامت  $0.5 \text{ mm}$  از یک محلول  $[Pv][CF_3SO_3]_2$  بر اثر اعمال ولتاژ  $-0.20 \text{ V}$  در دمای  $298 \text{ K}$  کلین تیره شود، به طوری که مانع از عبور  $99/9\%$  از نور ورودی باشد، غلظت اولیه ی  $[Pv][CF_3SO_3]_2$  در این محلول باید چند میلی‌مولار باشد؟  $R=8.3145 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ ،  $F=96485 \text{ Cmol}^{-1}$



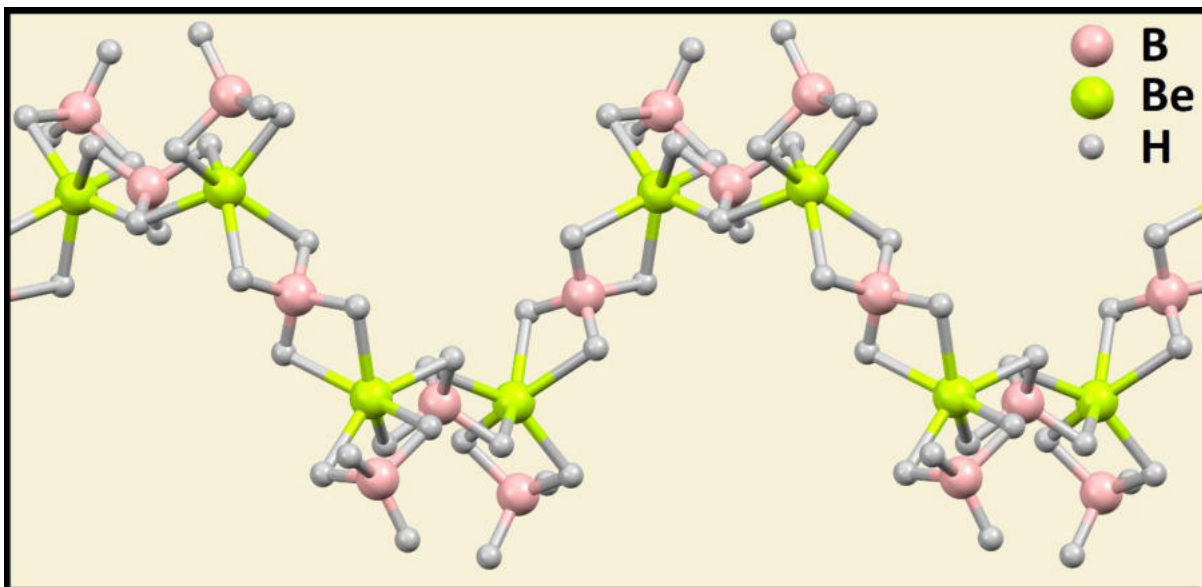
- (۱) ۰/۷ (۲) ۵/۱ (۳) ۷/۱ (۴) ۵/۷

۲۴- اسیدی با فرمول  $H_xE_yO_z$  دارای ۱۸ اتم در هر مولکول خود است. نمک سدیم این اسید  $(Na_xE_yO_z)$  در بسیاری از شوینده‌های امروزی استفاده می‌شود و حاوی  $25/3\%$  درصد عنصر E است.  $54 \text{ g}$  میلی‌گرم از این نمک را در  $5.7 \text{ L}$  میلی‌لیتر آب حل کرده و به آن مقدار کافی از محلول روی استات/اورانیل استات اضافه می‌کنیم تا تمام سدیم موجود رسوب کند. رسوب حاصل در  $300^\circ \text{C}$  حرارت داده می‌شود تا به طور کامل به  $Na_2Zn_2(U_2O_7)_3$  تبدیل گردد. جرم جامد به دست آمده  $712 \text{ g}$  میلی‌گرم است. عنصر E کدام گزینه می‌تواند باشد؟

$$(S=32/1, C=12, B=10/8, P=31/0, H=1, O=16, Na=23, Zn=65/4, U=238)$$

- (۱) P (۲) B (۳) C (۴) S

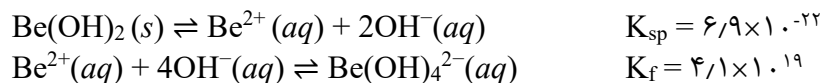
۲۵- ترکیب جامدی از بور، بریلیم و هیدروژن در ساختار بلورین خود دارای مارپیچ‌های تکرارشونده است. برشی از یکی از این مارپیچ‌ها در شکل زیر آمده‌است.



۱۰ گرم از این ترکیب، با مقدار اضافی تری‌فنیل‌فسفین  $P(C_6H_5)_3$  واکنش می‌دهد و  $14/3$  گرم از ترکیب X (حاوی  $11/2$  درصد فسفر و  $3/9$  درصد بور) و  $0/28$  گرم از ماده‌ی Y تولید می‌کند. Y کدام گزینه می‌تواند باشد؟  
(Be = 9, B = 10/8, P = 31, C = 12, H = 1)



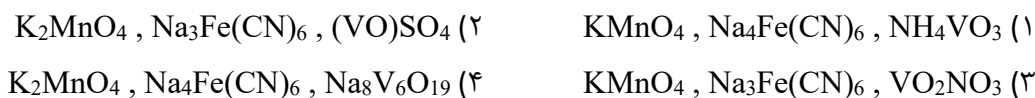
۲۶- بریلیم هیدروکسید خاصیت آمفوتری دارد و بر اساس تعادل‌های زیر، هم در محلول‌های اسیدی و هم در محلول‌های قلیایی حل می‌شود:



در pH به‌خصوصی، انحلال‌پذیری بریلیم هیدروکسید به کمترین مقدار خود می‌رسد. در این pH انحلال‌پذیری این نمک چند ppm است؟ (Be=9, O=16, H=1)



۲۷- در کدام گزینه، همه‌ی ترکیبات داده‌شده دارای خاصیت پارامغناطیسی هستند؟



۲۸- برای پف کردن کیک از پودرهای کیک پزی استفاده می شود. واکنش بین اجزای موجود در این پودرها در محلول آبی، منجر به آزاد شدن گاز  $\text{CO}_2$  می گردد. یک نمونه از پودر کیک پزی شامل سدیم کربنات، سدیم هیدروژن کربنات و کلسیم دی هیدروژن فسفات است. ۶/۰ گرم از این پودر را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۲۵۰ میلی لیتر می رسانیم. حجم های ۵۰/۰ میلی لیتری از این محلول در دو آزمایش مختلف توسط محلول های استاندارد اسید یا باز تیتر می شوند و نتایج زیر به دست می آید:

محلول استاندارد	شناساگر	pH تغییر رنگ شناساگر	حجم محلول مورد نیاز برای رسیدن به نقطه پایانی (mL)
NaOH ۰/۲۰ M	فنل فتالین	۹/۰	۹/۴۶
HCl ۰/۲۰ M	متیل اورانژ	۴/۰	۵۲/۷۰

$$pK_{a1,2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = ۶/۰, ۱۱/۰ \quad pK_{a1,2,3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = ۲/۰, ۷/۰, ۱۲/۰$$

درصد سدیم کربنات در این نمونه از پودر کیک پزی چقدر است؟ (H=۱، O=۱۶، C=۱۲، P=۳۱، Na=۲۳، Ca=۴۰)

(۱) ۱۵ (۲) ۳۱ (۳) ۵۰ (۴) ۲۰

۲۹- کمپلکس هشت وجهی  $[\text{Co}(\text{gly})_2(\text{H}_2\text{O})\text{Br}]^-$  دارای چند ایزومر هندسی (بدون در نظر گرفتن ایزومرهای نوری) است؟  $\text{gly}^-$  لیگاند دودندانه ی گلیسینات است که از یک طرف با اتم نیتروژن گروه آمینی و از طرف دیگر با اتم اکسیژن گروه کربوکسیلات به صورت سیس با یون های فلزی پیوند می دهد. ( $\text{gly}^- = \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}_2^-$ )

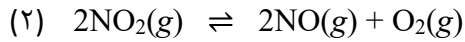
(۱) سه (۲) چهار (۳) پنج (۴) شش

۳۰- یک ترکیب نیمه رسانا با فرمول تجربی  $\text{MGa}_x\text{In}_{(1-x)}\text{Se}_2$  که در آن  $0 < x < 1$  و M یک فلز مجهول است در ساخت سلول های خورشیدی استفاده می شود. ۲/۰ گرم از این ترکیب در ۲۵ میلی لیتر نیتریک اسید داغ حل می شود. بر اثر این واکنش، همه ی فلزات به بالاترین عدد اکسایش خود می رسند و سلنیم به عدد اکسایش +۴ اکسید می شود. بخشی از سلنیم به همراه کل ایندیم موجود در نمونه، به صورت یک جامد سفیدرنگ به جرم ۶۵۸ میلی گرم رسوب می کند که تنها حاوی ایندیم، سلنیم و اکسیژن است. حرارت دادن این رسوب در دمای  $800^\circ\text{C}$  باعث کاهش جرم ۵۴/۵ درصدی و تبدیل کامل آن به  $\text{In}_2\text{O}_3$  می شود. پس از جداسازی این رسوب، باقی مانده ی محلول اولیه که اکنون حاوی یون های گالیم، سلنیم و M است با  $\text{KMnO}_4$  تیتر می شود. برای ظاهر شدن رنگ بنفش پرمنگنات به  $19/67$  میلی لیتر محلول ۰/۲۰ مولار  $\text{KMnO}_4$  نیاز است. افزودن  $\text{BaCl}_2$  به محلول حاصل، سبب رسوب کردن جامد سفیدرنگ دیگری می شود که تنها حاوی باریوم، سلنیم و اکسیژن است و درصد جرمی باریوم در آن ۴۹ درصد است. فلز M کدام است؟

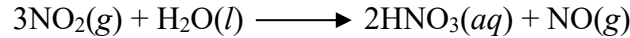
$$(\text{Ag} = 109/7, \text{Cu} = 63/5, \text{Co} = 58/9, \text{Rb} = 85/5, \text{O} = 16, \text{Se} = 79, \text{Ga} = 69/7, \text{In} = 114/8, \text{Ba} = 137/3)$$

(۱) Ag (۲) Cu (۳) Co (۴) Rb

۳۱- هنگامی که کلسیم نیترات را در دمای °C ۶۰۰ حرارت دهیم، مطابق واکنش های زیر تجزیه می گردد:



مقدار اضافی از کلسیم نیترات را در کوره ای در بسته با حجم ثابت  $V_0$  و دمای °C ۶۰۰ حاوی هوا با فشار ۱/۰۰ bar قرار می دهیم تا تجزیه شود (هوا را شامل ۷۹٪ نیتروژن، ۲۰٪ اکسیژن و ۱٪ آرگون در نظر بگیرید). پس از رسیدن به تعادل، فشار کل داخل کوره به ۵/۷۸ bar می رسد. مخلوط گازی حاصل را از درون آب سرد عبور می دهیم تا گاز  $\text{NO}_2$  به طور کامل مطابق معادله ی زیر واکنش دهد:



پس از انجام این واکنش، حجم مخلوط گازی برابر  $V_0$ ، دمای آن °C ۵۰ و فشار آن برابر ۱/۸۶ bar می شود (در این دما، واکنش ۲ بسیار کند است).  $K_p$  برای واکنش (۲) در دمای °C ۶۰۰ چقدر است؟

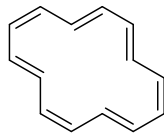
۵/۰ (۴)

۵/۶ (۳)

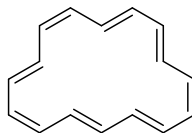
۴/۱ (۲)

۳/۱ (۱)

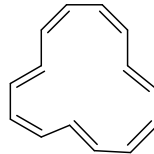
۳۲- چه تعداد از عبارات زیر صحیح هستند؟



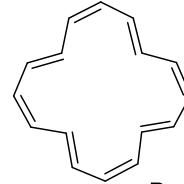
A



B



C



D

• B و D ایزومرهای ساختاری هستند.	• A و B فرم های رزونانسی هستند.
• C و A فرم های رزونانسی هستند.	• D و C فرم های رزونانسی هستند.
• C و A ایزومرهای ساختاری هستند.	• B و D فرم های رزونانسی هستند.

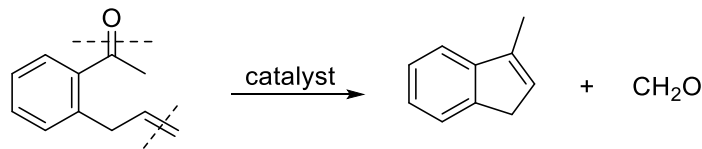
۴) شش

۳) چهار

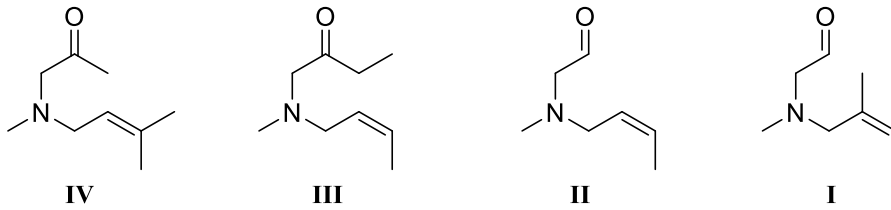
۲) دو

۱) صفر

۳۳- به واکنش زیر که نوعی واکنش متاتسیس (Metathesis) است توجه کنید:



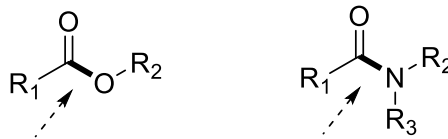
محصول P را می توان با واکنشی نظیر واکنش فوق، هم از ماده ی اولیه A و هم از ماده ی اولیه B که در بین مواد زیر وجود دارند تهیه کرد:



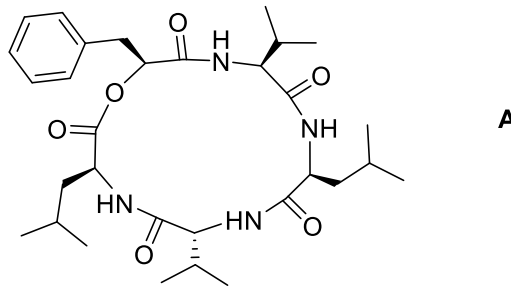
اگر نسبت جرم مولی P به A کمتر از نسبت جرم مولی P به B باشد، ترکیب B کدام است؟  
(C=۱۲، H=۱، N=۱۴، O=۱۶)

I (۱)                      II (۲)                      III (۳)                      IV (۴)

۳۴- در واکنش هیدرولیز استرها و آمیدها، پیوندهای مشخص شده در شکل زیر شکسته می شوند:

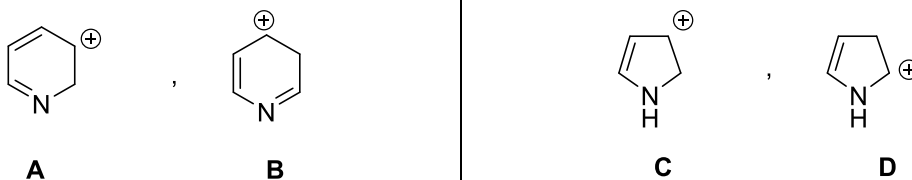


در اثر هیدرولیز کامل ترکیب A چند آمینواسید مختلف تشکیل می شوند؟ (ایزومرهای فضایی را در نظر بگیرید)



(۱) دو                      (۲) سه                      (۳) چهار                      (۴) پنج

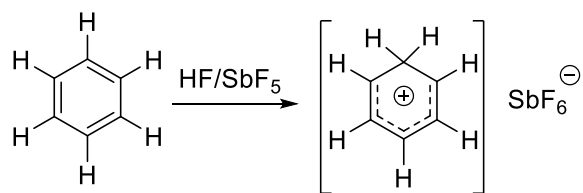
۳۵- بر مبنای مقایسه‌ی فرم‌های رزونانسی، در هر جفت از گونه‌های داده‌شده کدام یک پایدارتر است؟



(C, B) (۴)                      (C, A) (۳)                      (D, B) (۲)                      (D, A) (۱)



۳۹- بنزن در محیط سوپراسیدی (مانند مخلوطی از HF-SbF<sub>6</sub>) پروتون دار می شود:

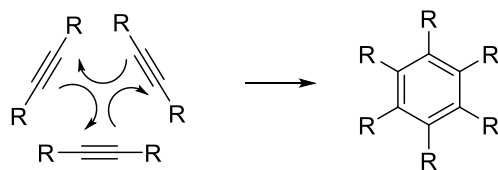


با توجه به واکنش فوق اگر ۱،۲،۳-تری متیل بنزن در محیط سوپراسیدی قرار گیرد و امکان پروتون دار شدن هر یک از شش کربن حلقه ی بنزی وجود داشته باشد، چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟

-در تمامی گونه های کاتیونی آلی حاصل، کربن متیلنی (CH<sub>2</sub>) وجود دارد.  
 -بیش از سه گونه ی مختلف کاتیونی آلی تشکیل می شود.  
 -فقط در دو گونه از گونه های کاتیونی آلی حاصل، دو فرم هم ارز رزونانسی وجود دارد.  
 -در همه ی فرم های رزونانسی مربوط به هریک از گونه های کاتیونی آلی حاصل، حداقل یک کربن sp<sup>3</sup> به کربنی که بار مثبت دارد متصل است.

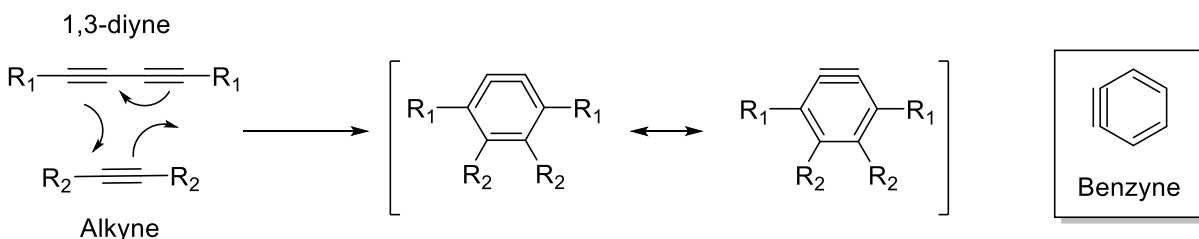
(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

۴۰- از واکنش تری مریزاسیون آلکین ها برای تهیه مشتقات بنزن استفاده می شود:

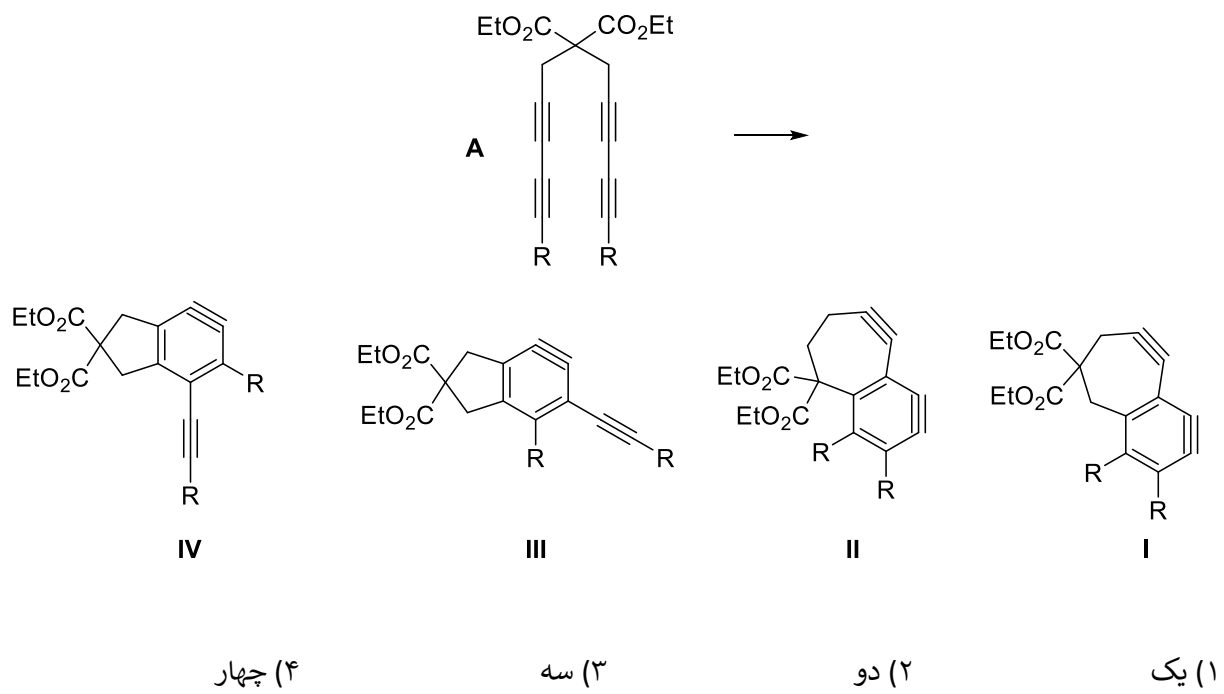


Alkyne trimerization

چنانچه واکنشی مشابه واکنش فوق بین ۱،۳-دی این ها (1,3-diyne) و آلکین ها انجام شود، شواهد نشان می دهد که واکنش با تشکیل حدواسط ناپایداری از نوع بنزاین همراه است.



در شرایط واکنش فوق، چه تعداد از حدواسط‌های داده شده در زیر، از A تشکیل می‌شوند؟



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

# کلید آزمون مرحله دوم المپیاد شیمی ۱۴۰۲

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ① ②



غلط

صحيح ●

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی ترم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

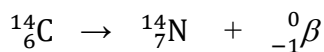
محل امضاء

اینجانب \_\_\_\_\_ فرزند \_\_\_\_\_ با کد ملی \_\_\_\_\_

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تأیید می نمایم.

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۱- اگر جرم اتمی  $^{14}\text{C}$  و  $^{14}\text{N}$  بر حسب amu به ترتیب  $14/003241$  و  $14/003074$  باشد، انرژی واکنش زیر چند ژول است؟



(۱)  $2/5 \times 10^{-14}$  (۲)  $2/8 \times 10^{-31}$  (۳)  $3/1 \times 10^{-18}$  (۴)  $5/3 \times 10^{-10}$

۲- ذره ای به جرم ۱۵ گرم با سرعت ۳۵ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است، طول موج دوپروی این ذره بر حسب نانومتر چقدر است؟ ثابت پلانک برابر با  $6/626 \times 10^{-34}$  ژول ثانیه است.

(۱)  $4/5 \times 10^{-33}$  (۲)  $3/6 \times 10^{-33}$  (۳)  $6/8 \times 10^{-26}$  (۴)  $4/5 \times 10^{-24}$

۳- در یک شبکه مکعبی مرکز پر (Body Centered Cubic)، تعداد نزدیکترین همسایه های یک اتم (اولین همسایه ها - Nearest Neighbors) و تعداد دومین همسایه ها (Next-Nearest Neighbors) بترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) ۶ و ۴ (۲) ۸ و ۶ (۳) ۸ و ۴ (۴) ۸ و ۸

۴- در کدام گزینه هر دو ترکیب غیر قطبی هستند؟

(۱)  $\text{AsF}_5$ ،  $\text{SnCl}_2$  (۲)  $\text{TeO}_2$ ،  $\text{SnCl}_2$  (۳)  $\text{AsF}_5$ ،  $\text{IF}_2^-$  (۴)  $\text{TeO}_2$ ،  $\text{IF}_2^-$

۵- در آزمایشگاه شیمی یک دیپرستان دو محلول  $\text{HNO}_3$  با مشخصات زیر موجود است:

A- محلول  $\text{HNO}_3$  با درصد جرمی ۱۲٪ و چگالی  $1/053 \text{ g/mL}$

B- محلول  $\text{HNO}_3$  با درصد جرمی ۳۵٪ و چگالی  $1/11 \text{ g/mL}$

جرم های مساوی از این دو محلول را با هم مخلوط می کنیم، مولاریته محلول بدست آمده چقدر است؟ (از تغییر حجم در اثر مخلوط کردن صرف نظر کنید)

(۱)  $3/0$  (۲)  $5/2$  (۳)  $3/3$  (۴)  $4/0$

۶- ساختار هندسی ملکول های  $\text{IF}_3$  و  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  بترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) T شکل - چهاروجهی (۲) مثلثی مسطح - زنجیری

(۳) منشور مثلثی - چهاروجهی (۴) چهاروجهی - مسطح مربعی

۷ - نمونه ای از گاز طبیعی حاوی متان ( $\text{CH}_4$ )، اتان ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )، پروپان ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) و نیتروژن ( $\text{N}_2$ ) با ترکیب درصد حجمی به ترتیب ۶۳، ۱۷، ۱۳ و ۷ می باشد. فرض کنید با استفاده از یک کاتالیزور کل کربن موجود در گاز طبیعی با بازده ۱۰۰٪ به بوتادی ان ( $\text{C}_4\text{H}_6$ ) تبدیل شود. به ازای ۱۰۰ گرم گاز طبیعی چند گرم بوتادی ان بدست می آید؟

(۱) ۵۸ (۲) ۱۹۳ (۳) ۸۰ (۴) ۳۸

۸- اگر نیکل در شبکه مکعبی با وجوه مرکزپر متبلور شود و شعاع یک اتم نیکل  $0/124 \text{ nm}$  در نظر گرفته شود، چگالی نیکل بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب چه مقدار خواهد بود؟ ( $\text{Ni} = 58/7 \text{ g/mol}$ )

(۱)  $8/7$  (۲)  $6/8$  (۳)  $10/2$  (۴)  $9/0$

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۹- کدام گزینه ترتیب نقطه جوش نرمال را درست نشان می دهد؟



۱۰- یک حباب کروی به قطر ۳ cm روی سطح آب، در دمای °C ۲۷ و فشار ۰/۹۵ atm حاوی چند مولکول بخار آب است؟ فرض کنید تمام حجم کره را مولکول های بخار آب تشکیل داده اند.

$$۲/۶ \times ۱۰^{۱۵} \quad (۴)$$

$$۳/۳ \times ۱۰^{۱۴} \quad (۳)$$

$$۲/۶ \times ۱۰^{۲۱} \quad (۲)$$

$$۳/۳ \times ۱۰^{۲۰} \quad (۱)$$

۱۱- پروتئین ها می توانند با برخی از مولکول ها (لیگاندها) تشکیل کمپلکس دهند. فرض کنید پروتئین دو جایگاه فعال اختصاصی یکی برای لیگاند X و یکی برای لیگاند Y دارد و با آن ها تشکیل کمپلکس می دهد. اتصال این لیگاندها به پروتئین مستقل از یکدیگر انجام می شود و اتصال پروتئین با یکی از لیگاندها تاثیری بر ثابت تعادل اتصال پروتئین با لیگاند دیگر ندارد. ثابت تعادل اتصال پروتئین به لیگاند X در جایگاه اختصاصی خودش، برابر  $۱۰^۶ \times ۵/۰$  و ثابت تعادل اتصال پروتئین به لیگاند Y در جایگاه اختصاصی خودش، برابر  $۱۰^۷ \times ۱/۰$  است و غلظت تجزیه ای پروتئین و دو لیگاند در جدول زیر داده شده است:

پروتئین	X	Y
۱۰ میکرومولار	۱۰ میکرومولار	۱۰ میکرومولار

پس از برقراری تعادل، چه غلظتی از پروتئین بر حسب میکرومولار به هیچ کدام از لیگاندهای X و Y متصل نشده است؟

$$۱/۲ \quad (۴)$$

$$۰/۹۵ \quad (۳)$$

$$۰/۱۳ \quad (۲)$$

$$۰/۲۳ \quad (۱)$$

۱۲- در آزمایش کوه آتشفشان (تجزیه ای آمونیوم دی کرومات) کدام گزینه صحیح است؟

(۱) نوعی سوختن رخ می دهد.

(۲) تعداد الکترون های جفت نشده کروم در ساختار محصول برابر ۴ می باشد.

(۳) یون های آمونیوم در نقش کاهنده ظاهر می شوند.

(۴) ترکیب جامد حاصل فقط خصلت اسیدی دارد.

۱۳- کدام گزینه در مورد جیوه نادرست است؟ (اعداد اتمی روی ، کادمیم، جیوه به ترتیب برابر است با ۳۰، ۴۸، ۸۰)

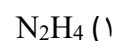
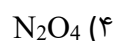
(۱) انرژی نخستین یونش آن کمتر از انرژی نخستین یونش روی می باشد.

(۲) در دمای اتاق چگال تر از کادمیوم و روی می باشد.

(۳) بر خلاف روی و کادمیوم توسط  $\text{H}^+$  اکسید نمی شود.

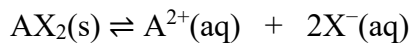
(۴) نقطه جوش کمتری از کادمیوم و روی دارد.

۱۴- در کدام گزینه طول پیوند نیتروژن-نیتروژن از همه کمتر است؟

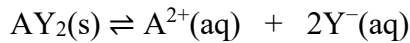


## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۱۵- با توجه به واکنش های زیر، برای حل کردن کامل یک گرم  $AX_2$  و یک گرم  $AY_2$  به حداقل چه مقدار آب نیاز است؟ از تغییر حجم در اثر افزودن جامد به آب صرف نظر کنید. ( $AX_2 = 100 \text{ g/mol}$ ،  $AY_2 = 200 \text{ g/mol}$ )



$$K = 1.0 \times 10^{-3}$$



$$K = 5.0 \times 10^{-4}$$

۱۸۲ (۴)

۱۱۴ (۳)

۵۵ (۲)

۱۴۴ (۱)

۱۶- دانش آموزی برای تعیین میزان گوگرد در یک نمونه از تجزیه وزن سنجی استفاده کرد. برای این منظور در روش استاندارد، گوگرد به صورت باریم سولفات رسوب داده شده و وزن آن اندازه گیری می شود. او با فرض اینکه تمام رسوب حاصل باریم سولفات است، درصد گوگرد در این نمونه را ۲۰ درصد گزارش کرد. در حالی که در واقع ۳۰ درصد از رسوبی که به دست آورده بود BaS بود و نه  $BaSO_4$ . درصد واقعی گوگرد در نمونه چه قدر بوده است؟ ( $O=16$ ،  $S=32$ ،  $Ba=137$ )

۱۴ (۴)

۱۸ (۳)

۲۲ (۲)

۳۲ (۱)

۱۷- یکی از انحلال پذیرترین ترکیبات معدنی نقره (I) نمک پرکلرات آن،  $AgClO_4$ ، است که حلالیت آن ۵۴۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در نتیجه ی اختلاط ۱۰۰ گرم محلول سیرشده ی نقره پرکلرات و ۱۰۰ گرم محلول ۵ درصد پتاسیم کلرید چند گرم رسوب به دست می آید؟ از انحلال پذیری نقره کلرید در آب صرف نظر کنید. انحلال پذیری پتاسیم پرکلرات ۰/۷۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. ( $O=16$ ،  $Cl=35/5$ ،  $K=39$ ،  $Ag=108$ )

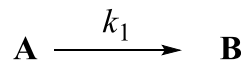
۱۸ (۴)

۱۰ (۳)

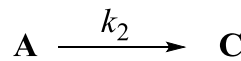
۶۸ (۲)

۳۵ (۱)

۱۸- واکنش های موازی و مرتبه اول زیر را در نظر بگیرید:



$$E_{a,1} = 34 \text{ kJ/mol}$$



$$E_{a,2} = 39 \text{ kJ/mol}$$

اگر این واکنش ها در دمای  $25^\circ\text{C}$  انجام شوند، محصولات B و C با نسبت برابر (۵۰٪ B و ۵۰٪ C) تولید می شوند. اگر بخواهیم درصد در محصولات تولید شده ۶۰٪ باشد، این واکنش ها را در چند درجه سلسیوس باید انجام داد؟

$$(R = 8/3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

۵۵ (۴)

۱۰۰ (۳)

۳۷۳ (۲)

۱۷۴ (۱)

۱۹- ترکیبی با فرمول شیمیایی  $Ti(NH_3)_xCl_y$  حاوی کمپلکسی هشت وجهی از تیتانیم است. بر اثر واکنش یک گرم از ترکیب فوق با مقدار اضافی محلول نقره نیترات، ۱/۸۰ گرم رسوب نقره کلرید تشکیل می شود. در واکنش ۲/۰ گرم از این ترکیب مجهول با محلول غلیظ سدیم هیدروکسید در مجاورت اکسیژن، ۶۶۷ میلی گرم تیتانیم (IV) اکسید تولید می شود. تعداد ایزومرهای هندسی ممکن برای این ترکیب و عدد اکسایش تیتانیم در این ترکیب کدام است؟

$$(Ag=107/8, Cl=35/5, Ti=47/8, O=16, N=14, H=1)$$

Ti<sup>3+</sup> دو ایزومر- (۴)Ti<sup>2+</sup> یک ایزومر- (۳)Ti<sup>3+</sup> یک ایزومر- (۲)Ti<sup>4+</sup> دو ایزومر- (۱)

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

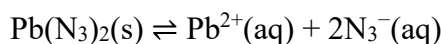
۲۰- در اثر واکنش نیتریک اسید با فلز قلع، هر دو واکنش زیر رخ می دهند:



واکنش ها موازنه نشده اند. در شرایط مشخصی، برای واکنش کامل ۲/۰۳ گرم فلز قلع، به ۳/۰ میلی لیتر نیتریک اسید ۶۸ درصد (با چگالی  $1 \text{ kg L}^{-1}$ ) نیاز است. نسبت حجم  $\text{NO}_2$  تولید شده به حجم  $\text{NO}$  تولید شده در این شرایط چقدر است؟ ( $\text{H} = 1$ ،  $\text{N} = 14$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{Sn} = 118.7$ )

۳ (۱)                      ۱/۵ (۲)                      ۲/۵ (۳)                      ۱ (۴)

۲۱- یک نمونه پساب صنعتی حاوی ۱۶۹ ppm سرب (II) آزید است. اگر  $K_{sp}$  برای  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$  برابر  $10^{-9} \times 2/5$  باشد، چند درصد از آب نمونه باید تبخیر شود تا سرب (II) آزید شروع به رسوب دادن کند؟ ( $\text{Pb} = 207/2$ ،  $\text{N} = 14$ )



۳۲ (۱)                      ۶۷ (۲)                      ۵۸ (۳)                      ۴۳ (۴)

۲۲- محلول های زیر را دو به دو و با حجم های یکسان با هم مخلوط می کنیم. در کدام گزینه، محلول حاصل نزدیک ترین pH به ۷/۰ را خواهد داشت؟

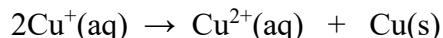
( $\text{p}K_a \text{ NH}_4^+ = 9/3$ ،  $\text{p}K_a \text{ HSO}_4^- = 1/9$ ،  $\text{p}K_{a1,2,3} \text{ H}_3\text{PO}_4 = 2/1$ ،  $7/2$ ،  $12/3$ ،  $\text{p}K_a \text{ NH}_4^+ = 9/3$ )

الف) محلول  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ۰/۰۱۵ M                      ب) محلول  $\text{NaHSO}_4$  ۰/۰۱۵ M

ج) محلول  $\text{K}_3\text{PO}_4$  ۰/۰۱ M                      د) محلول  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ۰/۰۲ M

الف و ب (۱)                      ب و ج (۲)                      ج و د (۳)                      الف و د (۴)

۲۳- یون مس (I) در محلول های آبی ناپایدار است و طبق واکنش مرتبه دوم زیر به مس (II) و فلز مس تسهیم نامتناسب می شود:



برای اندازه گیری ثابت سرعت واکنش بالا در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، یک محلول ۰/۰۱ M از  $\text{Cu}^+$  تهیه می کنیم و با استفاده از الکتروود پلاتینی، پتانسیل کاهشی مربوط به جفت  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$  را نسبت به الکتروود استاندارد هیدروژن در زمان های مختلف اندازه می گیریم. در زمان t پتانسیل اندازه گیری شده برابر ۸۹ میلی ولت است و پس از گذشت ۴۵ دقیقه از زمان t، پتانسیل ۱۲۶ میلی ولت اندازه گیری می شود. ثابت سرعت واکنش تسهیم نامتناسب مس (I) بر حسب  $\text{L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  چقدر است؟

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0.159 \text{ V}, F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$$

۰/۰۱۵۶ (۱)                      ۰/۰۲۰۵ (۲)                      ۰/۰۰۷۸ (۳)                      ۰/۰۱۹۷ (۴)

۲۴- اگر ۰/۲۰ گرم از آنزیم کاتالاز در ۲۵ میلی لیتر آب در دمای  $298 \text{ K}$  حل شود، فشار اسمزی محلول ۴/۵۰ میلی متر جیوه می شود. جرم مولی کاتالاز چند کیلوگرم بر مول است؟ ( $R = 0.08206 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

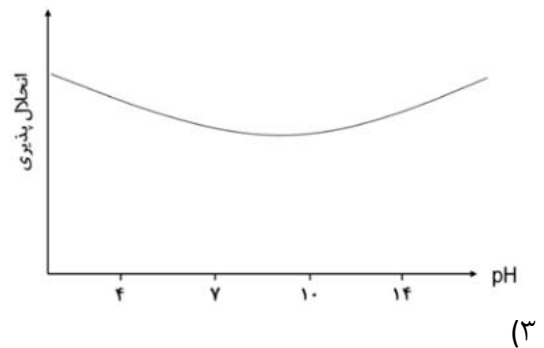
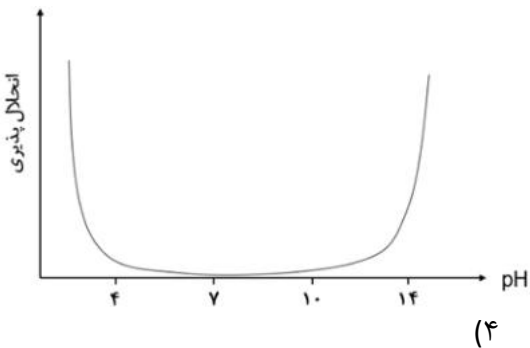
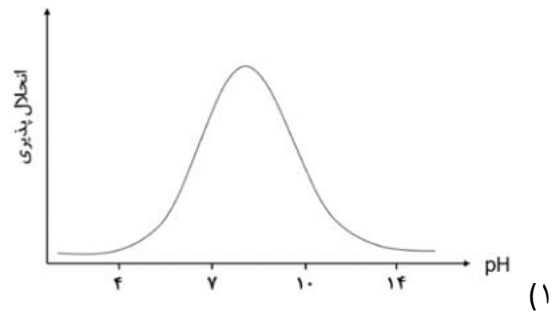
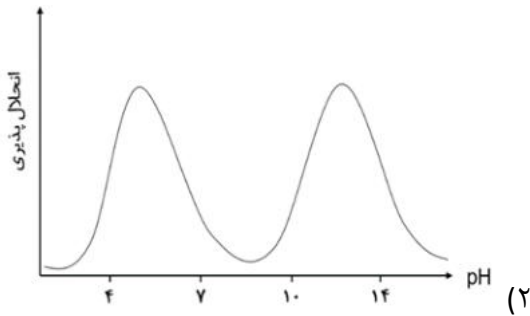
۲۱ (۱)                      ۳۳ (۲)                      ۱۷ (۳)                      ۴۳ (۴)

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۲۵- در محلول های آبی حاوی یون های  $Al^{3+}$  و  $OH^-$  تعادل های زیر برقرار می شوند:



در کدام گزینه، نمودار کیفی انحلال پذیری  $Al(OH)_3$  در pH های مختلف، به درستی رسم شده است؟



۲۶- مقدار  $\Delta_f G^\circ$  (انرژی آزاد گیبس استاندارد تشکیل) برای یک مول گاز نیتریک اکسید،  $NO(g)$ ، در دمای  $298 K$  برابر با  $+86.60$  کیلوژول بر مول است. اگر در این دما، فشار گازهای نیتروژن و اکسیژن در هوا به ترتیب  $0.78$  و  $0.21$  بار بوده و این دو در حال تعادل با گاز  $NO$  باشند، چند مولکول  $NO$  در یک لیتر هوا وجود دارد؟

$$(R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})$$

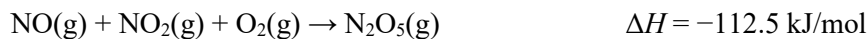
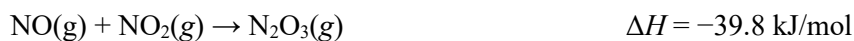
$$8.1 \times 10^{14} \text{ (۴)}$$

$$6.5 \times 10^6 \text{ (۳)}$$

$$3.3 \times 10^{14} \text{ (۲)}$$

$$1.6 \times 10^7 \text{ (۱)}$$

۲۷- با توجه به اطلاعات زیر،  $\Delta H$  واکنش  $N_2O_5(s) + N_2O_3(g) \rightarrow 2N_2O_4(g)$  بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



$$+35.0 \text{ (۴)}$$

$$+31.9 \text{ (۳)}$$

$$-76.3 \text{ (۲)}$$

$$-22.2 \text{ (۱)}$$

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۲۸- در دو آزمایش جداگانه، جرم های یکسان از منیزیم خالص (آزمایش الف) و آلایژ منیزیم-آلومینیم (آزمایش ب) با مقدار اضافی محلول هیدروکلریک اسید واکنش داده اند. اگر جرم گاز هیدروژن آزاد شده در آزمایش (ب) دقیقاً ۱/۱۴ برابر جرم گاز هیدروژن آزاد شده در آزمایش (الف) باشد، درصد جرمی آلومینیم در آلایژ چقدر است؟  
(Mg=۲۴/۳ ، Al=۲۷/۰ g/mol)

(۱) ۳۷ (۲) ۲۸ (۳) ۱۲ (۴) ۴۰

۲۹- دمای جوش کدام محلول از بقیه بالاتر است؟

(۱) محلول ۰/۰۳ مولار Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> در آب  
(۲) محلول ۰/۱ مولار MgSO<sub>4</sub> در آب  
(۳) محلول ۰/۱ مولار NaCl در آب  
(۴) محلول ۰/۳ مولار اتانول در آب

۳۰- مقدار ۱۰ میلی لیتر محلول از یک اسید خیلی ضعیف با غلظت ۰/۱ مولار در اختیار داریم. برای آنکه غلظت H<sup>+</sup> در این محلول به یک سوم مقدار اولیه برسد، چند میلی لیتر آب خالص باید به آن اضافه کرد؟

(۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۴۰ (۴) ۲۰

۳۱- برای واکنش زیر،  $\Delta G^\circ$  در دمای ۲۹۸ کلوین برابر با ۱۳۹ kJ/mol + است. فشار بخار آب در حال تعادل چند میلی متر جیوه است؟

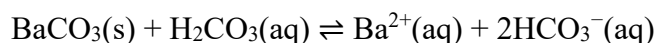


(۱) ۲/۷۵ (۲) ۳/۶۶ (۳) ۰/۰۰۳۶۶ (۴) ۰/۰۰۲۷۵

۳۲- در کدام گزینه نوع هیبرید اتم مرکزی در هر دو ترکیب یکسان است؟

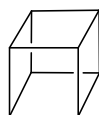
(۱) PF<sub>3</sub>, ClF<sub>3</sub> (۲) ICl<sub>4</sub><sup>-</sup>, XeO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (۳) I<sub>3</sub><sup>-</sup>, SF<sub>4</sub> (۴) XeOF<sub>4</sub>, IO<sub>2</sub>F<sub>2</sub><sup>-</sup>

۳۳- مقادیر pK<sub>a,2</sub> و pK<sub>a,1</sub> برای H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> به ترتیب برابر با ۶/۴ و ۱۰/۳ و مقدار عددی K<sub>sp</sub> برای نمک BaCO<sub>3</sub>(s) برابر با ۱۰<sup>-۹</sup> × ۱/۶ است. ثابت تعادل واکنش زیر کدام است؟



(۱) ۱/۳ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۲) ۲/۰ × ۱۰<sup>-۱۳</sup> (۳) ۳/۲ × ۱۰<sup>-۲۶</sup> (۴) ۸/۰ × ۱۰<sup>-۷</sup>

۳۴- مولکول کوبان به علت ساختار خاص مکعب-مربعی مورد توجه شیمی دانان آلی بوده است. ترکیب A به فرمول مولکولی C<sub>24</sub>H<sub>20</sub> سه واحد کوبان در ساختار خود دارد که با پیوند یگانه کربن-کربن به هم متصل هستند. چند ساختار برای A محتمل است؟

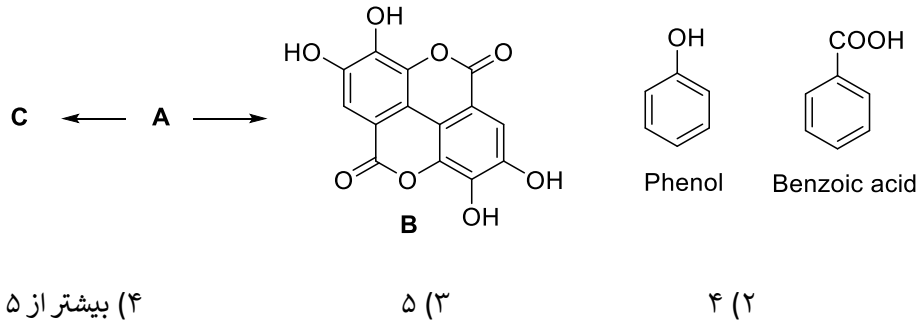


Cubane

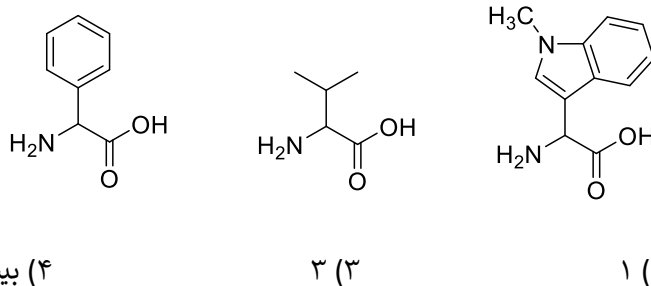
(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) بیشتر از ۳

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

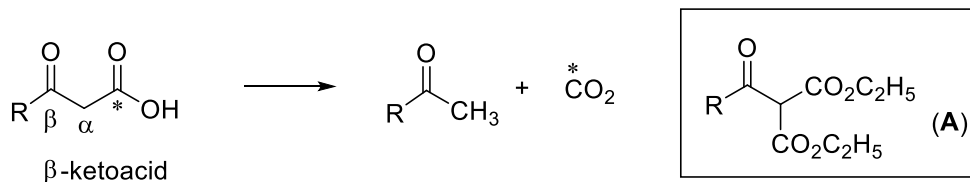
۳۵- مشتقی از بنزویک اسید است که در ساختار آن سه گروه OH فنولی وجود دارد. این ترکیب تحت شرایط مشخصی به B تبدیل می شود و تحت شرایط دیگری که برای تشکیل پیوند استری مناسب است، به C با جرم مولکولی ۴۷۴ گرم بر مول تبدیل می شود. چند ساختار برای C می توان متصور شد؟ (C=۱۲، H=۱، O=۱۶)



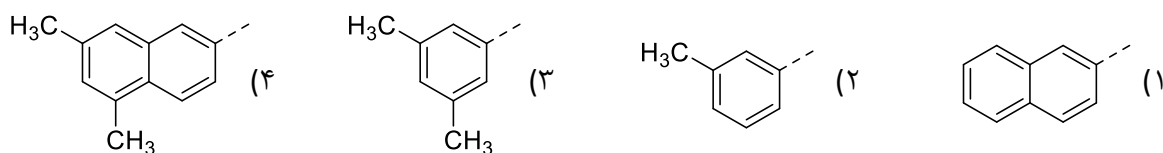
۳۶- با استفاده از سه آمینواسید زیر و تنها از طریق تشکیل پیوند آمیدی، ترکیب X با خواص بیولوژیک تهیه شده است. با استفاده از دستگاه طیف سنج جرمی، جرم مولکولی ترکیب X برابر ۴۱۸/۴۹۷ گرم بر مول گزارش شده است. چه تعداد ساختار مختلف برای X می توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مد نظر نمی باشند)  
(C=۱۲/۰۱۱، H=۱/۰۰۸، N=۱۴/۰۰۷، O=۱۵/۹۹۹)



۳۷- به کربوکسیلیک اسید زیر که در موقعیت β آن یک گروه کربونیل وجود دارد، β-کتواسید گفته می شود. β-کتواسیدها در اثر حرارت در شرایط مناسب CO<sub>2</sub> از دست می دهند (علامت ستاره موقعیت <sup>14</sup>C را نشان می دهد):

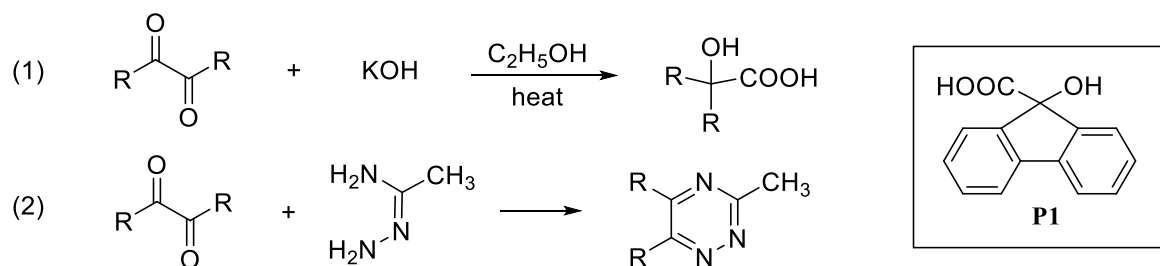


ترکیب A ابتدا در شرایط مناسب آبکافت (هیدرولیز) شده و سپس حرارت داده می شود. این واکنش با متصاعد شدن گاز CO<sub>2</sub> همراه است و ترکیب C بدست می آید. اگر درصد جرمی کربن در C برابر ۸۴/۸۱ درصد باشد، R کدام است؟ علامت خط چین محل اتصال را نشان می دهد. (C=۱۲/۰۱۱، C=۱۴/۰۰۳، H=۱/۰۰۸، O=۱۵/۹۹۹)



## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۳۸- به واکنش های زیر توجه کنید:



از ترکیب **A** در شرایط واکنش معادله (۱) در بالا محصول **P1** و در شرایط واکنش معادله (۲) محصول **P2** به دست می آید. درصد جرمی کربن در **P2** کدام است؟

(C=۱۲/۰۱۱ ، H=۱/۰۰۸ ، N=۱۴/۰۰۷ ، O=۱۵/۹۹۹)

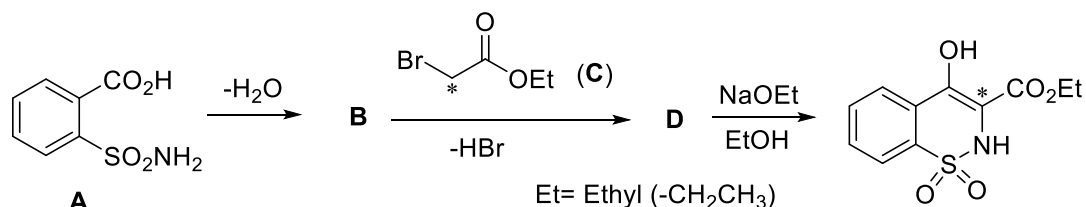
۷۶/۵۷ (۴)

۷۸/۳۵ (۳)

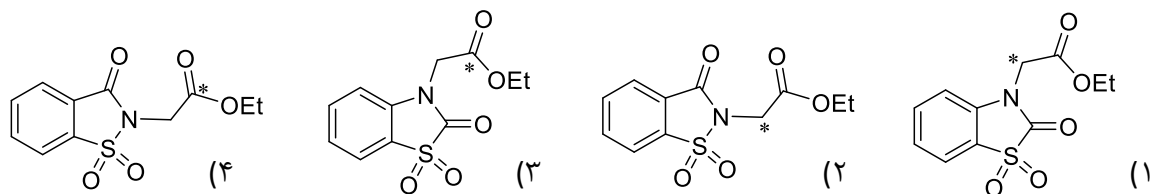
۷۷/۹۱ (۲)

۷۷/۲۳ (۱)

۳۹- به واکنش زیر توجه کنید. برای بررسی مکانیسم واکنش از نشاندار کردن کربن با ایزوتوپ  $^{14}\text{C}$  (علامت ستاره) کمک گرفته شده است:

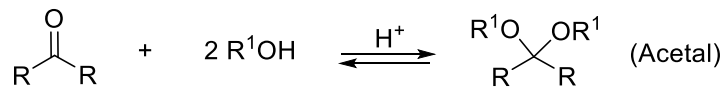


ترکیب **B** با اتیل برومواستات (C) طی یک مرحله واکنش می دهد، HBr آزاد می شود و ترکیب **D** بدست می آید. سپس از واکنش ترکیب **D** با سدیم اتوکسید در حلال اتانول محصول مورد نظر تشکیل می شود. ساختار **D** کدام است؟

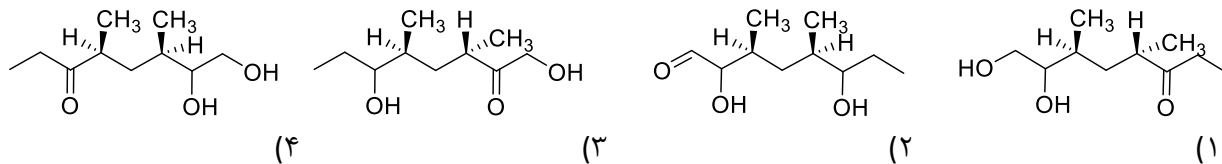
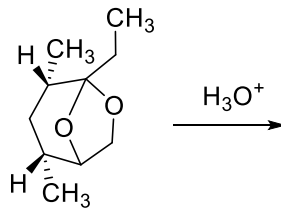


## سوالهای چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۴۰- استال‌ها طی یک واکنش برگشت‌پذیر از آلدهیدها یا کتون‌ها تهیه می‌شوند. در اثر آبکافت (هیدرولیز) در محیط اسیدی، استال‌ها به آلدهید یا کتون اولیه تبدیل می‌شوند (مسیر برگشت در واکنش زیر).



محصول واکنش آبکافت زیر کدام است؟



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

کتابخانه آموزشگاه ذهن زیبا  
 المیرا سیمی  
 کلاس ۱۴۰۱  
 ۱۴۰۱، ۲، ۲۰

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ① ②



غلط



صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

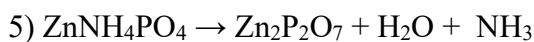
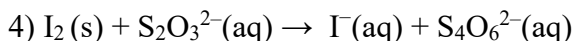
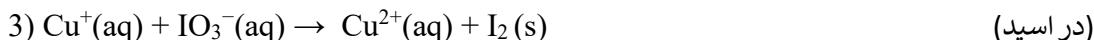
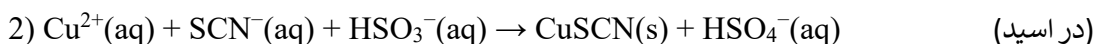
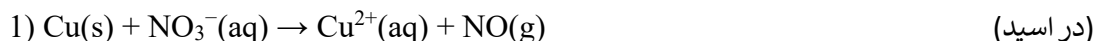
مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۱-تشریحی (۸ نمره)

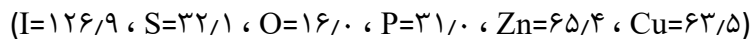
جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

برنج آلیاژی از مس و روی با نسبت تقریبی (به ترتیب) چهار به یک است که در کنار آن ها مقادیر کمی از قلع، سرب و آهن نیز وجود دارد. درصد جرمی مس و روی بوسیله ی روشی که با حل کردن برنج در نیتریک اسید داغ آغاز می شود قابل تعیین است. در ادامه این روش، محلول حاوی یون های  $\text{Cu}^{2+}$  و  $\text{Zn}^{2+}$  با محلول آبی آمونیاک جهت کاهش اسیدیته واکنش می دهد و در ادامه به آن سدیم تیوسیانات و سولفورو اسید افزوده می شود که منجر به تشکیل رسوب مس (I) تیوسیانات می گردد. این رسوب پس از صاف شدن جمع آوری شده، در محلول اسیدی حل می شود و سپس با پتاسیم یدات واکنش می دهد که منجر به تشکیل ید شده و سپس محلول سدیم تیوسولفات به آن افزوده می گردد. برای اندازه گیری مقدار روی، محلول زیر صافی پس از جدا شدن مس (I) تیوسیانات، با افزودن محلول آمونیاک خنثی شده و پس از آن محلول دی آمونیوم هیدروژن فسفات به آن اضافه می گردد و رسوب روی آمونیوم فسفات تشکیل می شود. حرارت دادن این رسوب در دمای ۹۰۰ درجه سلسیوس آن را به روی پیرو فسفات ( $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) تبدیل می کند که در ادامه این محصول توزین می گردد. معادلات این واکنش ها به شرح زیر است:



الف) تمام واکنش های فوق را موازنه کنید. ۴ نمره

ب) زمانی که نمونه ای از آلیاژ برنج به جرم ۰/۵۴۴ گرم با این روش مورد آنالیز قرار گرفت، ۱۰/۸۲ میلی لیتر محلول ۰/۱۲۲ مولار سدیم تیوسولفات برای اندازه گیری ید مصرف شد. درصد جرمی مس در این آلیاژ چقدر است؟ ۲ نمره



ج) از همان مقدار آلیاژ برنج مورد آنالیز در بخش ب، مقدار ۰/۲۴۶ گرم روی پیروفسفات بدست آمد. درصد جرمی روی در این نمونه را محاسبه کنید. ۲ نمره

## سوالهای تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۲-تشریحی (۷ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

در یکی از روشهای غنی سازی اورانیوم، گاز  $UF_6$  را تحت فشار از میان غشاهای متخلخل عبور می دهند. ایزوتوپهای مختلف اورانیوم بر اساس تفاوت در جرم مولکولی با سرعتهای متفاوتی از این غشاها عبور کرده و غنی سازی اتفاق می افتد. برای بالا بردن درصد خلوص غنی سازی باید فرآیند عبور گاز از غشاء به تعداد زیاد تکرار شود. فراوانی طبیعی  $^{235}U$  و  $^{238}U$  به ترتیب ۰/۷۲ و ۹۹/۲۸ درصد است. جرمهای اتمی  $^{235}U$  و  $^{238}U$  به ترتیب ۲۳۵/۰۴ و ۲۳۸/۰۵ و جرم اتمی فلوتور ۱۸/۹۹۸ گرم بر مول است.

الف) نسبت سرعتهای نفوذ گازهای  $^{235}UF_6$  و  $^{238}UF_6$  را برای یک مرحله عبور از غشاء محاسبه کنید. ۲ نمره

ب) به لحاظ تئوری با استفاده از این روش چه تعداد مرحله عبور از غشاء برای غنی سازی  $^{235}UF_6$  تا خلوص ۳/۵ درصد لازم است؟ ۵ نمره

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۳-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

ترکیب اصلی تشکیل دهنده میانی دندان، هیدروکسی آپاتیت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  است. استفاده از محلول های حاوی یون فلوئورید به دلیل تشکیل فلوئور آپاتیت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  بر سطح میانی دندان، سبب افزایش مقاومت دندان نسبت به خوردگی در برابر اسید می شود.

$K_{sp}$ (هیدروکسی آپاتیت) = $1/91 \times 10^{-58}$	$pK_a$ (HF) = ۳/۱۷
$K_{sp}$ (فلوئور آپاتیت) = $2/17 \times 10^{-61}$	$pK_{a1,2,3}$ ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) = ۲/۱۱ ، ۷/۲۳ ، ۱۲/۳۵

**الف)** واکنشی که حین استفاده از محلول فلوئورید منجر به تشکیل فلوئور آپاتیت بر سطح دندان می شود را بنویسید و ثابت تعادل آن را محاسبه کنید. ۲ نمره

**ب)** محلول A حاوی  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ۰/۰۰۱ M و  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ۰/۰۱۵ M است. pH و غلظت یون فسفات را در این محلول محاسبه کنید. ۲ نمره

**ج)** انحلال پذیری هیدروکسی آپاتیت را در محلول A بر حسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره  
(Ca=۴۰/۰۸ ، P=۳۰/۹۷ ، O=۱۶/۰۰ ، H=۱/۰۱ ، F=۱۹/۰۰)

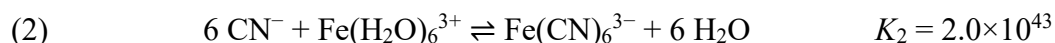
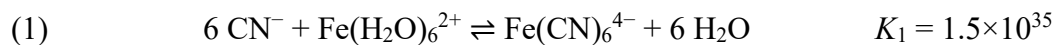
**د)** انحلال پذیری فلوئور آپاتیت را در محلول A بر حسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۴-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

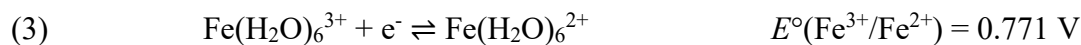
یون سیانید با آهن در محلول آبی، کمپلکس های پایدار هشت وجهی تشکیل می دهد. ثابت تعادل تشکیل این کمپلکس ها در دمای ۲۵ °C در زیر آمده است: ( $R=8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )



**الف)** تغییرات انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G^\circ$ ) در دمای ۲۵ °C را برای واکنش های بالا محاسبه کنید. (برحسب kJ/mol) ۲ نمره

**ب)** برای ترکیبات Fe(II) انرژی متوسط پیوند Fe-OH<sub>2</sub> برابر ۱۴۳ kJ/mol و انرژی متوسط پیوند Fe(II)-CN<sup>-</sup> برابر ۱۷۹ kJ/mol است. می توان فرض کرد که تغییر آنتروپی برای واکنش های (۱) و (۲) تقریباً برابر است. تغییرات آنتالپی ( $\Delta H^\circ$ ) در دمای ۲۵ °C را برای هر دو واکنش بالا تخمین بزنید. (برحسب kJ/mol) ۳ نمره

**ج)** پتانسیل الکتریکی استاندارد را برای نیم واکنش (۴) محاسبه کنید.  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$  ۵ نمره

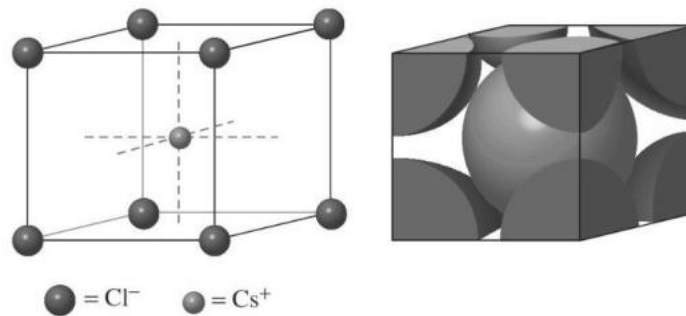


## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۵-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

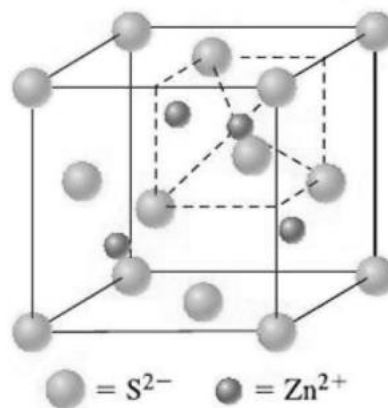
**بخش اول:** شکل زیر یک سلول واحد سزیم کلرید را نشان می دهد که در آن یونهای کلر ساختار مکعبی ساده دارند و در مرکز مکعب یون سزیم قرار گرفته است.



**الف)** عدد کئوردیناسیون کلر در این جامد چند است؟ ۱ نمره

**ب)** اگر چگالی جامد سزیم کلرید  $3/99 \text{ g/cm}^3$  و شعاع یونی کلر  $181 \text{ pm}$  باشد، شعاع یونی سزیم چند پیکومتر است؟  
(جرم اتمی میانگین سزیم و کلر به ترتیب  $132/9$  و  $35/5$  گرم بر مول است.) ۳ نمره

**بخش دوم:** در شکل زیر، یک سلول واحد روی سولفید (ZnS) نشان داده شده است که در آن یونهای سولفید ساختار مکعبی با وجوه مرکز پر (fcc) دارند و یونهای روی نیمی از حفره های چهاروجهی را اشغال کرده اند.



**ج)** عدد کئوردیناسیون گوگرد در این جامد چند است؟ ۱ نمره

**د)** اگر طول ضلع سلول واحد  $541 \text{ pm}$  باشد، کمترین فاصله بین هسته های Zn و S در این ساختار چند پیکومتر است؟

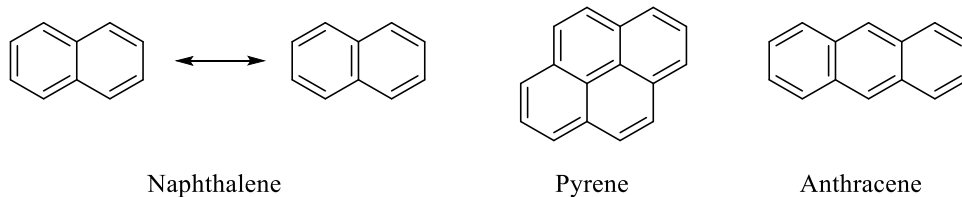
۵ نمره

## سوال های تشریحی مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

## سوال ۶-تشریحی (۱۵ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH) ترکیباتی آلی با ساختارهای متنوع هستند که در هوا، آب و خاک یافت می شوند. این مواد که در محیط زیست مدت ها باقی می مانند از واکنش های احتراقی نظیر سوختن جنگل ها، دود خودروها، دود سیگار و .... تولید می شوند و دارای خواص سمی و سرطان زایی هستند. هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای، دارای حلقه های آروماتیک بنزی به هم جوش خورده می باشند (دو حلقه که در یک پیوند با هم مشترک هستند، جوش خورده نامیده می شوند). نفتالن ساده ترین هیدروکربن آروماتیک چند حلقه ای است.



چند نمونه از هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH)

یک مول از یک هیدروکربن بدون شاخه (X) در شرایط مناسب در حضور پودر سلنیوم به ترکیب Y که مطابق تعریف بالا یک هیدروکربن آروماتیک چند حلقه ای (PAH) است تبدیل می شود و ۶ مول گاز Z با ۹۷/۵۱ درصد جرمی سلنیوم آزاد می شود. در این واکنش اسکلت کربنی دچار تغییر نمی شود. درصد جرمی کربن در X و Y به ترتیب ۸۹/۹۴ و ۹۴/۷۰ می باشد.

X و Y هر یک دارای دو ایزومر ساختاری مونوکرو هستند. (Se=۷۸/۹۶ ، C=۱۲/۰۱۱ ، H=۱/۰۰۸)

الف) ساختارهای X و Y و Z را رسم کنید. ۸ نمره

ب) برای هیدروکربن Y شش فرم رزونانسی رسم کنید. فقط فرم های رزونانسی بدون بار قراردادی را رسم کنید. به عنوان مثال، دو فرم از فرم های رزونانسی نفتالن در شکل بالا نمایش داده شده است. ۳ نمره

ج) تمام ایزومرهای دیگر Y که مطابق تعریف بالا به صورت هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH) باشند را رسم کنید. ۴ نمره

## پاسخ نامه سوال ۱- تشریحی (۸ نمره)

الف) تمام واکنش های داده شده را موازنه کنید. ۴ نمره

۱)	$3\text{Cu(s)} + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$
۲)	$2\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{SCN}^-(\text{aq}) + \text{HSO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{CuSCN(s)} + \text{HSO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$
۳)	$10\text{Cu}^+(\text{aq}) + 2\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 12\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 10\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O(l)}$
۴)	$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$
۵)	$2\text{ZnNH}_4\text{PO}_4 \rightarrow \text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$

ب) درصد جرمی مس در این آلیاژ چقدر است؟ ۲ نمره

<b>درصد جرمی مس: 77.0</b>
---------------------------

مقدار محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:
$(0.122 \text{ M}) \times (0.01082 \text{ L}) = 0.00132 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}$
$0.00132 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \times (1 \text{ mol I}_2 / 2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.00066 \text{ mol I}_2$
$0.00066 \text{ mol I}_2 \times (10 \text{ mol Cu}^+ / 1 \text{ mol I}_2) = 0.0066 \text{ mol Cu}^+ = 0.0066 \text{ mol Cu}$
$0.0066 \text{ mol} \times 63.5 \text{ gmol}^{-1} = 0.4191 \text{ g Cu}$
$(0.4191 \text{ g Cu} / 0.544 \text{ g}) \times 100 = 77.04044 \% \text{ Cu}$

## ادامه پاسخ نامه سوال ۱- تشریحی

درصد جرمی روی در این نمونه را محاسبه کنید. ۲ نمره

درصد جرمی روی : 19.4

مقدار محاسبه شده را حتما داخل کادر داده شده بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$(2 \times 65.4 \text{ g} / 304.8 \text{ g}) \times 100 = 42.9134 \% \text{ Zn} : (\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ در})$$

$$0.429134 \times 0.246 = 0.10557 \text{ g Zn} : (\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ در})$$

$$(0.10557 \text{ g Zn} / 0.544 \text{ g}) \times 100 = 19.40625 \% \text{ Zn} : (\text{در برنج})$$

## پاسخ نامه سوال ۲- تشریحی (۷ نمره)

الف) نسبت سرعت های نفوذ گازهای  $^{235}\text{UF}_6$  و  $^{238}\text{UF}_6$  را برای یک مرحله عبور از غشاء محاسبه کنید. ۲ نمره

نسبت سرعت های نفوذ گازها = **1.0043** یا **0.9957**

نسبت محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

**Molar mass  $^{235}\text{UF}_6 = 349.028$  , Molar mass  $^{238}\text{UF}_6 = 352.038$**

$$\frac{\text{Rate of } ^{235}\text{UF}_6 \text{ diffusion}}{\text{Rate of } ^{238}\text{UF}_6 \text{ diffusion}} = \sqrt{\frac{\text{molar mass } ^{238}\text{UF}_6}{\text{molar mass } ^{235}\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{352.038}{349.028}} = 1.0043027187$$

یا

$$\frac{\text{Rate of } ^{238}\text{UF}_6 \text{ diffusion}}{\text{Rate of } ^{235}\text{UF}_6 \text{ diffusion}} = \sqrt{\frac{\text{molar mass } ^{235}\text{UF}_6}{\text{molar mass } ^{238}\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{349.028}{352.038}} = 0.9957157158$$

ب) به لحاظ تئوری چه تعداد مرحله عبور از غشاء برای غنی سازی  $^{235}\text{UF}_6$  تا خلوص ۳/۵ درصد با استفاده از این روش لازم است؟ ۵ نمره

تعداد مراحل: ۳۷۵ مرحله

تعداد مراحل محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۵ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

فراوانی برای عبور از یک غشاء:

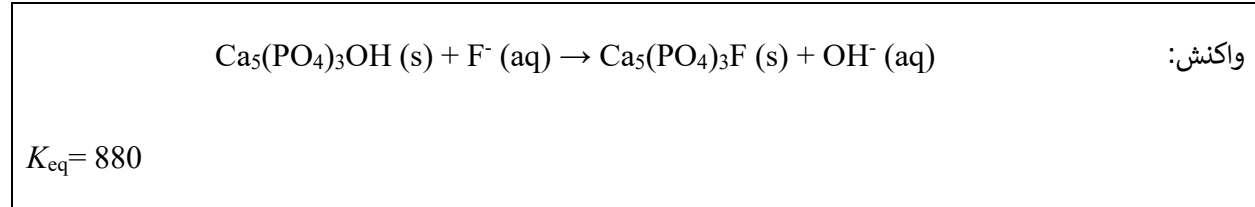
$$\frac{\text{عبور از غشاء } ^{235}\text{UF}_6}{\text{عبور از غشاء } ^{238}\text{UF}_6} : \frac{3.5}{96.5} = \frac{0.72}{99.28} \times (1.0043027187)^N$$

$$\ln 5.001149 = N (\ln 1.0043027187)$$

$$N = 374.909 \cong 375$$

## پاسخ نامه سوال ۳- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) واکنشی که حین استفاده از محلول فلوئورید منجر به تشکیل فلوئورآپاتیت بر سطح دندان می شود را بنویسید و ثابت تعادل آن را محاسبه کنید. ۲ نمره



مقدار ثابت تعادل را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$K_{\text{eq}} = K_{\text{sp}}(\text{HAP})/K_{\text{sp}}(\text{FAP}) = 1.91 \times 10^{-58} / 2.17 \times 10^{-61} = 880$$

ب) pH و غلظت یون فسفات را در این محلول محاسبه کنید. ۲ نمره

$$\text{pH} = 6.054$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 5.06 \times 10^{-10} \text{ M}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{a}2} + \log\left(\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}\right) \approx 7.23 + \log(0.001/0.015) = 6.054$$

$$K_{\text{a}3} = [\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]/[\text{HPO}_4^{2-}] = 10^{-12.35} \Rightarrow [\text{PO}_4^{3-}] = 10^{-12.35+6.054} \times 0.001 \text{ M} = 5.06 \times 10^{-10} \text{ M}$$

ج) انحلال پذیری هیدروکسی آپاتیت را در محلول A برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

$$S = 4217 \mu\text{g/L} \cong 4.2 \times 10^3 \mu\text{g/L}$$

مقدار انحلال پذیری را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-] = 1.91 \times 10^{-58} \Rightarrow [\text{Ca}^{2+}]^5 = 1.91 \times 10^{-58} / (5.06 \times 10^{-10})^3(10^{6.054-14}) = 1.303 \times 10^{-22}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 4.197 \times 10^{-5} \text{ M} = 5 \times S \Rightarrow S = 8.395 \mu\text{M}$$

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_4\text{OH} = 502.32 \text{ g/mol} \Rightarrow S = 4217 \mu\text{g/L}$$

د) انحلال پذیری فلوئور آپاتیت را در محلول A برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

$$S = 454 \mu\text{g/L}$$

مقدار انحلال پذیری را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{F}^-] = 2.17 \times 10^{-61} = (5S)^5(5.06 \times 10^{-10})^3(S) \Rightarrow$$

$$S^6 = 2.17 \times 10^{-61} / (5.06 \times 10^{-10})^3(5^5) = 5.36 \times 10^{-37}$$

$$S = 0.9013 \mu\text{M}$$

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_4\text{F} = 504.31 \text{ g/mol} \Rightarrow S = 454 \mu\text{g/L}$$

## پاسخ نامه سوال ۴- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) تغییرات انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G^\circ$ ) در دمای  $25^\circ\text{C}$  را برای واکنش های بالا محاسبه کنید. (برحسب  $\text{kJ/mol}$ ) ۲ نمره

$$\Delta G^\circ_1 = -200.7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ_2 = -247.0 \text{ kJ/mol}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$\Delta G^\circ_1 = -RT \ln K_{\text{eq}} = -8.3145 \times 298 \times \ln(1.5 \times 10^{35}) = -200685 \text{ J/mol} = \mathbf{-200.7 \text{ kJ/mol}}$$

$$\Delta G^\circ_1 = -RT \ln K_{\text{eq}} = -8.3145 \times 298 \times \ln(2.0 \times 10^{43}) = -247039 \text{ J/mol} = \mathbf{-247.0 \text{ kJ/mol}}$$

ب) تغییرات آنتالپی ( $\Delta H^\circ$ ) در دمای  $25^\circ\text{C}$  را برای هر دو واکنش بالا تخمین بزنید. (برحسب  $\text{kJ/mol}$ ) ۳ نمره

$$\Delta H^\circ_1 = -216 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_2 = -262.4 \text{ kJ/mol}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$\Delta H^\circ_1 = 6 \times (143 - 179) = \mathbf{-216 \text{ kJ/mol}}$$

$$\Delta S^\circ_1 = \Delta S^\circ_2 \Rightarrow \Delta G^\circ_2 - \Delta G^\circ_1 = \Delta H^\circ_2 - \Delta H^\circ_1 \Rightarrow \Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_1 + (\Delta G^\circ_2 - \Delta G^\circ_1)$$

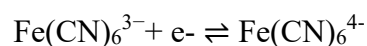
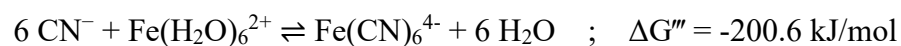
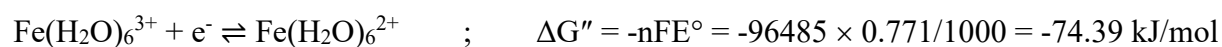
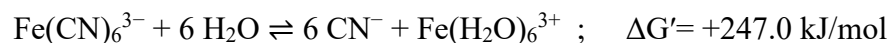
$$\Delta H^\circ_2 = -216 + (-247 + 200.6) = \mathbf{-262.4 \text{ kJ/mol}}$$

ج) پتانسیل الکتریکی استاندارد را برای نیم واکنش (۴) محاسبه کنید. ۵ نمره

$$E^{\circ}_4 = +0.29 \text{ V}$$

مقدار محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۵ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:



$$\Delta G^{\circ}_4 = +247 - 74.39 - 200.6 = -27.99 \text{ kJ/mol}$$

$$\Rightarrow E^{\circ}_4 = -\Delta G^{\circ}_4/nF = +27990/96485 = +0.29 \text{ V}$$

## پاسخنامه سوال ۵- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) عدد کئوردیناسیون کلر در این جامد چند است؟

۱ نمره) عدد کئوردیناسیون کلر = 8

ب) شعاع یونی سزیم چند پیکومتر است؟

۳ نمره) شعاع یونی سزیم بر حسب پیکومتر = 176

راه حل:

$$3.99 = \frac{(132.9 + 35.5)}{d^3 \times 6.022 \times 10^{23}} \Rightarrow d^3 = 7.01 \times 10^{-23} \text{ cm}^3 \Rightarrow d = 412 \text{ pm}$$

$$\sqrt{3}d = (2r_{\text{Cs}} + 2r_{\text{Cl}}) \Rightarrow r_{\text{Cs}} = \frac{1}{2}(\sqrt{3} \times 412 - 2 \times 181) = 176 \text{ pm}$$

ج) عدد کئوردیناسیون گوگرد در این جامد چند است؟

۱ نمره) عدد کئوردیناسیون گوگرد = 4

د) کمترین فاصله بین هسته های S و Zn در این ساختار چند پیکومتر است؟

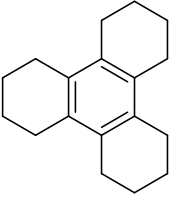
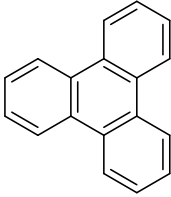
۵ نمره) کمترین فاصله بین هسته های S و Zn بر حسب پیکومتر = 234

راه حل:

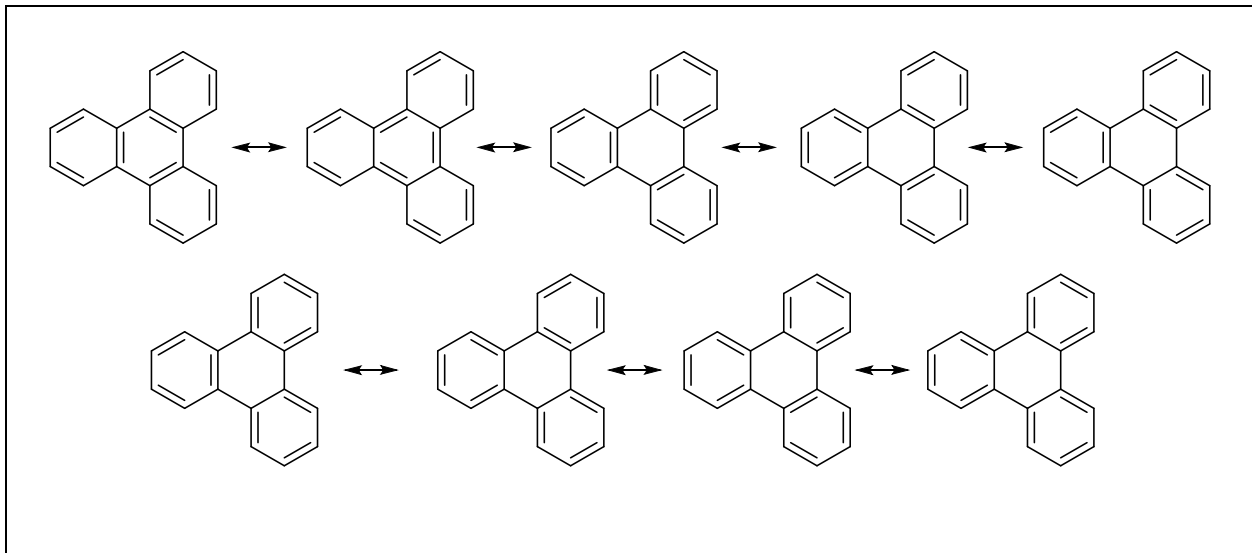
$$(r_{\text{Zn}} + r_{\text{S}}) = \left(\frac{1}{2}\right) \sqrt{3} \left(\frac{d}{2}\right) = \frac{\sqrt{3} \times 541}{4} = 234 \text{ pm}$$

## پاسخ نامه سوال ۶- تشریحی (۱۵ نمره)

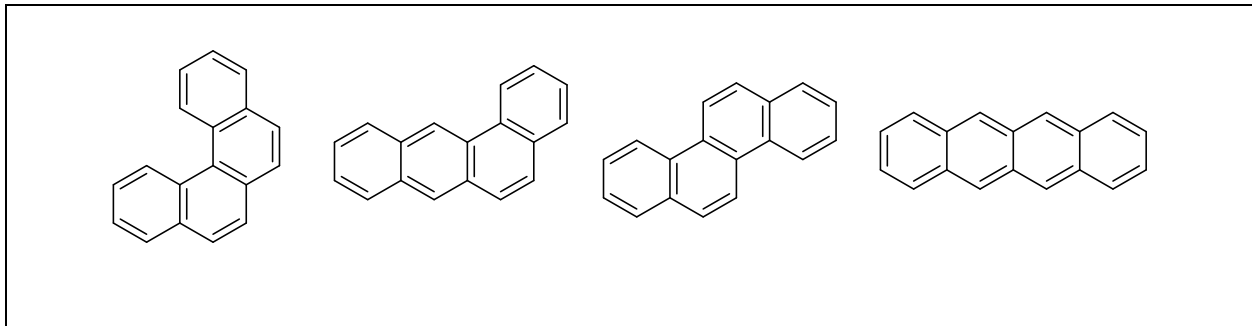
الف) ساختارهای X و Y و Z را رسم کنید. ۸ نمره

Z	H <sub>2</sub> Se	
X		Y
		

ب) برای هیدروکربن Y شش فرم رزونانسی رسم کنید. فقط فرم‌های رزونانسی بدون بار قراردادی را رسم کنید. به عنوان مثال، دو فرم از فرم‌های رزونانسی نفتالن در شکل نمایش داده شده است. ۳ نمره



ج) تمام ایزومرهای دیگر Y که مطابق تعریف داده شده به صورت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) باشند را رسم کنید. ۴ نمره



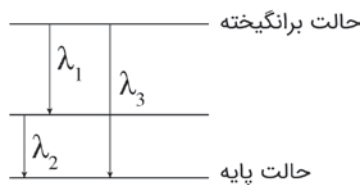
## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۱. کدام گروه از مواد معمولاً فقط فرمول تجربی دارند؟

- (۱) ترکیبات کووالانسی  
(۲) ترکیبات یونی  
(۳) فلزات  
(۴) ترکیبات یونی و فلزات

۲. اتم X در حالت تحریک شده (برانگیخته) می تواند به دو صورت به حالت پایه برگردد. مسیر اول دومرحله ای است، به این صورت که با نشر  $\lambda_1$  به یک حالت حدواسط می رسد و به دنبال آن با نشر  $\lambda_2$  به حالت پایه برمی گردد. مسیر دوم یک فرایند تک مرحله ای است که با نشر  $\lambda_3$  مستقیماً از حالت برانگیخته به حالت پایه می رسد. رابطه بین فرکانس های این سه نشر در کدام گزینه آمده است؟



$$\nu_3 = \frac{\nu_1 + \nu_2}{\nu_1 \nu_2} \quad (۴) \quad \nu_3 = \frac{\nu_1 \nu_2}{\nu_1 - \nu_2} \quad (۳) \quad \nu_3 = \frac{2\nu_1 \nu_2}{\nu_1 + 2\nu_2} \quad (۲) \quad \nu_3 = \frac{\nu_1 \nu_2}{\nu_1 + \nu_2} \quad (۱)$$

۳. طول موج (برحسب نانومتر) مربوط به اولین جهش الکترونی در یون زیر کدام است؟ فرض کنید تمام پیوندهای C-C و C-N دارای طول برابر  $1/40 \text{ \AA}$  هستند و  $N^+$  و N به ترتیب ۱ و ۲ الکترون در الکترون های  $\pi$  سیستم وارد می کنند. ( $m_e = 9/1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $h = 6/625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )



- (۱) ۵۰۱ (۲) ۶۴۱ (۳) ۴۸۳ (۴) ۵۳۲

۴. کدام گزینه عامل مهم تری در سرعت نفوذ و سرعت جاری شدن گرما در میان یک گاز است؟

- (۱) سرعت مولکول های گاز  
(۲) فرکانس برخورد  
(۳) مسافت پویش آزاد  
(۴) جرم مولکول های گاز

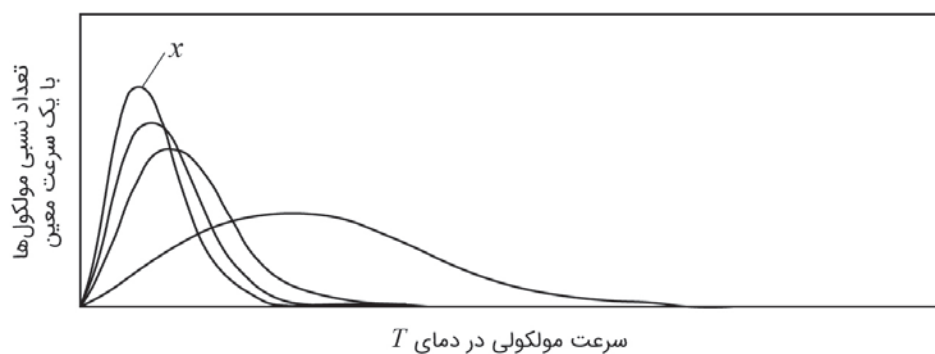
## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۵. کدام گزینه درباره گازهای حقیقی درست است؟

- (۱) در فشارهای بسیار بالا، مقادیر  $\frac{PV}{RT}$  بسیار بیشتر از ایده آل ناشی از غلبه حجم مولکولی است.
- (۲) در فشارهای بسیار بالا، مقادیر  $\frac{PV}{RT}$  بسیار بیشتر از ایده آل ناشی از غلبه جاذبه های بین مولکولی است.
- (۳) در فشارهای تقریباً بالا، مقادیر  $\frac{PV}{RT}$  کمتر از ایده آل ناشی از غلبه حجم مولکولی است.
- (۴) در فشارهای تقریباً بالا، مقادیر  $\frac{PV}{RT}$  بیشتر از ایده آل ناشی از غلبه جاذبه های بین مولکولی است.

۶. با توجه به شکل داده شده، نمودار  $x$  مربوط به کدام گاز است؟

H<sub>2</sub>O (۴)

He (۳)

O<sub>2</sub> (۲)N<sub>2</sub> (۱)

۷. کدام گزینه درباره مقایسه ثابت قانون هنری برای مخلوطهای بنزن-آب (a) و هگزان-آب (b) درست است؟

$$a > b \quad (۲)$$

(۱) برای مقایسه داده های بیشتری لازم است.

$$a < b \quad (۴)$$

$$a = b \quad (۳)$$

۸. کدام گزینه ترتیب افزایش زاویه پیوندی ترکیبات  $\text{NO}_2$ ،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{NCN}^{2-}$  را بهتر نشان می دهد؟

$$\text{SO}_2 > \text{NO}_2 > \text{NCN}^{2-} \quad (۲)$$

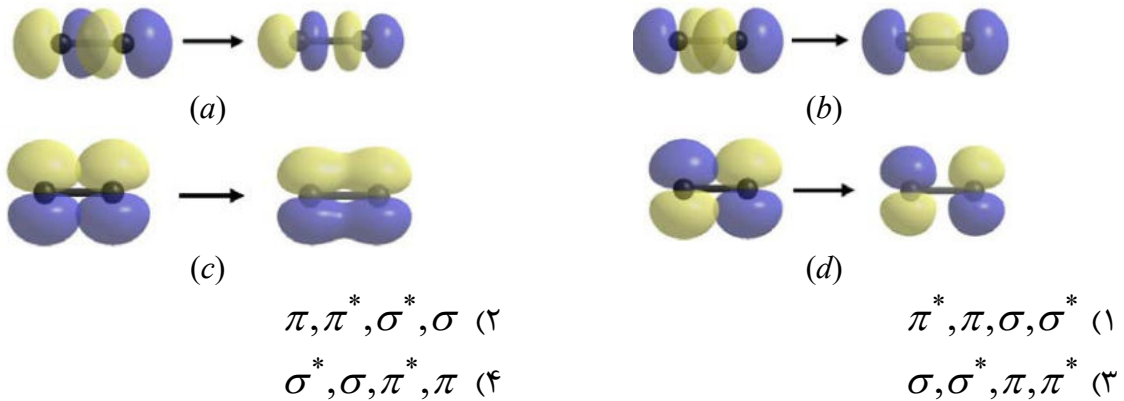
$$\text{NO}_2 > \text{SO}_2 > \text{NCN}^{2-} \quad (۱)$$

$$\text{SO}_2 > \text{NCN}^{2-} > \text{NO}_2 \quad (۴)$$

$$\text{SO}_2 < \text{NO}_2 < \text{NCN}^{2-} \quad (۳)$$

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۹. در شکل زیر شیوه تشکیل اوربیتال های مولکولی از اوربیتال های اتمی  $p$  نشان داده شده است. نام گذاری درست اوربیتال های مولکولی  $a$  تا  $d$  به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟



۱۰. مرتبه پیوند در مولکول های  $\text{N}_2^{2-}$ ،  $\text{N}_2^-$ ،  $\text{Cl}_2^{2-}$ ،  $\text{Cl}_2^-$  و  $\text{N}_2$  به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه است؟

- (۱) صفر، ۰/۵، ۲/۵، ۲  
 (۲) صفر، ۰/۵، ۲، ۲/۵  
 (۳) ۰/۵، صفر، ۲، ۲/۵  
 (۴) ۰/۵، صفر، ۲/۵، ۲

۱۱. چند عبارت از عبارتهای زیر درباره مولکول های دواتمی ناجورهسته درست است؟

- همه دارای مرتبه پیوند بزرگتر از صفر هستند.
- سهم اوربیتال های اتمی اتم با الکترونگاتیویته کمتر در اوربیتال های مولکولی ضدپیوندی بیشتر است.
- نمودار اوربیتال های مولکولی آنها متقارن تر از نمودارهای اوربیتال مولکولی برای مولکول های جورهسته است.
- سهم اوربیتال های اتمی اتم با الکترونگاتیویته بیشتر در اوربیتال های مولکولی پیوندی بیشتر است.
- هر چقدر اختلاف انرژی بین اوربیتال های اتمی همپوشانی کننده بیشتر باشد، پیوند قطبی تر است.

- (۱) ۲ (۲) ۵ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۲. برای تهیه سوخت هسته ای از اورانیم طبیعی (۰/۷۲٪  $^{235}\text{U}$  و ۹۹٪  $^{238}\text{U}$ ) استفاده می شود. برای این منظور گاز  $\text{UF}_6$  از میان یک غشاء متخلخل نفوذ مولکولی می کند تا غنی سازی شود و مقدار  $^{235}\text{U}$  در آن افزایش یابد. برای تولید اورانیمی که شامل ۶ درصد مولی  $^{235}\text{U}$  باشد، چه تعداد مراحل غنی سازی لازم است؟ (F: ۱۹/۰۰)

- (۱) ۳۵۸ (۲) ۴۹۴ (۳) ۵۲۱ (۴) ۶۱۳

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۱۳. دی اکسیژن مونوکسید ( $N_2O$ ) یک گاز گلخانه‌ای است که در اثر تجزیه کودها وارد اتمسفر می‌شود. مشخص شده که نسبت ایزوتوپی  $^{15}N$  به  $^{14}N$  و همچنین  $^{18}O$  به  $^{16}O$  در  $N_2O$  به منبع آن بستگی دارد. چند جرم مولکولی از  $N_2O$  متداول تر است؟ (درصد فراوانی  $^{14}N$  برابر با ۹۹/۶ درصد و برای  $^{16}O$  برابر با ۹۹/۸ درصد است.)

(۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

۱۴. در کدام گزینه دلیل استفاده از جیوه در بارومترهای آزمایشگاهی بهتر بیان شده است؟

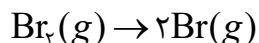
- (۱) دانسیته بالای جیوه، استفاده از یک اندازه مناسب برای بارومتر را امکان پذیر می‌کند.
- (۲) از آنجا که جیوه به دیواره ظرف می‌چسبد، راحت تر در ستون بارومتر بالا و پایین می‌رود.
- (۳) چون جیوه سنگین است، به راحتی در لوله U شکل جای می‌گیرد.
- (۴) جیوه به راحتی تبخیر نمی‌شود.

۱۵. کدام عبارت(ها) درباره تعادل درست است؟

$$\Delta S_{\text{جهان}} = 0 \quad (c) \quad \Delta S_{\text{سیستم}} = 0 \quad (b) \quad \Delta G_{\text{سیستم}} = 0 \quad (a)$$

(۱)  $b$  (۲)  $a$  و  $b$  (۳)  $a$  (۴)  $a$  و  $c$

۱۶. نام عنصر برم از واژه یونانی «برموس» به معنی «بوی بد» گرفته شده است و در برخی افزودنی‌های ضدتقه در بنزین استفاده می‌شود. گاز برم به صورت زیر تفکیک می‌شود:



وابستگی  $K_p$  این واکنش به فشار کل ( $P_{\text{tot}}$ ) چگونه است؟

$$(1) \text{ متناسب با } P_{\text{tot}}^2 \quad (2) \text{ متناسب با } \frac{1}{P_{\text{tot}}} \\ (3) \text{ متناسب با } P_{\text{tot}} \quad (4) \text{ متناسب با } \frac{1}{P_{\text{tot}}^2}$$

۱۷. کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ در مورد اوربیتال‌های هیبریدی مربوط به پیوند سیگما، پیوند پای و زوج الکترون‌های تنها در مولکول کربن دی‌اکسید درست است؟

$$(1) sp^3, d-d, sp-sp^3 \quad (2) sp^2, d-d, sp^2-sp^2 \\ (3) sp^3, p-p, sp^2-sp^3 \quad (4) sp^2, p-p, sp-sp^2$$

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۱۸. با در نظر گرفتن همه واکنشگرهای لازم، کدام گزینه نمی تواند جزء فراورده های میانی یا پایانی واکنش بین اتانول و ۱-پروپانول باشد؟

- (۱) ۱-پنتانول (۲) ۲-پنتانول (۳) ۲-پنتن (۴) ۱-پنتن

۱۹. در محفظه ای بسته به حجم ۱۲۰ mL، مقدار ۰/۳۴۵ گرم از یک ترکیب گازی در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  و فشار ۱ atm وجود دارد. اگر این ترکیب حاوی ۵۴/۵٪ کربن، ۹/۱۰٪ هیدروژن و ۳۶/۴٪ اکسیژن باشد، فرمول مولکولی این ترکیب کدام است؟

(درصدها جرمی اند و  $R = 0/0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}$ ،  $\text{O: } 16/0 \text{ g.mol}^{-1}$ ،  $\text{H: } 1/00$ ،  $\text{C: } 12/0$ )

- (۱)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  (۲)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  (۳)  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (۴)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$

۲۰. نمونه ای به جرم ۵/۹۱۳ گرم از سنگ معدنی حاوی سولفید یک فلز در مجاورت گاز اکسیژن اضافی گرما داده می شود و در نتیجه ۱/۱۷۷ L گاز گوگرد دی اکسید خشک در دمای  $35/0^{\circ}\text{C}$  و فشار ۷۵۵ torr به دست می آید. درصد جرمی گوگرد در این سنگ معدن کدام است؟

( $R = 0/0821 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ،  $\text{S: } 32/066 \text{ g.mol}^{-1}$ )

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۱۷/۵ (۴) ۲۲

۲۱. در یک قرص، ۲۰۰ میلی گرم ماده موثر دارویی (A) وجود دارد و بقیه آن از مواد بی اثر تشکیل شده است. ماده موثر دارویی در بدن به ماده B تبدیل می شود. سینتیک این واکنش ( $A \rightarrow B$ ) از نوع مرتبه اول و زمان نیمه عمر واکنش  $10^4 \times 1/08$  ثانیه است. فرض کنید برای اینکه اثر مفید دارو در بدن بیمار مشاهده شود، حداقل غلظت ماده A باید برابر ۵۰ میلی گرم باشد. اگر بیمار اولین قرص را ۱۲ ظهر مصرف کند، قرص بعدی را باید در چه ساعتی مصرف کند؟

- (۱) ۱۸ (۲) ۱۷ (۳) ۱۹ (۴) ۲۰

۲۲. الکترون گاتیویته اتم هیدروژن ۲/۲ است. اگر در ترکیب H-X درصد یونی بودن پیوند ۴۱/۶٪ و طول پیوند ۹۱/۷ پیکومتر باشد، میزان بار جزئی و مقدار الکترون گاتیویته اتم X به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه خواهد بود؟ (یک دبابی معادل  $10^{-30} \text{ C.m}$  است.)

- (۱)  $3/2, 4/32 \times 10^{-20}$  (۲)  $3/4, 5/25 \times 10^{-20}$  (۳)  $4/0, 6/66 \times 10^{-20}$  (۴)  $2/6, 4/21 \times 10^{-20}$

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۲۳. انحلال مولی  $ZnC_2O_4$  در  $pH = 4/0$  چند برابر انحلال مولی آن در  $pH = 7/0$  است؟

$$K_{sp}(ZnC_2O_4) = 1/5 \times 10^{-9}, K_{a1}(H_2S) = 3/8 \times 10^{-7}, K_{a2}(HS^-) = 5/0 \times 10^{-14}$$

۳/۱ (۴)

۱/۲ (۳)

۲/۳ (۲)

۱/۷ (۱)

۲۴. اکسیداسیون کامل ۲۵ میلی لیتر اتانول مطلق با دانسیته ۰/۷۹ گرم بر میلی لیتر با مقدار کافی از محلول پتاسیم پرمنگنات در محیط اسیدی انجام می شود. کدام گزینه بیانگر نوع و مقدار فرآورده اکسیداسیون است؟

(۲) استالدهید، ۱۸/۹ گرم

(۱) استالدهید، ۳۷/۸ گرم

(۴) استیک اسید، ۲۵/۶ گرم

(۳) استیک اسید، ۵۱/۳ گرم

۲۵. در ضایعات برد اصلی یک کامپیوتر  $Cu$  ۲۰/۱٪،  $Fe$  ۷/۲٪،  $Al$  ۳۶٪،  $Zn$  ۲/۸٪،  $Pb$  ۲/۱٪،  $Sn$  ۳/۳٪ و  $Ni$  ۰/۷٪ وجود دارد. برای جدا کردن مواد فلزی، این ضایعات را به صورت پودر درمی آورند و با نیتریک اسید واکنش می دهند. چند ترکیب از ترکیبات نیتروژن دار زیر در نتیجه این واکنش به دست می آید؟



۳ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۶ (۱)

۲۶. در نتیجه واکنش  $HNO_3$  یک مولار با  $Cu$ ، گاز  $NO$  آزاد می شود. حداقل حجم  $HNO_3$  یک مولار مورد نیاز برای حل کردن کامل ۱۰۰ گرم  $Cu$  چند لیتر است؟

$$(Cu: 63/55, H: 1/00, N: 14/01, O: 16/00)$$

۵/۲۰ (۴)

۳/۶۰ (۳)

۲/۴۰ (۲)

۴/۲۰ (۱)

۲۷. کدام یک از پلیمرهای زیر برای ساختن پلاستیک های قالب گیری و فیلم استفاده می شود؟

(۴) تفلون

(۳) PVC

(۲) پلی اتیلن

(۱) پلی پروپیلن

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۲۸. نقطه جوش محلولی شامل ۱۱۶ گرم استون و ۷۲ گرم آب با استفاده از داده‌های جدول زیر کدام است؟  
محلول را ایده‌آل فرض کنید. (H: ۱/۰۰, O: ۱۶/۰۰, C: ۱۲/۰۱)

فشار بخار آب (atm)	فشار بخار استون (atm)	دما (°C)
۰/۱۹۸	۱/۱۴	۶۰
۰/۳۱۲	۱/۵۸	۷۰
۰/۴۵۶	۲/۱۲	۸۰
۰/۶۹۴	۲/۸۱	۹۰

(۱) ۷۰ (۲) ۷۵ (۳) ۸۰ (۴) ۹۰

۲۹. محلول آبی یک ترکیب دارای دانسیته  $X$  گرم بر میلی‌لیتر و درصد جرمی ماده حل‌شده برابر با  $Y$  است. رابطه بین مولاریته ( $C$ ) و مولالیت ( $m$ ) محلول بر حسب  $X$  و  $Y$  در کدام گزینه آمده است؟

$$C = \frac{(100 - X)YX}{100 - Y} \quad (۲) \qquad C = \frac{10Y - X}{100m} \quad (۱)$$

$$C = \frac{(100 - Y)mX}{100} \quad (۴) \qquad C = \frac{(100 - Y)X}{100m} \quad (۳)$$

۳۰. ترکیب شیمیایی ناخالص A ۲۳٪ آب دارد. هنگامی که با حرارت، مقدار آب آن را تا ۵ درصد کاهش دهیم، مقدار ترکیب شیمیایی A به ۴۵ درصد می‌رسد. درصد ناخالصی در نمونه اولیه A کدام گزینه است؟

(۱) ۲۹/۹۹ (۲) ۴۰/۵۲ (۳) ۳۶/۲۵ (۴) ۴۳/۶۴

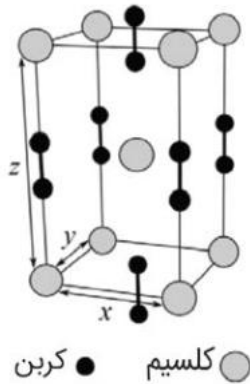
۳۱. هیدرازین ( $N_2H_4$ ) در محیط اسیدی با یون  $BrO_3^-$  تولید  $N_2$  و  $Br^-$  می‌کند. برای اکسید شدن کامل ۰/۱۳۲ گرم از یک نمونه ناخالص هیدرازین، ۳۸/۱۳ میلی‌لیتر محلول ۰/۱۰۳ نرمال  $KBrO_3$  نیاز است. درصد جرمی هیدرازین در این نمونه در کدام گزینه آمده است؟

(۱) ۲۳/۸ (۲) ۴۷/۱ (۳) ۱۱/۹ (۴) ۱۸/۵

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۳۲. با توجه به سلول واحد  $\text{CaC}_2$ ، به ترتیب از راست به چپ چه تعداد اتم کلسیم و کربن در این سلول واحد وجود دارد؟



۴، ۲ (۴)

۶، ۳ (۳)

۲، ۴ (۲)

۳، ۶ (۱)

۳۳. در مدل بوهر در سال ۱۹۱۳ مشخص شد که شعاع بوهر مدار  $n$ ام اتمهای هیدروژن-مانند به صورت

$$r = k \frac{n^2}{Z}$$

به دست می آید. نسبت انرژی یک الکترون در حالت پایه یون  $\text{Be}^{3+}$  به انرژی الکترون در حالت پایه اتم H کدام است؟

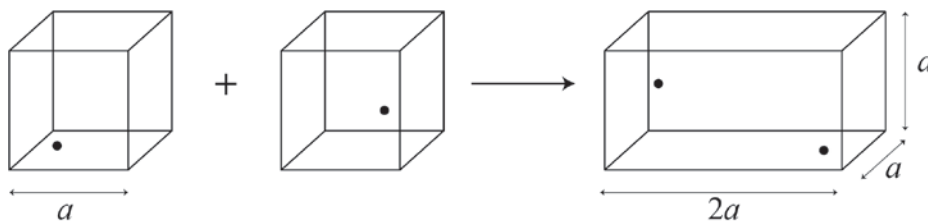
۱ (۴)

۱۶ (۳)

۹ (۲)

۴ (۱)

۳۴. واکنش فرضی بین دو اتم مکعبی برای تشکیل ذره ای به شکل مکعب مستطیل را در نظر بگیرید:



هر اتم مکعبی یک الکترون دارد که در شکل بالا به صورت دایره ای توپر نشان داده شده است. با صرف نظر از

برهمکنش بین الکترون ها، کدام گزینه درباره مقایسه پایداری این ذرات درست است؟

(۱) ذره مکعب مستطیلی تشکیل شده ناپایدارتر از هر کدام از اتم های مکعبی است.

(۲) ذره مکعب مستطیلی تشکیل شده پایدارتر از هر کدام از اتم های مکعبی است.

(۳) با توجه به اینکه هیچ برهمکنشی بین الکترون ها نیست، پایداری تغییر نمی کند.

(۴) بسته به فاصله بین دو الکترون در ذره تشکیل شده، ممکن است این ذره نسبت به اتم های مکعبی اولیه

پایدارتر یا ناپایدارتر باشد.

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۳۵. اگر در یک نیم‌سل یک پیل گالوانی، یک سیم پلاتینی در محلول الکترولیتِ محتوی یون‌های  $\text{Fe}^{2+}$  با غلظت  $0.01$  مولار و  $\text{Fe}^{3+}$  با غلظت  $0.85$  مولار قرار داده شود و در نیم‌سل دیگر پیل، یک قطعه فلز کادمیم در محلول الکترولیتِ محتوی  $\text{Cd}^{2+}$  با غلظت  $0.50$  مولار قرار داده شود، مقدار ثابت تعادل واکنش کدام گزینه است؟

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}}^{\circ} = 0.771 \text{ V}, E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^{\circ} = -0.403 \text{ V}, \text{Fe: } 56, \text{Cd: } 112/5$$

$$1/42 \times 10^{12} \text{ (4)} \quad 2/84 \times 10^{12} \text{ (3)} \quad 5/36 \times 10^{39} \text{ (2)} \quad 2/68 \times 10^{39} \text{ (1)}$$

۳۶. می‌دانیم که دو عنصر آخر گروه ۱۴ (Sn و Pb) هم عامل اکسیدکننده و هم عامل کاهنده‌اند. ترکیبات  $\text{Sn}^{2+}$  مانند  $\text{SnO}$  و  $\text{SnCl}_2$  عامل‌های کاهنده‌اند و  $\text{PbO}_2$  عامل اکسیدکننده است. کدام گزینه دربارهٔ پایداری یون‌های داده‌شده درست است؟

(۱)  $\text{Sn}^{4+}$  پایدارتر از  $\text{Sn}^{2+}$  است.

(۲)  $\text{Pb}^{4+}$  پایدارتر از  $\text{Pb}^{2+}$  است.

(۳)  $\text{Sn}^{2+}$  پایدارتر از  $\text{Sn}^{4+}$  است.

(۴)  $\text{Pb}^{2+}$  پایدارتر از  $\text{Pb}^{4+}$  است.

۳۷.  $1/2$  مول گاز ایده‌آل در مقابل فشار  $P_r = 10/1 \times e^{-0.32V}$  از فشار ۶ اتمسفر و حجم ۲۲ لیتر منبسط می‌شود ( $P$  برحسب اتمسفر و  $V$  برحسب لیتر است). در پایان این فرایند، فشار گاز با  $P_r$  برابر خواهد بود و حجم به ۴۵ لیتر می‌رسد. در حین این فرایند ۳۸ ژول گرما به محیط وارد می‌شود. ظرفیت گرمایی این گاز

$$R = 0.082 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}} \text{؟ کدام است؟}$$

$$0.175 \text{ (4)} \quad 0.146 \text{ (3)} \quad 0.128 \text{ (2)} \quad 0.121 \text{ (1)}$$

۳۸. یک ظرف بسته به حجم  $0.25 \text{ m}^3$  شامل گاز خنک‌کنندهٔ یخچال به فشار ۶ bar و دمای  $60^\circ\text{C}$  است. در حین هم زدنِ گاز خنک‌کننده با یک همزنِ موتوردار، ظرف خنک می‌شود. همزن ۱۰ kJ کار روی گاز خنک‌کننده انجام می‌دهد و دمای گاز خنک‌کننده به  $12^\circ\text{C}$  می‌رسد. جرم گاز برحسب کیلوگرم و فشار نهایی

$$\left( R = 0.0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}} \right) \text{؟ کدام گزینه آمده است؟}$$

$$4/43, 6/04 \text{ (4)} \quad 3/17, 8/18 \text{ (3)} \quad 2/23, 7/25 \text{ (2)} \quad 3/75, 7/90 \text{ (1)}$$

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۳۹. در مطالعه واکنش برگشت پذیر  $A + B \xrightleftharpoons[k_r]{k_f} C$ ، در شرایطی معین مشخص شده که سرعت واکنش

رفت  $k_f[A]$  است. در این شرایط سرعت واکنش برگشت کدام است؟

(۱) سرعت واکنش رفت بایستی  $k_f[A][B]$  باشد.

(۲)  $k_r[C]$

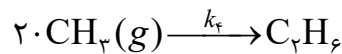
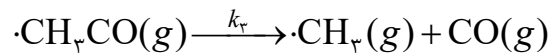
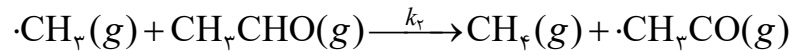
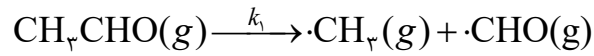
(۳)  $k_r \frac{[C]}{[B]}$

(۴)  $k_r \frac{[B]}{[C]}$

۴۰. زمان نیمه عمر یک واکنش مرتبه سه چه ارتباطی با غلظت اولیه آن دارد؟

(۱)  $\frac{1}{[A]_0^2}$  (۲)  $[A]_0^2$  (۳)  $\frac{1}{[A]_0}$  (۴)  $[A]_0$

۴۱. با توجه به مکانیسم زیر مرتبه واکنش نسبت به  $CH_3CHO$  کدام است؟



(۱) ۲ (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{5}{2}$  (۴)  $\frac{3}{2}$

۴۲. با گرما دادن به دی آزومتان ( $CH_2N_2$ )، یک ترکیب بسیار ناپایدار (A) و گاز نیتروژن تشکیل می شود.

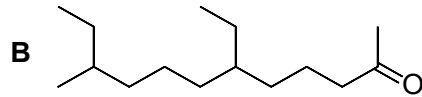
مجموع تعداد جفت الکترون های ناپیوندی در دی آزومتان و ترکیب A کدام است؟



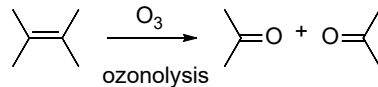
(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۴

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۴۳. از واکنش هیدروژن دار شدن ترکیب **A** با فرمول بسته  $C_{15}H_{26}O$  ترکیب **B** به دست می آید:



ترکیب **A** در نتیجه واکنش ازونولیز، کتون  $C(C_4H_8O)$  و دو ترکیب  $D(C_5H_8O_2)$  و  $E(C_6H_{10}O_2)$  را به دست می دهد. اگر در ترکیب **A** کربن(های) مربوط به گروه(های)  $CH_2$  را با کربن-۱۴ علامت گذاری کنیم، چند کربن-۱۴ در ساختار **A** وجود دارد که به هیچ کربن-۱۴ دیگری متصل نیست؟



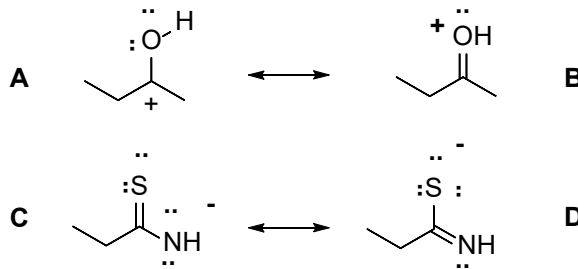
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۴۴. کدام یک از فرم های رزونانسی زیر سهم بیشتری در هیبرید رزونانس دارد؟



D و B (۴)

C و A (۳)

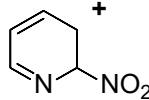
B و C (۲)

D و A (۱)

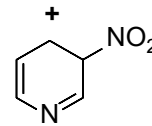
۴۵. کدام یک از عبارات های داده شده درست است؟



Pyridine



A



B

(a) حدواسط **A** از **B** پایدارتر است.

(b) حدواسط **B** از **A** پایدارتر است.

(c) جفت الکترون آزاد نیتروژن پیریدین در اربیتال  $p$  قرار دارد.

(d) جفت الکترون آزاد نیتروژن پیریدین در اربیتال  $sp^2$  قرار دارد.

c و a (۴)

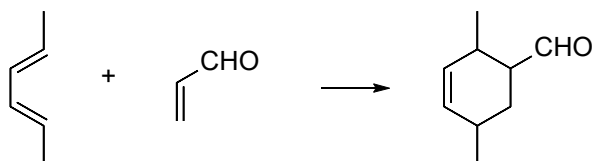
d و b (۳)

c و b (۲)

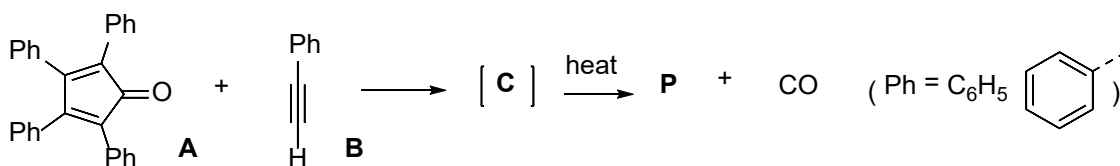
d و a (۱)

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

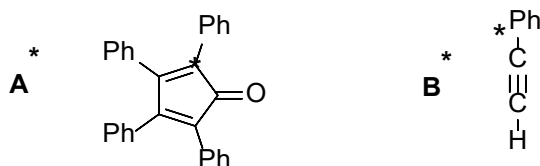
۴۶. واکنش زیر مثالی از واکنش دیلز-آلدر است:



واکنش دیلز-آلدر با استفاده از ترکیبات استیلنی نیز با مکانیسم مشابهی انجام می‌شود. از واکنش **A** با **B** ترکیب **C** بدست می‌آید که با گرم کردن، گاز **CO** از دست داده و به فراورده **P** ( $C_{26}H_{26}$ ) تبدیل می‌شود:



هدف تهیه فراورده **P** است، با این تفاوت که یکی از کربن‌های مشخص در آن با کربن-۱۴ علامت‌گذاری شده باشد، نام این فراورده علامت‌گذاری شده **P\*** است. برای این منظور، یک محقق با استفاده از **A\*** و محقق دیگر با استفاده از **B\*** این فراورده را تهیه کرده است:



الف) کدامیک از ترکیبات بالا فراورده مورد نظر (**P\***) را با راندمان بیشتری به دست می‌دهد؟ (علامت‌گذاری با کربن-۱۴ بر سرعت واکنش‌ها اثر ندارد.)

ب) اگر یکی از هیدروژن‌های **P** را با دوتریوم جایگزین کنیم، احتمال تشکیل چند ایزومر ساختاری وجود دارد؟

(۱) الف: **B\*** و ب: ۱۰

(۲) الف: **B\*** و ب: بیشتر از ۱۰

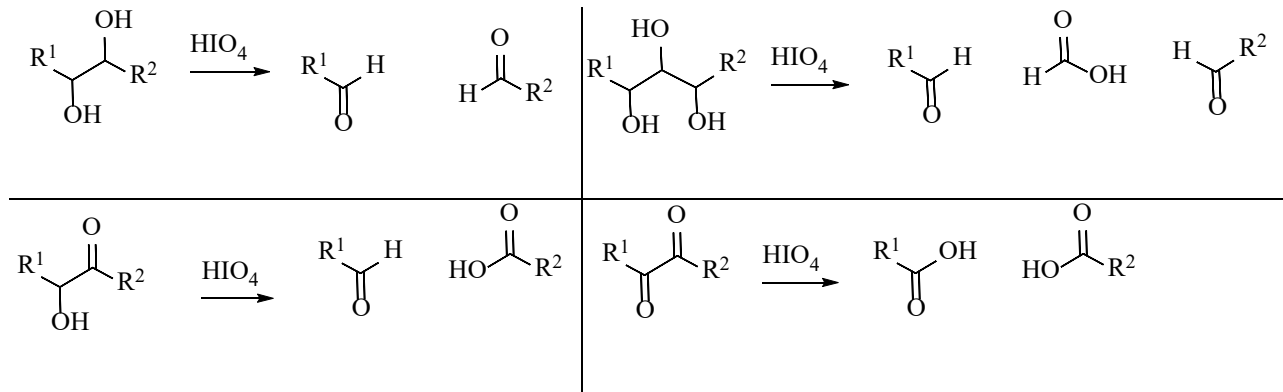
(۳) الف: **A\*** و ب: ۱۰

(۴) الف: **A\*** و ب: بیشتر از ۱۰

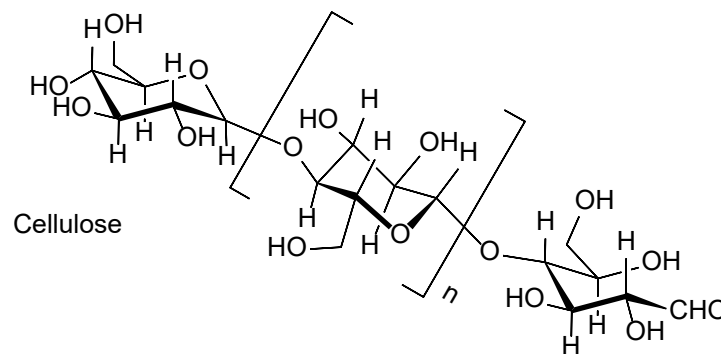
## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۴۷. از پریدیک اسید ( $\text{HIO}_4$ ) برای شکستن پیوند کربن-کربن در ترکیبات آلی که دارای گروه‌های مجاور هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) یا کربونیل هستند، استفاده می‌شود:



سلولز یک پلی‌ساکارید (یک پلیمر طبیعی) است که در شرایط مناسب می‌توان ساختار آن را به صورت زیر نمایش داد:



از واکنش کامل سلولز با  $\text{HIO}_4$ ، فرمیک اسید و فراورده‌های دیگر تشکیل می‌شوند. اگر از اکسایش ۴۰۶ میلی‌گرم سلولز با  $\text{HIO}_4$ ، مقدار  $5/4 \times 10^{-3}$  میلی‌مول فرمیک اسید به دست آید، طول زنجیر سلولز ( $n$ ) کدام است؟ (O=۱۶، H=۱، C=۱۲)

۱۳۹۰ (۴)

۱۸۵۶ (۳)

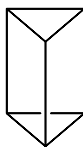
۹۲۸ (۲)

۲۳۲۰ (۱)

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۴۸. هنگامی که ساختار بنزن هنوز مشخص نبود، ساختارهای مختلفی برای آن پیشنهاد می شد. یکی از این ساختارهای پیشنهادی در زیر نمایش داده شده است:



فرض کنید این ساختار برای بنزن درست باشد و در ظرفی ترکیبی با نام کلی دی بروموبنزن وجود داشته باشد. طی یک واکنش نیترودارشدن، یکی از هیدروژن های این ترکیب با  $\text{NO}_2$  جایگزین می شود و فرآورده **P** بدست می آید. چند ساختار برای **P** امکان پذیر خواهد بود که نسبت به هم ایزومر ساختاری باشند؟

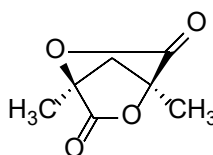
- (۱) ۴      (۲) ۵      (۳) ۶      (۴) بیشتر از ۶

۴۹. به ترکیبات زیر دقت کنید:

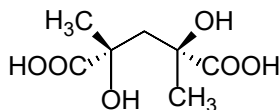


**A** و **B** که فرمول بستۀ یکسان دارند، نحوه اتصال اتمها در آنها یکسان است، اما نحوه آرایش فضایی اتمها یا گروهها در آنها متفاوت است، نسبت به هم ایزومرهای فضایی هستند. از طرف دیگر **C** و **D** نمایش یک ترکیب از دو زاویه مختلف و در واقع یکسان هستند. با توجه به این اطلاعات به سوال زیر پاسخ دهید:

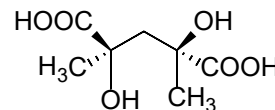
به استرهای حلقوی لاکتون گفته می شود. برای تهیه دی لاکتون زیر به کمک واکنش استری شدن، کدام ماده اولیه مناسب است؟



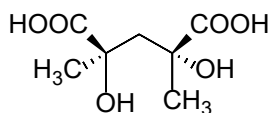
Dilactone



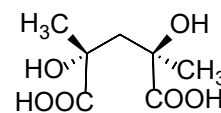
(۲)



(۱)



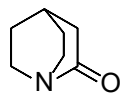
(۴)



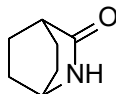
(۳)

## مرحله دوم سی و یکمین دوره المپیاد شیمی

۵۰. کدامیک از عبارتهای زیر درست است؟



I



II



III



IV

(a) II نسبت به I از طرف نیتروژن بهتر پروتونه می شود و باز قوی تری است.

(b) I نسبت به II از طرف نیتروژن بهتر پروتونه می شود و باز قوی تری است.

(c) در واکنش با اسید لوویس  $(\text{CH}_3)_3\text{B}$ ، IV باز قوی تری نسبت به III است.

(d) در واکنش با اسید لوویس  $(\text{CH}_3)_3\text{B}$ ، III باز قوی تری نسبت به IV است.

(۴) a و d

(۳) b و d

(۲) a و c

(۱) b و c

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

تغییرات کلید (کد ۱):

حذف سوالات ۲ و ۳ و ۱۸ و ۳۷ و ۲۸  
تغییر گزینه صحیح سوال ۲۳ از ۲ به ۱  
در نظر گرفتن هر دو گزینه ۳ و ۴ به عنوان پاسخ سوال ۳۶

۱۴۰۲/۰۲/۰۳  
س.م.م

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه (۲)



صحيح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

۲۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۵	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان



سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «لام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۹ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات سی امین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۵۰	۰۸:۰۰	۱۱۰



نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

شماره سندلی

کد دفترچه

۱

### توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه پاسخنامه برای سوالات چند گزینه ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۴- کلیه جواب ها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است پاسخ های نوشته شده در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن ها هیچ امتیازی تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می کند. پس آن را تا نکتید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جدول تناوبی عناصر، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
- ۹- پاسخ درست به هر سوال ۳ امتیاز مثبت و پاسخ نادرست یک امتیاز منفی دارد.
- ۱۰- دانش آموزان پایه دهم می توانند در آزمون مرحله دوم شرکت کنند اما تنها یک بار مجاز به شرکت در دوره آموزشی تابستان و دوره های بعد از آن خواهند بود.
- ۱۱- چنانچه دانش آموز پایه دهم در دوره آموزشی تابستان پذیرفته شود اما از شرکت در این دوره انصراف دهد، امتیاز وی برای دوره تابستان سال بعد حفظ نمی شود.

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۱. قانون نسبت‌های معین با کدام یک از اصول نظریه دالتون هم‌خوانی دارد؟

(۱) وقتی اتم‌های دو یا بیش از دو عنصر با هم ترکیب شوند، ترکیبات شیمیایی تشکیل می‌شود.

(۲) هر عنصر از ذرات ریزی به نام اتم تشکیل شده است.

(۳) تمام اتم‌های یک عنصر یکسان هستند.

(۴) اتم‌ها نه از بین می‌روند و نه به وجود می‌آیند.

۲. در آزمایش پرتو کاتدی برای مطالعه الکترون، نسبت بار به جرم برای الکترون چه رابطه‌ای با شدت میدان مغناطیسی ( $H$ ) دارد؟

$$\frac{1}{H} \quad (۱) \quad H \quad (۲) \quad H^2 \quad (۳) \quad \frac{1}{H^2} \quad (۴)$$

۳. در آزمایش میلیکان برای تعیین بار الکترون، سرعت سقوط قطره در میدان الکتریکی به ترتیب چه رابطه‌ای با شعاع قطره و مقاومت هوا دارد؟

(۱) معکوس ، مستقیم ، مستقیم ، معکوس (۲) مستقیم ، مستقیم ، معکوس ، معکوس (۳) معکوس ، معکوس ، معکوس ، معکوس (۴) مستقیم ، معکوس ، معکوس ، معکوس

۴. یک یون هیدروژن-مانند هسته‌ای با بار  $Z > 1$  و یک الکترون دارد. مطابق نظریه بوهر انرژی هر مدار بوهر به صورت زیر است:

$$E_n = -k \frac{Z^2}{n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$n$  عدد کوانتومی و  $k$  انرژی یونش حالت پایه اتم هیدروژن است. در صورتی که حد همگرایی سری لیمان اتم هیدروژن متناظر با فرکانس  $3/287 \times 10^{15}$  هرتز باشد،  $k$  بر حسب  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  کدام است؟

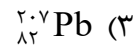
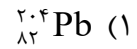
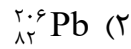
$$h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

(۱) ۱۲۱۳ (۲) ۱۳۱۲ (۳) ۱۳۲۱ (۴) ۲۱۱۳

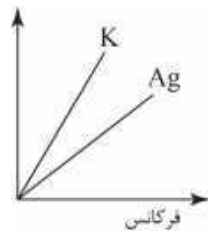
## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

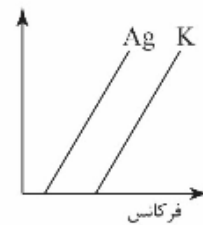
۵. عنصر اورانیم در طبیعت به صورت مخلوطی از ۹۹/۲۸ درصد  $^{238}\text{U}$  و ۰/۷۲ درصد  $^{235}\text{U}$  وجود دارد.  $^{238}\text{U}$  طی چند مرحله به ایزوتوپی از سرب تبدیل می شود و طی این فرایند ۸ ذره آلفا ( $\alpha$ ) ساطع می شود. در این فرایند کدام ایزوتوپ سرب تشکیل می شود؟



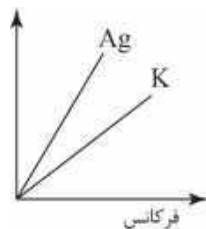
۶. کدام نمودار انرژی جنبشی فوتوالکترون ها را بر حسب فرکانس در اثر فوتوالکتریک برای فلز پتاسیم و نقره درست نشان می دهد؟



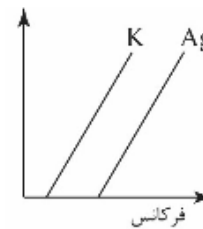
(۲)



(۱)

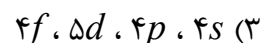
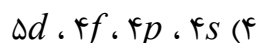
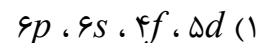
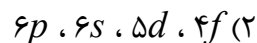
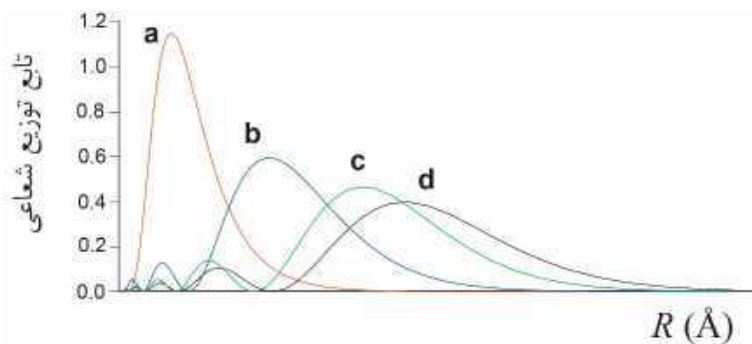


(۴)



(۳)

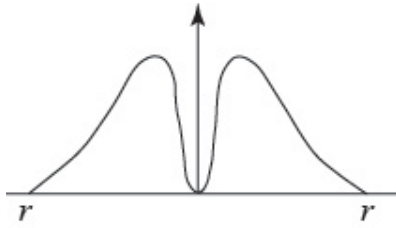
۷. نمودار زیر تابع توزیع شعاعی را برای یون  $\text{Sm}^{3+}$  نشان می دهد.  $a$ ،  $b$ ،  $c$  و  $d$  به ترتیب از راست به چپ نشان دهنده ی کدام اوربیتال ها هستند؟ (عدد اتمی Sm برابر ۶۲ است.)



## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۸. شکل زیر برای اوربیتال های  $p$  نشان دهنده چیست؟ ( $\psi$  تابع موج اوربیتال است که از حل معادله شرودینگر به دست می آید).



$$\frac{1}{\psi^2} \quad (۴)$$

$$\psi \quad (۳)$$

$$\frac{1}{\psi} \quad (۲)$$

$$\psi^2 \quad (۱)$$

۹. کدام گزینه ترتیب نفوذپذیری اوربیتال های اتمی را بهتر نشان می دهد؟

$$f > d > p > s \quad (۲)$$

$$s > p > d > f \quad (۱)$$

$$s = p > d = f \quad (۴)$$

$$f = d > p = s \quad (۳)$$

۱۰. در نظریه VSEPR شکل مولکول ها با استفاده از موقعیت گروه های پیوندی و ناپیوندی تعیین می شود. جاهای خالی در مراحل تعیین شکل مولکولی در این روش از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟



(۱) فرمول مولکولی، فرمول ساختاری، زاویه های دوجهی

(۲) فرمول تجربی، فرمول مولکولی، زاویه های پیوندی

(۳) فرمول تجربی، آرایش گروه های الکترونی، زاویه های دوجهی

(۴) فرمول مولکولی، آرایش گروه های الکترونی، زاویه های پیوندی

۱۱. در آرایش الکترونی مولکولی  $C_2$ ،  $N_2$ ،  $O_2$  و  $F_2$  در اوربیتال مولکولی  $\sigma_{2p}$  هر مولکول چند الکترون وجود دارد؟

$$۲، ۲، ۲، ۲ \quad (۴) \text{ صفر، } ۲، ۲، ۲$$

$$۲، ۲، ۲، ۲ \quad (۳) \text{ صفر، } ۲، ۲، ۲$$

$$۲، ۲، ۲، ۲ \quad (۲)$$

$$۲، ۲، ۲، ۲ \quad (۱) \text{ صفر، } ۲، ۲، ۲$$

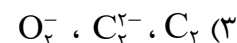
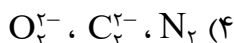
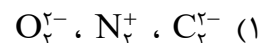
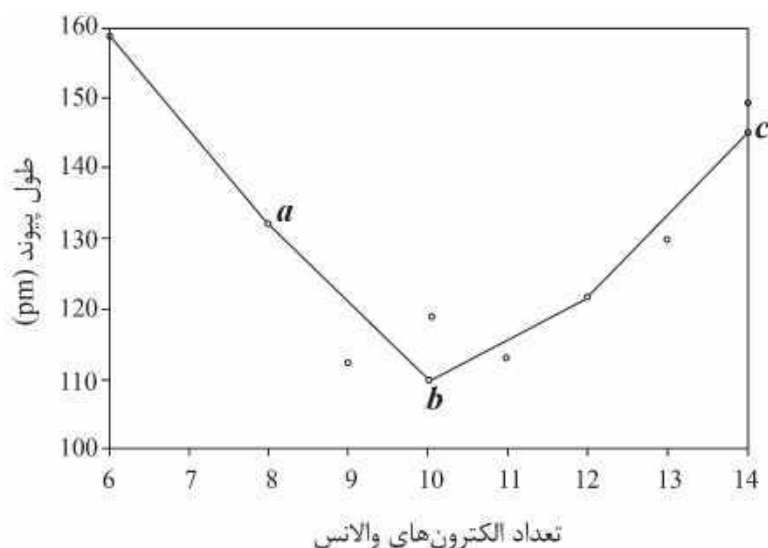
## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۱۲. کدام گزینه برای مقایسه انرژی های پیوند درست است؟



۱۳. نمودار داده شده طول پیوند بر حسب pm را برای گونه های  $C_2, N_2, N_2^+, C_2^-, O_2, O_2^+, O_2^-, F_2, O_2^{2-}$  نشان می دهد. نقاط  $a, b, c$  به ترتیب مربوط به کدام گونه هاست؟ (عدد اتمی C, N, O و F به ترتیب ۶، ۷، ۸ و ۹ است.)



۱۴. کدام عبارت برای گازهای حقیقی درست است؟

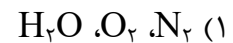
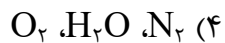
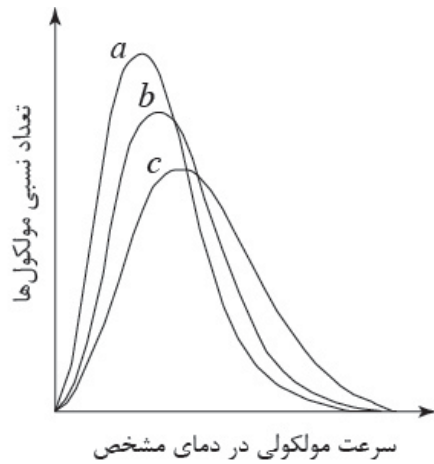
$$(۱) \quad \frac{pV}{RT} > 1 \quad \text{تأثیر حجم های مولکولی غالب است؛} \quad \frac{pV}{RT} < 1 \quad \text{تأثیر دافعه های بین مولکولی غالب است.}$$

$$(۲) \quad \frac{pV}{RT} < 1 \quad \text{تأثیر حجم های مولکولی غالب است؛} \quad \frac{pV}{RT} > 1 \quad \text{تأثیر جاذبه های بین مولکولی غالب است.}$$

$$(۳) \quad \frac{pV}{RT} > 1 \quad \text{تأثیر حجم های مولکولی غالب است؛} \quad \frac{pV}{RT} < 1 \quad \text{تأثیر جاذبه های بین مولکولی غالب است.}$$

$$(۴) \quad \frac{pV}{RT} < 1 \quad \text{تأثیر حجم های مولکولی غالب است؛} \quad \frac{pV}{RT} > 1 \quad \text{تأثیر دافعه های بین مولکولی غالب است.}$$

۱۵. شکل زیر تعداد نسبی مولکول های با سرعت مشخص را بر حسب سرعت در دمای یکسان نشان می دهد. نمودارهای  $a$ ،  $b$  و  $c$  به ترتیب از راست به چپ مربوط به کدام گازها هستند؟



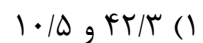
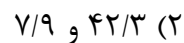
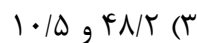
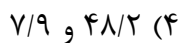
۱۶. ترکیبی از کلر و فلوئور با فرمول  $\text{ClF}_x$  در دمای  $۷۵^\circ\text{C}$  با اورانیوم واکنش می دهد. بر اثر واکنش مقدار معینی از این ترکیب با اورانیوم،  $۵/۶۳$  گرم اورانیوم هگزاfluorouranium و  $۴۵۷ \text{ mL}$  کلرfluorouranium در دمای  $۷۵^\circ\text{C}$  و فشار  $۳/۰۰ \text{ atm}$  تشکیل می شود. مقدار  $x$  کدام است؟

(U:  $۲۳۸/۰۳$ , F:  $۱۹/۰۰ \text{ g}\cdot\text{mol}^{-۱}$ )



۱۷. تیزاب سلطانی (مخلوطی از هیدروکلریک اسید و نیتریک اسید با نسبت حجمی سه به یک) تنها حلالی است که می تواند طلا را حل کند. فرآورده های حاصل از این واکنش عبارتند از  $\text{NO}(g)$ ،  $\text{HAuCl}_4(aq)$  و  $\text{H}_2\text{O}(l)$ . برای واکنش با  $۲۵$  گرم طلا، چند میلی لیتر هیدروکلریک اسید  $۱۲ \text{ mol}\cdot\text{L}^{-۱}$  و چند میلی لیتر  $\text{HNO}_3$   $۱۶ \text{ mol}\cdot\text{L}^{-۱}$  لازم است؟ (اعداد گزینه ها را از راست به چپ بخوانید).

(Au:  $۱۹۷ \text{ g}\cdot\text{mol}^{-۱}$ )



## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۱۸. غلظت هیدروکلریک اسید در اسید معده تقریباً  $0.02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  است. یک قرص ضداسید به جرم تقریبی  $330 \text{ mg}$  دارای  $41\%$  منیزیم هیدروکسید،  $36/2\%$  سدیم هیدروژن کربنات و  $22/8\%$  سدیم کلرید است. این قرص با چند لیتر از اسید معده به طور کامل واکنش می دهد؟

(Mg:  $24$ , H:  $1$ , O:  $16$ , Na:  $23$ , C:  $12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

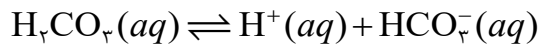
۰/۸ (۴)

۰/۳ (۳)

۰/۱ (۲)

۰/۵ (۱)

۱۹. طی ۴۰ سال اخیر میزان  $\text{CO}_2$  موجود در جو زمین از حدود  $315 \text{ ppm}$  به  $380 \text{ ppm}$  رسیده است. با فرض اینکه در هوای سالم امروزی pH باران برابر  $5/40$  باشد، pH باران در هوای سالم ۴۰ سال قبل چه مقدار بوده است؟ فرض کنید که تمام  $\text{CO}_2$  حل شده به صورت  $\text{H}_2\text{CO}_3$  درآمده باشد و تنها عامل مؤثر بر pH آب باران، واکنش زیر باشد:



$$K_a = 4/3 \times 10^{-7}$$

۵/۴۸ (۴)

۴/۵۰ (۳)

۴/۷۱ (۲)

۵/۴۴ (۱)

۲۰. به  $0.350 \text{ L}$  محلول  $0.500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HBr مقداری جامد  $\text{Zn(OH)}_2$  افزوده می شود و مخلوط واکنش به خوبی به هم زده می شود. کاغذ pH در این محلول سرخ رنگ می شود. در ادامه  $88/5 \text{ mL}$  محلول سود سوزآور با غلظت  $0.500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  به محلول اضافه می شود. کاغذ pH در محلول نهایی تغییر رنگ نمی دهد. جرم اولیه  $\text{Zn(OH)}_2$  کدام است؟

( $\text{Zn(OH)}_2$ :  $99/41 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

۶/۵۰ (۴)

۷/۴۱ (۳)

۱۴/۸۲ (۲)

۱۳/۰۲ (۱)

۲۱. کاپروئیک اسید با فرمول شیمیایی  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$  به مقدار کمی در روغن پالم وجود دارد. غلظت محلول سیرشده این اسید  $11/00 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  و pH آن برابر  $2/94$  است.  $K_a$  این اسید کدام است؟

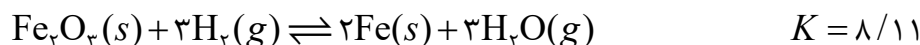
( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ :  $116/16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

 $1/2 \times 10^{-4}$  (۴) $1/4 \times 10^{-4}$  (۳) $1/2 \times 10^{-5}$  (۲) $1/4 \times 10^{-5}$  (۱)

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۲۲. تعادل زیر در دمایی معین برقرار شده است:

در این دما درصد  $\text{H}_2$  واکنش نکرده کدام است؟

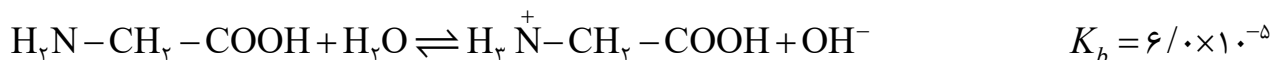
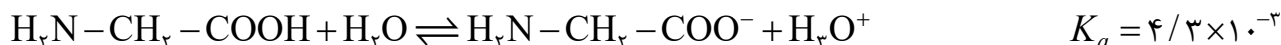
- (۱) ۲۲/۲ (۲) ۴۴/۲ (۳) ۱۱/۱ (۴) ۳۳/۲

۲۳. در محفظه‌ای به حجم ۲/۰۰ L ، مقدار ۴/۰۰ گرم  $\text{N}_2\text{O}_4$  تا برقراری تعادل زیر تجزیه می‌شود:

اگر حجم محفظه سریع به نصف کاهش یابد، غلظت تعادلی جدید  $\text{N}_2\text{O}_4$  و  $\text{NO}_2$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(  $\text{N}_2\text{O}_4$ :  $92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  )

- (۱) ۰/۰۴۲ ، ۰/۰۲۵۱ (۲) ۰/۰۳۶ ، ۰/۰۱۴۵ (۳) ۰/۰۴۸ ، ۰/۰۲۴۵ (۴) ۰/۰۳۲ ، ۰/۰۱۲۸

۲۴. بر اثر حل شدن آمینواسید گلی سین در آب در دمای  $25^\circ\text{C}$  تعادل‌های زیر برقرار می‌شود:

ثابت تعادل واکنش  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$  در دمای یادشده به‌طور تقریبی کدام است؟

- (۱)  $4/8 \times 10^6$  (۲)  $2/6 \times 10^6$  (۳)  $2/6 \times 10^7$  (۴)  $4/8 \times 10^7$

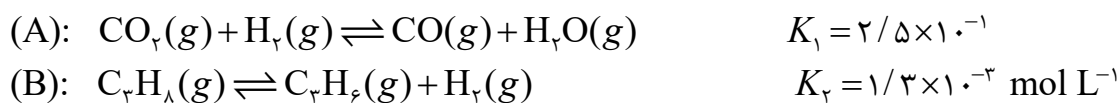
## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۲۵. امروزه استفاده از سوخت‌های سنتزی بر پایه‌ی  $\text{CO}_2$  در حال توسعه است. فرض کنید  $0.1 \text{ mol}$  از  $\text{CO}$  و  $0.1 \text{ mol}$  بخار آب به ظرفی  $20$  لیتری در دمای  $900^\circ\text{C}$  اضافه شود و در نتیجه‌ی واکنش آنها،  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2$  به دست آید. در صورتی که در لحظه‌ی تعادل،  $[\text{CO}] = 2/24 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  باشد، فشار کل در ظرف در حال تعادل بر حسب اتمسفر کدام است؟

- (۱)  $0.48$  (۲)  $1/56$  (۳)  $0.96$  (۴)  $2/28$

۲۶. دانش‌آموزی از دو ظرف در بسته‌ی  $A$  و  $B$  برای انجام یک آزمایش استفاده می‌کند. ظرف  $A$  با مخلوطی از  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2$  به نسبت  $1:1$  و ظرف  $B$  با پروپان پر شده است. هر دو ظرف در فشار ثابت تا  $527^\circ\text{C}$  گرم می‌شود. در این شرایط واکنش‌های به تعادل رسیده‌ی زیر انجام می‌شود:



دانش‌آموز متوجه می‌شود که فشار در دو ظرف یکسان و مقدار پروپان در ظرف  $B$  برابر  $80$  درصد حجمی است. فشار کل در ظرف  $B$  کدام است؟

- (۱)  $692 \text{ kPa}$  (۲)  $721 \text{ kPa}$  (۳)  $583 \text{ kPa}$  (۴)  $891 \text{ kPa}$

۲۷.  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  کریستالی کامل است که در سال  $2011$  از آن برای محاسبه دقیق عدد آووگادرو استفاده شده است. با حرارت دادن این کریستال در دماهای بالای  $300^\circ\text{C}$ ، یک جامد کریستالی سفیدرنگ ( $A$ ) و یک گاز بی‌رنگ ( $B$ ) آزاد می‌شود. مواد  $A$ ،  $B$  و شکل هندسی مولکول‌های  $B$  به ترتیب کدامند؟

- (۱)  $\text{Na}$ ،  $\text{SiF}_6$ ، هشت‌وجهی (۲)  $\text{NaF}$ ،  $\text{SiF}_6$ ، هشت‌وجهی  
(۳)  $\text{Na}$ ،  $\text{SiF}_4$ ، چهاروجهی (۴)  $\text{NaF}$ ،  $\text{SiF}_4$ ، چهاروجهی

۲۸. کدام یک از گزینه‌های زیر باز قوی‌تری محسوب می‌شود؟

- (۱)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (۲)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  (۳)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (۴)  $\text{Al}(\text{OH})_3$

۲۹. برای تیتراسیون ۱۰ میلی لیتر محلول  $H_2Y^{2-}$  با غلظت  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، به این محلول  $10 \text{ mmol}$  کلسیم کلرید جامد اضافه و حل می شود. سپس محلول تا تغییر رنگ شناساگر فنل فتالئین با سود  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  تیترا می شود. اگر نقطه ی تغییر رنگ شناساگر حدود  $pH = 8.7$  در نظر گرفته شود، حجم سود مصرفی برای مشاهده ی تغییر رنگ چقدر است؟

$$pK_1(H_2Y^{2-}) = 6.2, \quad pK_2(H_2Y^{2-}) = 10.3, \quad pK_c(CaY^{2-}) = 10.7$$

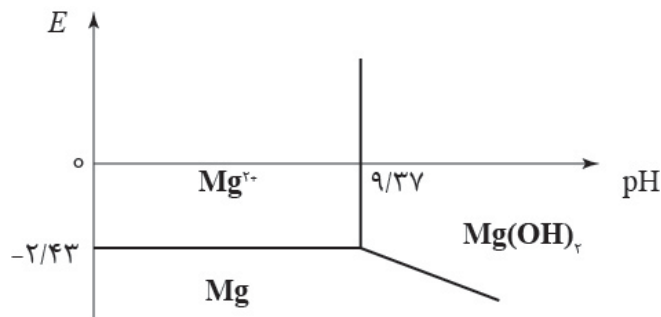
(۱) ۱۰ میلی لیتر      (۲) ۲۵ میلی لیتر      (۳) ۲۰ میلی لیتر      (۴) ۱۵ میلی لیتر

۳۰. عناصر زیر برحسب پتانسیل اکسایش مرتب شده اند. کدام یک از عناصر در جای درست خود قرار نگرفته است؟

Li – K – Al – Fe – Cd – Co – H<sub>۲</sub> – Pb – Cu – Hg – Pd – Pt – Au

Cu (۴)      Pb (۳)      Fe (۲)      Hg (۱)

۳۱. در شکل زیر وابستگی پتانسیل ردوکس ( $E$ ) به  $pH$  برای منیزیم در دمای  $298 \text{ K}$  نشان داده شده است (غلظت یون  $Mg^{2+}$  برابر  $0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  است). پتانسیل استاندارد جفت  $Mg^{2+}/Mg$  و حاصل ضرب حلالیت  $Mg(OH)_2$  در کدام گزینه آمده است؟



$$2/1 \times 10^{-10}, -2/43 \text{ V (2)}$$

$$5/1 \times 10^{-10}, -2/83 \text{ V (1)}$$

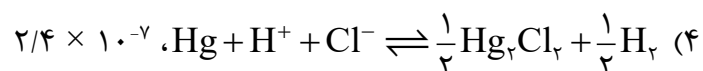
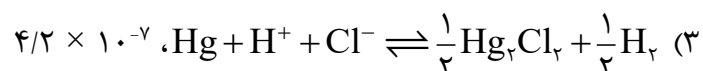
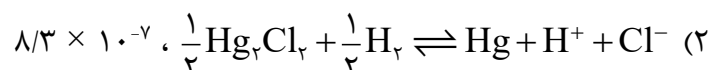
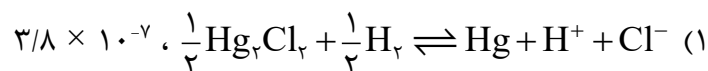
$$1/1 \times 10^{-11}, -2/38 \text{ V (4)}$$

$$3/0 \times 10^{-11}, -2/17 \text{ V (3)}$$

۳۲. با توجه به داده های زیر، معادله موازنه شده ی پیل تشکیل شده و حلالیت  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  برحسب  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  به ترتیب کدام است؟ (ثابت فارادی (F) برابر با  $96500$  کولن بر مول است و  $R = 8/314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

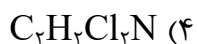
$$E^\circ([\text{Hg}_2]^{2+} / \text{Hg}) = 0.789 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Hg} / \text{Hg}_2\text{Cl}_2(s) / \text{Cl}^-) = 0.268 \text{ V}$$

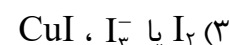
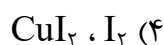
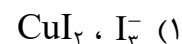


۳۳. مقدار  $7/40$  گرم از نمونه ای شامل کربن، هیدروژن، نیتروژن و کلر در مقدار اضافی اکسیژن می سوزد و  $11/05$  گرم  $\text{CO}_2$  و  $2/26$  گرم  $\text{H}_2\text{O}$  می دهد. نمونه دیگری از این ترکیب با جرم  $5/24$  گرم شامل  $2/10$  گرم کلر است. فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

(C:  $12$ , Cl:  $35/5$ , N:  $14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )



۳۴. برای تشخیص وجود مس در محلولی شامل یون های  $\text{Cu}^{2+}$ ، پتاسیم یدید اضافه می شود. رنگ محلول قهوه ای مایل به زرد می شود و یک رسوب خاکستری مایل به سفید تشکیل می شود. عامل رنگ محلول و رسوب تشکیل شده به ترتیب از راست به چپ کدامند؟



## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۳۵. چند عبارت از عبارت های زیر درست است؟

- فشار، حجم، انرژی درونی ( $E$ ) و آنتالپی ( $H$ ) تابع حالت اند.
- $\Delta H$  همان گرمای مبادله شده در فشار ثابت ( $q_p$ ) است.
- گرماسنج بمبی  $\Delta E$  را اندازه گیری می کند.
- در یک فرایند هم حجم  $\Delta E = q_v$  است.
- ظرفیت گرمایی در فشار ثابت کمتر از ظرفیت گرمایی در حجم ثابت است.

(۱) دو (۲) پنج (۳) سه (۴) چهار

۳۶. چند عبارت از عبارت های زیر درست است؟

- قانون هس همان قانون اول ترمودینامیک برای واکنش های ترموشیمیایی است.
- قانون هس برای جمع زنی گرما در فشار ثابت است.
- تغییر آنتالپی یک فرایند کلی با مجموع تغییرات آنتالپی مراحل منفرد آن برابر است.
- قانون هس نتیجه ی تابع حالت بودن آنتالپی است.

(۱) چهار (۲) دو (۳) سه (۴) یک

۳۷. وابستگی دمایی فشار بخار  $\text{SO}_2$  جامد از رابطه  $\log p = 10.5916 - \frac{1871}{T}$  و برای  $\text{SO}_2$  مایع از رابطه

$\log p = 8.3186 - \frac{1425}{T}$  تبعیت می کند (در هر دو رابطه  $p$  بر حسب تور و دما بر حسب کلوین است). فشار

بر حسب تور و دمای نقطه سه گانه  $\text{SO}_2$  بر حسب کلوین در کدام گزینه آمده است؟

(۱)  $183/6$  ،  $12/3$  (۲)  $196/3$  ،  $11/5$

(۳)  $202/5$  ،  $13/1$  (۴)  $172/9$  ،  $8/93$

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۳۸. دو بشر یکی حاوی آب خالص و دیگری حاوی محلول NaCl غلیظ در یک ظرف دربسته قرار داده می شود. با گذاشتن زمان، کدام جمله درباره این دو بشر درست است؟

(۱) حجم محلول کم و حجم آب زیاد می شود.

(۲) حجم محلول زیاد و حجم آب خالص کم می شود.

(۳) حجم محلول و آب ثابت باقی می ماند.

(۴) به تناوب حجم هر کدام زیاد و کم می شود.

۳۹. محلول های «متانول و آب»، «بنزن و متانول»، «آب و اتیل استات»، «هگزان و هپتان» و «آب و هیدروکلریک اسید» به ترتیب چه انحرافی از قانون راولت نشان می دهند؟

(۱) منفی، منفی، مثبت، منفی، مثبت

(۲) بدون انحراف، مثبت، مثبت، مثبت، مثبت، منفی

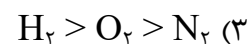
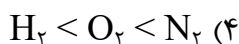
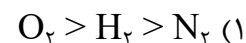
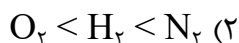
(۳) مثبت، مثبت، بدون انحراف، مثبت، منفی

(۴) مثبت، مثبت، بدون انحراف، منفی

۴۰. در جدول زیر ثابت هنری برای چند گاز در آب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  داده شده است:

گاز	ثابت هنری ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ )
اکسیژن	$1/3 \times 10^{-3}$
نیتروژن	$7/0 \times 10^{-4}$
هیدروژن	$8/5 \times 10^{-4}$

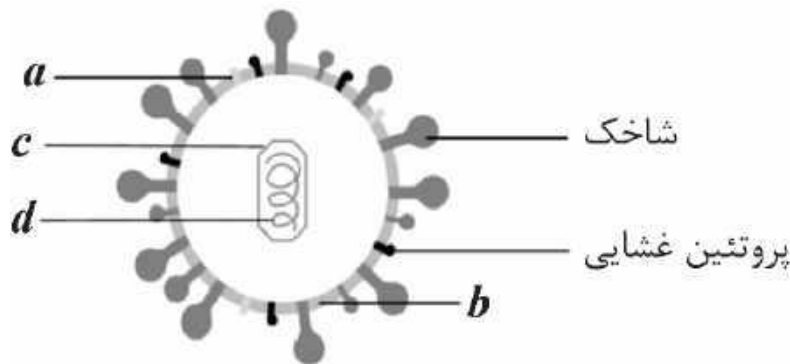
کدام گزینه درباره حلالیت این گازها در آب درست است؟



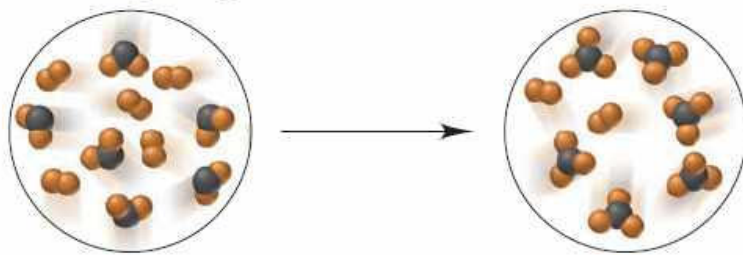
## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۴۱. شکل زیر ویروسی از خانواده کروناویروس ها را نشان می دهد. این ویروس ذره ای کروی است که چند شاخک از آن بیرون زده است. هر ذره ویروس چهار پروتئین ساختاری دارد که عبارتند از پروتئین های شاخکی ( $S$ )، پوششی ( $E$ )، غشایی ( $M$ ) و نوکلئوکپسیدی ( $N$ ). وظیفه  $N$  نگهداشتن RNA در مرکز ویروس است. اطراف  $N$  یک پوشش ویروسی است. این پوشش شامل یک دولایه لیپیدی است که پروتئین های غشایی، پوششی و شاخکی به آن متصل اند. شاخک ها مسئول متصل کردن ویروس به غشا سلول میزبان هستند. با این توضیحات صابون روی کدام بخش از ویروس مؤثر است؟

 $b$  (۲) $a$  (۱) $d$  (۴) $c$  (۳)

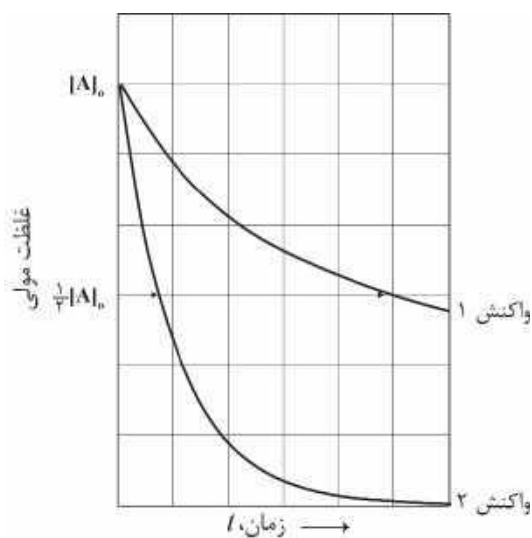
۴۲. واکنش شیمیایی بین  $AB_2$  و  $B_2$  به صورت زیر نمایش داده می شود. اگر در ابتدا  $3/0$  مول  $B_2$  و  $5/0$  مول  $AB_2$  موجود باشد، پس از انجام واکنش چند مول واکنشگر اضافی در ظرف باقی می ماند؟

 $0/35$  (۴) $0/50$  (۳) $0/75$  (۲) $0/25$  (۱)

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۴۳. کدام مقایسه برای دو واکنش مرتبه اول نشان داده شده در نمودار زیر درست است؟



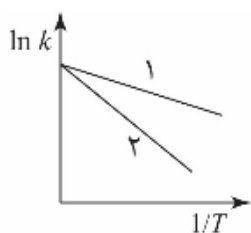
$$(۱) \text{ واکنش } k_1 < k_2 \text{ و } t_{1/2}(\text{واکنش } ۱) < t_{1/2}(\text{واکنش } ۲)$$

$$(۲) \text{ واکنش } k_1 > k_2 \text{ و } t_{1/2}(\text{واکنش } ۱) < t_{1/2}(\text{واکنش } ۲)$$

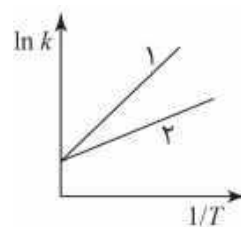
$$(۳) \text{ واکنش } k_1 < k_2 \text{ و } t_{1/2}(\text{واکنش } ۱) > t_{1/2}(\text{واکنش } ۲)$$

$$(۴) \text{ واکنش } k_1 > k_2 \text{ و } t_{1/2}(\text{واکنش } ۱) > t_{1/2}(\text{واکنش } ۲)$$

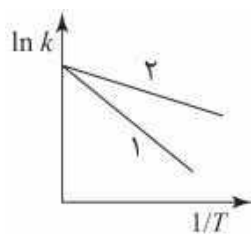
۴۴. دو واکنش با دو انرژی فعال سازی متفاوت را در نظر بگیرید که انرژی فعال سازی برای واکنش ۱ بیشتر از واکنش ۲ است. کدام نمودار وابستگی ثابت سرعت ( $k$ ) به دما را برای این دو واکنش بهتر نشان می دهد؟



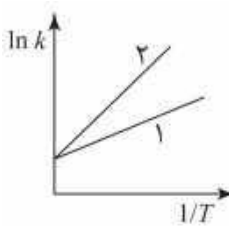
(۲)



(۱)



(۴)

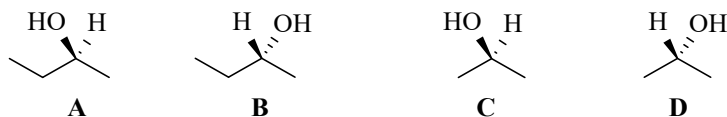


(۳)

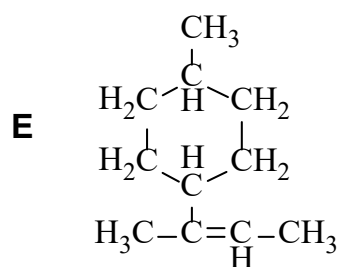
## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱

۴۵. به ترکیبات زیر دقت کنید:



در **A** و **B** که فرمول بسته یکسان دارند، نحوه اتصال اتمها یکسان است، اما آرایش فضایی اتمها یا گروهها متفاوت است؛ یعنی نسبت به هم ایزومرهای فضایی هستند. از طرف دیگر **C** و **D** نمایش یک ترکیب یکسان از دو زاویه مختلف هستند. با استفاده از اطلاعات داده شده و نحوه آرایش فضایی اتمها یا گروهها، چند ساختار برای **E** (شکل زیر) می توان رسم کرد که نسبت به هم ایزومر فضایی باشند؟



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

(۱) بیشتر از ۴

۴۶. وقتی یک اتم نیتروژن در ترکیب **A** با ایزوتوپ  $^{15}\text{N}$  علامت گذاری می شود، فقط یک ترکیب **A\*** بدست می آید. آبکافت ترکیب **A\*** که در ساختار آن پیوند آمیدی وجود دارد در دو شرایط مختلف (الف) و (ب) بررسی می شود. در شرایط (الف)، بعد از آبکافت کامل **A\***، فقط ترکیبهای **B** و **B\*** با ساختار یکسان و فرمول بسته  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$  به دست می آید که فقط **B\*** ایزوتوپ نیتروژن دارد. از آبکافت **A\*** در شرایط (ب)، سه ترکیب با فرمول بسته یکسان و ساختار یکسان به دست می آید که همگی دارای ایزوتوپ نیتروژن، اما در موقعیت های متفاوت هستند. چند ساختار برای **A** می توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مورد نظر نیست؛ وجود ایزوتوپ نیتروژن هیچ اثری بر انجام واکنش آبکافت ندارد.)

۴ (۴) بیشتر از ۳

۳ (۳)

۱ (۲)

(۱) ۲

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم سی امین دوره المپیاد شیمی

۴۷. برای ترکیب غیرحلقوی **A** با فرمول بسته  $C_2H_4N_2$  اگر یکی از اتم‌های هیدروژن با دوتریم جایگزین شود، سه ایزومر ساختاری بدست می‌آید. چند ساختار برای **A** می‌توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مورد نظر نیست.)

- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) بیشتر از ۴

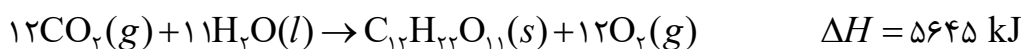
۴۸. در اثر آبکافت ترکیب خالص **A** با فرمول بسته  $C_7H_{12}O_2$  که در ساختار آن گروه عاملی استری وجود دارد، ترکیب **B** با فرمول بسته  $C_7H_{14}O_3$  به دست می‌آید. **B** در اثر واکنش اکسایش با یک اکسندهی مناسب به ترکیب **C** با فرمول بسته  $C_7H_{12}O_4$  تبدیل می‌شود. از واکنش یک مول **C** با یک مول اتانول با در نظر گرفتن ایزومرهای فضایی فقط یک ترکیب تشکیل می‌شود. با لحاظ کردن ایزومرهای فضایی چند ساختار برای **A** وجود خواهد داشت؟

- (۱) بیشتر از ۴ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۹. از آبکافت پیوند آمیدی در ترکیبی با فرمول بسته  $C_{13}H_8Br_2NO$  دو ترکیب آروماتیک **A** و **B** به دست می‌آید. از واکنش یک مول **A** با یک مول استیک انیدرید ( $CH_3COOCOCH_3$ ) در شرایط مناسب، ترکیبی با فرمول بسته  $C_8H_8BrNO$  به دست می‌آید و فقط یک مول استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) آزاد می‌شود. چند ساختار برای **B** امکان پذیر است؟

- (۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) بیشتر از ۶

۵۰. نور خورشید به ازای هر متر مربع، انرژی‌ای معادل  $1/0 \text{ kW}$  فراهم می‌کند ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$ ). گیاهان طی یک ساعت به ازای یک متر مربع دریافت انرژی حدود  $0/2$  گرم ساکاروز مطابق معادله زیر تولید می‌کنند:



چند درصد از نور خورشید صرف تولید ساکاروز می‌شود؟

( $C_{12}H_{22}O_{11}$ :  $342/3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

- (۱)  $0/92$  (۲)  $0/82$  (۳)  $1/25$  (۴)  $1/85$

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

مسئله شماره ۲۱، گزینه صحیح ۱ است.

*[Handwritten signature]*

۹۹,۴,۲

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه



غلط

صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۱. طیف نشری مرئی اتم هیدروژن شامل خطوطی است که معکوس طول موج آنها با  $\frac{1}{n^2}$  متناسب است ( $n$  عدد کوانتومی اصلی است). در صورتی که  $\frac{1}{\lambda}$  برحسب  $\frac{1}{n^2}$  رسم شود خطی راست با شیب منفی به دست می آید. نسبت انرژی یونش الکترون برانگیخته در اوربیتال  $nd$  به اوربیتال های دیگر در همان لایه کدام است؟

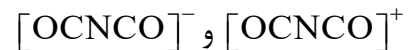
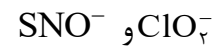
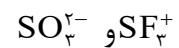
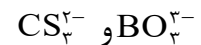
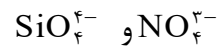
(۱) صفر (۲) بی نهایت

(۳) ۱ (۴) با ضریب تناسب  $\frac{1}{\lambda}$  برحسب  $\frac{1}{n^2}$  برابر است.

۲. کدام عنصر بیشترین مقدار از وزن کره زمین را تشکیل می دهد؟

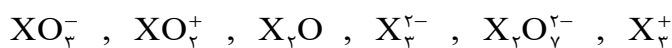
(۱) کربن (۲) آهن (۳) اکسیژن (۴) سیلیسیم

۳. چه تعداد از جفت گونه های زیر شکل هندسی مشابه ندارند؟



(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۴. در چه تعداد از گونه های زیر  $X$  می تواند به گروه ۱۶ جدول تناوبی تعلق داشته باشد؟ (با رعایت قاعده هشت تایی)



(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) هیچ کدام

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۵. مقدار نسبت بار به جرم ( $q/m$ ) برای اتم هلیم در کدام حالت برابر یا بیشتر از مقدار  $q/m$  پروتون است؟

- (۱)  $\text{He}^{2+}$       (۲)  $\text{He}^+$       (۳)  $\text{He}^{4+}$       (۴) غیرممکن است.

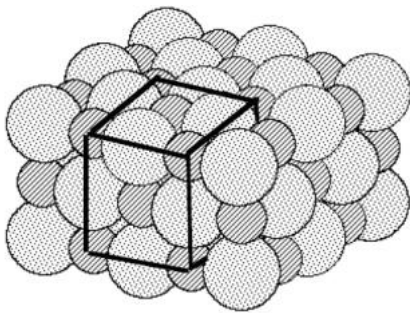
۶. اگر در طیف نشری اتم هیدروژن، ترازهای انرژی بالاتر از  $n = 6$  را در نظر بگیریم، در مجموع چند خط طیفی می تواند وجود داشته باشد؟

- (۱) ۱۵      (۲) ۱۲      (۳) ۶      (۴) ۱۶

۷. در کاتیون مسطح  $[\text{EO}_3]^+$  اتم مرکزی E کدام است؟

- (۱) Xe      (۲) Si      (۳) S      (۴) Cl

۸. شکل زیر ترکیبی را نشان می دهد که در آن گوی های کوچک تر اتم های عنصر A و گوی های بزرگ تر اتم های عنصر B را نشان می دهند. فرمول بسته این ترکیب کدام است؟



- (۱) AB      (۲)  $\text{AB}_2$       (۳)  $\text{A}_{22}\text{B}_{21}$       (۴)  $\text{A}_7\text{B}$

۹. کدام خواص بلورهای فلزی بر اساس الگوی دریای الکترون قابل تفسیر است؟

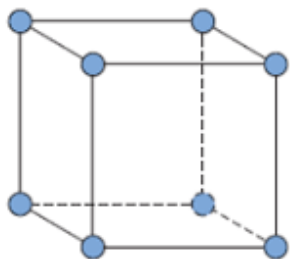
الف) چکش خواری      ب) براقیت      ج) رسانش الکتریکی      د) چگالی زیاد

- (۱) ج و د      (۲) ب و ج      (۳) الف و ج      (۴) الف و د

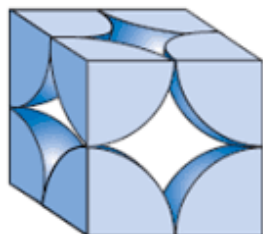
## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۱۰. اتم‌های فلزی پولونیم (Po) با جرم اتمی ۲۰۹ در یک سلول واحد مکعبی ساده متبلور می‌شوند که چگالی آن ۹/۱۴۲ گرم بر سانتی‌متر معکب است. شعاع اتمی این فلز برحسب آنگستروم کدام است؟



۲/۳۹ (۴)



۱/۷۴ (۳)

۱/۳۵ (۲)

۱/۶۸ (۱)

۱۱. هنگامی که ۲/۰۲ گرم پلاتین با مقدار اضافی گاز فلوئور واکنش می‌دهد، ۳/۲۰ گرم جامد فرار قرمز رنگ تشکیل می‌شود. اگر جامد تشکیل شده با مقدار اضافی از گاز زنون واکنش دهد، ۴/۵۶ گرم از یک ماده جامد جدید با رنگ نارنجی-زرد تشکیل می‌شود. فرمول تجربی جامد نهایی کدام است؟

(Xe: ۱۳۱/۳, Pt: ۱۹۵, F: ۱۹)

PtXeF<sub>۶</sub> (۴)PtXe<sub>۲</sub>F<sub>۴</sub> (۳)PtXeF<sub>۴</sub> (۲)PtXeF<sub>۲</sub> (۱)

۱۲. هنگامی که ۱/۰۰ گرم Pb<sub>۳</sub>O<sub>۴</sub> را به شدت حرارت می‌دهیم، مقداری گاز اکسیژن آزاد شده و اکسید دیگری از سرب تشکیل می‌شود. جرم اکسیژن آزاد شده چند میلی‌گرم است؟ (Pb: ۲۰۷/۲, O: ۱۶)

۲۳ (۴)

۶۹ (۳)

۴۶ (۲)

۹۲ (۱)

۱۳. نسبت فراوانی ایزوتوپ‌های <sup>79</sup>Br به <sup>81</sup>Br یک به یک و نسبت فراوانی ایزوتوپ‌های <sup>35</sup>Cl به <sup>37</sup>Cl سه به یک است. به صورت طبیعی، فراوانی مولکول BrCl<sub>۳</sub> با جرم مولکولی ۱۸۶ چند برابر فراوانی آن با جرم مولکولی ۱۸۴ است؟

۳ (۴)

۱ (۳)

۲ (۲)

۱/۳۳ (۱)

۱۴. کدام یک به دما وابسته نیست؟

(۴) ظرفیت گرمایی

(۳) گرمای واکنش

(۲) مولاریته

(۱) مولالیته

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۱۵. اولین سوخت موشک مخلوط هیدرازین ( $N_2H_4$ ) و دی نیتروژن تتروکسید ( $N_2O_4$ ) بود که بر اثر واکنش، مولکول های نیتروژن و آب آزاد می کند. اگر  $1/00 \times 10^2$  گرم هیدرازین با  $2/00 \times 10^2$  گرم نیتروژن تتروکسید مخلوط شود، چند گرم گاز نیتروژن تشکیل خواهد شد؟

(۱) ۱۵۰ (۲) ۳۱۲ (۳) ۱۳۱ (۴) ۳۰۰

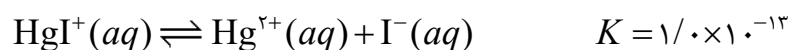
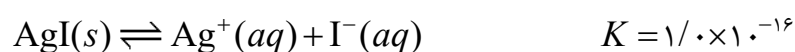
۱۶. اگر یک شناساگر اسیدی ( $HIn$ ) با ثابت  $K_a = 10^{-7}$  در نسبت های  $0/1$ ,  $0/01$   $[In^-]/[HIn]$  تغییر رنگ دهد، تغییرات pH آن در چه محدوده ای خواهد بود؟

(۱) ۹ و ۵ (۲) ۶ و ۵ (۳) ۸ و ۹ (۴) ۸ و ۶

۱۷. در محلول آب اکسیژنه مقدار هیدروژن پراکسید  $3/0$  درصد وزنی است و برای پایدار شدن محلول، به آن  $0/001$  درصد وزنی فسفریک اسید می افزایند. اگر مقادیر  $pK_a$  برای  $H_2O_2$  و  $H_2PO_4^-$  به ترتیب برابر با  $11/75$  و  $2/15$  باشد، pH محلول حاصل چقدر است؟ چگالی آب و محلول را  $1/00$  گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید. ( $P: 31 \text{ g/mol}$ )

(۱) ۵/۹ (۲) ۳/۶ (۳) ۳/۱ (۴) ۴/۰

۱۸. با توجه به ثابت های تعادل زیر، چند گرم  $AgI(s)$  در  $400/0$  میلی لیتر محلول  $0/030$  مولار  $Hg(NO_3)_2$  حل می شود؟ ( $Ag: 108, I: 127$ )



(۱) ۰/۴۷ (۲) ۱/۱۷ (۳) ۰/۱۷ (۴)  $9/4 \times 10^{-4}$

۱۹. به  $1/50$  لیتر محلول  $0/10$  مولار  $Na_2CO_3$  در آب، چند مول گاز  $CO_2$  باید افزوده شود تا یک محلول بافر با  $pH = 10/0$  به دست آید؟  $pK_a(H_2CO_3) = 6/40$   $pK_a(HCO_3^-) = 10/30$

(۱) ۰/۰۷۵ (۲) ۰/۰۶۷ (۳) ۰/۱۰ (۴) ۰/۱۵

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۲۰. در بالن های تفریحی از گاز هلیوم استفاده می شود که گاز باارزشی است و بهتر است به جای آن از گاز دیگری استفاده شود. هلیوم در اتمسفر زمین با غلظتی حدود  $0.916 \text{ mg/m}^3$  وجود دارد و حجم اتمسفر زمین تقریباً  $10^9 \text{ km}^3 \times 4/2$  است. مقدار مول هلیوم در اتمسفر کدام گزینه است؟

- (۱)  $4/80 \times 10^{14}$  (۲)  $19/22 \times 10^{14}$  (۳)  $9/61 \times 10^{14}$  (۴)  $3/20 \times 10^{14}$

۲۱. شیمی فلز واسطه تنگستن از برخی جهات شبیه به گوگرد است. هر دو عنصر با اکسیژن و فلوئور ترکیب می شوند. در حالی که تنگستن (VI) فلوئورید در صنعت نیم رساناها کاربرد دارد، اکسید آن در شیشه های الکتروکرومیک استفاده می شود. چنین شیشه هایی در نتیجه اعمال یک ولتاژ الکتریکی تغییر رنگ می دهند. تنگستن در طبیعت به صورت  $\text{WO}_4^{2-}$  وجود دارد (مثلاً در سنگ معدن  $\text{CaWO}_4$ ). زاویه O-W-O در  $\text{WO}_4^{2-}$  کدام است؟

- (۱)  $105^\circ$  (۲)  $107^\circ$  (۳)  $109/5^\circ$  (۴)  $115^\circ$

۲۲. امروزه ایندیم در صفحات لمسی و وسایل نمایشی به صورت شیشه های ایندیم قلع اکسید (ITO) استفاده می شود. شیشه ITO شامل ۹۰ درصد جرمی ایندیم (III) اکسید و ۱۰ درصد جرمی قلع (IV) اکسید است. در صفحه لمسی دستگاه iPad حدود  $27 \text{ mg}$  شیشه ITO استفاده می شود. معمولاً صفحات لمسی حدود  $700 \text{ mg}$  ایندیم به ازای هر متر مربع دارند. مساحت شیشه ITO در صفحه لمسی iPad کدام است؟ (جرم های اتمی  $\text{In}: 114/82$  و  $\text{O}: 16/00$ )

- (۱)  $280 \text{ cm}^2$  (۲)  $287 \text{ cm}^2$  (۳)  $290 \text{ cm}^2$  (۴)  $297 \text{ cm}^2$

۲۳. جت خورشیدی پروژه ای است که در آن تلاش شده است از کربن دی اکسید و آب با استفاده از نور خورشید به عنوان منبع انرژی استفاده شود. نکته کلیدی در این پروژه، تبدیل کربن دی اکسید و بخار آب به مخلوطی از  $\text{CO}$  و  $\text{H}_2$  (گاز سنتز) و حذف  $\text{O}_2$  (محصول فرعی) است. برای این منظور از انرژی حاصل از یک راکتور خورشیدی استفاده می شود که نور خورشید را متمرکز می کند. در شرایط آزمایشگاهی، حجم واقعی گاز سنتز تولید شده در دما و فشار اتاق حدود  $747 \text{ cm}^3$  و نسبت مولی  $\text{H}_2$  به  $\text{CO}$  به صورت  $1/70$  به ۱ است. مقدار هیدروژن تولید شده در آزمایش چند مول است؟ حجم مولی گاز  $24/0 \text{ dm}^3$  است.

- (۱)  $0.196$  (۲)  $0.312$  (۳)  $0.312$  (۴)  $0.196$

۲۴. امروزه احتمال استفاده از مولکول‌هایی مانند بنزن در وسایل الکترونیکی بسیار زیاد است. به چنین مولکول‌هایی سیم‌های مولکولی گفته می‌شود و در صورت استفاده تجاری از چنین سیم‌هایی، انقلابی در صنایع الکترونیک رخ خواهد داد. کدام خاصیت این مولکول‌ها چنین کاربردی را ممکن می‌سازد؟

(۱) تولید راحت این مواد به مقدار زیاد

(۲) متصل شدن آسان این مولکول‌ها به فلزات

(۳) ناپایداری و واکنش‌پذیری این نوع مولکول‌ها

(۴) پیوندهای ساده و دوگانه یک در میان آنها (مزدوج بودن)

۲۵. مقدار pH آب مقطر دقیقاً چند است؟

(۱) ۷/۰ (۲) ۱/۰ (۳) ۱۰/۰ (۴) به دما بستگی دارد.

۲۶. کدام ترتیب برای اندازه زاویه پیوندی OXeO درست است؟

(۱)  $\text{XeO}_2\text{F}_2 > \text{XeO}_3\text{F}_2 > \text{XeO}_4\text{F}_2 > \text{XeO}_4$

(۲)  $\text{XeO}_3\text{F}_2 > \text{XeO}_4 > \text{XeO}_2 > \text{XeO}_3$

(۳)  $\text{XeO}_2\text{F}_2 > \text{XeO}_3\text{F}_2 > \text{XeO}_3 > \text{XeO}_2\text{F}_2 > \text{XeO}_4$

(۴)  $\text{XeO}_2\text{F}_2 > \text{XeO}_3\text{F}_2 > \text{XeO}_2\text{F}_2 > \text{XeO}_4 > \text{XeO}_3$

۲۷. انرژی آزادشده در بمب‌های اتمی از شکافت هسته‌ای عنصر اورانیم ناشی می‌شود. اورانیم به صورت دو ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  و  $^{238}\text{U}$  وجود دارد، اما فقط  $^{235}\text{U}$  شکافت هسته‌ای انجام می‌دهد و لازم است با غنی‌سازی مقدار  $^{235}\text{U}$  افزایش پیدا کند. برای غنی‌سازی، ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  به اورانیم هگزافلوئورید ( $\text{UF}_6$ ) تبدیل می‌شود که در دمای بالاتر از  $57^\circ\text{C}$  به صورت گاز است.  $^{235}\text{UF}_6$  و  $^{238}\text{UF}_6$  با سانتریفیوژ از هم جدا می‌شوند. کدام خاصیت از فلوتور برای جداسازی موفقیت‌آمیز این دو ترکیب حیاتی است؟

(۱) فلوتور فقط به صورت یک ایزوتوپ در طبیعت وجود دارد.

(۲) فلوتور با اغلب فلزات به شدت واکنش می‌دهد.

(۳) فلوتور بیش‌ترین الکترونگاتیویته را دارد.

(۴) فلوتور به صورت مولکول‌های دو اتمی وجود دارد.

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۲۸. در معادله  $w = -P\Delta V$  کدام گزینه برای فشار ( $P$ ) درست است؟

(۱) در انبساط برگشت پذیر  $P$  فشار محیط است.

(۲) در انبساط برگشت ناپذیر  $P$  فشار گاز است.

(۳) در انبساط برگشت پذیر  $P$  تقریباً فشار گاز است.

(۴) گزینه ۱ و ۳

۲۹. اگر واکنش  $H_2(g) + 2AgCl(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Ag(s) + 2H_3O^+(aq) + 2Cl^-(aq)$  در دمای

$25^\circ C$  و فشار یک اتمسفر در سلول مناسبی انجام شود که فعالیت  $H_2(g)$ ،  $H_3O^+(aq)$  و  $Cl^-(aq)$

به ترتیب برابر با ۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۱ باشد، با توجه به داده های زیر ولتاژ سلول چند ولت است؟

$$(R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ deg}^{-1}, F = 96485 \text{ kJ V}^{-1})$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

	AgCl(s)	H <sub>2</sub> O(l)	(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> )(aq)
$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)	-۱۰۹/۷	-۲۳۷/۲	-۳۶۸/۴

(۴) ۰/۰۱۳

(۳) ۰/۲

(۲) ۰/۴۵۹

(۱) ۰/۲۳۶

۳۰. ۵۰۰ گرم یخ  $0^\circ C$  به ۵۰۰ گرم آب  $64^\circ C$  اضافه می شود. هنگامی که دمای مخلوط به  $0^\circ C$  می رسد، چند

گرم از یخ همچنان حضور دارد؟ (گرمای ذوب  $H_2O = 80 \text{ cal/g}$ )

(۴) همه یخ ذوب می شود.

(۳) ۳۲۰

(۲) ۴۰۰

(۱) ۱۰۰

۳۱. در واکنش  $Cr_2O_7^{2-} + I_2 + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + IO_3^-$ ، مجموع ضرایب استوکیومتری پس از موازنه کدام

است؟

(۴) ۷۵

(۳) ۴۷

(۲) ۵۹

(۱) ۵۳

۳۲. پس از موازنه واکنش داده شده، ضرایب استوکیومتری  $\text{OH}^-$  و  $\text{CNO}^-$  به ترتیب کدام هستند؟



(۱) ۳ و ۳ (۲) ۴ و ۳ (۳) ۳ و ۲ (۴) ۲ و ۲

۳۳. کاهش pH بر افزایش پتانسیل اکسایش- کاهش کدام یک از گونه های زیر تأثیر بیشتری دارد؟

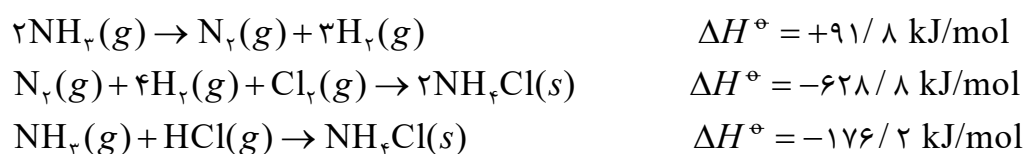


۳۴. باتری های یون- لیتیم جایگزین های مناسبی برای باتری های رایج اسید- سرب هستند، اما امروزه برخی از این باتری ها در وسایل الکترونیکی مانند موبایل دچار آتش سوزی می شوند. در این باتری ها از ترکیبات لیتیم به عنوان مواد الکترودی استفاده می شود. الکترودها معمولاً با وارد کردن یون های لیتیم در موادی با ساختار لایه ای ساخته می شود. هنگام تخلیه الکتریکی، کاتد کبالت اکسید با یون های لیتیم و آند گرافیت با یون های لیتیم است. الکترولیت در این باتری ها نمکی از لیتیم حل شده در یک حلال آلی است. در صورت استفاده صحیح، لیتیم فلزی هرگز در باتری تشکیل نخواهد شد، اما اگر باتری بیش از اندازه شارژ شود ممکن است فلز لیتیم روی یکی از الکترودها تشکیل شود که خطرناک است. لیتیم روی کدام الکترود تشکیل می شود؟

(۱) روی آند که الکترود کبالت اکسید است. (۲) روی کاتد که الکترود گرافیت است.

(۳) روی کاتد که الکترود کبالت اکسید است. (۴) روی آند که الکترود گرافیت است.

۳۵. با توجه به اطلاعات زیر گرمای استاندارد تشکیل ( $\Delta_f H^\circ$ ) برای گاز HCl چند kJ/mol است؟



(۱) +۱۸۴/۳ (۲) -۱۸۴/۳ (۳) +۹۲/۳ (۴) -۹۲/۳

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

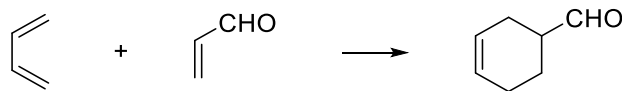
۳۶. در ترکیب A با فرمول بسته  $C_7H_6N_7$  اگر یکی از اتم‌های نیتروژن با ایزوتوپ  $^{15}N$  جایگزین شود فقط یک ترکیب نشان‌دار (علامت‌گذاری شده با ایزوتوپ  $^{15}N$ ) بدست می‌آید. چند ساختار برای ترکیب A می‌توان رسم کرد؟

- (۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) بیشتر از ۳

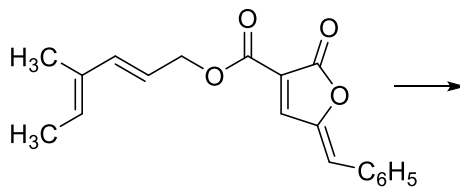
۳۷. فرمول تجربی یک ماده آلی  $C_nH_{2n+2}O_2$  است. مقداری از این ترکیب برای سوختن کامل ۸/۰ گرم گاز اکسیژن مصرف می‌کند و ۳/۶ گرم آب تولید می‌کند. فرمول مولکولی این ترکیب کدام است؟

- (۱)  $C_4H_6O_2$       (۲)  $C_7H_{16}O_2$       (۳)  $C_6H_{10}O_2$       (۴)  $C_7H_{14}O_2$

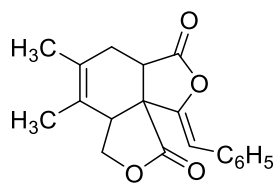
۳۸. به واکنش دیلز-آلدر داده‌شده توجه کنید:



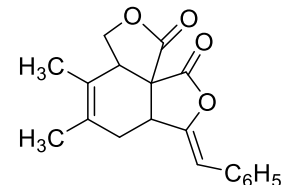
محصول واکنش دیلز-آلدر زیر کدام است؟



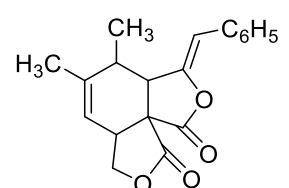
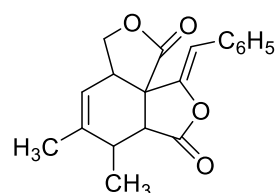
- (۱)      (۲)



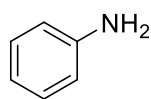
(۴)



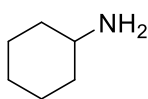
(۳)



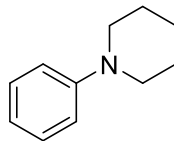
۳۹. خاصیت بازی ترکیبات زیر نسبت به هم چگونه است؟



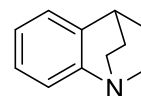
A



B



C



D

$$B > A, D > C \quad (۲)$$

$$B < A, C > D \quad (۴)$$

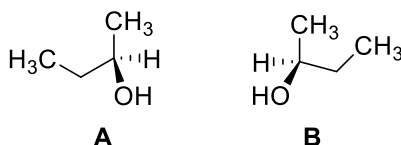
$$B > A, C > D \quad (۱)$$

$$B < A, D > C \quad (۳)$$

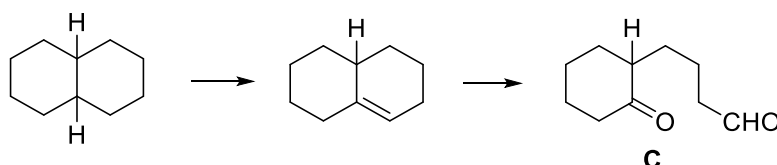
۴۰. از واکنش پروپن با HX در شرایط مناسب ترکیب A با فرمول بسته  $C_3H_7X$  تشکیل می شود. از واکنش ترکیب A با سدیم هیدروکسید در شرایط مناسب گروه X با OH جایگزین شده و ترکیبی به دست می آید که در بین ایزومرهای ساختاری خود بیشترین نقطه جوش را دارد. اگر نسبت درصد جرمی هیدروژن در پروپن به درصد جرمی هیدروژن در ترکیب A معادل ۲/۵ باشد، ترکیب A کدام است؟ (Cl: ۳۵/۵، Br: ۸۰)

(۱) ۲- کلروپروپان      (۲) ۲- برموپروپان      (۳) ۱- کلروپروپان      (۴) ۱- برموپروپان

۴۱. ایزومرهای فضایی به ترکیباتی گفته می شود که فرمول بسته یکسان دارند و نحوه اتصال اتمها نیز در آنها یکسان است، اما آرایش فضایی گروهها در آنها متفاوت است. دو ترکیب A و B نسبت به هم ایزومر فضایی هستند. این دو ترکیب یکسان نیستند، زیرا ساختار آنها را نمی توان بر یکدیگر منطبق کرد:



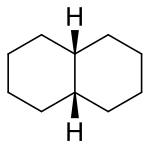
به واکنشهای زیر که در شرایط مناسب انجام می شود توجه کنید:



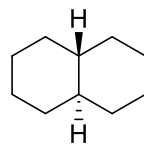
اگر سیس و ترانس دکالین در شرایط بالا واکنش دهند، به ترتیب چند محصول با ساختار شبیه C تشکیل می شود؟ (ایزومرهای فضایی را در نظر بگیرید.)

مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

کد سؤالات: ۱



cis-decalin



trans-decalin

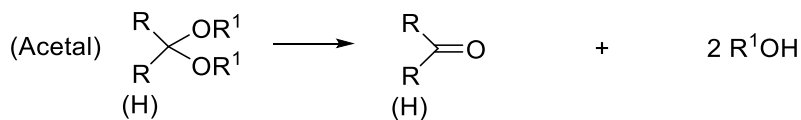
۴ و ۲ (۴)

۴ و ۴ (۳)

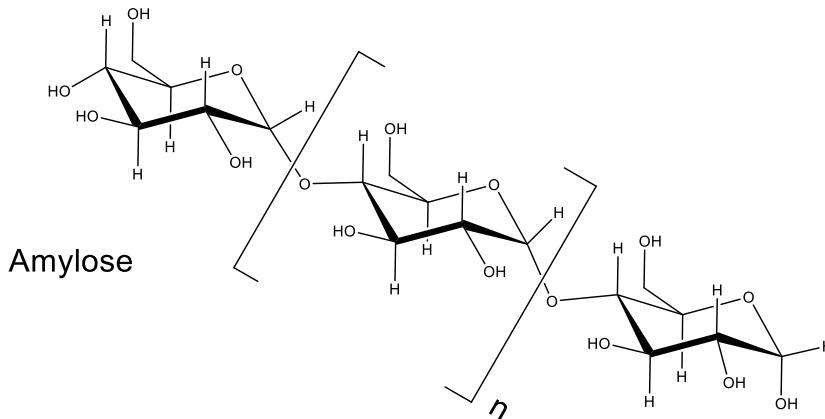
۲ و ۴ (۲)

۲ و ۲ (۱)

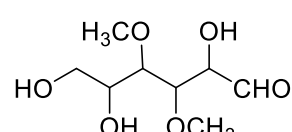
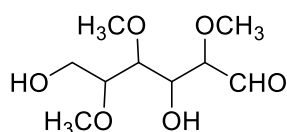
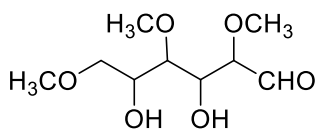
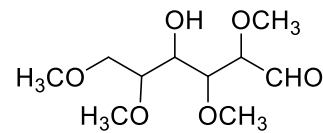
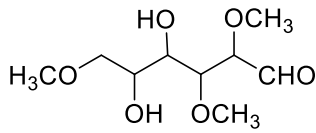
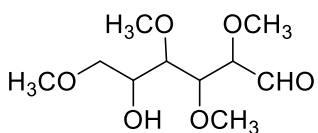
۴۲. استال ها در نتیجه واکنش آب کافت به کتون ها (یا آلدهیدها) و الکل ها تبدیل می شوند:



آمیروز یک پلی ساکارید (یک پلیمر طبیعی) است:



در یک واکنش، ابتدا تمام گروه های هیدروکسیل آمیروز به گروه های متوکسی (OCH<sub>3</sub>) تبدیل می شود، سپس گروه های استالی آب کافت می شود. چه تعداد از مولکول های زیر پس از آب کافت در محلول وجود خواهد داشت؟



۳ (۴)

۲ (۳)

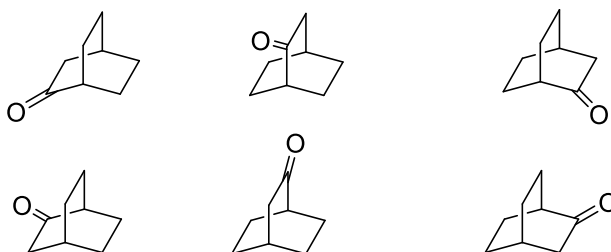
۱ (۲)

۴ (۱)

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۴۳. در آزمایشگاهی شش ظرف مواد شیمیایی وجود دارد که ساختارهای زیر بر روی آن‌ها نمایش داده شده است. می‌خواهیم مواد شیمیایی که از هر نظر کاملاً یکسان هستند را در یک ظرف نگهداری کنیم. چند ظرف برای نگهداری مواد شیمیایی نیاز خواهیم داشت؟



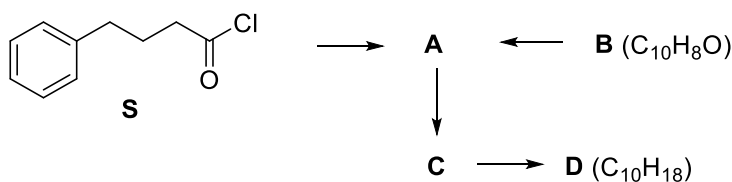
۳ (۴)

۴ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۴۴. از واکنش ترکیب S در مجاورت واکنشگر مناسب ترکیب A بدست می‌آید که درصد وزنی کربن و هیدروژن در آن به ترتیب ۸۲/۱۶ و ۶/۸۹ است. ترکیب A را می‌توان به کمک واکنش هیدروژن‌دارشدن از ترکیب B در شرایط مناسب تهیه کرد. از واکنش ترکیب A با فلز روی در مجاورت هیدروکلریک اسید ترکیب C بدست می‌آید. در این واکنش اسکلت کربنی تغییری نمی‌کند. نسبت تعداد هیدروژن‌های متصل به حلقه آروماتیک به هیدروژن‌های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) در ترکیب C معادل ۱ به ۲ است. ترکیب C با استفاده از گاز هیدروژن در مجاورت کاتالیزور به‌طور کامل سیرشده و ترکیب D ( $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ ) بدست می‌آید. درصد وزنی کربن در C کدام است؟



۸۳/۳۱ (۴)

۸۲/۱۶ (۳)

۹۰/۸۵ (۲)

۸۶/۸۸ (۱)

۴۵. هپتان چند ایزومر ساختاری دارد؟

۹ (۴)

۸ (۳)

۷ (۲)

۶ (۱)

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۴۶. آنتالپی پیوند O-O حدود  $33 \text{ kcal/mol}$  است. با توجه به داده‌های ترمودینامیکی زیر، چه تعداد از عبارتهای داده‌شده درست است؟



❖ مجموع آنتالپی پیوندها در  $\text{O}_3$  برابر  $144 \text{ kcal/mol}$  است.

❖ نسبت تعداد الکترون‌های پیوندی به الکترون‌های ناپیوندی در اوزون برابر  $\frac{1}{4}$  است.

❖ مجموع آنتالپی پیوندها در  $\text{O}_3$  با فرض حلقوی بودن ساختار آن برابر  $99 \text{ kcal/mol}$  است.

❖  $\text{O}_3$  یک مولکول قطبی است که طول پیوند در آن از مجموع شعاع‌های کووالانسی دو اتم اکسیژن کمتر است.

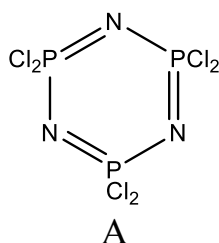
(۴) همه عبارتها

(۳) ۳

(۲) ۱

(۱) ۲

۴۷. پلی فسفازین‌ها از پلیمرهای معدنی به‌شمار می‌آیند و انواع مختلف دارند. اگر مونومر سازنده آنها در شرایط مناسب هگزاکلروسیکلوتتری فسفازین (A) باشد، چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟



❖ ساختار پلیمر آن می‌تواند به صورت  $\{ \text{N} = \text{PCl}_2 - \text{N} = \text{PCl}_2 - \text{N} = \text{PCl}_2 \}_n$  باشد.

❖ این مونومر ساختاری کاملاً مسطح دارد و مانند بنزن، آروماتیک است.

❖ طول تمام پیوندهای نیتروژن-فسفر در این مونومر با هم برابر است.

(۴) صفر

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

۴۸. در یک سلول سوختی که از متانول به عنوان سوخت استفاده می‌شود، اگر مقدار  $E^\circ$  برای نیم‌واکنش  $O_2(g)$  در محلول ۱ M از  $H^+$  برابر  $1/23$  ولت باشد، مقدار  $E^\circ$  این نیم‌واکنش در محلول ۱ M از  $OH^-$  چند ولت است؟

$$(R = 8/314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, F = 96500)$$

۰/۲۰ (۴)

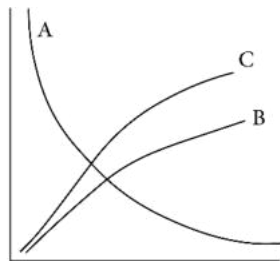
۰/۴۰ (۳)

۱/۲۳ (۲)

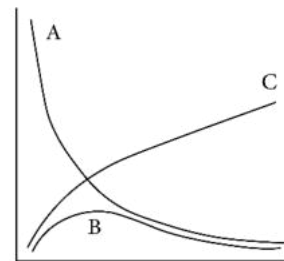
۱/۴ (۱)

۴۹. واکنش‌های متوالی  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$  با  $k_1 = k_2$  را در نظر بگیرید. نمودار تغییرات غلظت- زمان برای A و B و C کدام است؟

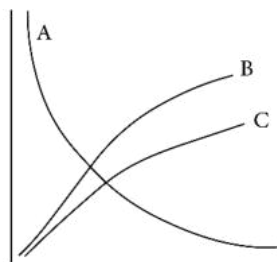
(۲)



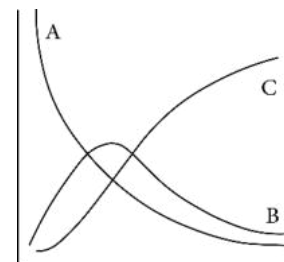
(۱)



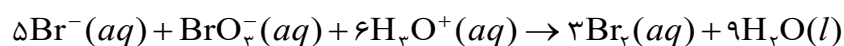
(۴)



(۳)



۵۰. با توجه به داده‌های زیر، ثابت سرعت واکنش زیر بر حسب  $\text{mol}^n \text{L}^{-n} \text{s}^{-1}$  کدام است؟



غلظت محلول‌های اولیه	
$[\text{Br}^-]$	۱/۳۷ M
$[\text{BrO}_3^-]$	$7/10 \times 10^{-3} \text{ M}$
$[\text{H}_3\text{O}^+]$	۰/۵۷۳ M

## کد سؤالات: ۱

## مرحله دوم بیست و نهمین دوره المپیاد شیمی

سرعت اولیه مصرف $\text{BrO}_3^-$ ( $\text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ )	حجم محلول اولیه (mL)				آزمایش
	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}^+$	$\text{BrO}_3^-$	$\text{Br}^-$	
$5/63 \times 10^{-6}$	۱/۴۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۱۰۰	۱
$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۵}$	۱/۳۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۰۰	۲
$۱/۱۳ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۰۰	۳
$۵/۵۰ \times ۱۰^{-۶}$	۱/۶۰۰	۰/۷۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۰۰	۴

۲/۸۶ (۴)

۱/۱ (۳)

۰/۵۵ (۲)

۴/۷۶ (۱)

کد ۱ شیمی

نام:

نام خانوادگی:

کد ملی:

شماره پرونده:

کد دفترچه: ۱

شماره صدلی:

حوزه امتحانی:

استان منطقه:



کتابخانه از سون مرحله دوم ایستاد شیمی  
۹۸-۱۳۹۷

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید

نام خانوادگی

نام

      غلط
 صحیح

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود:

۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۰۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

کد ۲ شیمی

نام: \_\_\_\_\_

نام خانوادگی: \_\_\_\_\_

کد ملی: \_\_\_\_\_

شماره پرونده: \_\_\_\_\_

شماره سندلی: \_\_\_\_\_

کد دفترچه: ۲

حوزه امتحانی: \_\_\_\_\_

استان منطقه: \_\_\_\_\_



کمیته آزمون مرحله دوم المپیاد شیمی  
۱۳۹۷-۹۸

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید

نام خانوادگی: \_\_\_\_\_

نام: \_\_\_\_\_

غلط (X) (O) (□) (■) صحیح (●)

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود:

۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۰۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 2nd Stage of Iranian Chemistry Olympiad - 28th (1397)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهاى درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «ام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۵ برگه ( ۱۰ صفحه با احتساب جلد)) دریافت نمودم. امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه دریافت نمودم. امضاء

## دفترچه سوالات چند گزینه‌ای

بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۷/۲/۶

مجموع زمان آزمون‌های چند گزینه‌ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات چند گزینه‌ای : ۴۰

## نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

شماره سندلی

کد دفترچه

۱

حوزه:

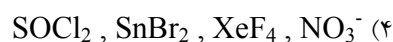
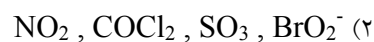
## توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

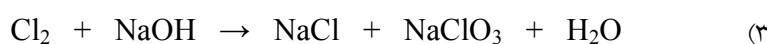
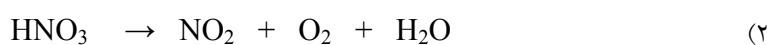
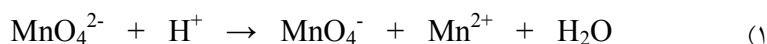
- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه پاسخنامه برای سوالات چند گزینه‌ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۴- کلیه جواب‌ها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است پاسخ‌های نوشته شده در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن‌ها هیچ امتیازی تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا تکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هر گونه کتاب، جدول تناوبی عناصر، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
- ۹- پاسخ درست به هر سوال ۳ امتیاز مثبت و پاسخ نادرست یک امتیاز منفی دارد.
- ۱۰- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه یازدهم انتخاب می‌شوند.

## کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۱- در کدام گزینه اتم های تشکیل دهنده همه گونه ها در یک صفحه قرار نمی گیرند؟



۲- کدام واکنش اکسایش و کاهش با بقیه متفاوت است؟



۳- مقدار ۴۰/۰ کیلوژول انرژی صرف یونش ۱/۰۰ گرم از اتم های منیزیم در حالت بخار می شود. اگر نخستین انرژی یونش و دومین انرژی یونش منیزیم به ترتیب برابر ۷۳۵ و ۱۴۴۷ کیلوژول بر مول باشد، چند درصد مخلوط حاصل را  $Mg^+$  تشکیل می دهد؟ ( $Mg = ۲۴/۳$ )

(۱) ۱۰۰ (۲) ۵۰ (۳) ۷۹/۲ (۴) ۸۳/۵

۴- در چه تعداد از گونه های زیر عنصری با عدد اکسایش ۲ وجود دارد؟



(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۵- اتمهای نقره در شبکه بلوری طوری کنار یکدیگر قرار می گیرند که ۲۶٪ فضا خالی می ماند. چگالی فلز نقره برابر  $10.5 \text{ g/cm}^3$  است. شعاع اتم نقره چند انگستروم است؟ (جرم اتمی نقره برابر ۱۰۷/۹ می باشد).

(۱) ۱/۷۶ (۲) ۱/۵۹ (۳) ۱/۴۴ (۴) ۱/۲۲

۶- درصد فراوانی دوتریم ( $^2H$ ) برابر ۰/۰۱۵ درصد می باشد. چه جرمی از گاز هیدروژن حاوی  $4/5 \times 10^{21}$  اتم دوتریم خواهد بود؟

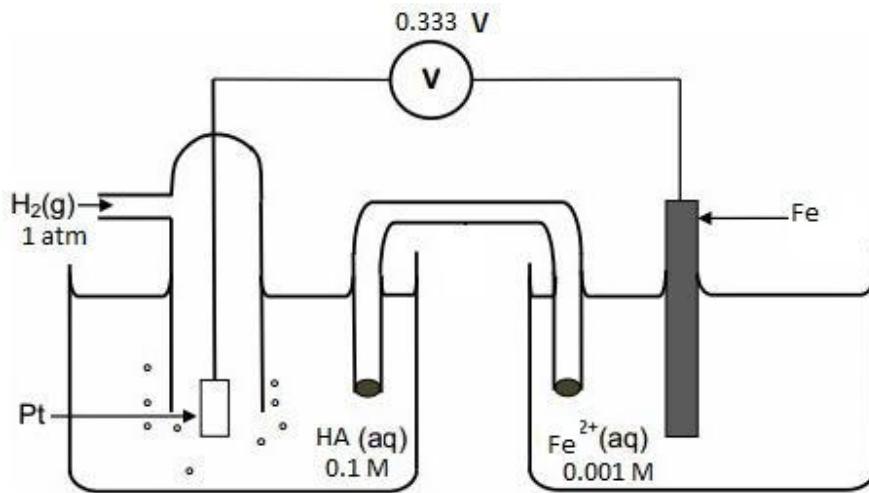
(۱) ۵۰ g (۲) ۵/۰ kg (۳) ۹۰ g (۴) ۹/۰ kg

۷- چند گرم کلسیم هیدروکسید برای واکنش با ۳۲۴ میلی لیتر محلول  $HCl$  با درصد جرمی ۲۴/۲۸ درصد و چگالی ۱/۱۲ گرم بر سانتی مترمکعب لازم است؟ ( $Ca = ۴۰$ ,  $Cl = ۳۵/۵$ ,  $O = ۱۶$ )

(۱) ۸۹/۳ (۲) ۹۱/۵ (۳) ۹۸/۴ (۴) ۱۰۲/۱

کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۸- شکل زیر یک سلول گالوانی را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نشان می دهد که در آن HA یک اسید ضعیف است. با توجه به داده های این شکل، ثابت اسیدی ( $K_a$ ) اسید HA کدام است؟ ( $E_{red}^0(Fe^{2+}/Fe) = -0.440 V$ )



$$2/4 \times 10^{-6} \text{ (۴)}$$

$$0.64 \text{ (۳)}$$

$$1/6 \times 10^{-4} \text{ (۲)}$$

$$3/5 \times 10^{-9} \text{ (۱)}$$

۹- قانون های سرعت یک واکنش دومرحله ای به صورت زیر است:

$$R_1 = k_1[NO_2]^2 \quad : \quad \text{مرحله اول (آهسته)}$$

$$R_2 = k_2[NO_3][CO] \quad : \quad \text{مرحله دوم (سریع)}$$

چه تعداد از عبارت های زیر صحیح است؟

• اگر در این واکنش در مدت ۳۰ ثانیه در مجموع  $0.024$  مول فراورده گازی تشکیل شود، سرعت مصرف  $NO_2$  برابر با  $4 \times 10^{-4}$  مول بر ثانیه است

• در حالت پایا سرعت مصرف  $NO_3$  از سرعت تشکیل آن کمتر است

• واحد ثابت سرعت واکنش کلی  $mol^{-1}Ls^{-1}$  است

• پیچیده فعال مرحله اول به صورت  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{N} \cdots \text{O} \cdots \text{O} \cdots \text{N} \\ \parallel \quad \quad \quad \parallel \end{array}$  می باشد.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

صفر (۱)

۱۰- فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟

$Ba_2P_2O_7$  ، (۲) باریم پیروفسفات ،

$BaHPO_3$  ، (۱) باریم هیدروژن فسفیت ،

$Ba_3P_2$  ، (۴) باریم فسفید ،

$BaH_2PO_2$  ، (۳) باریم هیپوفسفیت ،



کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۱۶- هرگاه  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  برای جوش نرمال آمونیاک مایع به ترتیب برابر با  $23/3 \text{ kJmol}^{-1}$  و  $97/2 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  در نظر گرفته شود، آن گاه دمای جوش نرمال آمونیاک مایع بر حسب دمای کلوین به طور تقریب کدام است؟

- ۲۴۰ (۱)                      ۲۳۰ (۲)                      ۲۲۰ (۳)                      ۲۱۰ (۴)

۱۷- در یک دمای معین، ثابت تعادل واکنش  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  برابر با  $2/25$  است. اگر غلظت اولیه هر چهار گاز شرکت کننده در واکنش،  $0/60$  مول بر لیتر باشد، غلظت تعادلی  $\text{SO}_2(\text{g})$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟

- ۰/۴۸ (۱)                      ۰/۳۶ (۲)                      ۰/۲۴ (۳)                      ۰/۱۲ (۴)

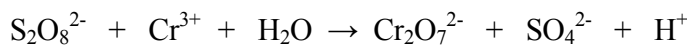
۱۸- ثابت تعادل واکنش  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر با  $4/35 \times 10^{-31}$  است. اگر این تعادل در هوا و در فشار اتمسفر برقرار باشد، در یک لیتر هوا در این دما و فشار چند مولکول  $\text{NO}$  وجود دارد؟ (هوا شامل ۷۸ درصد نیتروژن، ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد آرگون است)

- $1/3 \times 10^7$  (۱)                       $1/6 \times 10^7$  (۲)                       $1/6 \times 10^8$  (۳)                       $6/6 \times 10^6$  (۴)

۱۹- در اثر سوختن کامل یک گرم از کدام یک از گازهای زیر گرمای بیشتری آزاد می شود؟

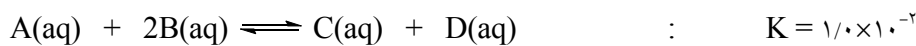
- اتان (۱)                      متان (۲)                      بوتان (۳)                      ایزوبوتان (۴)

۲۰- مجموع ضرایب واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



- ۲۵ (۱)                      ۵۷ (۲)                      ۱۷ (۳)                      ۳۳ (۴)

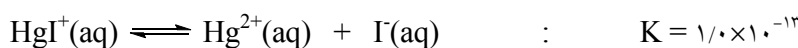
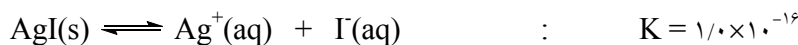
۲۱- واکنش تعادلی زیر را در نظر بگیرید:



اگر در شروع واکنش غلظت های  $A$ ،  $B$ ،  $C$  و  $D$  به ترتیب  $1/0$ ،  $0/010$ ، صفر و صفر مول بر لیتر باشند، غلظت تعادلی  $D$  چند مول بر لیتر است؟

- $9/1 \times 10^{-4}$  (۱)                       $8/3 \times 10^{-4}$  (۲)                       $5/0 \times 10^{-3}$  (۳)                       $4/1 \times 10^{-3}$  (۴)

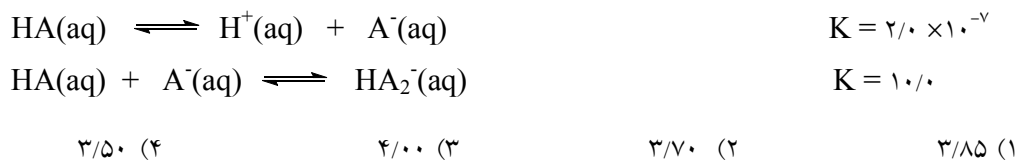
۲۲- حلالیت  $\text{AgI}(\text{s})$  در محلول  $0/010$  مولار  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟



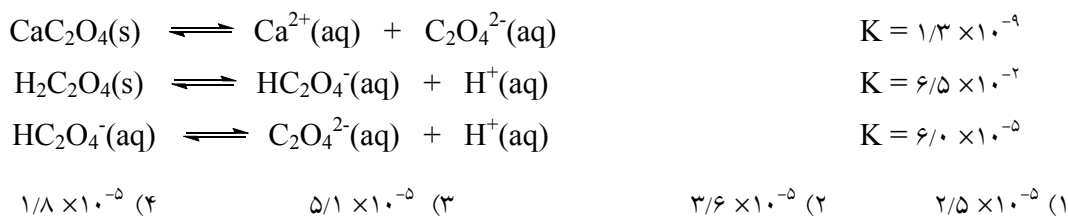
- $3/2 \times 10^{-3}$  (۱)                       $1/0 \times 10^{-2}$  (۲)                       $1/0 \times 10^{-8}$  (۳)                       $2/7 \times 10^{-3}$  (۴)

کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

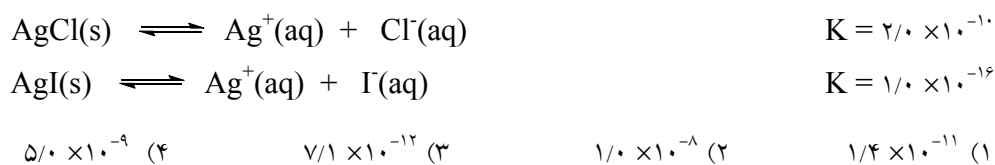
۲۳- با توجه به ثابت تعادل های زیر ،  $pH$  محلول  $0.10$  مولار  $HA(aq)$  چقدر است؟



۲۴- غلظت یون  $Ca^{2+}$  در یک محلول بافر با  $pH = 4/22$  که با جامد  $CaC_2O_4$  در حال تعادل می باشد، چند مول بر لیتر است؟



۲۵- در محلولی که از افزودن  $0.20$  مول  $NaCl$ ،  $0.10$  مول  $NaI$  و  $0.20$  مول  $AgNO_3$  به یک لیتر آب به دست می آید، غلظت تعادلی یون  $I^-$  بر حسب مول بر لیتر کدام است؟ حجم محلول را یک لیتر در نظر بگیرید.



۲۶- رسانش الکتریکی محلول های زیر را مقایسه کنید.

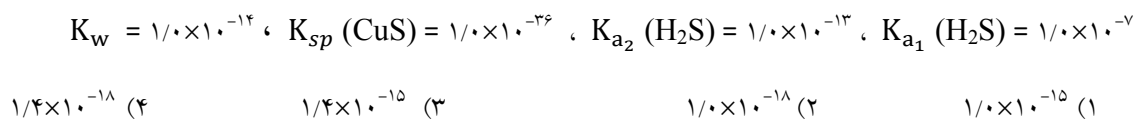
(a) محلول  $0.3$  مولار  $MgSO_4$

(b) محلول  $0.2$  مولار  $Mg(NO_3)_2$

(c) محلول  $0.3$  مولار  $NaCl$

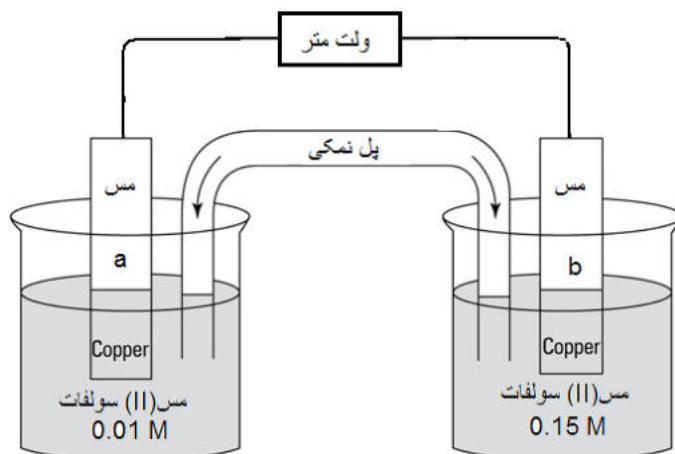


۲۷- با توجه به اطلاعات داده شده ، انحلال پذیری  $CuS(s)$  در آب را محاسبه کنید.



کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۲۸- در سلول گالوانی نشان داده شده در شکل زیر الکتروود آند کدام است؟



در دمای  $29^\circ\text{C}$  پتانسیل کاهش محلول  $0.1$  مولار مس (II) معادل  $0.309$  ولت و پتانسیل کاهش استاندارد مس (II) معادل  $0.339$  ولت است. دما و غلظت طبق معادله‌ی زیر روی پتانسیل الکتروشیمیایی محلول‌ها اثر می‌گذارند:

دمای کلین و  $A$  یک عدد ثابت است

$$E = E^0 - AT \log \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس ولت متر چه پتانسیلی را نشان خواهد داد؟

(۱)  $a$  آند،  $0.332$  ولت (۲)  $a$  آند،  $0.335$  ولت (۳)  $b$  آند،  $0.335$  ولت (۴)  $b$  آند،  $0.332$  ولت

۲۹- برای استخراج  $99.999\%$  یونهای  $Ce^{3+}$  موجود در  $100$  میلی لیتر محلول  $0.2$  مولار  $Ce(NO_3)_3$ ، از محلول  $0.2$  مولار سدیم اگزالات ( $Na_2C_2O_4$ ) استفاده شده است. حداکثر غلظت مولی ناخالصی کلسیم در محلول  $Ce(NO_3)_3$  اولیه چقدر باشد تا رسوب  $Ce_2(C_2O_4)_3$  حاوی ناخالصی کلسیمی نباشد؟ ( $K_{sp} CaC_2O_4 = 1.3 \times 10^{-8}$ ،  $K_{sp} Ce_2(C_2O_4)_3 = 3 \times 10^{-29}$ )

(۱)  $9.0 \times 10^{-3}$  (۲)  $3.6 \times 10^{-3}$  (۳)  $5.6 \times 10^{-3}$  (۴)  $1.4 \times 10^{-2}$

۳۰- در یک محلول در دمای اتاق، گونه‌ی  $A$  به مقدار  $18$  درصد جرمی وجود دارد و چگالی محلول  $1/1$  گرم بر سانتی متر مکعب است. محلول به آرامی حرارت داده می‌شود تا مقداری از حلال تبخیر شده و سپس تا دمای اتاق سرد می‌شود به طوری که محلول فرا سیر شده با چگالی  $1/3$  گرم بر سانتی متر مکعب و  $30$  درصد جرمی از گونه‌ی  $A$  به دست آید. مولاریته‌ی محلول حاصل چند برابر محلول اولیه است؟

(۱)  $1/67$  (۲)  $1/90$  (۳)  $1/83$  (۴)  $1/97$

## کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۳۱- مقدار ۲/۷۴ گرم از نمک باریوم کلرید آبدار حاوی ناخالصی بی اثر با درصد خلوص ۸۹٪ را در آب حل می‌کنیم و سپس مقدار اضافی سولفوریک اسید به آن می‌افزاییم. پس از جداسازی و خشک کردن، ۲/۳۳ گرم باریوم سولفات به دست می‌آید. نمک باریوم کلرید اولیه چند آب بوده است؟ ( $S = ۳۲$  ،  $O = ۱۶$  ،  $Cl = ۳۵/۵$  ،  $Ba = ۱۳۷$ )

- ۴ (۱)                      ۳ (۲)                      ۲ (۳)                      ۵ (۴)

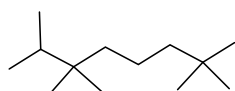
۳۲- مقدار ۸۹/۶ میلی لیتر محلول ۳ مولال پتاسیم کلرید با چگالی ۱/۱۲ گرم بر سانتی متر مکعب را تا حجم ۵۰۰ میلی لیتر رقیق می‌کنیم، مولاریته‌ی محلول حاصل را به دست آورید؟ ( $Cl = ۳۵/۵$  ،  $K = ۳۹$ )

- ۰/۴۹ (۱)                      ۰/۲۵ (۲)                      ۰/۲۷ (۳)                      ۰/۵۴ (۴)

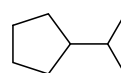
۳۳- رنگ برخی از ترکیبات نانو به اندازه‌ی ذرات آن‌ها وابسته است یعنی نانو ذرات یک ماده معین بسته به اندازه ذرات، ممکن است رنگ‌های متفاوتی داشته باشند. فرض کنید نانوذرات طلا ساختار کروی دارند و برای ایجاد رنگ‌های سبز و آبی باید قطر آنها به ترتیب حدود ۳۵ و ۲۵ نانومتر باشد. همچنین برای رسیدن به شدت رنگ قابل مشاهده باید در هر میلی متر مکعب حدود ۳ میلیارد نانوذره داشته باشیم. بر این اساس، برای ساختن محلولهای یک لیتری از نانوذرات طلا به رنگ‌های سبز و آبی به حداقل چند گرم نمک  $H[AuCl_4]$  نیاز است؟ (چگالی طلا =  $۱۹/۲ \text{ g/cm}^3$  ،  $Cl = ۳۵/۵$  ،  $Au = ۱۹۷$ )

- ۱) ۱۷/۹ و ۶/۵۰                      ۲) ۲/۲۳ و ۰/۸۱۳  
۳)  $۲/۲۳ \times ۱۰^{-۶}$  و  $۸/۱۳ \times ۱۰^{-۷}$                       ۴)  $۱/۷۹ \times ۱۰^{-۵}$  و  $۶/۵ \times ۱۰^{-۶}$

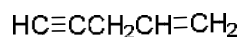
۳۴- چه تعداد از نام‌های داده شده نادرست است؟



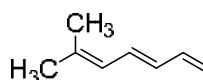
2,2,6,6,7-Pentamethyloctane



(1-Methylethyl)cyclopentane



4-Penten-1-yne



6-Methyl-1,3,5-heptatriene

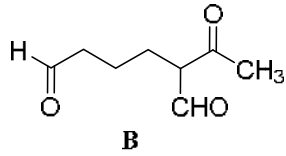
- ۳ (۴)                      ۲ (۳)                      ۱ (۲)                      ۱) صفر

۳۵- کدام یک از گونه‌های زیر در حلال اتانول کمتر حلال پوشی می‌شود؟

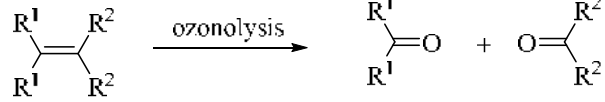
- F<sup>-</sup> (۴)                      Cl<sup>-</sup> (۳)                      I<sup>-</sup> (۲)                      Br<sup>-</sup> (۱)

کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۳۶- ترکیب **B** به کمک واکنش ازونولیز از یک هیدروکربن ۹ کربنی **A** تهیه می شود. چند ساختار برای **A** می توان در نظر گرفت؟



۳ (۴)

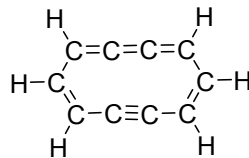


۵ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

۳۷- در بنزن شش اربیتال اتمی **p** با شش الکترون به طور همزمان همپوشانی دارند. در ترکیب مسطح زیر چه تعداد الکترون در اربیتال های اتمی **p** که همزمان همپوشانی دارند وجود دارد؟



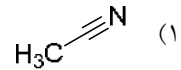
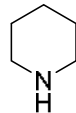
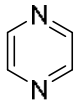
۱۴ (۴)

۱۰ (۳)

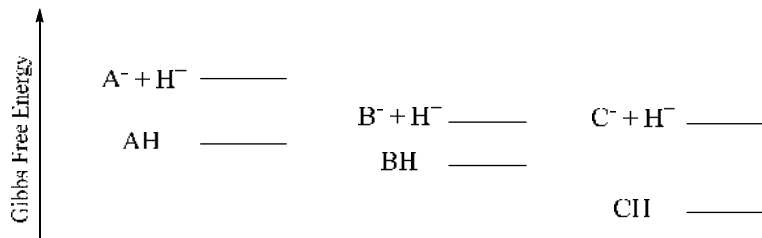
۸ (۲)

۱۲ (۱)

۳۸- کدام یک باز ضعیف تری است؟



۳۹- انرژی های آزاد گیبس برای سه اسید فرضی و بازهای مزدوج آن ها در محلول آبی داده شده است. کدام یک از اسیدهای **AH** ، **BH** ، **CH** از بقیه قویتر است؟



(۴) قابل پیش بینی نیست

C (۳)

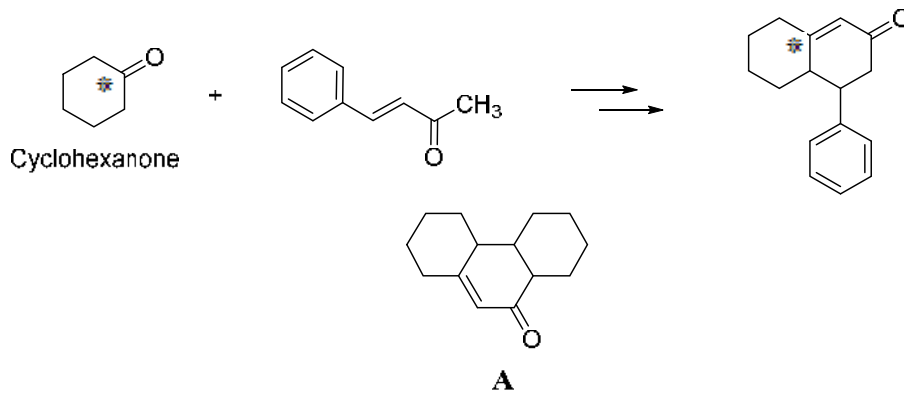
B (۲)

A (۱)

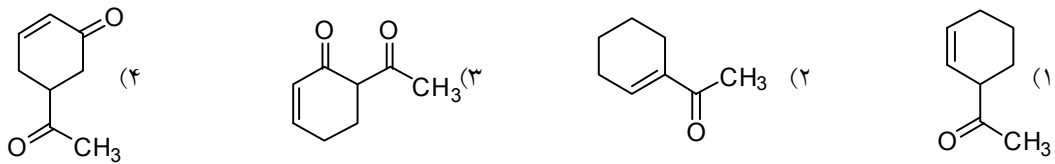
کد دفترچه سوالات : ۱ بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی - آزمون مرحله دوم

۴۰- به واکنش زیر که با تشکیل دو پیوند کربن-کربن بین مواد اولیه انجام می شود دقت کنید. (علامت \* کربنی را نشان می دهد

که با ایزوتوپ کربن ۱۴ علامت گذاری شده است)



با توجه به آن برای تهیه **A** از سیکلوهگزانون به کدام یک از مواد زیر نیاز است؟





جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهاى درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «الام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۷ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات و پاسخ نامه بخش تشریحی

بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۷/۲/۶

مجموع زمان آزمون های چند گزینه ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات : ۵

### نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

شماره سندلی

### توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ نامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- با توجه به آنکه برگه های پاسخ نامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پانویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه یازدهم انتخاب می شوند.

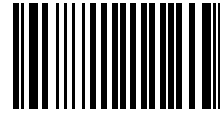
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



توجه: پاسخ سوال ۱ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت)

سوال ۱- (۱۲ نمره)

در ترکیبات جیوه (I) به جای زنجیره های متوالی  $M^+$  و  $X^-$  که برای ترکیبات MX انتظار می رود، جفت های Hg-Hg مجزا یافت می شود. از ویژگی های جیوه، تشکیل پلی کاتیون های جیوه است. با توجه به داده های زیر به پرسش های هر قسمت پاسخ دهید. (توجه: در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، در صورتی به راه حل نمره تعلق می گیرد که پاسخ نهایی درست باشد).

• درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید. (سوالات ۱-۱ تا ۷-۱ نمره منفی دارند)

➤ ۱-۱- فاصله Hg-Hg در خود فلز جیوه از فاصله میان آن ها در ترکیبات جیوه (I) کمتر است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

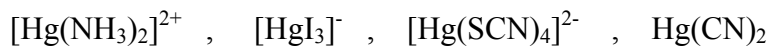
➤ ۲-۱- ترکیبات جیوه (I) دیامغناطیس هستند و یون تنهای  $Hg^+$  پارامغناطیس است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۳-۱- واکنش تعادلی میان فلز جیوه و یون های نقره باید به صورت  $Hg + Ag^+ \rightleftharpoons Ag + Hg^+$  نوشته شود. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۴-۱- مجموع ضرایب در نیمه واکنش  $Hg_2^{2+} + Ag + e \rightarrow Ag_2Hg_3$  برابر ۱۵ است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)

➤ ۵-۱- در کدام یک از گونه های روبرو عدد اکسایش میانگین جیوه بالاتر است؟  $Hg_3(AlCl_4)_2$ ,  $Hg_4(AsF_6)_2$ ,  $Hg_3SbF_6$  پاسخ خود را داخل کادر مربوطه در بخش پاسخ نامه بنویسید.

➤ ۶-۱- ذرات سازنده کدام گونه (ها) در یک صفحه قرار می گیرند؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر زیر گونه های مورد نظر علامت ضربدر بزنید. انتخاب اضافی نمره منفی دارد)



➤ ۷-۱- در کمپلکس  $Hg_4(AsF_6)_2$  کدام یک از انواع کاتیون های جیوه شرکت کرده اند:  $Hg^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  یا هیچ کدام؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر ضربدر بزنید)

• با توجه به اطلاعات داده شده زیر در دمای  $25^\circ C$ :

$$E_{red}^o (Hg_2^{2+}/Hg) = 0.789 V$$

$$E_{red}^o (Hg^{2+}/Hg_2^{2+}) = 0.920 V$$

➤ ۸-۱- ثابت تعادل واکنش  $Hg_2^{2+}(aq) \rightleftharpoons Hg(l) + Hg^{2+}(aq)$  را در محلول  $Hg_2(NO_3)_2$  در دمای  $25^\circ C$  محاسبه کنید. ( $F = 96485 Cmol^{-1}$ )

➤ ۹-۱- در این دما، غلظت  $[Hg^{2+}]$  در محلول  $0.10 M$   $Hg_2(NO_3)_2$  چقدر است؟

## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :

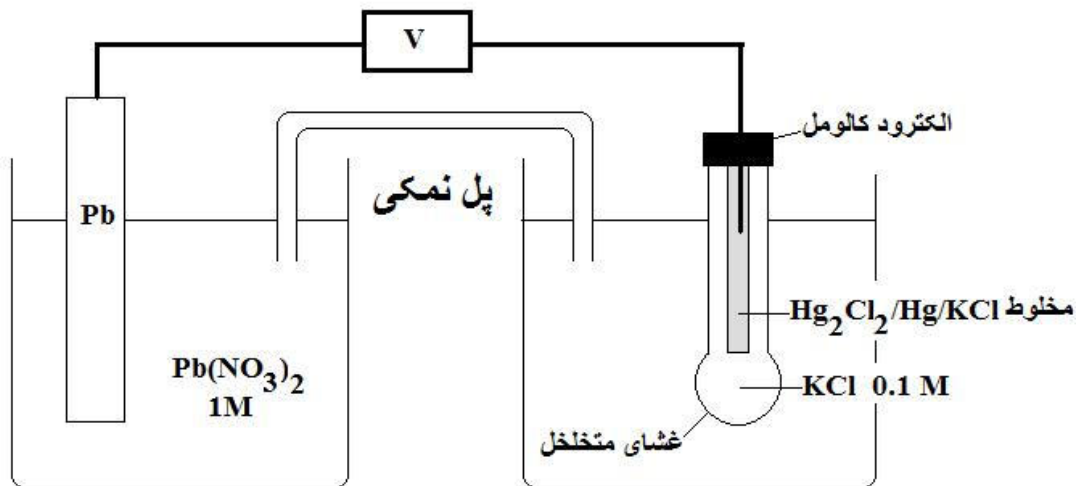


- تهیه و کاربرد الکتروود استاندارد هیدروژن SHE عملاً دشوار است. از این رو به جای آن می توان از الکتروود های شاهد دیگر مانند الکتروود کالومل (SCE) استفاده کرد. برای تهیه الکتروود کالومل، فلز جیوه را با جیوه (I) کلرید مخلوط می کنند و از محلول KCl به عنوان الکتروولیت استفاده می شود. سه غلظت متفاوت، برای محلول KCl به کار برده می شود. پتانسیل این الکتروود نسبت به SHE در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  در غلظت های متفاوت به صورت زیر است:

مولاریته محلول KCl (مول بر لیتر)	۰/۱	۱/۰	۴/۰ (سیر شده)
پتانسیل نسبت به SHE (ولت)	۰/۳۳۷	۰/۲۸۲	۰/۲۴۶

➤ ۱-۱۰-۱ emf سلول زیر را محاسبه کنید.

$$E_{red}^{\circ} (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}$$



- ۱-۱۱-۱ اگر  $E^{\circ}$  سلول حاصل از اتصال الکتروود استاندارد  $X^{2+}/X$  و الکتروود کالومل ۱/۰ مولار برابر ۰/۹۱۸ ولت باشد،  $E_{red}^{\circ}$  این الکتروود نسبت به SHE چند ولت است؟ (X نمی تواند یون های نقره را از محلول خود خارج کند)
- ۱-۱۲-۱ ولتاژ سلول گالوانی حاصل از اتصال الکتروود کالومل سیر شده به الکتروود  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$  با غلظت ۰/۱ مولار  $\text{Hg}^{2+}$  را در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  محاسبه کنید و واکنش کلی سلول را بنویسید.

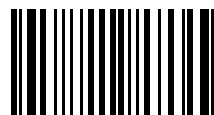
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



## پاسخ نامه سوال ۱

- در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

۱-۱ ➤

۲-۱ ➤

۳-۱ ➤

۴-۱ ➤

۵-۱ ➤

۶-۱ ➤










هیچ کدام








۷-۱ ➤

۸-۱ و ۹-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

$$K_c =$$

$$[\text{Hg}^{2+}] =$$

بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶

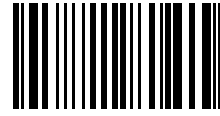


مرکز ملی پژوهش‌های آموزشی و برنامه‌ریزی  
وزارت آموزش عالی

نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



➤ ۱۰-۱

محل انجام محاسبات:

emf سلول:

➤ ۱۱-۱

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

➤ ۱۲-۱

محل انجام محاسبات:

emf سلول:

واکنش کلی

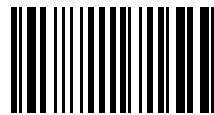
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



سوال ۲ - (۱۰ نمره)

یک مول از  $AB(g)$  را در ظرفی به حجم  $V$  لیتر در دمای  $300\text{ K}$  قرار می دهیم. دیده می شود که فشار گاز در ظرف برابر با  $2/46\text{ atm}$  است.

➤ ۱-۲- با فرض آنکه  $AB(g)$  در دمای داده شده پایدار باشد و به  $A$  و  $B$  تجزیه نشود حجم ظرف را بر حسب لیتر حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود،  $R = 0/082\text{ atmL/Kmol}$ )

حجم ظرف :

➤ ۱-۲- فشار  $AB(g)$  در همان حجم ثابت  $V$  در دمای  $450\text{ K}$  با فرض تجزیه نشدن آن بر حسب اتمسفر کدام است؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

فشار :

➤ ۲-۳- فرض کنید تعادل:  $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$  در ظرف داده شده در دمای  $450\text{ K}$  برقرار شود و فشار کل مخلوط تعادل در ظرف برابر با  $4/059\text{ atm}$  شود. با توجه به آن ثابت تعادل،  $K_c$ ، را برای تعادل داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

ثابت تعادل ( $K_c$ ):

➤ ۲-۴- درصد تجزیه  $AB$  به  $A$  و  $B$  را در دمای  $450\text{ K}$  و در ظرف داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

درصد تجزیه :

➤ ۲-۵- ثابت تعادل  $K_p$  را برای تعادل داده شده در  $450\text{ K}$  حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

ثابت تعادل ( $K_p$ ):

➤ ۲-۶-  $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه داده شده را در  $450\text{ K}$  بر حسب کیلوژول حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

$$(R = 8/314\text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1})$$

 $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه:

➤ ۲-۷- با فرض آنکه  $\Delta S^\circ$  واکنش برابر با  $100\text{ JK}^{-1}$  و مستقل از دما باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه را بر حسب کیلوژول حساب کنید.

(پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

 $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه:

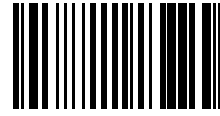
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



➤ ۸-۲- چگونگی تاثیر هر یک از  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta S^{\circ}$  در پیشرفت واکنش را به صورت مثبت یا منفی مشخص کنید:

تاثیر  $\Delta H^{\circ}$  : مثبت  منفی

تاثیر  $\Delta S^{\circ}$  : مثبت  منفی

➤ ۹-۲- اگر حجم در اختیار تعادل داده شده در دمای ثابت  $450\text{K}$  دو برابر شود، تعادل دستخوش کدام تغییر خواهد شد؟

به سمت تجزیه بیشتر جا به جا می شود :

میزان تجزیه AB کمتر می شود:

تغییری نمی کند:

➤ ۱۰-۲- مقایسه  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta U^{\circ}$  واکنش تجزیه داده شده کدام است؟ در یکی از کادر ها ضربدر بزنید:

$\Delta H^{\circ} = \Delta U^{\circ}$

$\Delta H^{\circ} < \Delta U^{\circ}$

$\Delta H^{\circ} > \Delta U^{\circ}$

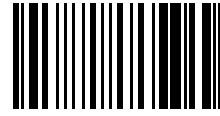
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



سوال ۳- (۱۲ نمره)

➤ ۳-۱- یک نمونه جامد مخلوطی از  $AgNO_3$ ،  $CuCl_2$ ،  $FeCl_3$  است. هنگامی که ۲/۰۰۰۰ گرم از این جامد در آب ریخته شده و به آن مقدار اضافی از  $AgNO_3$  افزوده می شود، ۳/۴۵۱۷ گرم رسوب تشکیل می شود. در یک آزمایش دیگر، ۳/۰۰۰۰ گرم از این جامد با یک ماده کاهنده واکنش می دهد به طوری که کل یون های فلزی در مخلوط به فلز خالص تبدیل می شوند. در این شرایط جرم کل فلز خالص تولید شده ۱/۳۸۹۸ گرم است. درصد جرمی  $AgNO_3$  و  $FeCl_3$  را در این نمونه به دست آورید. (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند.  $Ag = ۱۰۸/۰$ ،  $Cl = ۳۵/۵$ ،  $Fe = ۵۵/۸$ ،  $Cu = ۶۳/۵$ )

	درصد جرمی $AgNO_3$ (۴ نمره) :
	درصد جرمی $FeCl_3$ (۴ نمره) :

راه حل

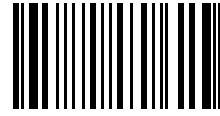
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



➤ ۲-۳- از سوختن کامل ۲/۰۰۰ گرم مخلوط اتانول و دی اتیل اتر ،  $3/882$  گرم گاز  $CO_2$  تولید می شود. درصد جرمی دی اتیل اتر در این مخلوط کدام است؟ (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

	درصد جرمی دی اتیل اتر (۴ نمره) :
--	----------------------------------

راه حل:

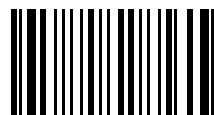
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

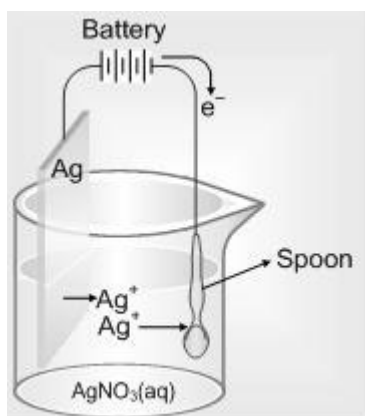
کد ملی :



توجه: کلیه پاسخ های سوال ۴ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۴" بنویسید.

سوال ۴- (۱۲ نمره)

- ۴-۱- در یک واحد صنعتی تولید آلومینیوم ، نمک های مذاب آلومینیوم الکترولیز می شود. برای این منظور کدام الکتروود را پیشنهاد می کنید؟ الکتروود گرافیتی یا الکتروود مسی؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)
- ۴-۲- برای آبکاری ظروف نقره ای از سلولی مطابق شکل زیر استفاده می شود. برای کمک به اکسید شدن نقره در سطح آن، یک عامل کمپلکس دهنده نیز اضافه می شود. هر چه آبکاری ظروف کندتر انجام شود، سطح ظروف براق تر و جلای آنها بیشتر خواهد بود. استفاده از کدام ماده را درون الکتروولیت پیشنهاد می کنید؟ آمونیاک یا پتاسیم سیانید؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)



- ۴-۳- در یک محلول، جمع غلظت اسید ضعیف HA و باز مزدوج آن ۰/۰۴ مولار بوده و  $pH$  آن ۵/۰۰ می باشد. دانش آموزی برای تعیین نوع اسید موجود در محلول، ۱۰۰ میلی لیتر از آن را با استفاده از محلول سود ۰/۰۱ مولار تیترو می کند. کل حجم محلول سود موجود در آزمایشگاه ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. پس از اتمام محلول سود،  $pH$  محلول حاصل ۵/۴۸ می شود. اگر این دانش آموز محلول سود کافی در اختیار داشت و تیتراسیون را تا پایان ادامه می داد، در نقطه ی هم ارزی  $pH$  چه عدد(هایی) می توانست باشد؟

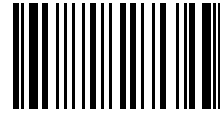
## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



پاسخ نامه سوال ۴

الکتروود مسی

الکتروود گرافیتی

➤ ۴-۱-

پتاسیم سیانید

آمونیاک

➤ ۴-۲-

➤ ۴-۳-

pH :

راه حل: (تنها در صورت درست بودن جواب نهایی راه حل تصحیح خواهد شد.)

## بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

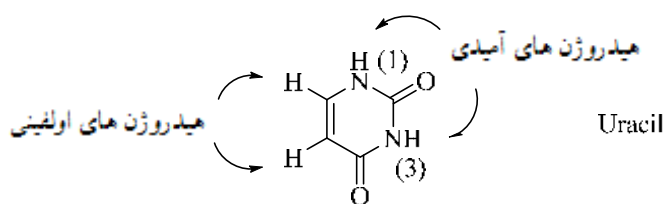
کد ملی :



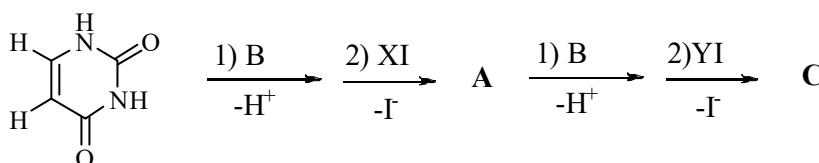
توجه: پاسخ سوال ۵ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" بنویسید.

سوال ۵- (۱۴ نمره)

- اوراسیل یک ترکیب آلی است که در ساختار اسیدهای نوکلئیک یافت می شود. اوراسیل دارای دو فرم کتو و انول است و فرم کتو آن که در زیر نشان داده شده است پایدارتر است. (در کلیه بخش های این سوال اوراسیل را به فرم کتو در نظر بگیرید)



- از واکنش یک مول اوراسیل با یک مول از یک ترکیب آلی ید دار به فرمول کلی XI در مجاورت یک مول باز B در شرایط مناسب ترکیب A به دست می آید. فرض کنید در این مرحله، باز B فقط هیدروژن آمیدی (۱) را جدا می کند. وزن مولکولی ترکیب A معادل  $197 \text{ gmol}^{-1}$  است. نتایج اسپکتروسکوپی نشان می دهد در ترکیب A نسبت تعداد هیدروژنهای گروه (های) متیل به تعداد هیدروژن های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) ۱ به ۱ است ولی در این ترکیب گروه های متیل و  $\text{CH}_2$  مجاور هم نمی باشند. از واکنش ترکیب A با یک ترکیب آلی ید دار دیگر با فرمول کلی YI در مجاورت باز، ترکیب C به دست می آید. وزن مولکولی ترکیب C معادل  $301 \text{ gmol}^{-1}$  است.



نتیجه آنالیز عنصری ترکیب C به صورت زیر است:

$$C = 67/75 \% , \quad H = 7/69 \% , \quad N = 13/94 \% , \quad O = 10/62 \%$$

- YI در ساختار خود دارای یک بخش آروماتیک است. در ترکیب C نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های آروماتیک (هیدروژن هایی که مستقیماً به کربن های بخش آروماتیک متصل هستند) معادل ۱ به ۲ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های آروماتیک C در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود فقط دو محصول M و N به دست می آیند. وقتی ترکیب C در شرایط مشخصی قرار می گیرد که به کمک کمپلکس های فلزی انجام می شود ترکیب D به دست می آید. در این واکنش بخش های X و Y در ساختار C تغییری نمی کنند. در ترکیب D نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های بخش آروماتیک ۱ به ۴ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های اولفینی در D در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود دو محصول به دست می آید. نتیجه آنالیز عنصری ترکیب D به صورت زیر است:

$$C = 67/98 \% , \quad H = 7/38 \% , \quad N = 13/99 \% , \quad O = 10/65 \%$$

ساختار های A، C، M، N و D را در کادر های داده شده در بخش پاسخ نامه بنویسید.



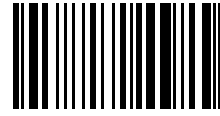
بیست و هشتمین دوره المپیاد شیمی بخش تشریحی - ۱۳۹۷/۲/۶



نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



پاسخ نامه سوال ۵

به پاسخ هایی که در خارج از کادر یا در کادرهای اشتباه نوشته شود نمره ای تعلق نمی گیرد.

A	C
M	N
D	



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ۲

غلط صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.

توجه: پاسخ سوال ۱ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت)

سوال ۱- (۱۲ نمره)

در ترکیبات جیوه (I) به جای زنجیره های متوالی  $M^+$  و  $X^-$  که برای ترکیبات MX انتظار می رود، جفت های Hg-Hg مجزا یافت می شود. از ویژگی های جیوه، تشکیل پلی کاتیون های جیوه است. با توجه به داده های زیر به پرسش های هر قسمت پاسخ دهید. (توجه: در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، در صورتی به راه حل نمره تعلق می گیرد که پاسخ نهایی درست باشد).

- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید. (سوالات ۱-۱ تا ۷-۱ نمره منفی دارند)
  - ۱-۱- فاصله Hg-Hg در خود فلز جیوه از فاصله میان آن ها در ترکیبات جیوه (I) کمتر است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۲-۱- ترکیبات جیوه (I) دیامغناطیس هستند و یون تنهای  $Hg^+$  پارامغناطیس است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۳-۱- واکنش تعادلی میان فلز جیوه و یون های نقره باید به صورت  $Hg + Ag^+ \rightleftharpoons Ag + Hg^+$  نوشته شود. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۴-۱- مجموع ضرایب در نیمه واکنش  $Hg_2^{2+} + Ag + e \rightarrow Ag_2Hg_3$  برابر ۱۵ است. (در بخش پاسخ نامه، در صورت درست بودن داخل کادر "درست" و در صورت اشتباه بودن داخل کادر "نادرست" بنویسید.)
  - ۵-۱- در کدام یک از گونه های روبرو عدد اکسایش میانگین جیوه بالاتر است؟  $Hg_3(AlCl_4)_2$ ,  $Hg_4(AsF_6)_2$ ,  $Hg_3SbF_6$  پاسخ خود را داخل کادر مربوطه در بخش پاسخ نامه بنویسید.
  - ۶-۱- ذرات سازنده کدام گونه (ها) در یک صفحه قرار می گیرند؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر زیر گونه های مورد نظر علامت ضربدر بزنید. انتخاب اضافی نمره منفی دارد)
- ۷-۱- در کمپلکس  $Hg_4(AsF_6)_2$  کدام یک از انواع کاتیون های جیوه شرکت کرده اند:  $Hg^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  یا هیچ کدام؟ (در بخش پاسخ نامه، داخل کادر ضربدر بزنید)

• با توجه به اطلاعات داده شده زیر در دمای  $25^\circ C$ :

$$E_{red}^{\circ} (Hg_2^{2+}/Hg) = 0.789 V$$

$$E_{red}^{\circ} (Hg^{2+}/Hg_2^{2+}) = 0.920 V$$

- ۸-۱- ثابت تعادل واکنش  $Hg_2^{2+}(aq) \rightleftharpoons Hg(l) + Hg^{2+}(aq)$  را در محلول  $Hg_2(NO_3)_2$  در دمای  $25^\circ C$  محاسبه کنید. ( $F = 96485 Cmol^{-1}$ )

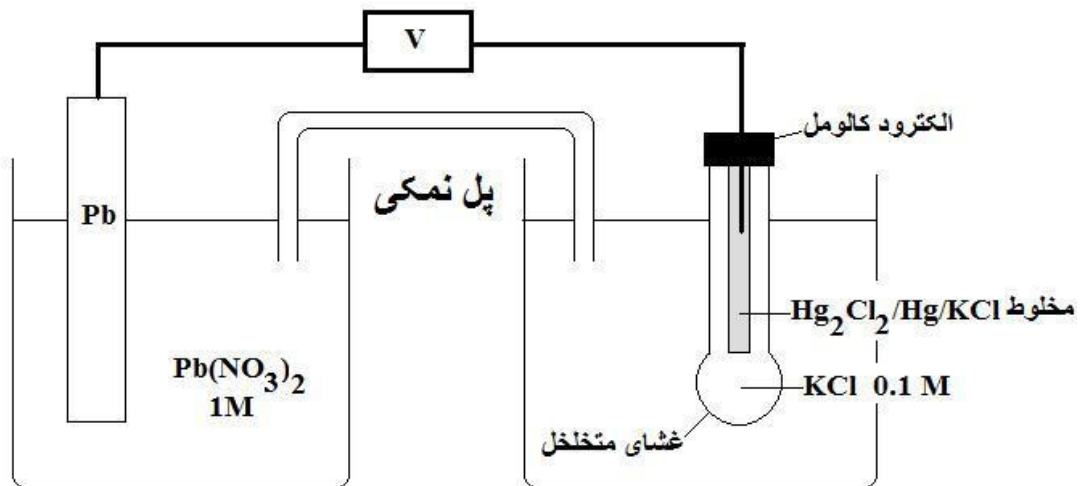
- ۹-۱- در این دما، غلظت  $[Hg^{2+}]$  در محلول  $0.10 M$   $Hg_2(NO_3)_2$  چقدر است؟

- تهیه و کاربرد الکتروود استاندارد هیدروژن SHE عملاً دشوار است. از این رو به جای آن می توان از الکتروود های شاهد دیگر مانند الکتروود کالومل (SCE) استفاده کرد. برای تهیه الکتروود کالومل، فلز جیوه را با جیوه (I) کلرید مخلوط می کنند و از محلول KCl به عنوان الکتروولیت استفاده می شود. سه غلظت متفاوت، برای محلول KCl به کار برده می شود. پتانسیل این الکتروود نسبت به SHE در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  در غلظت های متفاوت به صورت زیر است:

مولاریته محلول KCl (مول بر لیتر)	۰/۱	۱/۰	۴/۰ (سیر شده)
پتانسیل نسبت به SHE (ولت)	۰/۳۳۷	۰/۲۸۲	۰/۲۴۶

➤ ۱۰-۱- emf سلول زیر را محاسبه کنید.

$$E_{red}^{\circ} (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}$$



- ۱۱-۱- اگر  $E^{\circ}$  سلول حاصل از اتصال الکتروود استاندارد  $X^{2+}/X$  و الکتروود کالومل ۱/۰ مولار برابر ۰/۹۱۸ ولت باشد،  $E_{red}^{\circ}$  این الکتروود نسبت به SHE چند ولت است؟ (X نمی تواند یون های نقره را از محلول خود خارج کند)
- ۱۲-۱- ولتاژ سلول گالوانی حاصل از اتصال الکتروود کالومل سیر شده به الکتروود  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$  با غلظت ۰/۱ مولار  $\text{Hg}^{2+}$  را در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  محاسبه کنید و واکنش کلی سلول را بنویسید.

پاسخ نامه سوال ۱

• در مواردی که نیاز به محاسبه دارد، به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

(۳،۵ نمره)

۱-۱ > نادرست

۲-۱ > درست

۳-۱ > نادرست

۴-۱ > درست

۵-۱ >  $Hg_3(AlCl_4)_2$

$[Hg(NH_3)_2]^{2+}$

$[HgI_3]^-$

$[Hg(SCN)_4]^{2-}$

$Hg(CN)_2$

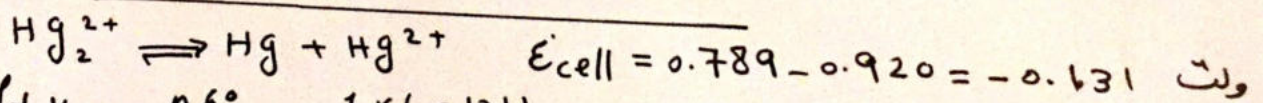
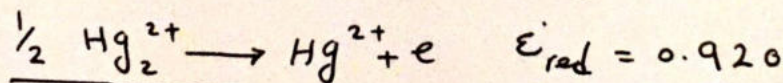
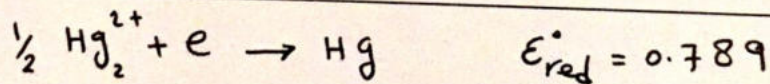
هیچ کدام

$Hg^+$

$Hg_2^{2+}$

$Hg^{2+}$

(۳ نمره) ۸-۱ و ۹-۱ >



$\ln K = \frac{nE^\circ}{0.0592} = \frac{1 \times (-0.131)}{0.0592} = -2.21 \Rightarrow K = 6.1 \times 10^{-3}$

$K = \frac{[Hg^{2+}]}{[Hg_2^{2+}]} \Rightarrow [Hg^{2+}] = 6.1 \times 10^{-3} \times 0.01 = 6.1 \times 10^{-5}$

$K_c = 6.1 \times 10^{-3}$

$[Hg^{2+}] = 6.1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

محل انجام محاسبات:

10-1 > (15 نمره)

محل انجام محاسبات:

$$emf_{سلول} = 0.337 - (-0.13) = 0.467 \text{ ولت}$$

emf سلول: ولت 0.467

11-1 > (1 نمره)

محل انجام محاسبات:

$$E_{سلول}^{\circ} = 0.918$$

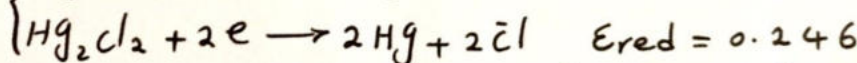
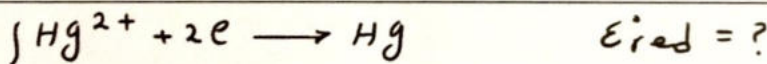
$$I) 0.918 = E_{\chi}^{\circ} - 0.282 \rightarrow E_{red}^{\circ} = 1.2$$

$$II) 0.918 = 0.282 - E_{\chi}^{\circ} \rightarrow E_{red}^{\circ} = -0.636 \text{ قابل قبول نیست}$$

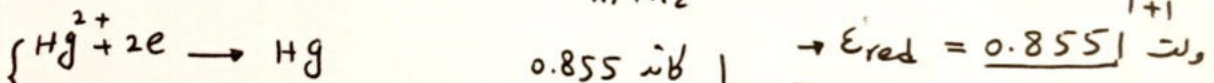
پاسخ نهایی: ولت 1.2

12-1 > (4 نمره)

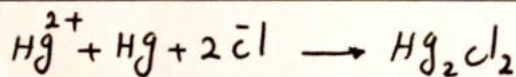
محل انجام محاسبات:



$$E_{red}^{\circ} (Hg^{2+}/Hg) = \frac{n_1 \cdot E_{red}^{\circ} (Hg_2^{2+}/Hg) + n_2 \cdot E_{red}^{\circ} (Hg^{2+}/Hg_2^{2+})}{n_1 + n_2} = \frac{0.789 \times 1 + 1 \times 0.920}{1+1}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} Hg^{2+} + 2e \rightarrow Hg \quad 0.855 \text{ ولت} \\ 2Hg^{2+} + 2Cl^{-} \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2e \quad 0.246 \text{ ولت} \end{array} \right. \rightarrow E_{cell} = 0.855 - 0.246 = 0.609$$



واکنش کلی

emf سلول: ولت 0.609

## سوال ۲- (۱۰ نمره)

یک مول از  $AB(g)$  را در ظرفی به حجم  $V$  لیتر در دمای  $300\text{ K}$  قرار می دهیم. دیده می شود که فشار گاز در ظرف برابر با  $2/46\text{ atm}$  است.

- ۱-۲- با فرض آنکه  $AB(g)$  در دمای داده شده پایدار باشد و به  $A$  و  $B$  تجزیه نشود حجم ظرف را بر حسب لیتر حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود،  $R = 0/082\text{ atmL/Kmol}$ )

10 L

حجم ظرف:

- ۱-۲- فشار  $AB(g)$  در همان حجم ثابت  $V$  در دمای  $450\text{ K}$  با فرض تجزیه نشدن آن بر حسب اتمسفر کدام است؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

3.69 atm

فشار:

- ۲-۳- فرض کنید تعادل:  $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$  در ظرف داده شده در دمای  $450\text{ K}$  برقرار شود و فشار کل مخلوط تعادل در ظرف برابر با  $4/059\text{ atm}$  شود. با توجه به آن ثابت تعادل،  $K_c$ ، را برای تعادل داده شده حساب کنید.؟ (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

 $1.111 \times 10^{-3}$ ثابت تعادل ( $K_c$ ):

- ۲-۴- درصد تجزیه  $AB$  به  $A$  و  $B$  را در دمای  $450\text{ K}$  و در ظرف داده شده حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

10%

درصد تجزیه:

- ۲-۵- ثابت تعادل  $K_p$  را برای تعادل داده شده در  $450\text{ K}$  حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

0.041

ثابت تعادل ( $K_p$ ):

- ۲-۶-  $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه داده شده را در  $450\text{ K}$  بر حسب کیلوژول حساب کنید. (پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

$$(R = 8/314\text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1})$$

11.950

 $\Delta G^\circ$  واکنش تجزیه:

- ۲-۷- با فرض آنکه  $\Delta S^\circ$  واکنش برابر با  $100\text{ JK}^{-1}$  و مستقل از دما باشد،  $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه را بر حسب کیلوژول حساب کنید.

(پاسخ تا سه رقم اعشار گرد شود)

56.950

 $\Delta H^\circ$  واکنش تجزیه:

➤ ۸-۲- چگونه تاثیر هر یک از  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta S^{\circ}$  در پیشرفت واکنش را به صورت مثبت یا منفی مشخص کنید:

<input checked="" type="checkbox"/>	منفی	<input type="checkbox"/>	مثبت	تاثیر $\Delta H^{\circ}$ :
<input type="checkbox"/>	منفی	<input checked="" type="checkbox"/>	مثبت	تاثیر $\Delta S^{\circ}$ :

➤ ۹-۲- اگر حجم در اختیار تعادل داده شده در دمای ثابت  $450\text{K}$  دو برابر شود، تعادل دستخوش کدام تغییر خواهد شد؟

<input checked="" type="checkbox"/>	به سمت تجزیه بیشتر جا به جا می شود:
<input type="checkbox"/>	میزان تجزیه AB کمتر می شود:
<input type="checkbox"/>	تغییری نمی کند:

➤ ۱۰-۲- مقایسه  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta U^{\circ}$  واکنش تجزیه داده شده کدام است؟ در یکی از کادرها ضربدر بزنید:

<input type="checkbox"/>	$\Delta H^{\circ} = \Delta U^{\circ}$
<input type="checkbox"/>	$\Delta H^{\circ} < \Delta U^{\circ}$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\Delta H^{\circ} > \Delta U^{\circ}$

## سوال ۳- (۱۲ نمره)

➤ ۳-۱ یک نمونه جامد مخلوطی از  $\text{FeCl}_3$ ،  $\text{CuCl}_2$ ،  $\text{AgNO}_3$  است. هنگامی که  $2/0000$  گرم از این جامد در آب ریخته شده و به آن مقدار اضافی از  $\text{AgNO}_3$  افزوده می شود،  $3/4517$  گرم رسوب تشکیل می شود. در یک آزمایش دیگر،  $3/0000$  گرم از این جامد با یک ماده کاهنده واکنش می دهد به طوری که کل یون های فلزی در مخلوط به فلز خالص تبدیل می شوند. در این شرایط جرم کل فلز خالص تولید شده  $1/3898$  گرم است. درصد جرمی  $\text{FeCl}_3$  و  $\text{AgNO}_3$  را در این نمونه به دست آورید. (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند.  $\text{Ag} = 108/0$ ،  $\text{Cl} = 35/5$ ،  $\text{Fe} = 55/8$ ،  $\text{Cu} = 63/5$ )

<b>30</b>	درصد جرمی $\text{AgNO}_3$ (۴ نمره):
<b>45</b>	درصد جرمی $\text{FeCl}_3$ (۴ نمره):

راه حل

$$\% \text{ mass of Cl} = \left( \frac{35.5}{35.5 + 108.0} \right) \times 3.4517 \times \left( \frac{100}{2.0000} \right) = 42.695$$

$$\% \text{ mass of (Ag + Cu + Fe)} = 1.3898 \times \left( \frac{100}{3.0000} \right) = 46.327$$

$$\% \text{ mass of NO}_3 = 100 - 42.695 - 46.327 = 10.978$$

$$\% \text{ mass of AgNO}_3 = 10.978 \times \left( \frac{170.0}{62.0} \right) = 30.10$$

$$\% \text{ mass of (FeCl}_3 + \text{CuCl}_2) = 100 - 30.10 = 69.90$$

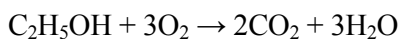
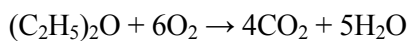
$$\begin{cases} 162.3x + 134.5y = 69.90 \\ 106.5x + 71.0y = 42.695 \end{cases} \Rightarrow x = 0.2783$$

$$\% \text{ mass of FeCl}_3 = 0.2783 \times 162.3 = 45.17$$

➤ ۳-۲- از سوختن کامل ۲/۰۰۰ گرم مخلوط اتانول و دی اتیل اتر ، ۳/۸۸۲ گرم گاز CO<sub>2</sub> تولید می شود. درصد جرمی دی اتیل اتر در این مخلوط کدام است؟ (در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

<b>6.0</b>	درصد جرمی دی اتیل اتر (۴ نمره):
------------	---------------------------------

راه حل:



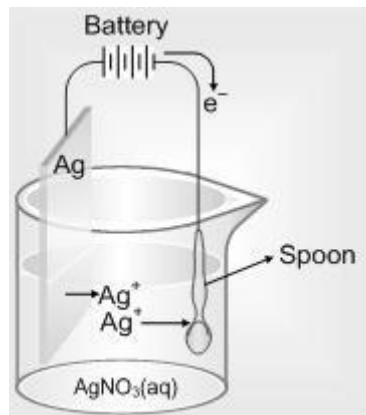
$$\begin{cases} 74x + 46y = 2.000 \\ 176x + 88y = 3.882 \end{cases} \Rightarrow x = 1.6237 \times 10^{-3}$$

$$\% \text{ mass of } (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} = (1.6237 \times 10^{-3}) \times 74 \times \left( \frac{100}{2.000} \right) = 6.01$$

توجه: کلیه پاسخ های سوال ۴ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۴" بنویسید.

سوال ۴- (۱۲ نمره)

- ۴-۱- در یک واحد صنعتی تولید آلومینیوم ، نمک های مذاب آلومینیوم الکترولیز می شود. برای این منظور کدام الکتروود را پیشنهاد می کنید؟ الکتروود گرافیتی یا الکتروود مسی؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)
- ۴-۲- برای آبکاری ظروف نقره ای از سلولی مطابق شکل زیر استفاده می شود. برای کمک به اکسید شدن نقره در سطح آن، یک عامل کمپلکس دهنده نیز اضافه می شود. هر چه آبکاری ظروف کندتر انجام شود، سطح ظروف براق تر و جلای آنها بیشتر خواهد بود. استفاده از کدام ماده را درون الکتروولیت پیشنهاد می کنید؟ آمونیاک یا پتاسیم سیانید؟ (برای پاسخ گویی به این سوال در کادر مناسب در بخش پاسخ نامه سوال ۴ ضربدر بزنید. انتخاب درست یک نمره مثبت و انتخاب نادرست یک نمره منفی دارد)



- ۴-۳- در یک محلول، جمع غلظت اسید ضعیف HA و باز مزدوج آن ۰/۰۴ مولار بوده و  $pH$  آن ۵/۰۰ می باشد. دانش آموزی برای تعیین نوع اسید موجود در محلول، ۱۰۰ میلی لیتر از آن را با استفاده از محلول سود ۰/۰۱ مولار تیتر می کند. کل حجم محلول سود موجود در آزمایشگاه ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. پس از اتمام محلول سود،  $pH$  محلول حاصل ۵/۴۸ می شود. اگر این دانش آموز محلول سود کافی در اختیار داشت و تیتراسیون را تا پایان ادامه می داد، در نقطه ی هم ارزی  $pH$  چه عدد(هایی) می توانست باشد؟

## پاسخ نامه سوال ۴

 الکتروود مسی الکتروود گرافیتی

➤ ۱-۴

 پتاسیم سیانید آمونیاک

➤ ۲-۴

➤ ۳-۴

$$pH = 8.74 \quad , \quad pH = 8.56$$

راه حل: (تنها در صورت درست بودن جواب نهایی راه حل تصحیح خواهد شد.) راه حل سوال شامل ۳ قسمت است:

الف) دستگاه معادلات به درستی تشکیل شود (نمره)

$$\begin{cases} [HA] + [A^-] = 0.04 \text{ M} & (1) \\ pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 5 = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} & (2) \\ pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 5.48 = pKa + \log \frac{[A^-] + 0.01}{[HA] - 0.01} & (3) \end{cases}$$

یک دستگاه سه معادله مجهول به دست آمده که مجهولات آن غلظت گونه‌ها و ثابت اسیدی می‌باشند.

با توجه به اینکه این معادلات درجه ی دو می‌باشند دارای دو جواب هستند که هر دو قابل قبول می‌باشند. به دست آوردن هر مجموعه جواب شامل غلظت و ثابت اسیدی ۱ نمره دارد. (جمعا دو نمره در این بخش)

از جایگذاری معادله‌ی یک از معادلات دو و سه و سپس تفاضل این دو معادله خواهیم داشت:

$$3.02 = \frac{-[A^-]^2 + 0.03[A^-] + 0.0004}{-[A^-]^2 + 0.03[A^-]} \Rightarrow$$

$$[A^-] = 0.01 \text{ یا } 0.02 \text{ M}$$

$$pKa = 5.00 \text{ یا } 5.48$$

از روی غلظت اسید و ثابت اسیدی به راحتی میتوان  $pH$  نقطه ی هم ارزی را به دست آورد. راه حل این قسمت برای هر کدام یک نمره از مجموعه جواب. (جمعا دو نمره)

از روی غلظت اسید اولیه، مقدار باز مورد نیاز برای تیتراسیون و حجم اکیوان به دست می‌آیند. از حجم اکیوالان، غلظت باز در نقطه‌ی اکیوالان و  $pH$  نقطه‌های اکیوالان به دست می‌آید:

$$pH = 8.74$$

$$pH = 8.56$$

نمره ی جواب نهایی ۵،۲ نمره برای هر جواب.

توجه: تنها در حالاتی راه حل بررسی خواهد شد که:

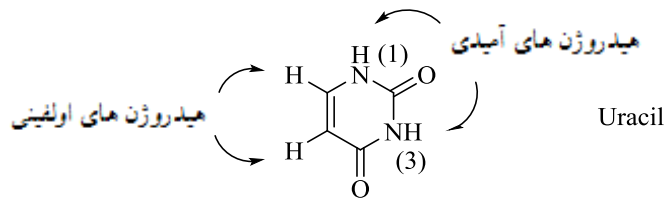
۱- دو  $pH$  به درستی به دست آمده باشد

۲- تنها یک  $pH$  صحیح به دست آمده باشد اما کلیه قسمت های پاسخ جز به دست آوردن جواب دوم دستگاه درست باشد.

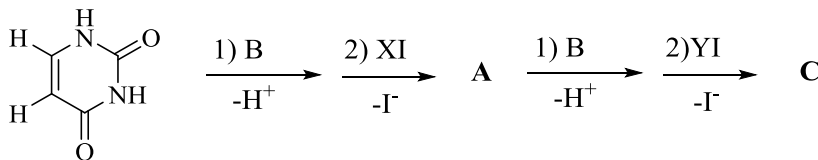
توجه: پاسخ سوال ۵ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" بنویسید.

سوال ۵- (۱۴ نمره)

- اوراسیل یک ترکیب آلی است که در ساختار اسیدهای نوکلئیک یافت می شود. اوراسیل دارای دو فرم کتو و انول است و فرم کتو آن که در زیر نشان داده شده است پایدارتر است. (در کلیه بخش های این سوال اوراسیل را به فرم کتو در نظر بگیرید)



از واکنش یک مول اوراسیل با یک مول از یک ترکیب آلی ید دار به فرمول کلی XI در مجاورت یک مول باز B در شرایط مناسب ترکیب A به دست می آید. فرض کنید در این مرحله، باز B فقط هیدروژن آمیدی (۱) را جدا می کند. وزن مولکولی ترکیب A معادل  $197 \text{ gmol}^{-1}$  است. نتایج اسپکتروسکوپی نشان می دهد در ترکیب A نسبت تعداد هیدروژنهای گروه (های) متیل به تعداد هیدروژن های متیلنی ( $\text{CH}_2$ ) ۱ به ۱ است ولی در این ترکیب گروه های متیل و  $\text{CH}_2$  مجاور هم نمی باشند. از واکنش ترکیب A با یک ترکیب آلی ید دار دیگر با فرمول کلی YI در مجاورت باز، ترکیب C به دست می آید. وزن مولکولی ترکیب C معادل  $301 \text{ gmol}^{-1}$  است.



نتیجه آنالیز عنصری ترکیب C به صورت زیر است:

$$\text{C} = 67/75 \% , \quad \text{H} = 7/69 \% , \quad \text{N} = 13/94 \% , \quad \text{O} = 10/62 \%$$

YI در ساختار خود دارای یک بخش آروماتیک است. در ترکیب C نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های آروماتیک (هیدروژن هایی که مستقیماً به کربن های بخش آروماتیک متصل هستند) معادل ۱ به ۲ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های آروماتیک C در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود فقط دو محصول M و N به دست می آیند. وقتی ترکیب C در شرایط مشخصی قرار می گیرد که به کمک کمپلکس های فلزی انجام می شود ترکیب D به دست می آید. در این واکنش بخش های X و Y در ساختار C تغییری نمی کنند. در ترکیب D نسبت تعداد هیدروژن های اولفینی اوراسیل به هیدروژن های بخش آروماتیک ۱ به ۴ می باشد. وقتی یکی از هیدروژن های اولفینی در D در شرایط مشخصی با بروم جایگزین می شود دو محصول به دست می آید. نتیجه آنالیز عنصری ترکیب D به صورت زیر است:

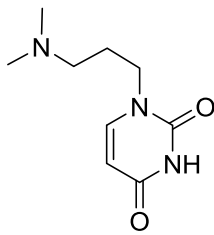
$$\text{C} = 67/98 \% , \quad \text{H} = 7/38 \% , \quad \text{N} = 13/99 \% , \quad \text{O} = 10/65 \%$$

ساختار های A، C، M، N و D را در کادر های داده شده در بخش پاسخ نامه بنویسید.

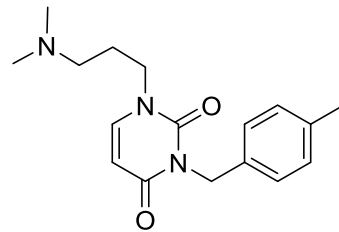
پاسخ نامه سوال ۵

به پاسخ هایی که در خارج از کادر یا در کادرهای اشتباه نوشته شود نمره ای تعلق نمی گیرد.

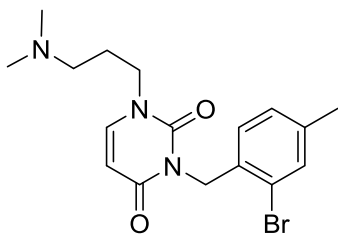
A ۴ نمره



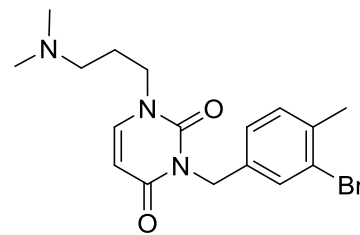
C ۴ نمره



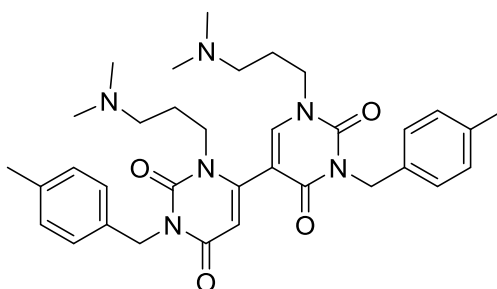
M ۱ نمره



N ۱ نمره



D ۴ نمره



## 2nd Stage of Iranian Chemistry Olympiad - 27th (1396)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهاى درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «لام خنثی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۶ برگه (۱۲ صفحه با احتساب جلد)) دریافت نمودم. امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه دریافت نمودم. امضاء

دفترچه سوالات چند گزینه‌ای بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۶/۱/۳۰

مجموع زمان آزمون‌های چند گزینه‌ای و تشریحی: ۲۱۰ دقیقه

تعداد سوالات چند گزینه‌ای ۴۰



شماره سندلی

کد دفترچه

۱

استان:  
منطقه:  
پایه تحصیلی:

شماره پرونده:  
کد ملی:  
نام پدر:  
نام مدرسه:



حوزه:

## توضیحات مهم

## استفاده از ماشین حساب مجاز است

- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه پاسخنامه برای سوالات چند گزینه‌ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۴- کلیه جوابها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن‌ها هیچ امتیازی تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگانه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانۀ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جدول تناوبی عناصر، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
- ۹- پاسخ درست به هر سوال ۳ امتیاز مثبت و پاسخ نادرست یک امتیاز منفی دارد.
- ۱۰- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تالیفاتی از بین دانش‌آموزان پایه سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.

کد دفترچه سوالات : ۱

۱- فرض کنید گونه ای با عدد اتمی  $Z$  دارای یک الکترون است. اگر انرژی لازم برای جهش الکترون از حالت پایه به دومین حالت برانگیخته در این گونه،  $32$  برابر انرژی یونش اتم هیدروژن باشد،  $Z$  کدام است؟

۶ (۱)                      ۷ (۲)                      ۳۶ (۳)                      ۳۲ (۴)

۲- فاصله بین هسته های دو اتم برم در یک مولکول کریلین تقریباً برحسب آنگستروم کدام است؟ (طول پیوند کریلین-برم  $1/94$  آنگستروم است)

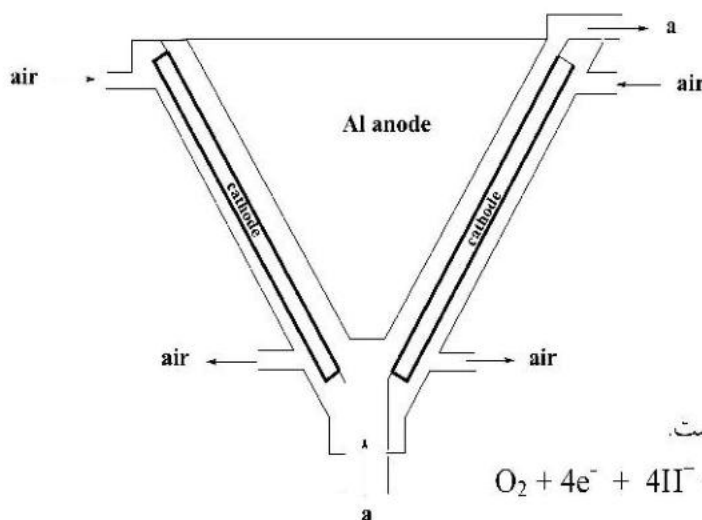
۲/۲۴ (۱)                      ۱/۵۸ (۲)                      ۲/۳۷ (۳)                      ۳/۱۷ (۴)

۳- تعداد برخورد های ذرات یک گاز در واحد حجم در واحد زمان ( $Z$ ) از رابطه زیر محاسبه می شود. تعداد برخوردهای بین اتم های گاز نئون در  $1$  سانتی متر مکعب در یک ثانیه، در دمای  $0^\circ\text{C}$  و فشار  $1 \text{ bar}$  کدام است؟ جرم مولی نئون  $20/2$  گرم بر مول و شعاع اتمی آن  $1/20$  آنگستروم است. (تعداد ذره ها در یک سانتی متر مکعب  $= N'$ ، قطر هر ذره  $= \sigma$ ، جرم مولی  $= M$ ،  $(N_A = 6/02 \times 10^{23}$ ،  $R = 0/8314 \text{ barLmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

$$Z = 2(N')^2 \sigma^2 \sqrt{\frac{\pi RT}{M}}$$

۱/۵  $\times 10^{25}$  (۴)                      ۴/۸  $\times 10^{28}$  (۳)                      ۴/۸  $\times 10^{26}$  (۲)                      ۱/۵  $\times 10^{27}$  (۱)

۴- شکل زیر نمایش ساده ای از یک باتری آلومینیم- هوا را نشان می دهد که با تشکیل  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  و تبدیل آن به  $\text{Al}(\text{OH})_3$  و سپس به  $\text{Al}$ ، می تواند در خودروها به کار گرفته شود. چه تعداد از عبارت های زیر درست است؟



a - می تواند محلول  $\text{NaOH}$  باشد.

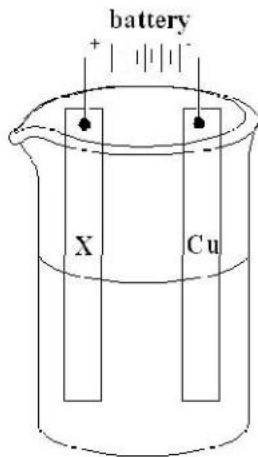
- این باتری نوعی سلول سوختی به شمار می آید.

- تعداد الکترون های رد و بدل شده در واکنش کلی آن  $12$  است.

- نیم واکنش کاتدی آن به صورت مقابل است:  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

۱ (۴)                      ۲ (۳)                      ۳ (۲)                      ۴ (۱)

کد دفترچه سوالات : ۱



۵- در شکل روبرو، اگر  $X$  هر یک از فلزات داده شده باشد، چه تعداد از عبارات های زیر درست است؟

$X = Cu$ ، از جرم تیغه در قطب منفی کم می شود.

$X = Pt$ ، فراورده آندی گاز اکسیژن خواهد بود.

$X = Pt$ ، با گذشت زمان  $pH$  محلول الکترولیت افزایش می یابد.

$X = Pt$  یا  $X = Cu$ ، در هر دو صورت نیم واکنش کاتدی یکسان است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۶- عنصر  $X$  را با انرژی های یونش متوالی زیر (برحسب کیلوژول بر مول) در نظر بگیرید. کدام عبارت در مورد آن همواره درست است؟

 $IE_1$  $IE_2$  $IE_3$  $IE_4$  $IE_5$  $IE_6$ 

۱۰۱۲

۱۹۰۳

۲۹۱۰

۴۹۵۰

۶۲۷۸

۲۲۲۳۰

(۱) هیدریدی با فرمول  $XH_3$  دارد که در آب خاصیت بازی دارد.

(۲) از انحلال یک مول اکسید آن با بالاترین ظرفیت  $X$  در آب، دو مول اسید تولید می شود.

(۳) کلریدی با فرمول  $XCl_3$  دارد که ناقصی است.

(۴) ترکیبی به فرمول  $X(OH)_3$  دارد که خاصیت آمفوتری دارد.

۷- چه تعداد از گونه های زیر آمفوتر است؟

هیپوفسفیت، سدیم هیدروژن کربنات، آلومینیم اکسید، مونو هیدروژن فسفیت، گلیسین، تری اتیل آمونیم، هیدروژن سولفیت، تری فلئورواتانوات

۴ (۴)

۳ (۳)

۵ (۲)

۲ (۱)

۸- نمونه ای به جرم ۵۰ گرم از یک سنگ معدن  $Fe_2O_3$  ناخالص را در مجاورت مقدار کافی کربن در دمای بالا قرار می دهیم تا بطور کامل با یکدیگر واکنش دهند. طی این عمل جرم نمونه به ۴۴ گرم کاهش می یابد. درصد خلوص نمونه کدام است؟ ناخالصی ها در واکنش شرکت نمی کنند. ( $O = ۱۶$ ،  $C = ۱۲$ ،  $Fe = ۵۶$ )

۱۵ (۴)

۸۰ (۳)

۴۰ (۲)

۶۰ (۱)

کد دفترچه سوالات : ۱

۹- آلیاژ مونل از آهن، مس، نیکل و سایر عناصر تشکیل شده است و در صنایع الکترونیکی مورد استفاده قرار می گیرد. از یک قطعه از این آلیاژ با چگالی  $8.8 \text{ g/cm}^3$  که حاوی  $0.22\%$  درصد وزنی سیلیسیم است جهت ساخت صفحه ای به طول  $15 \text{ cm}$ ، عرض  $12.5 \text{ cm}$  و ضخامت  $3 \text{ mm}$  استفاده می شود. در مرکز این صفحه سوراخ گردی به قطر  $2.5$  سانتی متر وجود دارد. چه تعداد اتم  $^{30}\text{Si}$  در این صفحه یافت می شود؟ (جرم های اتمی  $^{28}\text{Si}$  و  $^{30}\text{Si}$  را به ترتیب  $28$  و  $30$  فرض کرده و فراوانی  $^{30}\text{Si}$  را نیز  $3/1$  درصد در نظر بگیرید)

$$(1) 6/2 \times 10^{19} \quad (2) 8/6 \times 10^{21} \quad (3) 7/1 \times 10^{19} \quad (4) 9/2 \times 10^{21}$$

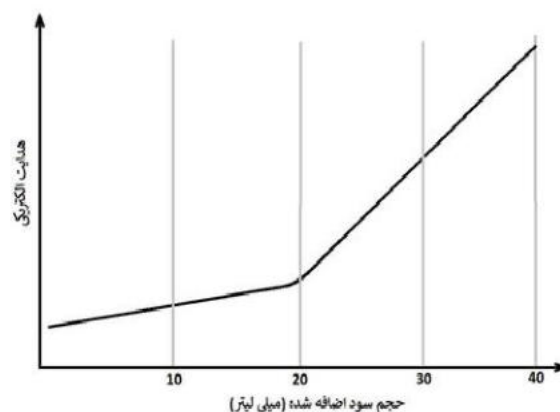
۱۰- از  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  بدون آب برای خشک کردن (آب زدایی) مایعاتی که در آنها نامحلول است استفاده می شود. در این صورت  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  به  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  تبدیل می شود و می توان آن را با صاف کردن جدا کرد. حداقل چند گرم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  بدون آب برای حذف کردن  $19$  گرم آب از یک مخزن پر از بنزین لازم است؟ ( $\text{O} = 16$ ،  $\text{S} = 32$ ،  $\text{Na} = 23$ )

$$(1) 13 \quad (2) 14 \quad (3) 12 \quad (4) 15$$

۱۱- یک نمونه به جرم  $0.622$  گرم از یک اکسید فلزی با فرمول  $\text{M}_2\text{O}_3$  به  $0.685$  گرم سولفید این فلز به فرمول MS تبدیل می شود. جرم اتمی فلز M کدام است؟

$$(1) 55 \quad (2) 58 \quad (3) 64 \quad (4) 86$$

۱۲- تیتراسیون هدایت سنجی یکی از انواع تیتراسیون است که طی آن ماده ی تیتراکننده به صورت قطره قطره به محلول افزوده می شود و هدایت الکتریکی محلول در هنگام تیترا شدن اندازه گیری می شود. به  $20$  میلی لیتر محلول استیک اسید به صورت قطره قطره محلول  $0.1$  مولار سدیم هیدروکسید اضافه می کنیم. اگر نمودار تیتراسیون مطابق شکل زیر باشد، غلظت اولیه ی محلول استیک اسید و  $\text{pH}$  نقطه ی پایانی تیتراسیون کدام است؟ ( $\text{pK}_a = 4.75$  استیک اسید)



$$(1) 0.1 \text{ مولار و } 8/4 \quad (2) 0.05 \text{ مولار و } 8/2 \quad (3) 0.05 \text{ مولار و } 8/1 \quad (4) 0.1 \text{ مولار و } 8/2$$

کد دفترچه سوالات : ۱

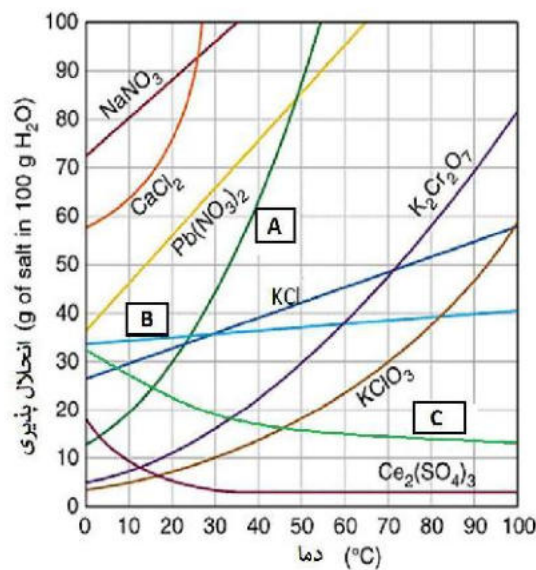
۱۳- تجزیه عنصری یک ترکیب سولفاتی مشخص کرده که شامل ۱۳/۷۸ درصد وزنی پتاسیم، ۱۸/۳۷ درصد وزنی کروم و ۲۲/۶۱ درصد وزنی گوگرد می باشد. عدد اکسایش کروم در این ترکیب چند است؟

۲ (۱)                      ۴ (۲)                      ۳ (۳)                      ۶ (۴)

۱۴- pH محلول آبی  $10^{-8}$  مولار HCl کدام است؟

۶ (۱)                      ۶/۹۸ (۲)                      ۸ (۳)                      ۶/۹۵ (۴)

۱۵- اگر آنتالپی انحلال  $\text{NaCl}$ ،  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  و  $\text{KNO}_3$  به ترتیب ۳/۹، ۳۰/۵- و ۳۴/۹ کیلوژول بر مول باشد، با توجه به نمودار زیر، گونه های A، B، C به ترتیب از راست به چپ کدامند؟



$\text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$  (۱)

$\text{KNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  (۲)

$\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  (۳)

$\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  (۴)

۱۶- با توجه به نمودار انحلال پذیری سؤال قبل، کدام گزینه جاهای خالی را به ترتیب درست نشان می دهد: اگر ۱۰۰ گرم آب که در دمای ..... درجه سلسیوس از ..... سیرشده است را به سرعت تا دمای ..... درجه سلسیوس سرد کنیم و رسوب حاصل را جدا و خشک کنیم، مقدار ..... گرم رسوب به دست می آید.

۹۰، پتاسیم کلرید، ۶۰، ۱۰ (۲)

۴۰، پتاسیم کلرات، ۲۰، ۲۰ (۱)

۸۰، پتاسیم دی کرومات، ۱۰، ۵۰ (۴)

۴۰، سرب سولفات، ۴۰، ۴۰ (۳)

۱۷- برای تهیه ۲۰/۹۶ گرم محلول ۱/۲ مولال سود، چند گرم NaOH با خلوص ۶۰ درصد لازم است؟

(O = ۱۶، H = ۱، Na = ۲۳)

۰/۵۸ (۴)

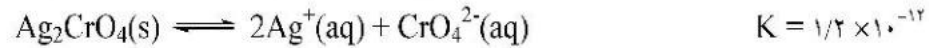
۱/۶ (۳)

۰/۹۶ (۲)

۱/۳۳ (۱)

کد دفترچه سوالات : ۱

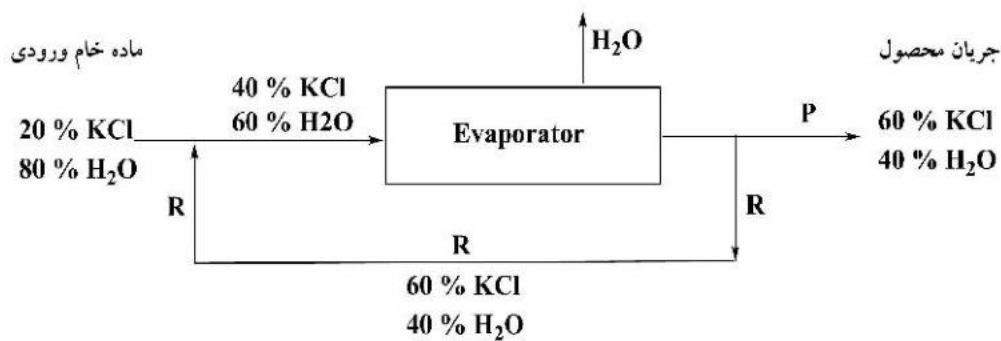
۱۸- تیتراسیون موهر روشی برای اندازه گیری یون های هالید است. در این روش یون  $X^-$  به کمک محلول نقره نیترات تیتراسیون می شود. برای تشخیص پایان تیتراسیون مقدار کمی  $CrO_4^{2-}$  در محلول حاوی یون هالید اضافه شده است. با مشاهده رسوب سرخ رنگ تیتراسیون به پایان می رسد.



۱۰/۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰ مولار NaCl که غلظت یون کرومات در آن  $2/4 \times 10^{-4}$  مولار است را با نقره نیترات ۰/۱۰ مولار تیتراسیون می کنیم، در لحظه ای که رسوب نقره دی کرومات شروع به تشکیل شدن می کند، غلظت  $Cl^-$  باقی مانده در محلول چند مولار است؟

- (۱)  $1/8 \times 10^{-6}$  (۲)  $2/54 \times 10^{-6}$  (۳)  $1/27 \times 10^{-6}$  (۴)  $0/10$

۱۹- در یک راکتور شیمیایی، محلول ۲۰٪ وزنی KCl به محلول ۶۰٪ وزنی KCl تبدیل می شود. در حین فرآیند، برای افزایش کارایی، بخشی از محلول تغلیظ شده KCl تحت عنوان جریان بازگشتی R با ماده خام ورودی مخلوط شده و مجدداً وارد قسمت تبخیر (Evaporator) می شود. فرض می کنیم راکتور در شرایط پایا قرار دارد. شرایط پایا، شرایطی است که دما، فشار و ترکیب درصد اجزا در هر نقطه از راکتور در طول زمان ثابت است. به عبارت دیگر می توان گفت مقدار ماده ورودی به هر قسمت از راکتور برابر مقدار ماده خروجی از همان قسمت است. با توجه به اطلاعات داده شده در شکل زیر، به ازای هر ۳۰۰ کیلوگرم جریان ماده خام ورودی، چند کیلوگرم ماده وارد جریان بازگشتی R می شود؟



- (۱) ۱۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۳۰۰

۲۰- pH محلول ۰/۰۱۰ مولار  $Na_3PO_4$  کدام است؟ ( $pK_a(H_3PO_4) = 2/1, 7/2, 12/0$ )

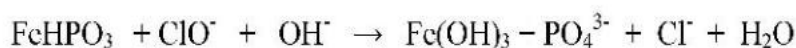
- (۱) ۱۲/۰ (۲) ۱۱/۸ (۳) ۹/۶ (۴) ۱۲/۲

کد دفترچه سوالات: ۱

۲۱- اگر مخلوطی از FeO و Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> به جرم ۹/۵۰ گرم را به آهن خالص تبدیل کنیم، ۷/۰۰ گرم آهن خالص به دست می آید. درصد جرمی FeO در مخلوط اولیه چقدر است؟ (Fe = ۵۵/۸، O = ۱۶)

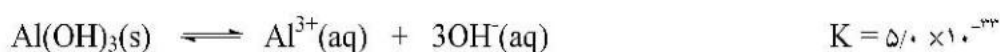
۶۹ (۱) ۵۲ (۲) ۳۱ (۳) ۴۸ (۴)

۲۲- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



۱۹ (۱) ۱۶ (۲) ۸ (۳) ۹ (۴)

۲۳- حلالیت Al(OH)<sub>3</sub> (s) در یک محلول بافر با pH = ۱۰ چند مول بر لیتر است؟



۵/۰ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۱) ۵/۰ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۲) کمتر از ۱۰<sup>-۱۱</sup> (۳) کاملاً محلول است (۴)

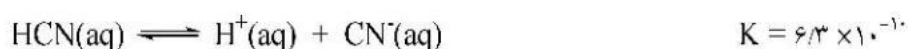
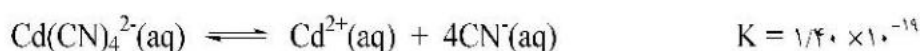
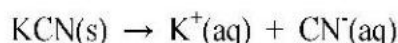
۲۴- اگر ۲۰۰/۰ گرم محلول ۱/۰ مولال NaCl را با ۲۰۰/۰ گرم محلول ۳/۰ مولال NaCl مخلوط کنیم، مولالیت محلول حاصل کدام است؟ (Na = ۲۳، Cl = ۳۵/۵)

۱/۷۵ (۱) ۲/۰۰ (۲) ۱/۹۵ (۳) ۱/۸۵ (۴)

۲۵- ثابت تعادل واکنش  $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$  در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برابر با ۶۴/۰ است. اگر ۱/۰۰ مول A(g) و ۰/۵۰ مول B(g) در یک ظرف در بسته ۴۰/۰ لیتری با هم مخلوط شوند، غلظت A(g) پس از برقراری تعادل چند مول بر لیتر است؟

۵/۰ × ۱۰<sup>-۳</sup> (۱) ۲/۵ × ۱۰<sup>-۳</sup> (۲) ۱/۰ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۳) ۲/۰ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۴)

۲۶- به یک لیتر محلول KCN، مقدار اضافی از جامد Cd(OH)<sub>2</sub> می افزاییم. اگر در هنگام برقراری تعادل، pH محلول برابر با ۱۲/۰ و غلظت Cd(CN)<sub>4</sub><sup>2-</sup> برابر ۰/۰۰۲۰ مول بر لیتر باشد، غلظت K<sup>+</sup> در این محلول چند مول بر لیتر است؟ واکنش ها و ثابت های تعادل عبارتند از:



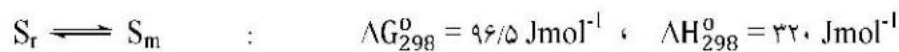
۳/۰ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۱) ۱/۱ × ۱۰<sup>-۲</sup> (۲) ۹/۱ × ۱۰<sup>-۳</sup> (۳) ۸/۰ × ۱۰<sup>-۳</sup> (۴)

کد دفترچه سوالات : ۱

۲۷- هرگاه  $\Delta H_f^\circ$  بر حسب کیلوژول بر مول در دمای ۲۹۸ K برای  $C(g)$ ،  $I(g)$ ،  $H(g)$  و  $CH_3I(g)$  به ترتیب برابر با ۷۱۷، ۱۰۷، ۲۱۸ و ۱۳ باشد و میانگین آنتالپی پیوند C-H در  $CH_3I(g)$  هم برابر با ۴۱۴ کیلوژول بر مول باشد، آنگاه آنتالپی پیوند C-I در  $CH_3I(g)$  در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

- (۱) ۲۳۶ (۲) ۲۲۳ (۳) ۲۴۰ (۴) ۲۵۰

۲۸- قبلاً دمای  $20^\circ C$  (۲۹۳ K) را به جای دمای  $25^\circ C$  (۲۹۳ K) به عنوان دمای اتاق استاندارد به کار می بردند. مقدار  $\Delta G_{293}^\circ$  در تبدیل گوگرد رومییک جامد،  $S_r$ ، به گوگرد منو کلینیک جامد،  $S_m$ ، با توجه به معلومات داده شده، بر حسب ژول کدام است؟



- (۱) ۱۰۰/۲۵ (۲) ۱۰۵/۵ (۳) ۱۰۷/۲ (۴) ۱۱۰/۱۱

۲۹-  $Na_2SO_4(s)$  دارای یک شکل پایدار،  $\alpha$ ، و یک شکل شبه پایدار،  $\beta$ ، است. آنتروپی مطلق شکل پایدار در دمای صفر کلون برابر با صفر است، اما آنتروپی مطلق شکل شبه پایدار صفر نیست.  $\Delta S^\circ$  در تبدیل شکل پایدار به شکل شبه پایدار در دمای صفر کلون با توجه به معلومات داده شده بر حسب  $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  کدام است؟ معلومات:  $\Delta H_{298}^\circ$  در تبدیل شکل  $\alpha$  به شکل  $\beta$  برابر  $2980 \text{ Jmol}^{-1}$  می باشد.  $\Delta G_{298}^\circ$  در تبدیل شکل  $\alpha$  به شکل  $\beta$  را به طور تقریبی برابر صفر در نظر بگیرید. افزایش آنتروپی در گرم کردن هر یک از شکل های  $\alpha$  و  $\beta$  از صفر کلون تا ۲۹۸ کلون در فشار ثابت به ترتیب برابر با  $49/5 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  و  $55/0 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  است.

- (۱) ۲/۵ (۲) ۳/۵ (۳) ۴/۵ (۴) ۱/۵

۳۰- هرگاه فشار جزئی  $Cl_2$ ،  $F_2$ ،  $ClF$  در واکنش زیر:



به ترتیب برابر با  $0/0010 \text{ bar}$ ،  $0/0010 \text{ bar}$  و  $20 \text{ bar}$  باشد، آن گاه نسبت  $\frac{K}{Q}$  واکنش در شرایط داده شده کدام است؟ گازهای شرکت کننده ایده آل فرض می شوند و  $1 \text{ bar}$  به عنوان فشار استاندارد است. ( $R = 8/314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

- (۱)  $5 \times 10^{11}$  (۲)  $1 \times 10^{11}$  (۳)  $5 \times 10^{-11}$  (۴)  $2 \times 10^{12}$

۳۱- یک مول گاز کامل با ظرفیت گرمایی  $C_v = 12/5 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ، یک بار در حجم ثابت و یک بار در فشار ثابت از دمای  $300 \text{ K}$  تا  $350 \text{ K}$  گرم می شود. مقدار  $(\Delta H - \Delta U)$ ، در آن بر حسب ژول کدام است؟

- (۱) ۳۱۵/۵ (۲) ۴۱۵/۷ (۳) ۱۰۰/۴ (۴) صفر

کد دفترچه سوالات : ۱

۳۲- برای واکنش زیر :



ثابت تعادل غلظتی،  $K_c$ ، در دمای ۲۹۸ K، برابر با  $10^{16} \times 1/0$  به دست آمده است. اگر  $\Delta G_{298}^0$  واکنش داده شده برابر با  $-82589/4 \text{ J}$  باشد، مطابق تعریف زیر ثابت  $K_\gamma$  برای این واکنش کدام است؟ ( $\gamma$  ضریب فعالیت را نشان می دهد).

$$K_\gamma = \frac{(\gamma_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}})(\gamma_{\text{H}_2\text{O}})}{(\gamma_{\text{CrO}_4^{2-}})^2 (\gamma_{\text{H}^+})^2} = \frac{K}{K_c}$$

۰/۰۵۰ (۴)

۰/۰۳۰ (۳)

۰/۰۲۰ (۲)

۰/۰۱۰ (۱)

۳۳- براساس کارهای پژوهشی انجام شده بستگی ولتاژ استاندارد،  $E^0$ ، واکنش:  $\text{Ag}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$  برحسب دمای کلوین T، از معادله زیر پیروی می کند:

$$(E_T^0 / \text{ولت}) = 0/9079 - 0/280 x + 0/110 x^2, \quad x = (T - 728/2) \times 10^{-3}$$

با توجه به آن،  $\Delta G^0$  واکنش داده شده در دمای ۱۰۰۰ K برحسب کیلوژول کدام است؟ ( $F = 96485 \text{ Cmol}^{-1} \text{ T}$ )

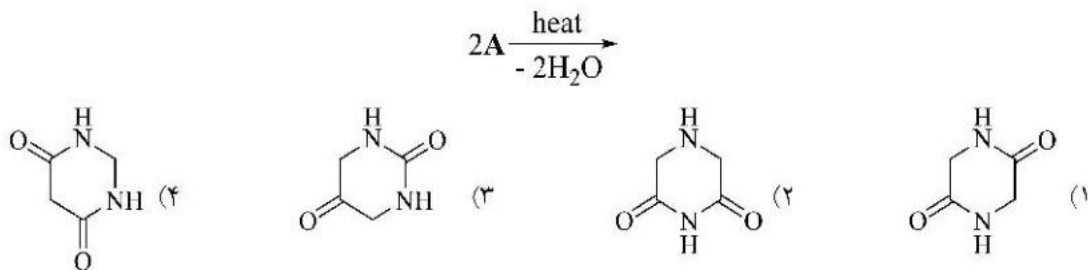
-۸۱/۰۴ (۴)

-۱۷۰/۰۹ (۳)

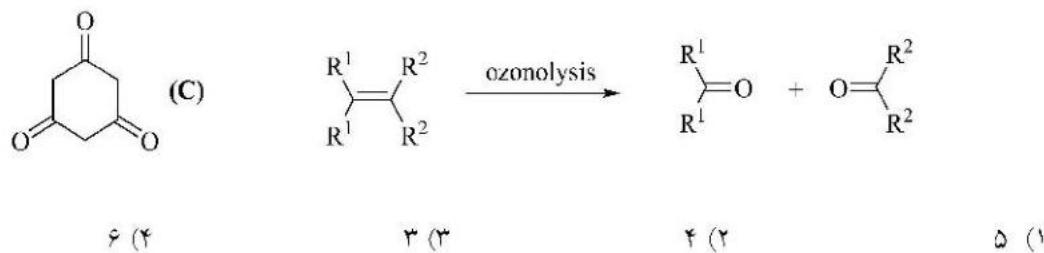
-۱۶۲/۰۸ (۲)

-۱۸۰/۰۶ (۱)

۳۴- از حرارت دادن آمینو اسید A با فرمول بسته  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$  طبق واکنش زیر کدام محصول به دست می آید؟



۳۵- از ازونولیز B با فرمول بسته  $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$  در شرایط مناسب ترکیب C تهیه می شود. برای B چند ساختار با خواص فیزیکی متفاوت می توان در نظر گرفت؟



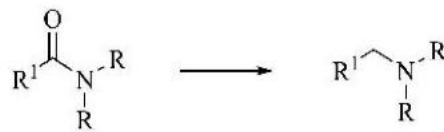
۶ (۴)

۳ (۳)

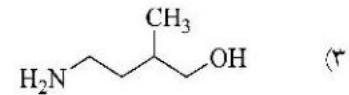
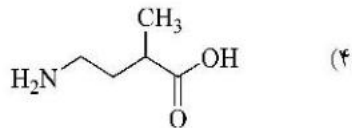
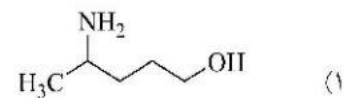
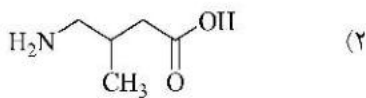
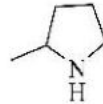
۴ (۲)

۵ (۱)

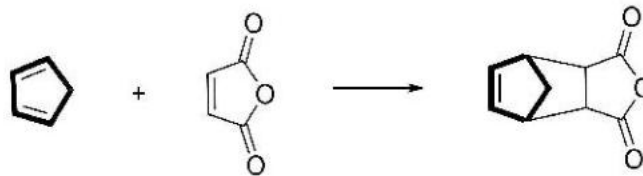
۳۶- آمیدها را می توان در شرایط مناسب به آمین ها احیا کرد:



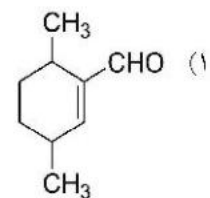
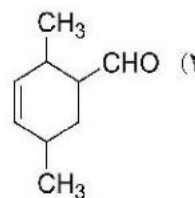
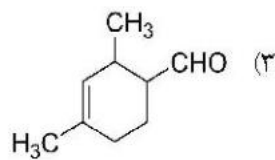
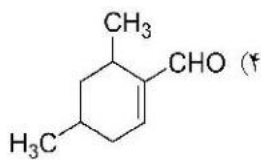
برای تهیه ترکیب زیر طی مراحل لازم و تحت شرایط مناسب کدام ماده اولیه مناسب است؟



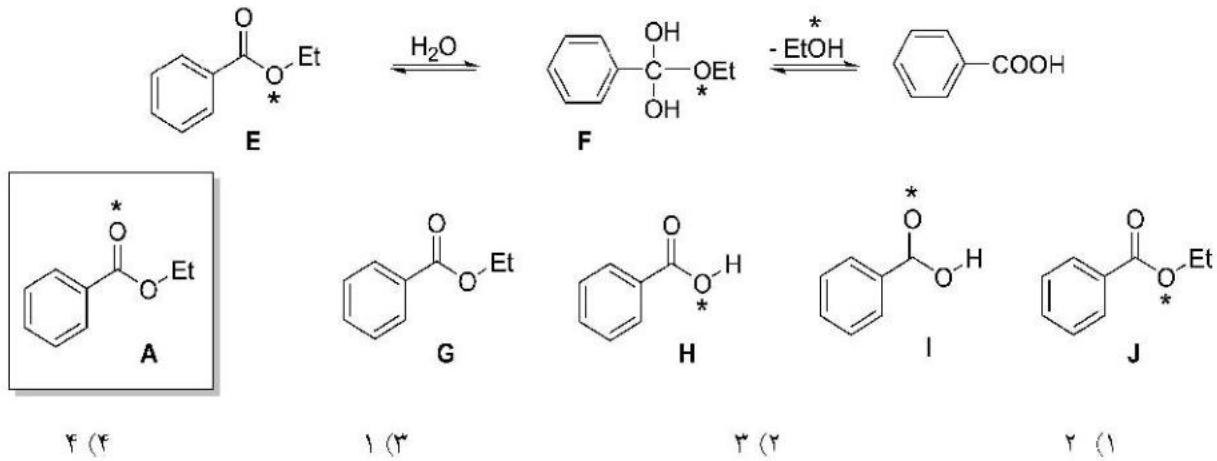
۳۷- به تشکیل پیوند ها در واکنش زیر که به واکنش دیلز-آلدر معروف است توجه کنید:



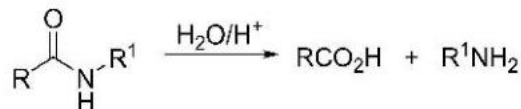
با استفاده از واکنش دیلز آلدر و در اختیار داشتن ۴،۲- هگزادی ان و آکریل آلدهید ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ ) کدام یک از ترکیب های زیر را می توان در یک مرحله تهیه کرد؟



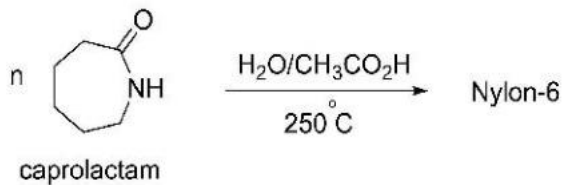
۳۸- استرها در شرایط مناسب به اسیدهای کربوکسیلیک و الکل ها هیدرولیز می شوند. یکی از راه های بررسی مکانیسم واکنش، جایگزینی اتم ها با ایزوتوپ های آن ها و سپس مشاهده موقعیت ایزوتوپ ها در محصولات یا مواد اولیه است. اگر در واکنش هیدرولیز استر E، حدواسط F تشکیل شود، چه تعداد از ترکیبات G، H، I و J پس از هیدرولیز A در مجاورت H<sub>2</sub>O در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ (علامت ستاره موقعیت اسیژن ۱۸ را نشان می دهد)



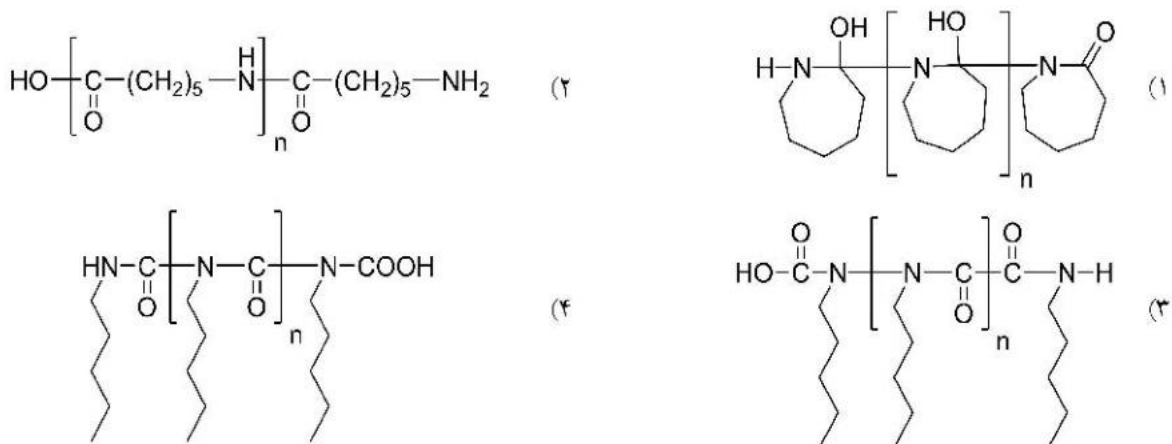
۳۹- آمیدها را می توان در شرایط مناسب به اسیدهای کربوکسیلیک و آمین ها هیدرولیز کرد:



نایلون-۶ نوعی پلیمر است که از کاپرولاکتام تهیه می شود:



ساختار نایلون-۶ کدام است؟



کلید اولیه آزمون المپیاد شیمی  
مرحله دوم کد ۱  
تاریخ برگزاری ۹۶/۱/۳۰



Blank space for student information.

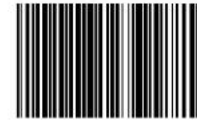
نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید	
نام خانوادگی	نام
.....	.....

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود:  غلط  صحیح

<p>۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵ <u>حذف</u></p> <p>۶ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۱۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۱۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۵ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۸ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۲۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۲۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۳ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۵ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p>	<p>۲۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۸ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۲۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input checked="" type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>۳۴ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۵ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۶ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۳۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۰ <input checked="" type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۴۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p>	<p>۵۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۵۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۶۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p>	<p>۷۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۷۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۸۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۱ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۲ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۳ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۴ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۵ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۶ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۷ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۸ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۹۹ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p> <p>۱۰۰ <input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/></p>
--	--	--	---



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



توجه: پاسخ سوال ۱ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت)

## سوال ۱-

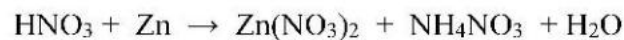
- بخش اول (۴ امتیاز)- برای  $\text{HNO}_3$  دو ایزومر ساختاری با نام های پراکسونیترو اسید (peroxonitrous acid) و نیتریک اسید (nitric acid) وجود دارد.

➤ ۱-۱- مدل لوویس پراکسونیترو اسید و همچنین پراکسونیتریک اسید را رسم کنید.

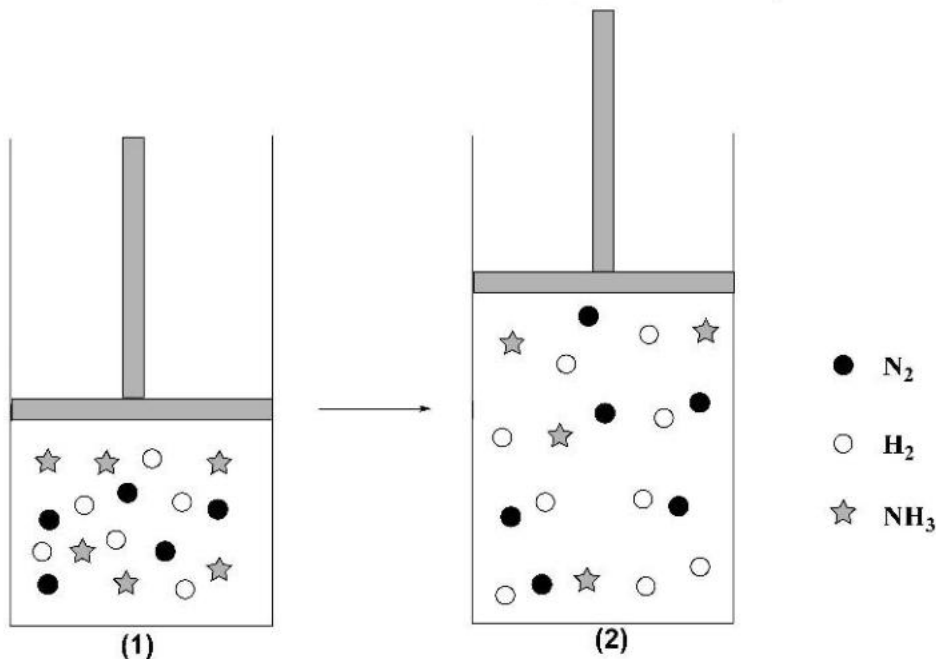
➤ ۱-۲- هیپونیترو اسید (hyponitrous acid) که یک اسید دو پروتونه است با نیترا مید (nitramid) به فرمول بسته  $\text{NIH}_2\text{NO}_2$  ایزومر است. ساختار لوویس هر دو را رسم کنید.

➤ ۱-۳- مدل های لوویس هیپونیتریک اسید (hyponitric acid) و همچنین ارتونیتریک اسید با فرمول بسته  $\text{H}_3\text{NO}_4$  را رسم کنید.

➤ ۱-۴- واکنش اکسایش و کاهش زیر را موازنه کنید و نسبت مولی اکسنده به کاهنده را در آن مشخص کنید.

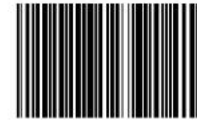


- بخش دوم (۳ امتیاز)- مطابق شکل (۱) مخلوط تعادلی گازی :  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  در شرایط مناسب در زیر یک پیستون روان قرار دارد. با اعمات تغییرات نشان داده شده، پس از مدتی تعادل جدید مطابق شکل (۲) برقرار می شود. حجم ظرف آزمایش در تعادل جدید برابر ۳ لیتر و هر مهره هم ارز ۰/۱۰ مول فرض می شود.



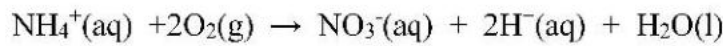


نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



- ۱-۵- حجم ظرف در شکل (۱) را به دست آورید.
- ۱-۶- خارج قسمت واکنش Q در لحظه اعمال تغییر نسبت به ثابت تعادل چند برابر می شود؟
- ۱-۷- اگر به ظرف (۲) گرما داده شود، در لحظه اعمال تغییر (افزایش دما)، خارج قسمت واکنش چه مقدار خواهد بود؟

- بخش سوم (۳ امتیاز) - نیتراته کردن (nitrification) یک فرایند زیست شناختی است که برای حذف آمونیاک از آب های آلوده به  $\text{NH}_4^+$  به کار می رود:



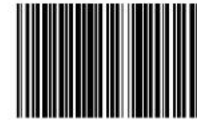
در یک محدوده دمایی کوچک، ثابت سرعت واکنش مرتبه یک فوق را می توان از رابطه تجربی زیر به دست آورد. که در آن k ثابت سرعت بر حسب  $\text{min}^{-1}$  (روز) و  $\theta$  دما بر حسب  $^\circ\text{C}$  است:

$$k = 0.47 e^{0.095(0 - 15)}$$

- ۱-۸- اگر غلظت اولیه  $\text{NH}_4^+$  برابر  $4/0 \text{ mol.m}^{-3}$  باشد، چند روز طول می کشد تا:
- الف) در بهار  $20^\circ\text{C}$   $\theta = 20^\circ\text{C}$  و ب) در زمستان  $10^\circ\text{C}$   $\theta = 10^\circ\text{C}$ ، غلظت  $\text{NH}_4^+$  به  $0/21 \text{ mol.m}^{-3}$  کاهش یابد.
- ۱-۹- انرژی فعال سازی این واکنش چند کیلوژول بر مول است؟ ( $R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



## پاسخ نامه سوال ۱

- هرگونه اشتباه در رسم مدل های لوویس موجب کسر کامل نمره می گردد.
- به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

۱-۱ ➤

پراکسونیترواسید

پراکسونیتریک اسید

۲-۱ ➤

نیتروآمید

هیپونیترواسید

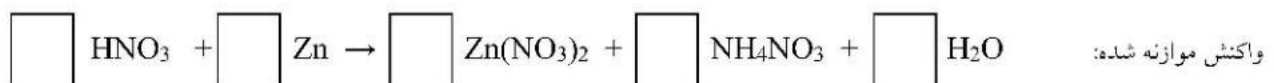
۳-۱ ➤

ارتونیتریک اسید

هیپونیتریک اسید

۴-۱ ➤

نسبت اکسنده به کاهشنده:



بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
دولت ایران



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



۵-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی ، حجم ظرف :

۶-۱ ➤

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

۷-۱ ➤

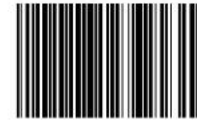
محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی:

بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



➤ ۸-۱

محل انجام محاسبات:

ت =  روز (ب) در دمای ۱۰ درجه سلسیوس،

پاسخ نهایی: الف) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، روز t =

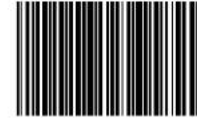
➤ ۹-۱

محل انجام محاسبات:

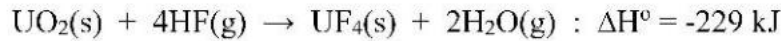
پاسخ نهایی: کیلوژول بر مول  $E_a =$



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



سوال ۲ - واکنش زیر را در نظر بگیرید: (بخش ۲-۸ این سوال ۲ امتیاز و بقیه بخش ها هر یک ۱ امتیاز دارند)



➤ ۱-۲ با توجه به آن  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_4(\text{s})$  را با در نظر گرفتن این که  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{HF}(\text{g})$ ،  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  و  $\text{UO}_2(\text{s})$  بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با  $-۲۴۲$ ،  $-۲۷۱$  و  $-۱۰۸۵$  می باشد، به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_4(\text{s})) =$$

➤ ۲-۲ واکنش:  $\text{UF}_4(\text{s}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{s}) : \Delta H^\circ = -283 \text{ kJ}$  را در نظر بگیرید. با توجه به آن  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_6(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_6(\text{s})) =$$

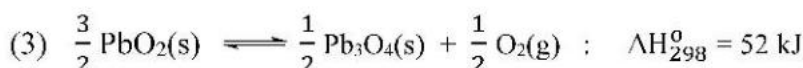
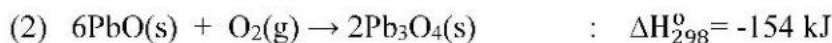
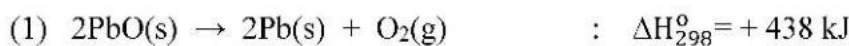
➤ ۳-۲ به فرض آنکه  $\Delta H^\circ$  تصعید  $\text{UF}_6(\text{s})$  در شرایط این مساله برابر با  $۵۰ \text{ kJmol}^{-1}$  باشد،  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_6(\text{g})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ (\text{UF}_6(\text{g})) =$$

➤ ۴-۲ به کمک معلومات داده شده،  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{PbO}_2(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ (\text{PbO}_2(\text{s})) =$$

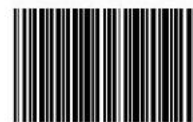
معلومات:



بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



➤ ۲-۵- هرگاه آنتروپی استاندارد،  $S_{298}^{\circ}$ ، هر یک از  $O_2(g)$ ،  $Pb_3O_4(s)$  و  $PbO_2(s)$  برحسب  $Jmol^{-1}K^{-1}$  در دمای  $298\ K$  به ترتیب برابر با  $205/2$ ،  $212$  و  $69$  در نظر گرفته شود، آن گاه  $\Delta S_{298}^{\circ}$  واکنش (۳) برحسب  $JK^{-1}$  کدام است؟

$$\Delta S_{298}^{\circ} =$$

واکنش (۳)

➤ ۲-۶- با فرض این که  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta S^{\circ}$  واکنش (۳) مستقل از دما باشند،  $\Delta G^{\circ}$  آن در دمای  $400\ K$  بر حسب کیلوژول کدام است؟

$$\Delta G_{400}^{\circ} =$$

واکنش (۳)

➤ ۲-۷- ارتباط میان ثابت تعادل،  $K_p$ ، واکنش (۳) با فشار تعادلی اکسیژن،  $P_{O_2}$ ، در آن کدام است؟

$$K_p(3) = \text{بر حسب فشار تعادلی } O_2 \text{ در تعادل}$$

➤ ۲-۸- فشار تعادلی  $O_2$  در واکنش (۳) در موقع تعادل در دمای  $400\ K$  برحسب اتمسفر کدام است؟ یک اتمسفر را به عنوان فشار استاندارد در نظر بگیرید.

 $P_{O_2}$ 

➤ ۲-۹- محاسبه  $\Delta H^{\circ}$  واکنش در حالت کلی با استفاده از  $\Delta H_f^{\circ}$  ها دقیق تر است و یا به کمک آنتالپی استاندارد پیوندها و یا آنکه در هر دو یکسان است؟ فقط در یکی از خانه ها ضربدر بزنید:

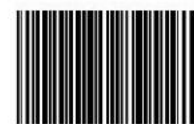
با استفاده از آنتالپی استاندارد پیوند ها

با استفاده از  $\Delta H_f^{\circ}$  ها

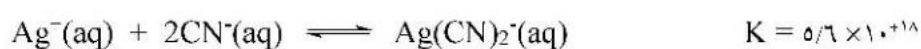
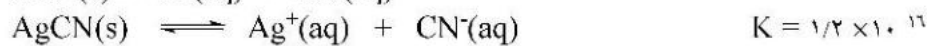
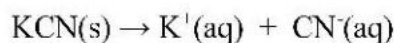
در هر دو یکسان است



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



سوال ۳- واکنش های زیر را در نظر بگیرید:



فرض کنید هیچ واکنش دیگری در محلول وجود ندارد. مطابق جدول زیر، مقداری  $\text{AgCN(s)}$  خالص و یا مخلوطی از  $\text{KCN(s)}$  و  $\text{AgCN(s)}$  را به یک لیتر آب خالص می افزاییم و از تغییرات حجم محلول صرف نظر می کنیم. غلظت های تعادلی  $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ،  $\text{CN}^-(\text{aq})$  و  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-(\text{aq})$  را برای قسمت های الف، ب و پ بر حسب مول بر لیتر به دست آورید و جدول زیر را کامل کنید. پاسخ ها را با نماد علمی بنویسید. مثال:  $1/0 \times 10^{-3}$

	الف (۳ امتیاز)	ب (۴ امتیاز)	پ (۳ امتیاز)
تعداد مول اولیه $\text{AgCN(s)}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$
تعداد مول اولیه $\text{KCN(s)}$	صفر	$8/0 \times 10^{-3}$	$1/60 \times 10^{-2}$
$[\text{Ag}^+]$			
$[\text{CN}^-]$			
$[\text{Ag}(\text{CN})_2^-]$			

(در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

راه حل الف:

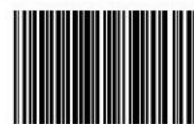
بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
وزارت آموزش عالی و پرورش



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



راه حل ب:

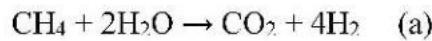
راه حل پ:



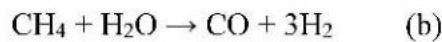
نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



**سوال ۴-** متانول به صورت صنعتی در راکتوری شبیه راکتور زیر تولید می شود. این راکتور در شرایط پایا قرار دارد یعنی دما، فشار و ترکیب درصد اجزا در هر نقطه از راکتور در طول زمان ثابت است. به عبارت دیگر می توان گفت مقدار ماده ورودی به هر قسمت از راکتور برابر مقدار ماده خروجی از آن قسمت است. در مبدل اولیه واکنش اصلی زیر اتفاق می افتد:



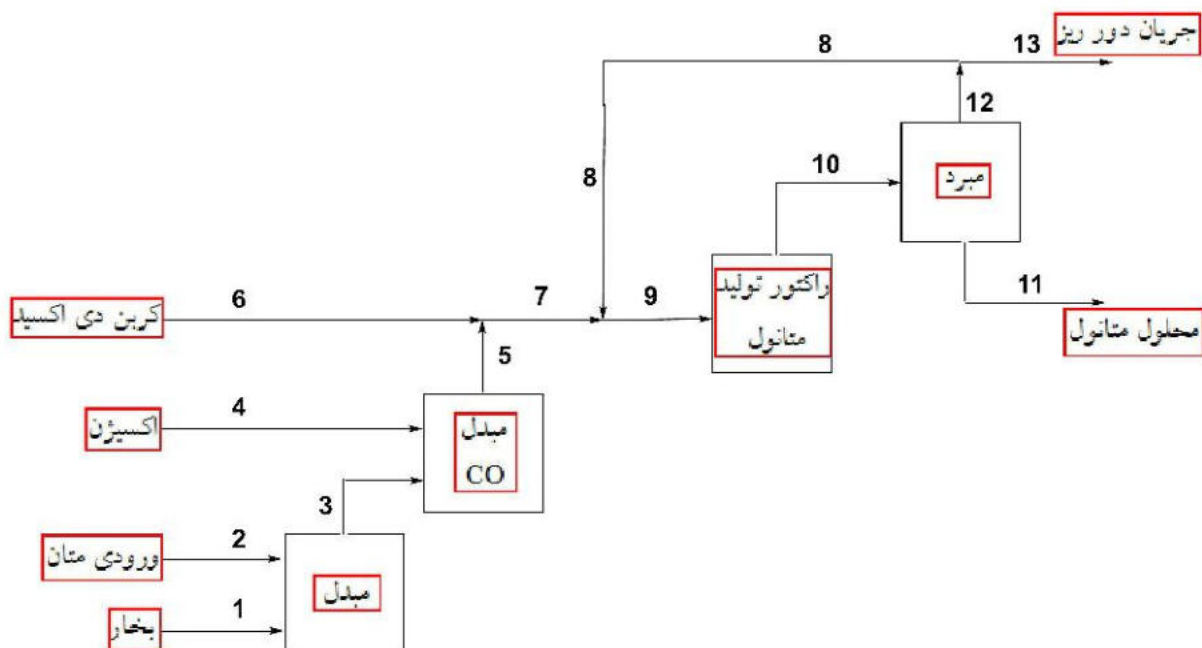
جریان ۱ آب مورد نیاز مبدل اولیه را تامین می کند. میزان آب ورودی بر اساس مقدار استوکیومتری مورد نیاز در واکنش (a) برای مصرف کل متان محاسبه می شود و به مقدار ۱۰٪ آب اضافه نیز به آن افزوده می شود. یعنی به ازای یک مول متان، ۲/۲ مول آب از طریق جریان ۱ وارد سیستم می شود. این میزان آب به صورت کامل متان را مصرف می کند. ۹۰٪ متان ورودی از طریق واکنش اصلی (a) مصرف می شود و در کنار آن واکنش جانبی زیر نیز انجام می شود که ۱۰٪ باقیمانده متان در واکنش (b) شرکت می کند.



در ادامه، جریان خروجی از مبدل اول (جریان ۳)، وارد مبدل CO می شود تا تمام کربن مونواکسید موجود در آن به کربن دی اکسید تبدیل شود. اکسیژن از طریق جریان ۴ به میزان استوکیومتری وارد مبدل CO می شود.

خروجی مبدل CO (جریان ۵) با مقدار اضافی از جریان CO<sub>2</sub> ترکیب می شود تا در جریان ۷ نسبت مولی کربن دی اکسید به هیدروژن یک به سه شود. پس از ورود مخلوط گازها به راکتور تولید متانول، ۵۵ درصد مواد اولیه به متانول و آب تبدیل می شود. خروجی راکتور (جریان ۹) وارد مبرد شده و سرد می شود تا کل متانول و آب موجود در آن به مایع تبدیل شده و از طریق جریان ۱۱ به عنوان محصول نهایی از سیستم خارج شود. در خروجی گازی مبرد (جریان ۱۲) نسبت مولی H<sub>2</sub> به CO<sub>2</sub> سه به یک باقی می ماند.

به دلیل وجود ۰/۹۹ درصد مولی نیتروژن همراه گاز متان ورودی (جریان ۲)، بخشی از جریان گازهای خروجی از مبرد دور ریخته می شود تا نیتروژن درون سیستم تجمع نکند (جریان ۱۳). جریان ۱۳ حاوی ۵٪ مولی نیتروژن می باشد و مابقی گازها به راکتور تولید متانول باز می گردد.



بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



به ازاء ۱۰۰ مول متان ورودی به سیستم موارد زیر را محاسبه کنید :  
(راه حل در صورت درست بودن جواب آخر بررسی می شود.)

➤ ۴-۱- در صد مولی اجزاء جریان ۳ را به دست آورید . ( ۱ امتیاز)

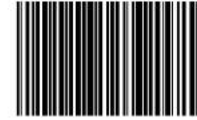
جواب آخر
راه حل:

➤ ۴-۲- چند مول کربن دی اکسید از طریق جریان ۶ وارد سیستم می شود؟ ( ۱ امتیاز)

جواب آخر
راه حل:



بیست و هفتمین دوره المپیاد شیمی (بخش تشریحی) - ۱۳۹۶/۱/۳۰

نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:

۳-۴- با توجه به اینکه ۵٪ مولی جریان دور ریز (جریان ۱۳) را نیتروژن تشکیل می دهد و راکتور در حالت پایا قرار دارد، کل جریان دور ریز چند مول است؟ (۳ امتیاز)

جواب آخر

راه حل

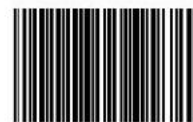
➤ ۴-۴- وزن محلول متانول نهایی (جریان ۱۱) چند کیلوگرم است و چند درصد جرمی آن از متانول تشکیل شده است؟ (۵ امتیاز)

جواب آخر

راه حل



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



## سوال ۵- (۱۰ امتیاز)

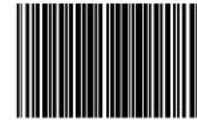
نمک قلیایی سفاک سفید رنگ **A** با کانی بور دار **B** که شامل ۲۰/۴۹ درصد کلسیم، ۲۲/۱۳ درصد بور و مابقی اکسیژن است، در حضور سولفوریک اسید غلیظ واکنش می دهد. جامد سفید رنگ **C** جدا و صاف می شود و گاز **D** خارج می شود. گاز **D** با آمونیاک ترکیب **E** با نسبت ۱:۱ تشکیل می دهد. وقتی ترکیب **A** به تنهایی با سولفوریک اسید غلیظ واکنش دهد جامد **C** تشکیل شده و گاز **F** آزاد می شود. گاز **F** با آمونیاک ترکیب **G** با نسبت ۱:۱ تشکیل می دهد. ترکیب **B** با سولفوریک اسید غلیظ واکنش داده و پس از جدا کردن **C** و تبخیر محلول، جامد **H** بدست می آید. ترکیب **H** با ترکیب **F** در آب واکنش می دهد و یک ترکیب اسیدی با ترکیب عنصری ۸۶/۵۶ درصد فلئوژن، ۱۲/۳ درصد بور و ۱/۱۴ درصد هیدروژن می دهد (**I**). ترکیبات **A** تا **I** را همراه با واکنش های موازنه شده هر مرحله بنویسید. ( $B = ۱۰/۸$ ،  $Ca = ۴۰$ ،  $F = ۱۹$ ،  $O = ۱۶$ )

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	

واکنش ها:



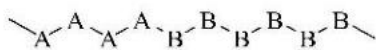

نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



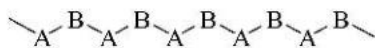
توجه: پاسخ سوال ۶ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن امتیازی تعلق نخواهد گرفت)

سوال ۶- مقدمه سوال :

- پلیمرهایی که در ساختار آن ها فقط یک نوع مونومر به کار گرفته شده باشد "هموپلیمر" و پلیمرهایی که در ساختار آن ها دو نوع مونومر شرکت داشته باشند "کوپلیمر" نامیده می شوند. کوپلیمرها بسته به نحوه کنار هم قرار گرفتن مونومر ها به انواع کوپلیمرهای دسته ای، متناوب (یک در میان)، پیوندی و تصادفی تقسیم بندی می شوند. در زیر بخشی از ساختار کلی کوپلیمر های دسته ای و متناوب (یک در میان) نمایش داده شده است. مونومر ها با استفاده از حروف A و B نمایش داده شده اند.

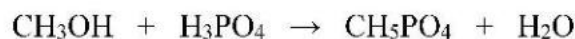


کوپلیمر دسته ای (block copolymer) :

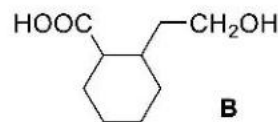
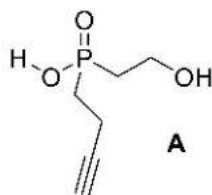


کوپلیمر متناوب یا یک در میان (alternating copolymer) :

- از واکنش الکل ها و فسفریک اسید ، فسفات استرها تهیه می شوند. به عنوان مثال از واکنش یک مول فسفریک اسید با یک ، دو و سه مول متانول، به ترتیب مونو، دی و تری متیل فسفات به دست می آیند. به عنوان مثال تهیه مونومتیل فسفات در پایین نشان داده شده است:



با در اختیار داشتن مونومر های زیر:

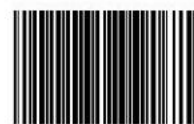


➤ ۶-۱- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر A استفاده شده باشد. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۳ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید).

➤ ۶-۲- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر B استفاده شده باشد. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۳ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

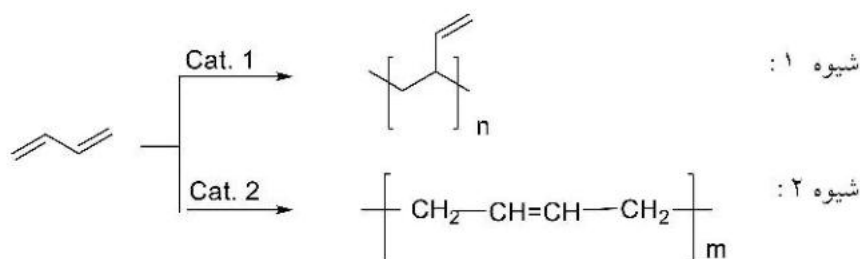


نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:

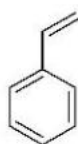


➤ ۳-۶- ساختار یک کوپلیمر متناوب از **A** و **B** را رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از تعداد ۴ مونومر استفاده کنید. از الگوی داده شده در بخش پاسخنامه پیروی کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

- بوتادی ان در مجاورت کاتالیزور های مختلف **Cat. 1** و **Cat. 2** به صورت های متفاوت پلیمریزه می شود:



با در اختیار داشتن استایرن و بوتادی ان در شرایط مناسب می توان یک کوپلیمر دسته ای تهیه کرد که در آن بوتادی ان به هر دو شیوه فوق در واکنش پلیمریزاسیون شرکت کرده باشد.



Styrene

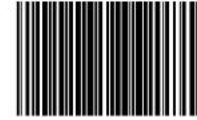
➤ ۴-۶- اگر در این کوپلیمر به تعداد **p** مونومر استایرن ، به تعداد **n** مونومر بوتادی ان به شیوه ۱ و به تعداد **m** مونومر بوتادی ان به شیوه ۲ پلیمریزه شده باشد، یک ساختار برای این کوپلیمر رسم کنید. برای نمایش ساختار آن از الگوی استفاده شده در شیوه های ۱ و ۲ استفاده کنید. (۱ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

- یکی از روش های شناسایی ترکیبات آلی استفاده از تکنیک **NMR** می باشد. با استفاده از این روش دستگاهی می توان اطلاعاتی راجع به انواع هیدروژن ها و همچنین نسبت آن ها در یک ترکیب به دست آورد.

➤ ۵-۶- در کوپلیمر فوق (بخش ۶-۴) با استفاده از تکنیک **NMR** ، نسبت تعداد انواع هیدروژن ها به صورت زیر مشخص شده است: تعداد هیدروژن های حلقه بنزنی به هیدروژن های کربن های  $sp^2$  غیر بنزنی به هیدروژن های کربن های  $sp^3$  ، به نسبت ۱ به ۱/۳۲ می باشد. نسبت  $\frac{m}{p}$  و  $\frac{n}{p}$  را در این کوپلیمر به دست آورید. (۶ امتیاز- پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۶" داخل کادر مربوطه بنویسید)

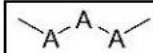


نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:

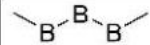


پاسخ نامه سوال ۶

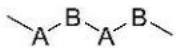
۱-۶- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



۲-۶- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)



۳-۶- ساختار یک کوپلیمر متناوب را با استفاده از مونومر های **A** و **B** رسم کنید. (۱ امتیاز)

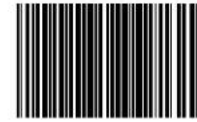


۴-۶- یک ساختار برای کوپلیمر مورد نظر رسم کنید. (۱ امتیاز)

Blank box for drawing the copolymer structure.



نام:  
نام خانوادگی:  
کد ملی:



$$\frac{m}{p} = \boxed{\phantom{000}}$$

$$\frac{n}{p} = \boxed{\phantom{000}}$$

۶-۵- نسبت  $\frac{m}{p}$  و  $\frac{n}{p}$  را در این کوپلیمر به دست آورید.

(۶ امتیاز ، در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند. راه حل در صورتی بررسی می شود که جواب آخر درست باشد.)

راه حل :



معاونت

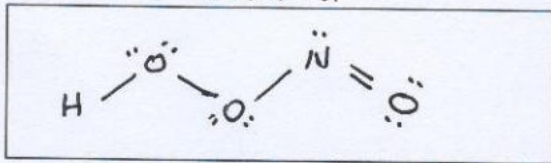
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

پاسخ نامه سوال ۱

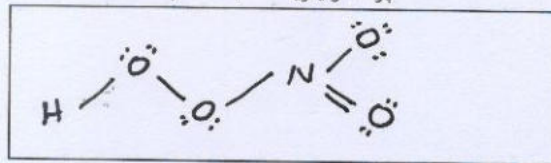
- هرگونه اشتباه در رسم مدل های لوویس موجب کسر کامل نمره می گردد.
- به راه حل تنها در صورتی نمره داده می شود که جواب آخر درست باشد.

۱-۱ >

پراکسونیترواسید  $HNO_3$

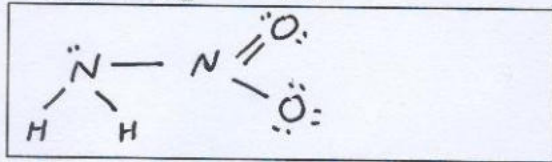


پراکسونیتریک اسید  $HNO_4$

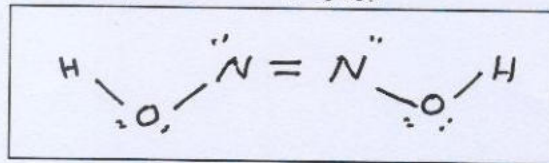


۲-۱ >

نیتراآمید  $NH_2NO_2$

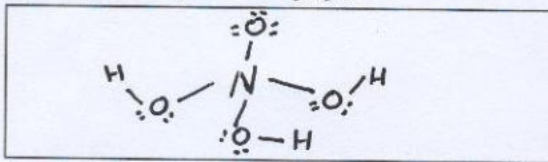


هیپونیترواسید  $H_2N_2O_2$

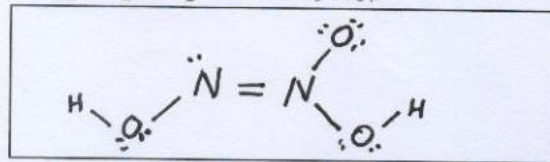


۳-۱ >

ارتونیتریک اسید  $H_3NO_4$

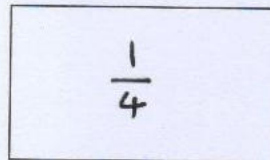


هیپونیتریک اسید  $H_2N_2O_3$



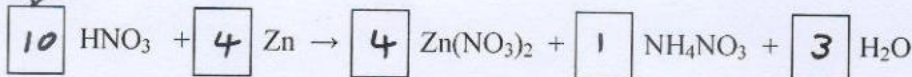
ساختارهای مشابه باید در بررس قاعده لوویس قابل قبول است.

۴-۱ >



نسبت اکسنده به کاهنده:

1+9



واکنش موازنه شده:

این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

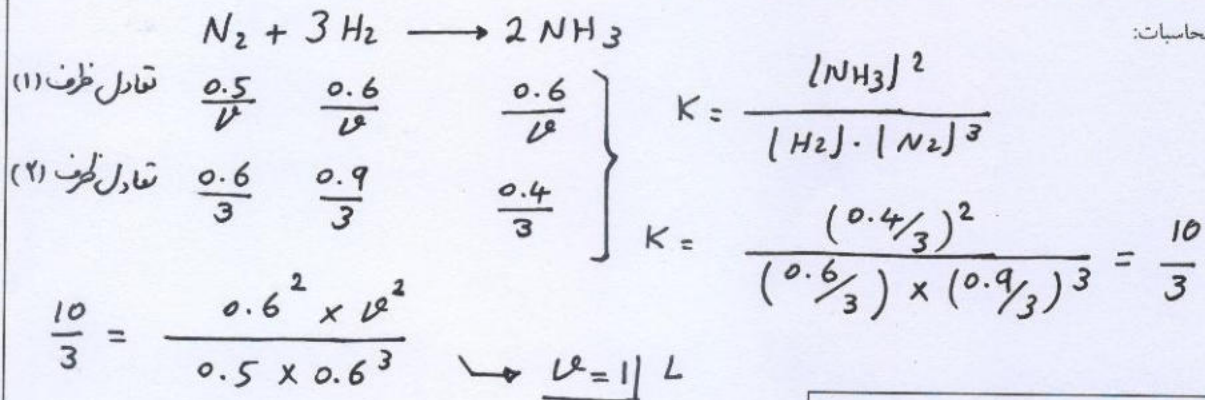


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

5-1 &gt;

محل انجام محاسبات:

پاسخ نهایی، حجم ظرف: ۱ لیتر

6-1 &gt;

محل انجام محاسبات:

$$Q = \frac{(0.6/3)^2}{(0.5/3) \times (0.6/3)^3} = 30$$

$$\frac{Q}{K} = 9 \text{ برابر}$$

$$\frac{Q}{K} = \frac{30}{10/3} = 9 \text{ پاسخ نهایی:}$$

7-1 &gt;

محل انجام محاسبات:

$$Q = K = \frac{10}{3}$$

$$\frac{10}{3}$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

پاسخ نهایی:

۸-۱ &gt;

$$\ln k_{20} = 0.47 \times e^{0.095(20-15)} = 0.75577$$

محل انجام محاسبات:

$$\ln [NH_4^+]_0 = \frac{k \cdot t}{2.303} + \ln [NH_4^+]$$

$$\ln \frac{[NH_4^+]_0}{[NH_4^+]} = \frac{k_1 \cdot t_1}{2.303} = \frac{0.75577 \times t_1}{2.303} \rightarrow t_1 = 3.9 \text{ روز}$$

$$\ln k_{10} = 0.47 \times e^{0.095(10-15)} = 0.29229$$

$$\ln \frac{4.0}{0.21} = \frac{0.29229 \times t_2}{2.303} \rightarrow t_2 = 10.1 \text{ روز}$$

t = 10 روز (ب) در دمای ۱۰ درجه سلسیوس.

t = 4 روز (الف) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.

۹-۱ &gt;

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

محل انجام محاسبات:

$$\ln \frac{0.75577}{0.29229} = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314} \left( \frac{293 - 283}{283 \times 293} \right)$$

$$\rightarrow E_a = 65.503 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$E_a = 65 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

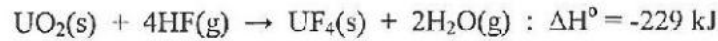
این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

سوال ۲ - واکنش زیر را در نظر بگیرید: (بخش ۲-۸ این سوال ۲ امتیاز و بقیه بخش ها هر یک ۱ امتیاز دارند)



۱-۲ با توجه به آن  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_4(\text{s})$  را با در نظر گرفتن این که  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ،  $\text{HF}(\text{g})$  و  $\text{UO}_2(\text{s})$  بر حسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با  $-242$ ،  $-271$  و  $-1085$  می باشد، به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ(\text{UF}_4(\text{s})) = -1914 \text{ kJ mol}^{-1}$$

۲-۲ واکنش:  $\text{UF}_4(\text{s}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{s}) : \Delta H^\circ = -283 \text{ kJ}$  را در نظر بگیرید. با توجه به آن  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_6(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ(\text{UF}_6(\text{s})) = -2197 \text{ kJ mol}^{-1}$$

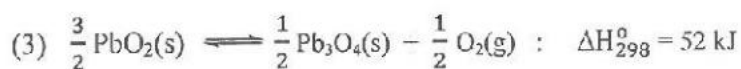
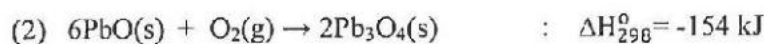
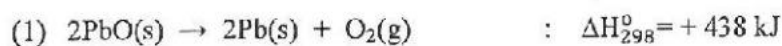
۳-۲ به فرض آنکه  $\Delta H^\circ$  تصعید  $\text{UF}_6(\text{s})$  در شرایط این مساله برابر با  $50 \text{ kJ mol}^{-1}$  باشد،  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{UF}_6(\text{g})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ(\text{UF}_6(\text{g})) = -2147 \text{ kJ mol}^{-1}$$

۴-۲ به کمک معلومات داده شده،  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{PbO}_2(\text{s})$  را بر حسب کیلوژول بر مول به دست آورید.

$$\Delta H_f^\circ(\text{PbO}_2(\text{s})) = -279,33 \text{ kJ mol}^{-1}$$

معلومات:



این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

➤ ۵-۲- هرگاه آنتروپی استاندارد،  $S_{298}^{\circ}$ ، هر یک از  $PbO_2(s)$  و  $Pb_3O_4(s)$ ،  $O_2(g)$  برحسب  $Jmol^{-1}K^{-1}$  در دمای  $298\text{ K}$  به ترتیب برابر با  $205/2$ ،  $212$  و  $69$  در نظر گرفته شود، آن گاه  $\Delta S_{298}^{\circ}$  واکنش (۳) برحسب  $JK^{-1}$  کدام است؟

$$\Delta S_{298}^{\circ} = 105,1 \text{ JK}^{-1}$$

واکنش (۳)

➤ ۶-۲- با فرض این که  $\Delta H^{\circ}$  و  $\Delta S^{\circ}$  واکنش (۳) مستقل از دما باشند،  $\Delta G^{\circ}$  آن در دمای  $400\text{ K}$  بر حسب کیلوژول کدام است؟

$$\Delta G_{400}^{\circ} = 9,960 \text{ kJ}$$

واکنش (۳)

➤ ۷-۲- ارتباط میان ثابت تعادل،  $K_p$ ، واکنش (۳) با فشار تعادلی اکسیژن،  $P_{O_2}$ ، در آن کدام است؟

$$K_p(3) = P_{O_2}^{-1}$$

بر حسب فشار تعادلی  $O_2$  در تعادل

➤ ۸-۲- فشار تعادلی  $O_2$  در واکنش (۳) در موقع تعادل در دمای  $400\text{ K}$  برحسب اتمسفر کدام است؟ یک اتمسفر را به عنوان فشار استاندارد در نظر بگیرید.

$$P_{O_2} = 0,10025 \text{ atm}$$

➤ ۹-۲- محاسبه  $\Delta H^{\circ}$  واکنش در حالت کلی با استفاده از  $\Delta H_f^{\circ}$  ها دقیق تر است و یا به کمک آنتالپی استاندارد پیوندها و یا آنکه در هر دو یکسان است؟ فقط در یکی از خانه ها ضربدر بزنید:

با استفاده از آنتالپی استاندارد پیوند ها

با استفاده از  $\Delta H_f^{\circ}$  ها

در هر دو یکسان است

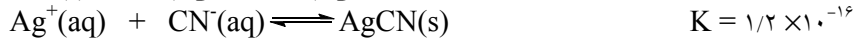
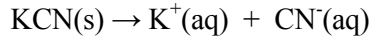
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

سوال ۳- واکنش های زیر را در نظر بگیرید:

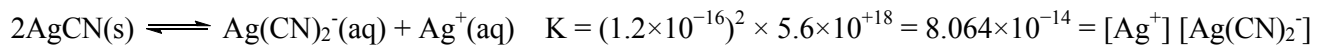


فرض کنید هیچ واکنش دیگری در محلول وجود ندارد. مطابق جدول زیر، مقداری  $\text{AgCN(s)}$  خالص و یا مخلوطی از  $\text{KCN(s)}$  و  $\text{AgCN(s)}$  را به یک لیتر آب خالص می افزاییم و از تغییرات حجم محلول صرف نظر می کنیم. غلظت های تعادلی  $\text{Ag}^+(\text{aq})$ ،  $\text{CN}^-(\text{aq})$  و  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-(\text{aq})$  را برای قسمت های الف، ب و پ بر حسب مول بر لیتر به دست آورید و جدول زیر را کامل کنید. پاسخ ها را با نماد علمی بنویسید. مثال:  $1/0 \times 10^{-3}$

	الف (۳ امتیاز)	ب (۴ امتیاز)	پ (۳ امتیاز)
تعداد مول اولیه $\text{AgCN(s)}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$
تعداد مول اولیه $\text{KCN(s)}$	صفر	$8/0 \times 10^{-3}$	$1/60 \times 10^{-2}$
$[\text{Ag}^+]$	$2.8 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-11}$	$5.0 \times 10^{-17}$
$[\text{CN}^-]$	$4.2 \times 10^{-10}$	$1.2 \times 10^{-5}$	$6.0 \times 10^{-3}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2^-]$	$2.8 \times 10^{-7}$	$8.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$

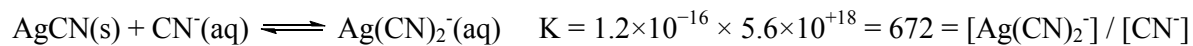
(در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند)

راه حل الف:



$$[\text{Ag}^+] = [\text{Ag}(\text{CN})_2^-] = 2.8 \times 10^{-7} \quad [\text{CN}^-] = (1.2 \times 10^{-16}) / [\text{Ag}^+] \quad [\text{CN}^-] = 4.2 \times 10^{-10}$$

راه حل ب:



$$[\text{Ag}(\text{CN})_2^-] \gg [\text{CN}^-] \quad [\text{Ag}(\text{CN})_2^-] = 8.0 \times 10^{-3} \quad [\text{CN}^-] = 1.2 \times 10^{-5} \quad [\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

راه حل پ: همه رسوب حل شده است.

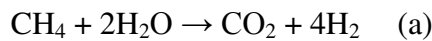
$$[\text{Ag}(\text{CN})_2^-] = 1.0 \times 10^{-2} \quad [\text{CN}^-] = 6.0 \times 10^{-3} \quad [\text{Ag}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-2}}{(6.0 \times 10^{-3})^2 (5.6 \times 10^{+18})} = 5.0 \times 10^{-17}$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

**سوال ۴-** متانول به صورت صنعتی در راکتوری شبیه راکتور زیر تولید می شود. این راکتور در شرایط پایا قرار دارد یعنی دما، فشار و ترکیب درصد اجزا در هر نقطه از راکتور در طول زمان ثابت است. به عبارت دیگر می توان گفت مقدار ماده ورودی به هر قسمت از راکتور برابر مقدار ماده خروجی از آن قسمت است. در مبدل اولیه واکنش اصلی زیر اتفاق می افتد:



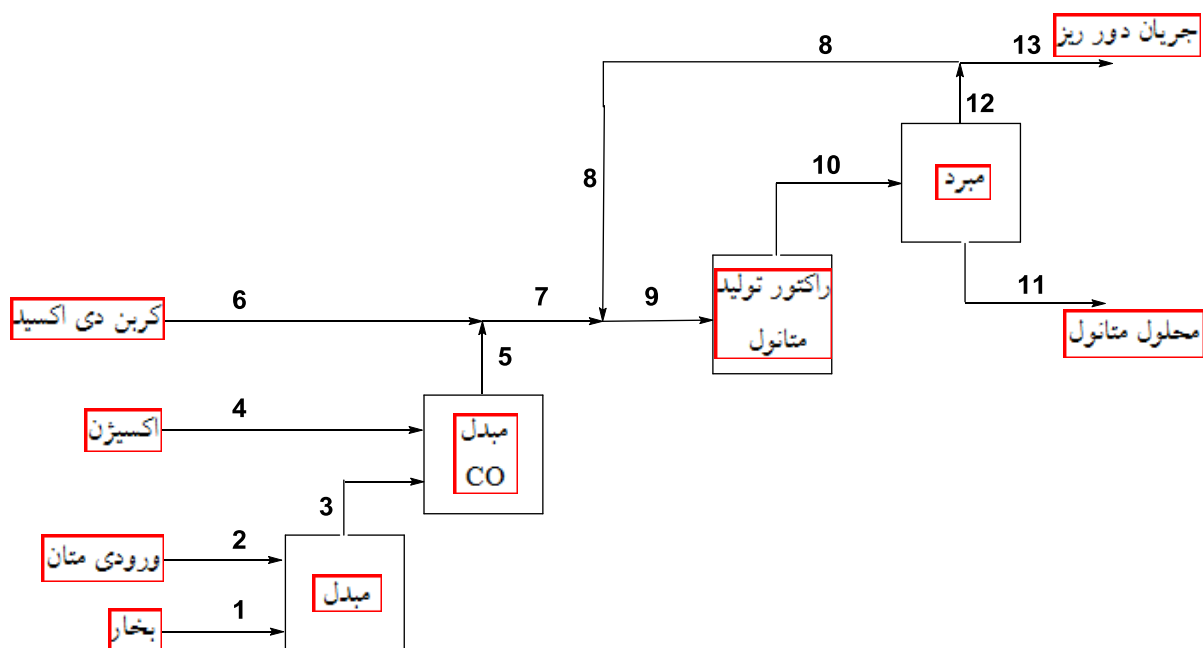
جریان ۱ آب مورد نیاز مبدل اولیه را تامین می کند. میزان آب ورودی بر اساس مقدار استوکیومتری مورد نیاز در واکنش (a) برای مصرف کل متان محاسبه می شود و به مقدار ۱۰٪ آب اضافه نیز به آن افزوده می شود. یعنی به ازای یک مول متان، ۲/۲ مول آب از طریق جریان ۱ وارد سیستم می شود. این میزان آب به صورت کامل متان را مصرف می کند. ۹۰٪ متان ورودی از طریق واکنش اصلی (a) مصرف می شود و در کنار آن واکنش جانبی زیر نیز انجام می شود که ۱۰٪ باقیمانده متان در واکنش (b) شرکت می کند.



در ادامه، جریان خروجی از مبدل اول (جریان ۳)، وارد مبدل CO می شود تا تمام کربن مونواکسید موجود در آن به کربن دی اکسید تبدیل شود. اکسیژن از طریق جریان ۴ به میزان استوکیومتری وارد مبدل CO می شود.

خروجی مبدل CO (جریان ۵) با مقدار اضافی از جریان CO<sub>2</sub> ترکیب می شود تا در جریان ۷ نسبت مولی کربن دی اکسید به هیدروژن یک به سه شود. پس از ورود مخلوط گازها به راکتور تولید متانول، ۵۵ درصد مواد اولیه به متانول و آب تبدیل می شود. خروجی راکتور (جریان ۱۰) وارد مبرد شده و سرد می شود تا کل متانول و آب موجود در آن به مایع تبدیل شده و از طریق جریان ۱۱ به عنوان محصول نهایی از سیستم خارج شود. در خروجی گازی مبرد (جریان ۱۲) نسبت مولی H<sub>2</sub> به CO<sub>2</sub> سه به یک باقی می ماند.

به دلیل وجود ۰/۹۹ درصد مولی نیتروژن همراه گاز متان ورودی (جریان ۲)، بخشی از جریان گازهای خروجی از مبرد دور ریخته می شود تا نیتروژن درون سیستم تجمع نکند (جریان ۱۳). جریان ۱۳ حاوی ۵٪ مولی نیتروژن می باشد و مابقی گازها به راکتور تولید متانول باز می گردد.



این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

به ازاء ۱۰۰ مول متان ورودی به سیستم موارد زیر را محاسبه کنید :

(راه حل در صورت درست بودن جواب آخر بررسی می شود.)

➤ ۴-۱- در صد مولی اجزاء جریان ۳ را به دست آورید . (۱ امتیاز)

جواب آخر

$\text{CO}_2 : 17/3 \%$        $\text{CO} : 1/9$        $\text{H}_2 : 74/9 \%$        $\text{H}_2\text{O} : 5/8 \%$        $\text{N}_2 : 0/2 \%$

راه حل:

به ازای ۱۰۰ مول متان که وارد سیستم می شود ۲۲۰ مول آب براساس واکنش a وارد میشود :

$$220 = (100 \times 2) + 0.1 \times (100 \times 2)$$

۹۰ مول متان از مسیر واکنش a مصرف می شود و ۱۰ مول از واکنش b در مجموع با توجه به وجود یک مول نیتروژن اضافی در جریان

ورودی و اینکه سیستم پایاست میزان ماده ی ورودی و خروجی به هر نقطه از سیستم (از جمله مبدل اولیه) کاملاً برابر است.

$$\text{CO}_2 : 0/9 \times 100 = 90\text{mol}$$

$$\text{CO} : 0/1 \times 100 = 10\text{mol}$$

$$\text{H}_2 : 3 \times 10 + 4 \times 90 = 390\text{mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} : 220 - (90 \times 2) - 10 = 30\text{mol}$$

$$\text{N}_2 : 1\text{mol}$$

➤ ۴-۲- چند مول کربن دی اکسید از طریق جریان ۶ وارد سیستم می شود؟ (۱ امتیاز)

جواب آخر

۳۰ مول

راه حل:

از قسمت قبل می دانیم ۱۰۰ مول کربن دی اکسید در سیستم وجود دارد اما باید یک سوم ۳۹۰ مول یعنی ۱۳۰ مول در سیستم

کربن دی اکسید داشته باشیم تا نسبت ۳ به ۱ برقرار شود، لذا ۳۰ مول کربن دی اکسید با جریان ۶ وارد سیستم خواهد شد.



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

➤ ۳-۴- با توجه به اینکه ۵٪ مولی جریان دور ریز (جریان ۱۳) را نیتروژن تشکیل می‌دهد و راکتور در حالت پایا قرار دارد، کل جریان دور ریز چند مول است؟ (۳ امتیاز)

جواب آخر ۲۰ مول

راه حل: چون کل مواد ورودی و خروجی سیستم با هم برابر هستند، پس کل نیتروژن ورودی (۱ مول) با کل نیتروژن خروجی برابر اند. با توجه به این موضوع که این یک مول ۵٪ جریان دور ریز است لذا کل جریان دور ریز ۲۰ مول می‌باشد.

➤ ۴-۴- وزن محلول متانول نهایی (جریان ۱۱) چند کیلوگرم است و چند درصد جرمی آن از متانول تشکیل شده است؟ (۵ امتیاز)

جواب آخر

راه حل: کل ترکیبات ورودی به قرار زیر است:

۲۲۰ مول آب، ۱۰۰ مول متان، ۳۰ مول کربن دی اکسید، ۵ مول اکسیژن و یک مول نیتروژن

از ادامه ی حل بخش ۳ می‌دانیم جریان دور ریز حاوی ۱۹ مول هیدروژن و  $\text{CO}_2$  است که به نسبت ۳ به ۱ با هم مخلوط شده اند

(۱۴,۲۵ به ۴,۷۵ مول) و می‌دانیم که با توجه به پایا بودن سیستم جمع میزان ورودی هرنوع مولکول یا عنصری در سیستم با میزان خروجی

آن برابر است. یعنی با نوشتن معادلات برای کربن و هیدروژن در کل سیستم خواهیم داشت:

مول آب در محلول متانول خروجی با  $x$  و مول متانول در محلول خروجی با  $y$  نشان داده شده است.

$$\begin{cases} C: 130 = 4.75 + x \rightarrow x = 125.25 \\ H: 840 = 14.25 \times 2 + 4 \times x + 2 \times y \rightarrow y = 155.25 \end{cases}$$

با تبدیل مول های آب و متان به گرم خواهیم داشت:

۵۸,۹٪ متانول در محلول خروجی متانول وجود دارد.

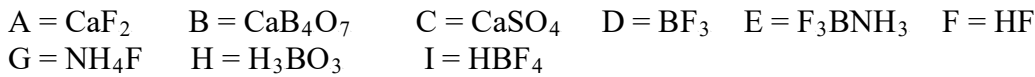


معاونت

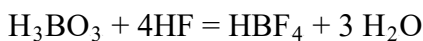
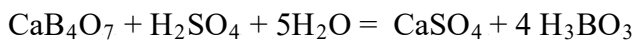
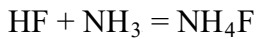
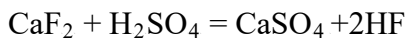
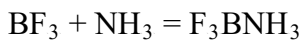
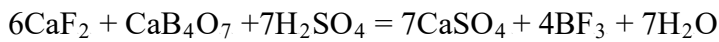
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

## سوال ۵- (۱۰ امتیاز)

نمک قلیایی حاکی سفید رنگ **A** با کانی بور دار **B** که شامل ۲۰/۴۹ درصد کلسیم، ۲۲/۱۳ درصد بور و مابقی اکسیژن است، در حضور سولفوریک اسید غلیظ واکنش می دهد. جامد سفید رنگ **C** جدا و صاف می شود و گاز **D** خارج می شود. گاز **D** با آمونیاک ترکیب **E** با نسبت ۱:۱ تشکیل می دهد. وقتی ترکیب **A** به تنهایی با سولفوریک اسید غلیظ واکنش دهد جامد **C** تشکیل شده و گاز **F** آزاد می شود. گاز **F** با آمونیاک ترکیب **G** با نسبت ۱:۱ تشکیل می دهد. ترکیب **B** با سولفوریک اسید غلیظ واکنش داده و پس از جدا کردن **C** و تبخیر محلول، جامد **H** بدست می آید. ترکیب **H** با ترکیب **F** در آب واکنش می دهد و یک ترکیب اسیدی با ترکیب عنصری ۸۶/۵۶ درصد فلوئور، ۱۲/۳ درصد بور و ۱/۱۴ درصد هیدروژن می دهد (**I**). ترکیبات **A** تا **I** را همراه با واکنش های موازنه شده هر مرحله بنویسید. ( $B = ۱۰/۸$ ،  $Ca = ۴۰$ ،  $F = ۱۹$ ،  $O = ۱۶$ )



واکنش ها:

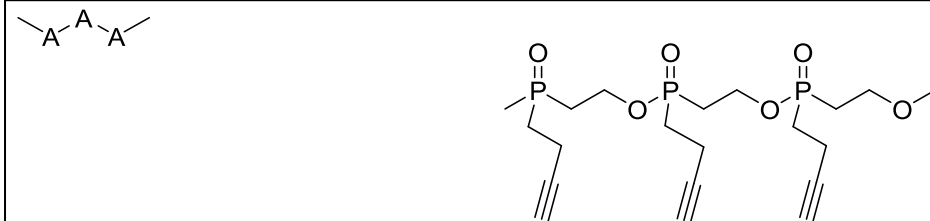
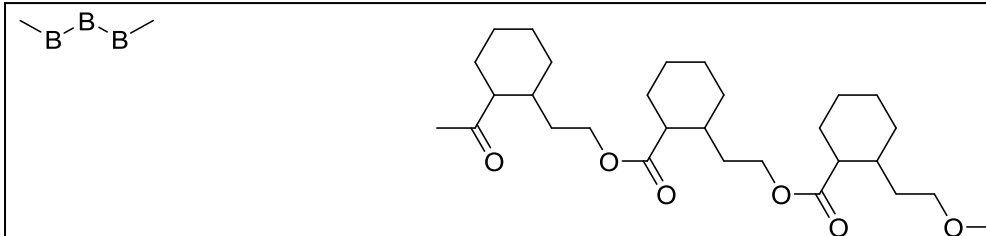
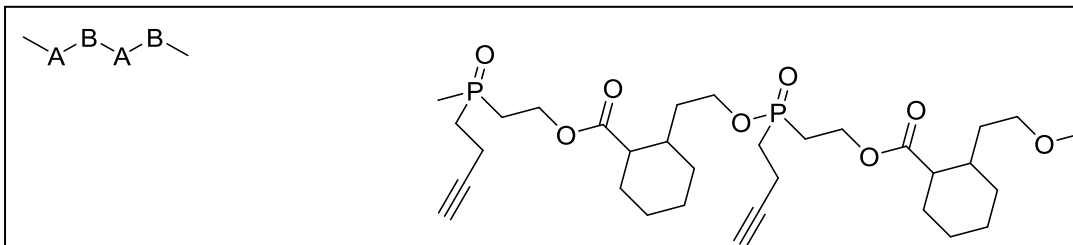




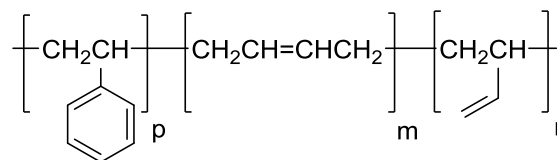
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

## پاسخ نامه سوال ۶

۶-۱- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **A** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)۶-۲- یک همو پلیمر رسم کنید که در آن فقط از مونومر **B** استفاده شده باشد. (۱ امتیاز)۶-۳- ساختار یک کوپلیمر متناوب را با استفاده از مونومر های **A** و **B** رسم کنید. (۱ امتیاز)

۶-۴- یک ساختار برای کوپلیمر مورد نظر رسم کنید. (۱ امتیاز)



در بخش ۶-۴: ساختارهای مشابه که در آن ها ترتیب دسته های **p**، **n** و **m** متفاوت باشد صحیح می باشند. ساختارهای مشابه که در آن ها موقعیت حلقه بنزن در واحدهای دسته **p** یا موقعیت گروه وینیل در واحدهای دسته **n** روی کربن کناری (شکل بالا) باشد صحیح می باشند.



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

$$\frac{m}{p} = \boxed{1/5}$$

$$\frac{n}{p} = \boxed{1/2}$$

۶-۵- نسبت  $\frac{m}{p}$  و  $\frac{n}{p}$  را در این کوپلیمر به دست آورید.

(۶ امتیاز ، در صورتی امتیاز تعلق می گیرد که جواب های آخر و راه حل هر دو نوشته شده و درست باشند. راه حل در صورتی بررسی می شود که جواب آخر درست باشد.)

راه حل :

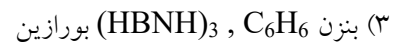
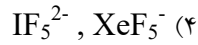
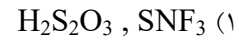
$$5p = 1$$

$$2m + 3n = 1.32$$

$$3p + 4m + 3n = 2.52$$

$$\frac{m}{p} = 1.5 , \quad \frac{n}{p} = 1.2$$

۱- کدام دو گونه هم الکترون هستند ولی ساختار یکسان ندارند؟



۲- چه تعداد فرم های رزونانسی غیر حلقوی برای  $[\text{N}_5]^+$  می توان رسم کرد که برای همه اتم ها قاعده هشت تایی (اکتت) رعایت شده باشد؟

۳ (۴)

۱ (۳)

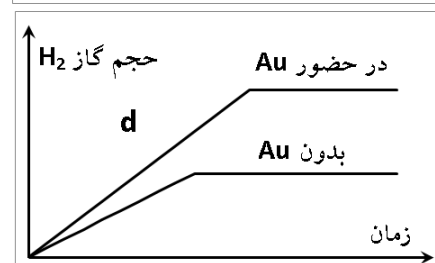
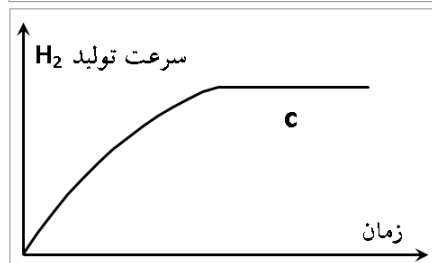
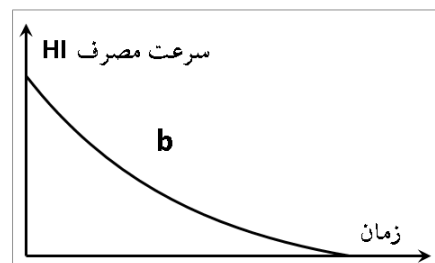
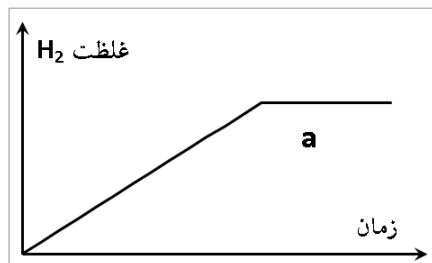
۲ (۲)

۱ (صفر)

۳- در کدام گزینه همه گونه ها می توانند از طرف کربن و نیتروژن با کاتیون های فلزی ترکیب شده و ترکیبات کمپلکس به وجود آورند؟

از طرف نیتروژن	از طرف کربن	
$\text{N}_2, \text{NO}_3^-$	$\text{OCN}^-, \text{CH}_3^-$	(۱)
$\text{SCN}^-, \text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$	$\text{CN}^-, \text{CO}$	(۲)
$\text{CNO}^-, \text{CN}^-$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{CO}$	(۳)
$\text{NH}_3, \text{NO}^+$	$\text{CH}_3^-, \text{SCN}^-$	(۴)

۴- برای واکنش گازی  $2\text{HI} \xrightarrow{\text{Au}} \text{H}_2 + \text{I}_2$  که یکای ثابت سرعت آن  $\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$  است، کدام نمودار(ها) درست است؟



d (۴)

a (۳)

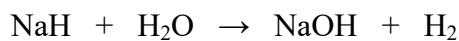
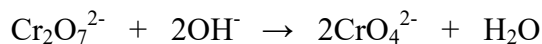
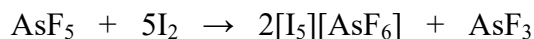
d, a (۲)

c, b (۱)

۵- کدام مقایسه درست است؟

- (۱) قدرت اسیدی محلول آبی :  $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$
- (۲) پایداری نسبی بازهای مزدوج :  $\text{SO}_3^{2-} < \text{FSO}_3^- < \text{SO}_4^{2-}$
- (۳)  $\text{pK}_a$  :  $\text{H}_2\text{SO}_3 < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{S}$
- (۴)  $\text{K}_b$  :  $\text{CO}_3^{2-} > \text{C}_2\text{O}_4^{2-} > \text{NH}_3$

۶- از واکنش های زیر در شرایط مناسب به ترتیب تعداد ..... واکنش از نوع اکسایش-کاهش و تعداد ..... واکنش از نوع تسهیم نامتناسب هستند.



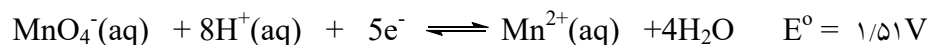
(۴) و ۱

(۳) و ۳

(۲) و ۱

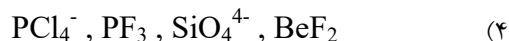
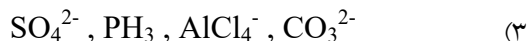
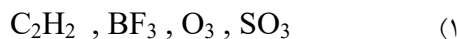
(۱) و ۲

۷- معادله نرنست  $E = E^o - \frac{RT}{nF} \ln Q$ ، چگونگی تغییر پتانسیل کاهش را در شرایط غیراستاندارد نشان می دهد، که در آن  $R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  ثابت مولی گازها،  $F = 96485 \text{ Cmol}^{-1}$  ثابت فاراده،  $T$  دما برحسب کلوین و  $n$  تعداد مول های الکترون انتقال یافته است. با توجه به نیم واکنش زیر برای محلولی با  $\text{pH} = 2/5$  که در آن نسبت غلظت  $\text{MnO}_4^-$  به غلظت  $\text{Mn}^{2+}$  برابر ۱۰۰ است، در دمای  $25^\circ\text{C}$  کدام گزینه درست است؟



- (۱) افزایش  $\text{pH}$  و افزایش غلظت  $\text{MnO}_4^-$ ، اثر همدیگر را خنثی می کند و تغییری در پتانسیل کاهش نیم واکنش ایجاد نمی شود.
- (۲) پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود ۱۴ درصد کوچکتر از  $E^o$  نیم واکنش می شود.
- (۳) پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود  $1/7$  ولت می شود.
- (۴) پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود ۶ درصد بزرگتر از  $E^o$  نیم واکنش می شود.

۸- در کدام گزینه در همه پیوندها طول پیوند از مجموع شعاع های کووالانسی اتم های شرکت کننده در آن کمتر است؟



۹- در ساختار حلقوی یون  $Se_4^{2+}$  متوسط مرتبه پیوند Se-Se چند است؟

(۱) ۱ (۲) ۱/۵ (۳) ۱/۲۵ (۴) ۲

۱۰- در یون  $OCN^-$  کدام فرم رزونانسی پایداری بیشتری دارد؟



۱۱- اگر انرژی شبکه فلوریدهای سدیم، لیتیم، کلسیم و منیزیم را با اعداد ۲۹۲۴ ، ۹۲۳ ، ۲۵۹۷ ، ۱۰۳۰ برحسب کیلوژول بر مول نشان دهیم، انرژی شبکه کلسیم فلورید کدام است؟

(۱) ۱۰۳۰ (۲) ۲۹۲۴ (۳) ۹۲۳ (۴) ۲۵۹۷

۱۲- در دسته ترکیبات  $XO_3^{2-}$  ،  $YO_3^-$  و  $ZO_3$  ، عناصر X ، Y و Z کدامیک باشند تا گونه هایی با شکل مولکولی یکسان حاصل شود؟



۱۳- در کدام گزینه امکان تشکیل پیوند جدید برای اتم مرکزی در همه ی گونه ها وجود دارد؟



۱۴- کدام عبارت در مورد بلور سدیم کلرید درست است؟

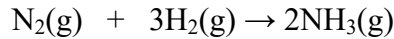
(۱) به ازای هر سدیم، شش آنیون در فاصله ی  $d$  و هشت کاتیون در فاصله ی  $d(3)^{1/2}$  قرار دارد.

(۲) به ازای هر سدیم، دوازده آنیون در فاصله ی  $d$  و شش کاتیون در فاصله ی  $d(2)^{1/2}$  قرار دارد.

(۳) به ازای هر سدیم، شش آنیون در فاصله ی  $d$  و هشت آنیون در فاصله ی  $d(3)^{1/2}$  قرار دارد.

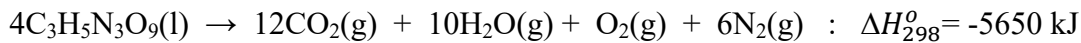
(۴) به ازای هر سدیم، دوازده آنیون در فاصله ی  $d$  و دوازده کاتیون در فاصله ی  $d(2)^{1/2}$  قرار دارد.

۱۵- کدام گزینه نسبت  $\frac{\Delta H^0}{\Delta E^0}$  را در واکنش زیر به درستی نشان می دهد؟ ( $T$  دما در مقیاس کلوین و  $R$  ثابت عمومی گازها است)



(۱)  $1 - \frac{2RT}{\Delta E^0}$       (۲)  $-2RT$       (۳)  $1 - \frac{2RT}{\Delta H^0}$       (۴)  $-RT$

۱۶- معادله گرمایشی انفجار نیتروگلیسیرین (تجزیه نیترو گلیسیرین) را به صورت زیر در نظر بگیرید:



با توجه به آن ، هرگاه  $0.40$  مول نیتروگلیسیرین مایع در یک ظرف در بسته به حجم ثابت یک لیتر منفجر شود و گرمای حاصل از انفجار صرف گرم کردن ظرف با دمای اولیه  $298\text{K}$  و محصول حاصل از انفجار در حجم ثابت داده شده گردد، آن گاه دمای نهایی آن بر حسب کلوین کدام است؟ ظرفیت گرمایی ظرف و محتویات آن در حجم ثابت را برابر با  $66/0 \text{ JK}^{-1}$  در نظر بگیرید.

(۱)  $867$       (۲)  $1165$       (۳)  $845$       (۴)  $1143$

۱۷- واکنش فرضی :  $\Delta G_T^0 = 0 : \text{A}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{A}(\text{g})$  را در دمای  $T$  در نظر بگیرید. هرگاه فشار جزئی هر یک از  $\text{A}$  و  $\text{A}_2$  در مخلوطی غیرتعادلی از آن دو در دمای  $T$  برابر با  $2$  اتمسفر باشد، آن گاه فشار جزئی  $\text{A}_2(\text{g})$  در موقعی که مخلوط واکنش در همان دمای  $T$  به تعادل برسد، برابر با چند اتمسفر خواهد بود ؟ (گازهای شرکت کننده در تعادل را ایده آل در نظر بگیرید)

(۱)  $2/25$       (۲)  $1/33$       (۳)  $2/5$       (۴)  $2/0$

۱۸- کدام مقایسه در مورد آند یک سلول ولتایی با آند یک سلول الکترولیتی (دستگاه الکترولیز) درست است؟

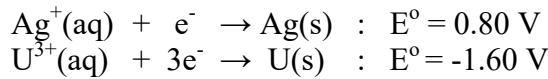
- (۱) آند هم در سلول ولتایی و هم در سلول الکترولیتی پایانه مثبت است.
- (۲) آند هم در سلول ولتایی و هم در سلول الکترولیتی پایانه منفی است.
- (۳) آند در سلول ولتایی پایانه منفی و در سلول الکترولیتی پایانه مثبت است.
- (۴) آند در سلول ولتایی پایانه مثبت و در سلول الکترولیتی پایانه منفی است.

۱۹- کدام محلول برای مدت طولانی در ظرف ذکر شده قابل نگهداری است؟ (از اکسایش در هوا و سایر گازهای خورنده صرف نظر می شود)

- (۱) محلول آبی آمونیوم کلرید در ظرفی از روی خالص
- (۲) محلول آبی روی سولفات در ظرفی از مس خالص
- (۳) محلول آبی نقره نیترات در ظرفی از آلومینیم خالص
- (۴) سرکه در بشکه های آهنی

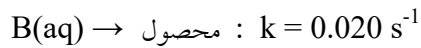
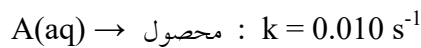
کد دفترچه سوالات : ۱

۲۰-  $\Delta G^0$  واکنش  $U(s) + 3Ag^+(aq) \rightleftharpoons U^{3+}(aq) + 3Ag(s)$  برحسب کیلوژول بر مول با در نظر گرفتن معلومات داده شده کدام است؟ ( $F = 96500 \text{ Cmol}^{-1}$ )



(۱)  $-231/6$  (۲)  $+694/8$  (۳)  $+231/6$  (۴)  $-694/8$

۲۱- دو واکنش زیر از مرتبه اول هستند:



هرگاه سرعت این دو واکنش در دمای ثابت T با هم برابر باشد، آن گاه نسبت  $\frac{[A]}{[B]}$  کدام است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۲۵

۲۲- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



(۱) ۷۸ (۲) ۱۴۱ (۳) ۷۷ (۴) ۱۳۹

۲۳- به ۱۰۰ میلی لیتر محلول سیتریک اسید ( $H_3Cit$ ) ۰/۱۰ مولار، مقداری NaOH جامد اضافه می کنیم تا pH محلول به ۴/۹۵ برسد. غلظت  $Na^+$  در این محلول چقدر است؟ از تغییرات حجم صرف نظر کنید. مقادیر  $pK_a$  برای سیتریک اسید ۳/۱۴، ۴/۷۶ و ۶/۴۰ است.

(۱) ۰/۱۸ (۲) ۰/۱۴ (۳) ۰/۱۶ (۴) ۰/۲۰

۲۴- با توجه به پتانسیل های استاندارد کاهش زیر:



پتانسیل استاندارد کاهش  $M^{3+} + e^- \rightarrow M^{2+}$  چند ولت است؟

(۱) ۰/۷۰ (۲) ۰/۴۰ (۳) -۰/۴۰ (۴) -۰/۶۰

۲۵- یک لامپ جبابی با توان دویست وات ، پانزده درصد از انرژی الکتریکی را به نور مرئی تبدیل می کند. اگر طول موج نور مرئی را به طور متوسط ۵۵۰ نانومتر در نظر بگیریم، این لامپ در هر ثانیه چند فوتون مرئی تولید می کند؟

$$(c = 2/998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, h = 6/626 \times 10^{-34} \text{ Js})$$

(۱)  $8/3 \times 10^{19}$  (۲)  $5/5 \times 10^{20}$  (۳)  $3/7 \times 10^{21}$  (۴)  $5/5 \times 10^{14}$

۲۶- برای اندازه گیری انرژی الکترون خواهی اتم تولیم (Tm) یک لیزر با طول موج ۱۰۶۴ نانومتر به آنیون  $\text{Tm}^-$  در فاز گاز تابانده ایم و انرژی جنبشی الکترون آزاد شده  $2/195 \times 10^{-20}$  ژول اندازه گیری شده است. انرژی الکترون خواهی اتم Tm چند کیلوژول بر مول است؟

(۱) -۱۲۶ (۲) -۹۹ (۳) -۱۱۲ (۴) صفر

۲۷- آنالیز عنصری یک مخلوط حاوی NaCl ،  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  و  $\text{NaNO}_3$  مقادیر زیر را برای درصد جرمی عناصر داده است:  $\text{Cl} = 19/5\%$  و  $\text{Na} = 32/08\%$ . در این مخلوط درصد جرمی  $\text{NaNO}_3$  و  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  به ترتیب چقدر است؟ ( $\text{Na} = 23$  ،  $\text{S} = 32$  ،  $\text{O} = 16$  ،  $\text{N} = 14$  ،  $\text{Cl} = 35/5$  )

(۱) ۲۰ و ۴۵ (۲) ۱۱ و ۴۵ (۳) ۱۱ و ۴۸ (۴) ۲۰ و ۴۸

۲۸- ثابت تعادل حل شدن  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  به صورت یونی در آب برابر با  $1/0 \times 10^{-60}$  است. غلظت یون  $\text{Ca}^{2+}$  در محلول اشباع از این نمک چند مول بر لیتر است؟

(۱)  $2 \times 10^{-7}$  (۲)  $6 \times 10^{-8}$  (۳)  $3 \times 10^{-7}$  (۴)  $1 \times 10^{-7}$

۲۹- pH محلولی که از حل شدن کامل  $1/00 \times 10^{-7}$  مول  $\text{CaO(s)}$  در یک لیتر آب به دست می آید چقدر است؟

(۱) ۷/۳۰ (۲) ۷/۴۸ (۳) ۷/۳۸ (۴) ۷/۰۰

۳۰- ۳۰۰ میلی لیتر محلول بافر از HA و  $\text{A}^-$  در اختیار داریم که در آن غلظت های تعادلی HA و  $\text{A}^-$  به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۳ مول بر لیتر است. چند میلی مول NaOH باید به این محلول افزوده شود تا pH آن ۰/۲۵ واحد افزایش یابد.

(۱) ۱۲ (۲) ۴۰ (۳) ۱۴ (۴) ۴۷

۳۱- در فاز گاز ، نیتروژن دی اکسید به صورت مخلوطی از  $\text{NO}_2$  و  $\text{N}_2\text{O}_4$  است. اگر در دمای ۳۵۰ کلوین و فشار ۱/۳ بار ، چگالی این مخلوط ۲/۳ گرم بر لیتر باشد، درصد مولی  $\text{N}_2\text{O}_4$  در مخلوط چقدر است؟ ( $R = 8/3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

(۱) ۲۱ (۲) ۱۲ (۳) ۸ (۴) ۱۷

کد دفترچه سوالات : ۱

۳۲- به یک بشر حاوی ۱۷۵ میلی لیتر محلول  $\text{CuSO}_4$  ، مقدار ۱۳/۰۰ گرم منیزیم اضافه می کنیم. پس از کامل شدن واکنش ، جرم مخلوط  $\text{Cu}$  و  $\text{Mg}$  جامد ۱۷/۲۰ گرم است. مولاریته محلول اولیه  $\text{CuSO}_4$  چند بوده است؟ (  $\text{Cu} = ۶۳/۵$  ،  $\text{Mg} = ۲۴/۳$  )  
( $\text{O}=۱۶$  ،  $\text{S}=۳۲$ )

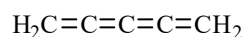
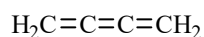
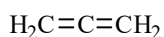
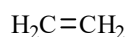
۰/۶۱ (۴)

۰/۲۷ (۳)

۰/۱۱ (۲)

۰/۴۴ (۱)

۳۳- در چه تعداد از مولکول های زیر همه اتم ها در یک صفحه هستند؟



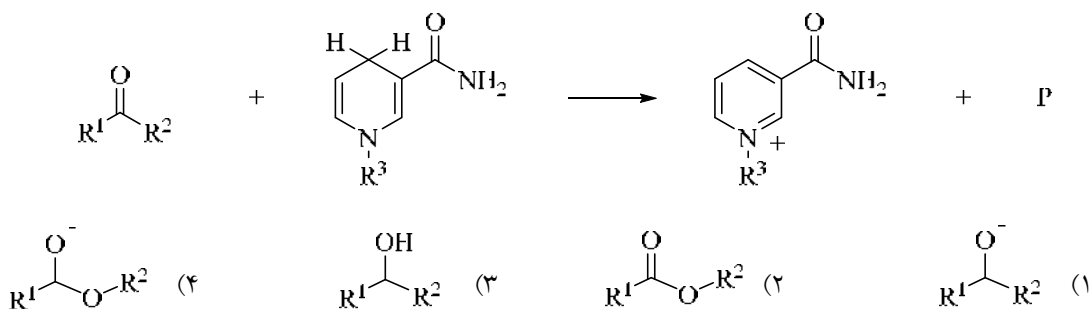
۴ (۴)

۳ (۳)

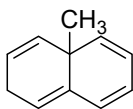
۲ (۲)

۱ (۱)

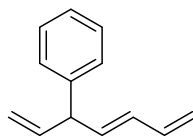
۳۴- محصول واکنش زیر (P) کدام است؟



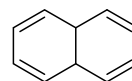
۳۵- در چه تعداد از ساختارهای زیر تمام اتم های کربن در یک صفحه هستند؟



۳ (۴)



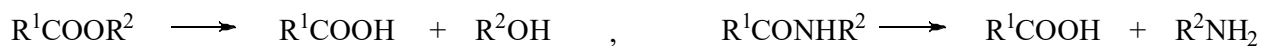
صفر (۳)



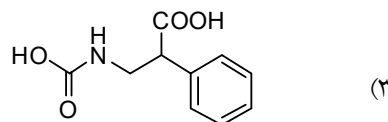
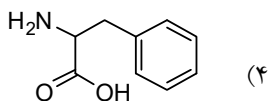
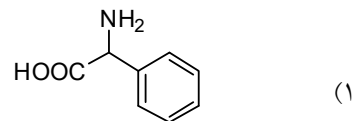
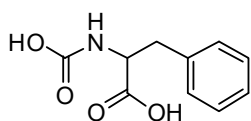
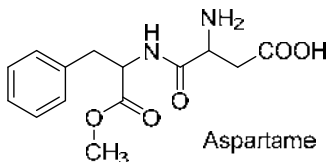
۱ (۲)

۲ (۱)

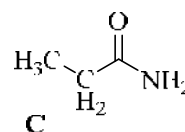
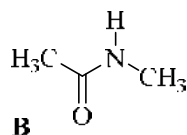
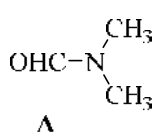
۳۶- به واکنش های هیدرولیز زیر توجه کنید :



در نتیجه هیدرولیز Aspartame کدام ترکیب تشکیل می شود؟



۳۷- نقطه ذوب ترکیبات زیر را با هم مقایسه کنید.



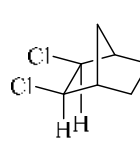
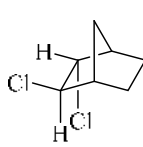
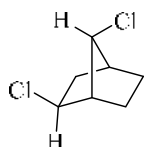
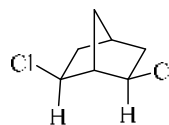
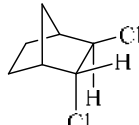
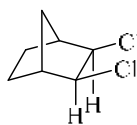
C>B>A (۴)

B>A>C (۳)

A>B>C (۲)

B>C>A (۱)

۳۸- ایزومر های سیس و ترانس ۲-بوتن فرمول بسته یکسان دارند ولی ایزومرهای ساختاری محسوب نمی شوند چون بر خلاف ایزومر های ساختاری نحوه اتصال اتم ها در آن ها یکسان است. با این وجود، موقعیت فضایی گروه ها (به عنوان مثال گروه های متیل) در این ایزومرها متفاوت است و به همین خاطر به آن ها ایزومر های فضایی گفته می شود. در شکل زیر چند ایزومر فضایی وجود دارد؟



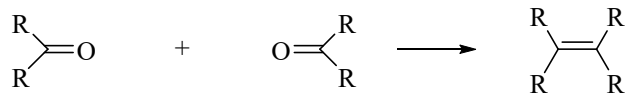
۵ (۴)

۴ (۳)

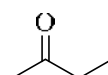
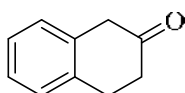
۳ (۲)

۲ (۱)

۳۹- آلکن ها را می توان در شرایط مناسب به روش زیر تهیه کرد:



چنانچه بر مخلوطی از کتون های زیر شرایط فوق اعمال شود، امکان تشکیل چند محصول با خواص فیزیکی متفاوت و قابل جداسازی وجود دارد؟



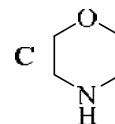
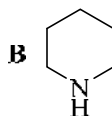
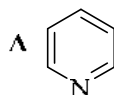
۳ (۴)

۶ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

۴۰- کدام گزینه مقایسه  $pK_a$  اسیدهای مزدوج ترکیبات را درست نشان می دهد؟



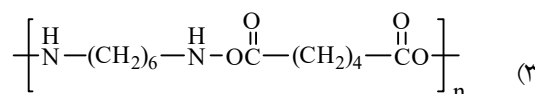
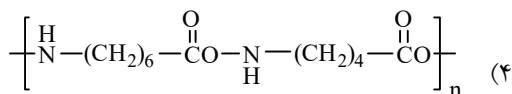
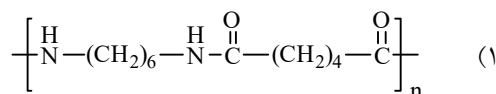
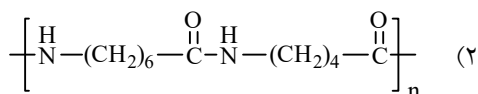
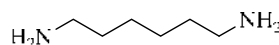
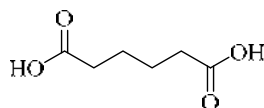
A&lt;B&lt;C (۴)

B&lt;C&lt;A (۳)

A&lt;C&lt;B (۲)

C&lt;B&lt;A (۱)

۴۱- نایلون ۶،۶ یک پلی آمید است که از واکنش هگزامتیلن دی آمین و آدی پیک اسید تهیه می شود. کدام گزینه ساختار آن را درست نشان می دهد؟



۴۲- برای ترکیبی با فرمول بسته  $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}$  چند ایزومر ساختاری غیر حلقوی می توان رسم کرد؟

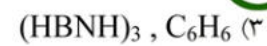
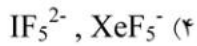
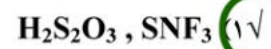
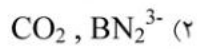
۴ (بیشتر از ۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۱- کدام دو گونه هم الکترون هستند ولی ساختار یکسان ندارند؟



۲- چه تعداد فرم های رزونانسی غیر حلقوی برای  $[\text{N}_5]^+$  می توان رسم کرد که برای اتم ها قاعده هشت تایی (اکتت) رعایت شده باشد؟

۳ (۴ $\checkmark$ )

۱ (۳)

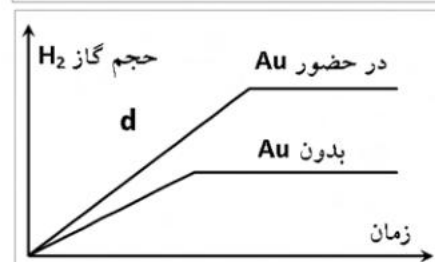
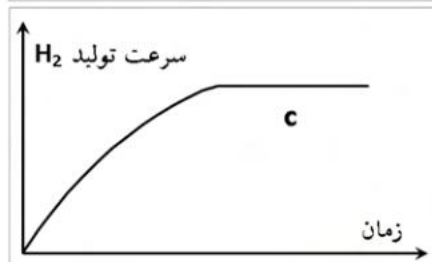
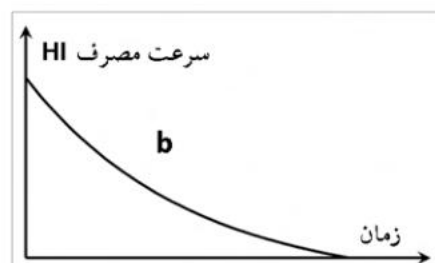
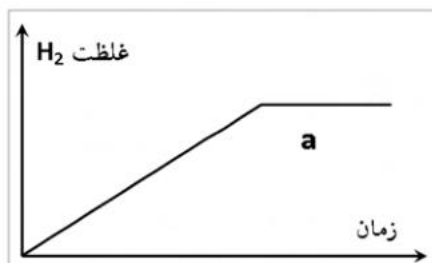
۲ (۲)

۱ (صفر)

۳- در کدام گزینه همه گونه ها می توانند از طرف کربن و نیتروژن با کاتیون های فلزی ترکیب شده و ترکیبات کمپلکس به وجود آورند؟

از طرف نیتروژن	از طرف کربن	
$\text{N}_2, \text{NO}_3^-$	$\text{OCN}^-, \text{CH}_3^-$	(۱)
$\text{SCN}^-, \text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$	$\text{CN}^-, \text{CO}$	(۲ $\checkmark$ )
$\text{CNO}^-, \text{CN}^-$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{CO}$	(۳)
$\text{NH}_3, \text{NO}^+$	$\text{CH}_3^-, \text{SCN}^-$	(۴)

۴- برای واکنش گازی  $2\text{HI} \xrightarrow{\text{Au}} \text{H}_2 + \text{I}_2$  که یکای ثابت سرعت آن  $\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$  است، کدام نمودار(ها) درست است؟



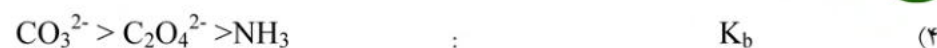
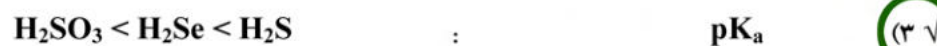
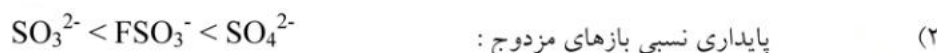
d (۴)

a (۳ $\checkmark$ )

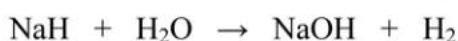
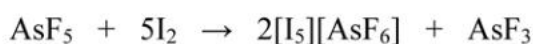
d, a (۲)

c, b (۱)

۵- کدام مقایسه درست است؟



۶- از واکنش های زیر در شرایط مناسب به ترتیب تعداد ..... واکنش از نوع اکسایش-کاهش و تعداد ..... واکنش از نوع تسهیم نامتناسب هستند.



(۱) ۲ و ۲ (۲) ۱ و ۲ (۳) ۲ و ۳ (۴) ۱ و ۳ ✓

۷- معادله نرنست  $E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$  ، چگونگی تغییر پتانسیل کاهش را در شرایط غیراستاندارد نشان می دهد، که در آن  $R = 8/314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  ثابت مولی گازها ،  $F = 96485 \text{ Cmol}^{-1}$  ثابت فاراده ،  $T$  دما برحسب کلوین و  $n$  تعداد مول های الکترون انتقال یافته است. با توجه به نیم واکنش زیر برای محلولی با  $\text{pH} = 2/5$  که در آن نسبت غلظت  $\text{MnO}_4^-$  به غلظت  $\text{Mn}^{2+}$  برابر ۱۰۰ است، در دمای  $25^\circ\text{C}$  کدام گزینه درست است؟



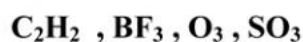
(۱) افزایش  $\text{pH}$  و افزایش غلظت  $\text{MnO}_4^-$  ، اثر همدیگر را خنثی می کند و تغییری در پتانسیل کاهش نیم واکنش ایجاد نمی شود.

(۲) ✓ پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود ۱۴ درصد کوچکتر از  $E^0$  نیم واکنش می شود.

(۳) پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود ۱/۷ ولت می شود.

(۴) پتانسیل کاهش نیم واکنش حدود ۶ درصد بزرگتر از  $E^0$  نیم واکنش می شود.

۸- در کدام گزینه در همه پیوندها طول پیوند از مجموع شعاع های کوالانسی اتم های شرکت کننده در آن کمتر است؟



(۱) ✓



(۲)



(۳)



(۴)

۹- در ساختار حلقوی یون  $\text{Se}_4^{2+}$  متوسط مرتبه پیوند Se-Se چند است؟

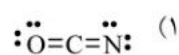
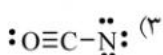
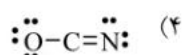
(۴) ۲

(۳) ✓ ۱/۲۵

(۲) ۱/۵

(۱) ۱

۱۰- در یون  $\text{OCN}^-$  کدام فرم رزونانسی پایداری بیشتری دارد؟



۱۱- اگر انرژی شبکه فلوریدهای سدیم، لیتیم، کلسیم و منیزیم را با اعداد ۲۹۲۴، ۹۲۳، ۲۵۹۷، ۱۰۳۰ برحسب کیلوژول بر مول نشان دهیم، انرژی شبکه کلسیم فلورید کدام است؟

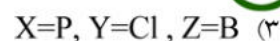
(۴) ✓ ۲۵۹۷

(۳) ۹۲۳

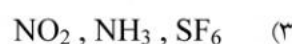
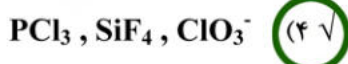
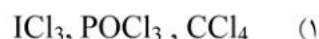
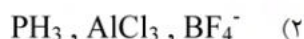
(۲) ۲۹۲۴

(۱) ۱۰۳۰

۱۲- در دسته ترکیبات  $\text{YO}_3^-$ ،  $\text{XO}_3^{2-}$  و  $\text{ZO}_3$ ، عناصر X، Y و Z کدامیک باشند تا گونه هایی با شکل مولکولی یکسان حاصل شود؟



۱۳- در کدام گزینه امکان تشکیل پیوند جدید برای اتم مرکزی در همه ی گونه ها وجود دارد؟



۱۴- کدام عبارت در مورد بلور سدیم کلرید درست است؟

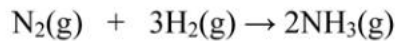
(۱) به ازای هر سدیم، شش آنیون در فاصله ی d و هشت کاتیون در فاصله ی  $d^{1/2}$  (۳) قرار دارد.

(۲) به ازای هر سدیم، دوازده آنیون در فاصله ی d و شش کاتیون در فاصله ی  $d^{1/2}$  (۲) قرار دارد.

(۳) ✓ به ازای هر سدیم، شش آنیون در فاصله ی d و هشت آنیون در فاصله ی  $d^{1/2}$  (۳) قرار دارد.

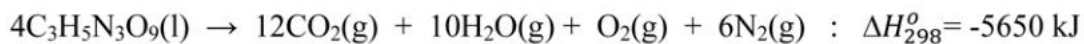
(۴) به ازای هر سدیم، دوازده آنیون در فاصله ی d و دوازده کاتیون در فاصله ی  $d^{1/2}$  (۲) قرار دارد.

۱۵- کدام گزینه نسبت  $\frac{\Delta H^{\circ}}{\Delta E^{\circ}}$  را در واکنش زیر به درستی نشان می دهد؟ ( $T$  دما در مقیاس کلوین و  $R$  ثابت عمومی گازها است)



$-RT$  (۴)       $1 - \frac{2RT}{\Delta H^{\circ}}$  (۳)       $-2RT$  (۲)       $1 - \frac{2RT}{\Delta E^{\circ}}$  (۱ ✓)

۱۶- معادله گرمایشی انفجار نیتروگلیسیرین (تجزیه نیترو گلیسیرین) را به صورت زیر در نظر بگیرید:



با توجه به آن، هرگاه  $0.40$  مول نیتروگلیسیرین مایع در یک ظرف در بسته به حجم ثابت یک لیتر منفجر شود و گرمای حاصل از انفجار صرف گرم کردن ظرف با دمای اولیه  $298\text{K}$  و محصول حاصل از انفجار در حجم ثابت داده شده گردد، آن گاه دمای نهایی آن بر حسب کلوین کدام است؟ (ظرفیت گرمایی ظرف و محتویات آن در حجم ثابت را برابر با  $66/0 \text{ JK}^{-1}$  در نظر بگیرید.)  
( $2/9 \times R \times 298 = 7185 \text{ J}$ )

$1143$  (۴)       $845$  (۳)       $1165$  (۲ ✓)       $867$  (۱)

۱۷- واکنش فرضی:  $\text{A}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{A}(\text{g}) : \Delta G_T^{\circ} = 0$  را در دمای  $T$  در نظر بگیرید. هرگاه فشار جزئی هر یک از  $\text{A}$  و  $\text{A}_2$  در مخلوطی غیرتعادلی از آن دو در دمای  $T$  برابر با  $2$  اتمسفر باشد، آن گاه فشار جزئی  $\text{A}_2(\text{g})$  در موقعی که مخلوط واکنش در همان دمای  $T$  به تعادل برسد، برابر با چند اتمسفر خواهد بود؟ (گازهای شرکت کننده در تعادل را ایده آل در نظر بگیرید.)

$2/0$  (۴)       $2/5$  (۳)       $1/33$  (۲)       $2/25$  (۱ ✓)

۱۸- کدام مقایسه در مورد آند یک سلول ولتایی با آند یک سلول الکترولیتی (دستگاه الکترولیز) درست است؟

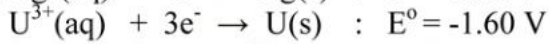
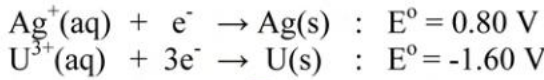
- (۱) آند هم در سلول ولتایی و هم در سلول الکترولیتی پایانه مثبت است.
- (۲) آند هم در سلول ولتایی و هم در سلول الکترولیتی پایانه منفی است.
- (۳ ✓) آند در سلول ولتایی پایانه منفی و در سلول الکترولیتی پایانه مثبت است.
- (۴) آند در سلول ولتایی پایانه مثبت و در سلول الکترولیتی پایانه منفی است.

۱۹- کدام محلول برای مدت طولانی در ظرف ذکر شده قابل نگهداری است؟ (از اکسایش در هوا و سایر گازهای خورنده صرف نظر می شود)

- (۱) محلول آبی آمونیوم کلرید در ظرفی از روی خالص
- (۲ ✓) محلول آبی روی سولفات در ظرفی از مس خالص
- (۳) محلول آبی نقره نیترات در ظرفی از آلومینیم خالص
- (۴) سرکه در بشکه های آهنی

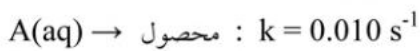
کد دفترچه سوالات : ۱

۲۰-  $\Delta G^{\circ}$  واکنش  $U(s) + 3Ag^{+}(aq) \rightleftharpoons U^{3+}(aq) + 3Ag(s)$  برحسب کیلوژول بر مول با در نظر گرفتن  
معلومات داده شده کدام است؟ ( $F = 96500 \text{ Cmol}^{-1}$ )



-۶۹۴/۸ (۴ ✓)                      +۲۳۱/۶ (۳)                      +۶۹۴/۸ (۲)                      -۲۳۱/۶ (۱)

۲۱- دو واکنش زیر از مرتبه اول هستند:



هرگاه سرعت این دو واکنش در دمای ثابت T با هم برابر باشد، آن گاه نسبت  $\frac{[A]}{[B]}$  کدام است؟

۰/۲۵ (۴)                      ۰/۵ (۳)                      ۲ (۲ ✓)                      ۱ (۱)

۲۲- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



۱۳۹ (۴ ✓)                      ۷۷ (۳)                      ۱۴۱ (۲)                      ۷۸ (۱)

۲۳- به ۱۰۰ میلی لیتر محلول سیتریک اسید ( $H_3Cit$ ) ۰/۱۰ مولار، مقداری NaOH جامد اضافه می کنیم تا pH محلول به ۴/۹۵ برسد. غلظت  $Na^{+}$  در این محلول چقدر است؟ از تغییرات حجم صرف نظر کنید. مقادیر  $pK_a$  برای سیتریک اسید ۳/۱۴، ۴/۷۶ و ۶/۴۰ است.

۰/۲۰ (۴)                      ۰/۱۶ (۳ ✓)                      ۰/۱۴ (۲)                      ۰/۱۸ (۱)

۲۴- با توجه به پتانسیل های استاندارد کاهش زیر:



پتانسیل استاندارد کاهش  $M^{3+} + e^{-} \rightarrow M^{2+}$  چند ولت است؟

-۰/۶۰ (۴)                      -۰/۴۰ (۳)                      +۰/۴۰ (۲)                      +۰/۷۰ (۱ ✓)

کد دفترچه سوالات : ۱

۲۵- یک لامپ جبابی با توان دو سیست وات ، پانزده درصد از انرژی الکتریکی را به نور مرئی تبدیل می کند. اگر طول موج نور مرئی را به طور متوسط ۵۵۰ نانومتر در نظر بگیریم، این لامپ در هر ثانیه چند فوتون مرئی تولید می کند؟

$$(c = 2/998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, h = 6/626 \times 10^{-34} \text{ Js})$$

- ۱۷ (۱)  $8/3 \times 10^{19}$  (۲)  $5/5 \times 10^{20}$  (۳)  $3/7 \times 10^{21}$  (۴)  $5/5 \times 10^{14}$

۲۶- برای اندازه گیری انرژی الکترون خواهی اتم تولیم (Tm) یک لیزر با طول موج ۱۰۶۴ نانومتر به آنیون  $\text{Tm}^-$  در فاز گاز تابانده ایم و انرژی جنبشی الکترون آزاد شده  $2/195 \times 10^{-20}$  ژول اندازه گیری شده است. انرژی الکترون خواهی اتم Tm چند کیلوژول بر مول است؟

- ۱۲۶ (۱)  $-99$  (۲)  $-112$  (۳) صفر (۴)

۲۷- آنالیز عنصری یک مخلوط حاوی NaCl ،  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  و  $\text{NaNO}_3$  مقادیر زیر را برای درصد جرمی عناصر داده است:  $\text{Cl} = 19/5\%$  و  $\text{Na} = 32/08\%$ . در این مخلوط درصد جرمی  $\text{NaNO}_3$  و  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  به ترتیب چقدر است؟ ( $\text{Na} = 23$  ،  $\text{S} = 32$  ،  $\text{O} = 16$  ،  $\text{N} = 14$  ،  $\text{Cl} = 35/5$  ،

- ۲۰ و ۴۵ (۱) ۲۰ و ۴۵ (۲) ۱۱ و ۴۸ (۳) ۲۰ و ۴۸ (۴)

۲۸- ثابت تعادل حل شدن  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  به صورت یونی در آب برابر با  $1/0 \times 10^{-60}$  است. غلظت یون  $\text{Ca}^{2+}$  در محلول اشباع از این نمک چند مول بر لیتر است؟

- ۲  $\times 10^{-7}$  (۱)  $6 \times 10^{-8}$  (۲)  $3 \times 10^{-7}$  (۳)  $1 \times 10^{-7}$  (۴)

۲۹- pH محلولی که از حل شدن کامل  $1/00 \times 10^{-7}$  مول  $\text{CaO(s)}$  در یک لیتر آب به دست می آید چقدر است؟

- ۷/۳۰ (۱) ۷/۴۸ (۲) ۷/۳۸ (۳) ۷/۰۰ (۴)

۳۰- ۳۰۰ میلی لیتر محلول بافر از HA و  $\text{A}^-$  در اختیار داریم که در آن غلظت های تعادلی HA و  $\text{A}^-$  به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۳ مول بر لیتر است. چند میلی مول NaOH باید به این محلول افزوده شود تا pH آن ۰/۲۵ واحد افزایش یابد.

- ۱۲ (۱) ۴۰ (۲) ۱۴ (۳) ۴۷ (۴)

۳۱- در فاز گاز ، نیتروژن دی اکسید به صورت مخلوطی از  $\text{NO}_2$  و  $\text{N}_2\text{O}_4$  است. اگر در دمای ۳۵۰ کلوین و فشار ۱/۳ بار ، چگالی این مخلوط ۲/۳ گرم بر لیتر باشد، درصد مولی  $\text{N}_2\text{O}_4$  در مخلوط چقدر است؟ ( $R = 8/3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

- ۲۱ (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۷ (۴)

کد دفترچه سوالات : ۱

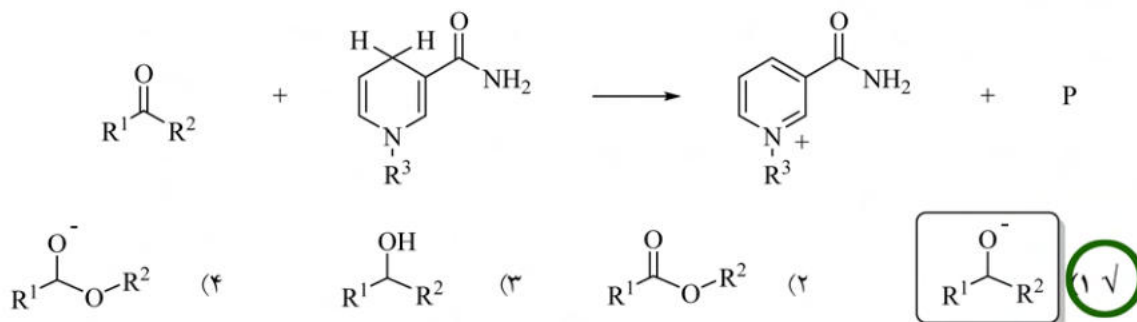
۳۲- به یک بشر حاوی ۱۷۵ میلی لیتر محلول  $\text{CuSO}_4$  ، مقدار ۱۳/۰۰ گرم منیزیم اضافه می کنیم. پس از کامل شدن واکنش ، جرم مخلوط  $\text{Cu}$  و  $\text{Mg}$  جامد ۱۷/۲۰ گرم است. مولاریته محلول اولیه  $\text{CuSO}_4$  چند بوده است؟ (  $\text{Cu} = ۶۳/۵$  ،  $\text{Mg} = ۲۴/۳$  )  
 (  $\text{O} = ۱۶$  ،  $\text{S} = ۳۲$  )

- ۰/۴۴ (۱)      ۰/۱۱ (۲)      ۰/۲۷ (۳)      ۰/۶۱ (۴) ✓

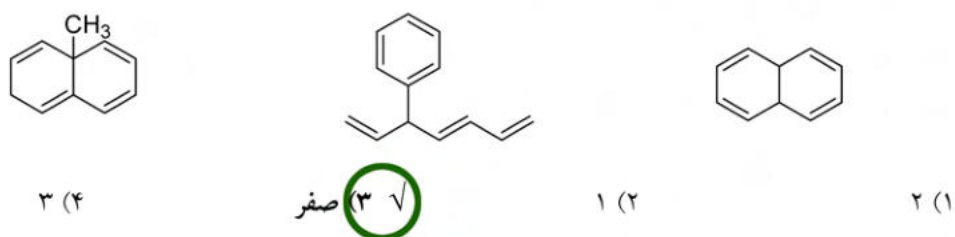
۳۳- در چه تعداد از مولکول های زیر همه اتم ها در یک صفحه هستند؟

- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$        $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$        $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$        $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$   
 ۴ (۴)      ۳ (۳)      ۲ (۲) ✓      ۱ (۱)

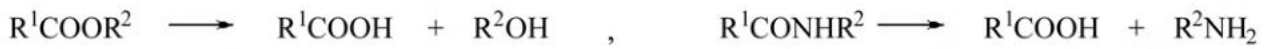
۳۴- محصول واکنش زیر (P) کدام است؟



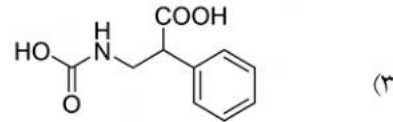
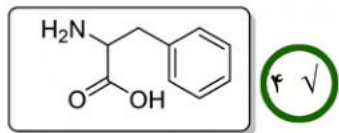
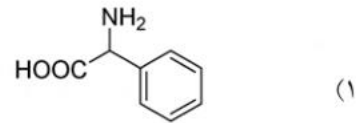
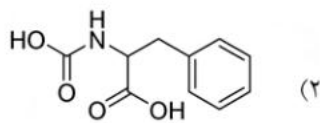
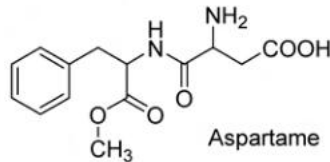
۳۵- در چه تعداد از ساختارهای زیر تمام اتم های کربن در یک صفحه هستند؟



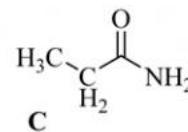
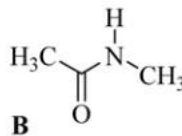
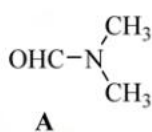
۳۶- به واکنش های هیدرولیز زیر توجه کنید :



در نتیجه هیدرولیز Aspartame کدام ترکیب تشکیل می شود؟



۳۷- نقطه ذوب ترکیبات زیر را با هم مقایسه کنید.



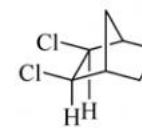
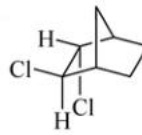
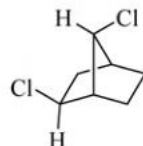
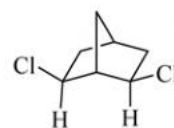
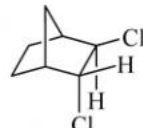
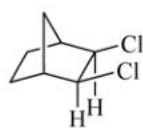
C > B > A (۴) ✓

B > A > C (۳)

A > B > C (۲)

B > C > A (۱)

۳۸- ایزومر های سیس و ترانس ۲-بوتن فرمول بسته یکسان دارند ولی ایزومرهای ساختاری محسوب نمی شوند چون بر خلاف ایزومر های ساختاری نحوه اتصال اتم ها در آن ها یکسان است. با این وجود، موقعیت فضایی گروه ها (به عنوان مثال گروه های متیل) در این ایزومرها متفاوت است و به همین خاطر به آن ها ایزومر های فضایی گفته می شود. در شکل زیر چند ایزومر فضایی وجود دارد؟



۵ (۴)

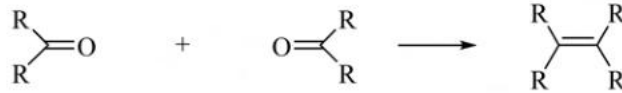
۴ (۳)

۳ (۲)

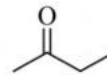
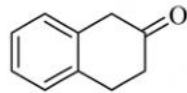
۲ (۱) ✓

کد دفترچه سوالات : ۱

۳۹- آلکن ها را می توان در شرایط مناسب به روش زیر تهیه کرد:



چنانچه بر مخلوطی از کتون های زیر شرایط فوق اعمال شود، امکان تشکیل چند محصول با خواص فیزیکی متفاوت و قابل جداسازی وجود دارد؟

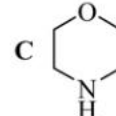
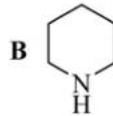


۳ (۴)

۶ (۳ ✓)

۲ (۲)

۴ (۱)

۴۰- کدام گزینه مقایسه  $pK_a$  اسیدهای مزدوج ترکیبات را درست نشان می دهد؟

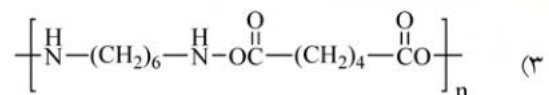
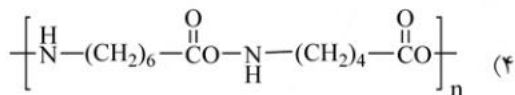
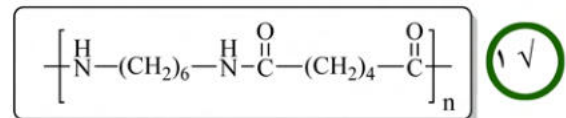
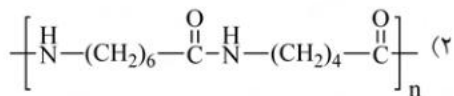
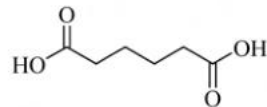
A &lt; B &lt; C (۴)

B &lt; C &lt; A (۳)

A &lt; C &lt; B (۲ ✓)

C &lt; B &lt; A (۱)

۴۱- نایلون ۶۶ یک پلی آمید است که از واکنش هگزامتیلن دی آمین و آدی پیک اسید تهیه می شود. کدام گزینه ساختار آن را درست نشان می دهد؟

۴۲- برای ترکیبی با فرمول بسته  $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}$  چند ایزومر ساختاری غیر حلقوی می توان رسم کرد؟

بیشتر از ۴ (۴ ✓)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش

مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»



معاونت دانش پژوهان جوان

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۷ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

دفترچه سوالات بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - بخش تشریحی

تاریخ: ۱۳۹۵/۲/۸ - ساعت: ۱۴:۰۰

دفترچه های سوالات چند گزینه ای و تشریحی به صورت هم زمان در اختیار داوطلب قرار می گیرد.

آزمون تشریحی شامل ۵ سوال است. ارزش این آزمون ۷۴ نمره است. آزمون چند گزینه ای شامل ۴۲ سوال است. ارزش آزمون چند گزینه ای  $۱۲۶ = ۳ \times ۴۲$  نمره است. پاسخ نادرست به هر سوال چندگزینه ای ۱ نمره منفی دارد.

شماره صندلی



## توضیحات مهم

### استفاده از ماشین حساب مجاز است

- ۱- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- ۲- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ نامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، مراقبین را مطلع نمایید.
- ۳- پاسخ هر سوال را فقط در محل تعیین شده بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- ۴- با توجه به آنکه برگه های پاسخ نامه به نام داوطلب صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخ نامه پاکت نویس نمایید.
- ۵- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- ۶- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر ممنوع است.
- ۸- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۹- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.

بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان



توجه: پاسخ سوال ۱ را در انتهای سوال در بخش " پاسخ نامه سوال ۱" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده

بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت

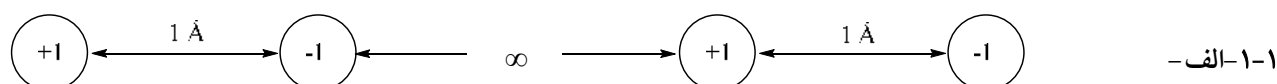
سوال ۱ - به پرسش های زیر پاسخ دهید: (۱۵ امتیاز)

۱-۱- (۵ امتیاز) معادله زیر را در نظر بگیرید :

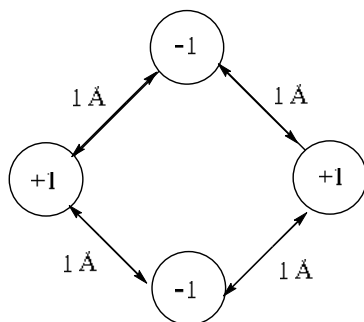
$$V = 2.31 \times 10^{-18} \left( \frac{Q_1 Q_2}{r} \right)$$

در این معادله،  $V$  انرژی پتانسیل بر حسب ژول و  $r$  فاصله دو ذره بار دار بر حسب آنگستروم است. همچنین  $Q_1$  و  $Q_2$  کمیت هایی بدون واحد هستند که بار دو ذره ۱ و ۲ را نسبت به بار یک الکترون نشان می دهند.

انرژی پتانسیل  $V$  را برای دو نوع چینش بارهایی که در زیر آمده است محاسبه کنید (هر بار بزرگی به اندازه بار یک الکترون دارد). پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش " پاسخ نامه سوال ۱" در کادر مربوطه بنویسید. (نمره تنها در صورتی تعلق می گیرد که جواب آخر درست باشد و راه حل نوشته شده باشد)



۱-۱-ب -





۱-۲- (۶ امتیاز) فرض کنید ما در جهان دیگری هستیم که قوانین فیزیکی متفاوتی دارد. در این جهان الکترون ها در اتم در این جهان با چهار عدد کوانتومی با معانی مشابه با آنچه ما میدانیم، توصیف می شوند. این اعداد کوانتومی  $p$ ،  $q$ ،  $r$ ،  $s$  نام دارند و برخی شروط خاص بر آن ها حاکم است. قوانین مربوط به این اعداد کوانتومی چنین است:

$$p = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

$$q \leq p \quad \text{فقط می تواند از اعداد صحیح فرد و مثبت باشد.}$$

$$r = -q \text{ تا } +q \quad \text{فقط می تواند از اعداد صحیح زوج (شامل صفر) باشد.}$$

$$s = +\frac{1}{2} \text{ یا } -\frac{1}{2}$$

۱-۲-الف- سه تناوب ابتدایی جدول تناوبی را در این جهان طراحی کرده و رسم کنید. (اعداد اتمی را به جای نماد عناصر در خانه های جدول بنویسید) پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" در کادر مربوطه بنویسید.

۱-۲-ب- اعداد اتمی سومین و چهارمین عنصری که انتظار دارید کمترین واکنش پذیری را داشته باشند مشخص کنید. پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" در کادر مربوطه بنویسید.

۱-۲-ج- چه تعداد الکترون می توانند  $p = 4$  و  $q = 3$  داشته باشند؟ پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" در کادر مربوطه بنویسید.

۱-۲-د- چه تعداد الکترون می توانند  $p = 6$  داشته باشند؟ پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" در کادر مربوطه بنویسید.

۱-۳- (۴ امتیاز) خانه های خالی در جدول داده شده در بخش "پاسخ نامه سوال ۱" را تکمیل کنید. پاسخ مربوط به عدد اکسایش، حدود زاویه پیوند، ساختار و مدل نقطه ای گونه های  $\text{H}_2\text{NOH}$ ،  $\text{HO}_2\text{F}_2^-$ ،  $\text{HSO}_5^-$  و  $\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_3$  را در خانه های مربوطه بنویسید.



بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

پاسخ نامه سوال ۱

۱-۱- الف-

۱-۱- ب

۱-۲- الف-



بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

۱-۲-ب - عدد اتمی سومین عنصر  ، عدد اتمی چهارمین عنصر

۱-۲-ج - چه تعداد الکترون می توانند  $p = 4$  و  $q = 3$  داشته باشند؟

۱-۲-د - چه تعداد الکترون می توانند  $p = 6$  داشته باشند؟

۱-۳- پاسخ مربوط به عدد اکسایش ، حدود زاویه پیوند ، ساختار و مدل نقطه ای گونه های  $H_2NOH$  ،  $HO_2F_2^-$  ،  $HSO_5^-$  و  $B_3O_3(OH)_3$  را در خانه های خالی تعیین شده بنویسید.

	مدل نقطه ای	رسم ساختار	حدود زاویه پیوند	عدد اکسایش
$H_2NOH$			$HNO =$	
$IO_2F_2^-$			$OIO =$	
$HSO_5^-$				برای S :
$B_3O_3(OH)_3$ متابوریک اسید تک حلقه ای			$BOB =$	

بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

سوال ۲ (۱۵ امتیاز)

۱-۲ اثر هر یک از تغییرات به شرح زیر را در چگونگی جابه جا نمودن تعادل:  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  که گرماگیر است با ضربدر زدن در خانه مورد نظر مشخص کنید. (۴ امتیاز)

الف- افزایش دما در حجم ثابت (از تغییر فشار کل در نتیجه افزایش دما صرف نظر می شود). ب) افزودن مقداری  $N_2(g)$  به ظرف محتوی تعادل در دما و حجم ثابت. ج) افزودن مقداری از یک گاز بی اثر مانند آرگون به ظرف محتوی تعادل در دما و فشار ثابت. د) افزودن مقداری از یک کاتالیزگر مناسب به ظرف محتوی تعادل در دما و حجم ثابت.

	به سمت راست جا به جا می کند	به سمت چپ جا به جا می کند	جا به جا نمی کند
الف			
ب			
ج			
د			

۲-۲ در یک ظرف خالی با حجم ثابت ۱/۵ لیتر و دمای ثابت T، مقدار ۰/۸۵ مول  $A(g)$  و ۱/۳۰ مول  $B(g)$  و ۰/۴۰ مول  $C(g)$  را قرار می دهیم تا تعادل شیمیایی  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  در آن برقرار شود. هرگاه غلظت C در تعادل بنا به فرض برابر با  $0.40 \text{ molL}^{-1}$  باشد، آن گاه پاسخ صحیح هر مورد خواسته شده را تا دو رقم اعشار در مربع مورد نظر بنویسید. (۴ امتیاز)

الف) غلظت A در تعادل بر حسب  $\text{molL}^{-1}$   ب) غلظت B در تعادل بر حسب  $\text{molL}^{-1}$

ج) مقدار ثابت تعادل K

د) درصد پیشرفت واکنش تا تعادل نسبت به واکنش دهنده محدود کننده از زمانی که A، B و C در ظرف قرار داده می شود:

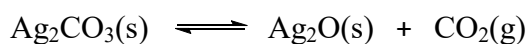
بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان



۲-۳- یک گرم  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  خالص را در یک ظرف خالی به حجم یک لیتر در دمای ثابت  $127^\circ\text{C}$  قرار می دهیم تا تعادل زیر در آن برقرار شود.:



هرگاه مجموع جرم ترکیبات جامد در تعادل به دست آمده برابر با  $0.978\%$  گرم فرض شود، آن گاه به مورد های زیر پاسخ دهید: (۷ امتیاز)

$$(R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ atmLmol}^{-1}\text{K}^{-1}, C=12, O=16)$$

الف) برای هر یک از ثابت های تعادل،  $K_c$  و  $K_p$  این تعادل در دمای داده شده یک تساوی به صورت یک رابطه و یک پاسخ عددی با یکاهای مناسب بنویسید:

$$K_c = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}}$$

$$K_p = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}}$$

ب) هرگاه تساوی  $K_p = 0.20 \text{ atm}$  در دمای دیگری مانند  $T$  برای تعادل داده شده برقرار باشد، آیا  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  در آن دما و در معرض هوای با فشار کل  $1 \text{ atm}$  که  $1/111$  درصد مولی آن شامل  $\text{CO}_2$  است پایدار خواهد بود؟ (در یک مربع علامت بزنید) بلی  خیر

زیرا:  $\Delta G = 0$  ،  $\Delta G < 0$  ،  $\Delta G^\circ < 0$  ،  $\Delta G > 0$   (فقط در یکی از مربع ها علامت بزنید)

ج) اگر به سیستم در حال تعادل:  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ، مقداری  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  در دما و حجم ثابت اضافه کنیم، آیا تعادل جا به جا خواهد شد؟ بلی ، خیر ، زیرا غلظت و فعالیت هر جامد خالص در دمای ثابت  (جمله آخر را کامل کنید)



بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

**سوال ۳-** آنالیز عنصری یک کمپلکس پالادیم با فرمول  $[Pd(C_xH_yN_z)](ClO_4)_2$  نشان می دهد که این کمپلکس شامل ۳۰/۱۵ درصد کربن و ۵/۰۶ درصد هیدروژن است. وقتی این کمپلکس به ترکیب تیوسیانات مربوطه تبدیل شود،  $[Pd(C_xH_yN_z)](SCN)_2$ ، آنالیز عنصری ۴۰/۴۶ درصد کربن و ۵/۹۴ درصد هیدروژن را نشان می دهد. مقادیر  $x, y, z$  را مشخص کنید. ( $Pd=106/4$ ،  $S=32$ ،  $N=14$ ،  $Cl=35/5$ ،  $O=16$ ،  $C=12$ )  
(نمره تنها در صورتی تعلق می گیرد که جواب آخر (مقادیر  $x, y, z$ ) درست باشد و راه حل نوشته شده باشد)

$x =$

(۵ امتیاز)

$y =$

(۵ امتیاز)

$z =$

(۴ امتیاز)

راه حل:

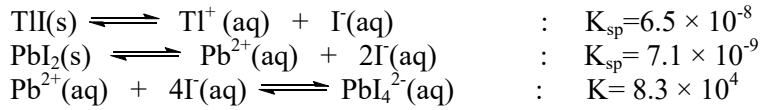


## بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

**سوال ۴-** مقدار ۰/۱۰ مول  $TiNO_3$  جامد و ۰/۲۰ مول  $Pb(NO_3)_2$  جامد را در آب به طور کامل حل کرده و حجم محلول را به یک لیتر می‌رسانیم. سپس، به صورت تدریجی، به این محلول  $NaI$  جامد اضافه می‌کنیم. با استفاده از تعادل های زیر جدول را کامل کنید و از تغییرات حجم محلول در اثر افزودن  $NaI$  جامد صرف نظر کنید. (۱۵ امتیاز)



راه حل سوال را نوشته و جدول زیر را کامل کنید. (نمره تنها در صورتی تعلق می‌گیرد که جواب آخر (غلظت های C1 تا C5) درست باشد و راه حل نوشته شده باشد. اعداد در جدول با نماد علمی و با دو رقم با معنی نوشته شوند. مثال:  $1.5 \times 10^{-3}$ )

تعداد مول $NaI$ اضافه شده از ابتدای آزمایش	۰/۰۵۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۶۰
غلظت $I^-$ در حال تعادل (مول بر لیتر)	C1	C2	C3	C4	C5

راه حل محاسبه C1:

راه حل محاسبه C2:



بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

ادامه راه حل سوال ۴

راه حل محاسبه C3 :

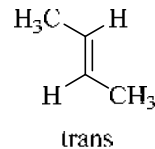
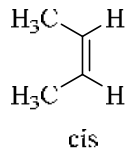
راه حل محاسبه C4 :

راه حل محاسبه C5 :

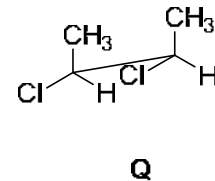
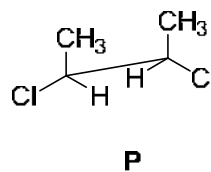
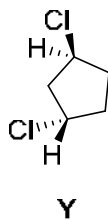
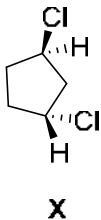


توجه: پاسخ سوال ۵ را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" بنویسید. چنانچه پاسخ خود را در جایی غیر از محل تعیین شده بنویسید به آن نمره ای تعلق نخواهد گرفت)

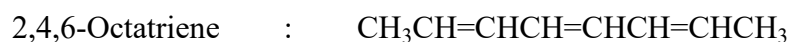
سوال ۵- مقدمه سوال: ایزومرهای سیس و ترانس ۲-بوتن را در نظر بگیرید:



به این ایزومرها که تفاوت آن ها تنها در موقعیت فضایی گروه ها است، ایزومرهای فضایی گفته می شود. گاهی تشخیص ایزومرهای فضایی نیاز به دقت بیشتری دارد، به عنوان مثال ترکیب های P و Q نسبت به هم و X و Y نسبت به هم مثال های دیگری از ایزومرهای فضایی هستند. در P و Q نحوه اتصال اتم ها یکسان است ولی موقعیت فضایی اتم ها (یا گروه ها) متفاوت است. تشخیص تفاوت X و Y نیاز به دقت بالایی دارد. ساختارهای X و Y خیلی به هم شبیه هستند ولی یکسان نمی باشند. تفاوت آن ها با هم مانند تفاوت دو دست در بدن ما است که چنانچه جای آن ها را با هم عوض کنیم کاملاً در شکل ظاهری قابل تشخیص خواهد بود! در واقع شکل تقارنی دست راست به گونه است که هرگز نمی توان آن را جایگزین دست چپ کرد. ایزومرهای X و Y نیز که در آن ها نحوه اتصال اتم ها یکسان است ولی موقعیت فضایی اتم ها متفاوت است، ایزومرهای فضایی نامیده می شوند.



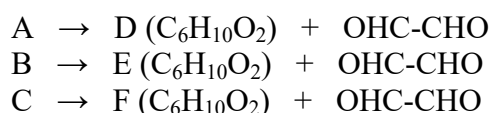
۵-۱- با استفاده از اطلاعات فوق برای ترکیب ۲،۴،۶-اکتتری ان (در پایین داده شده) چند ایزومر فضایی شبیه ایزومرهای فضایی ۲-بوتن می توان در نظر گرفت؟ (پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" داخل کادر مربوطه بنویسید.)



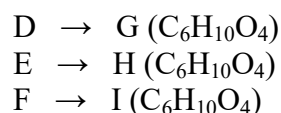
وقتی دو ایزومر فضایی I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> از بخش ۵-۱ در شرایط مناسب قرار داده شوند، از I<sub>1</sub> تنها یک محصول و از I<sub>2</sub> مخلوطی از دو محصول به دست می آید. این محصولات نسبت به هم ایزومرهای فضایی با فرمول بسته C<sub>8</sub>H<sub>12</sub> هستند. این محصولات را به دلخواه A، B و C نامگذاری کنید.



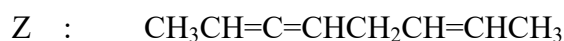
از ازنولیز ترکیب های A ، B و C به ترتیب ترکیب های D ، E و F با فرمول بسته  $C_6H_{10}O_2$  به دست می آیند. همچنین در این واکنش ها یک محصول مشترک OHC-CHO تشکیل می گردد: (مثالی از یک واکنش ازنولیز در پایان بخش آخر این سوال آمده است)



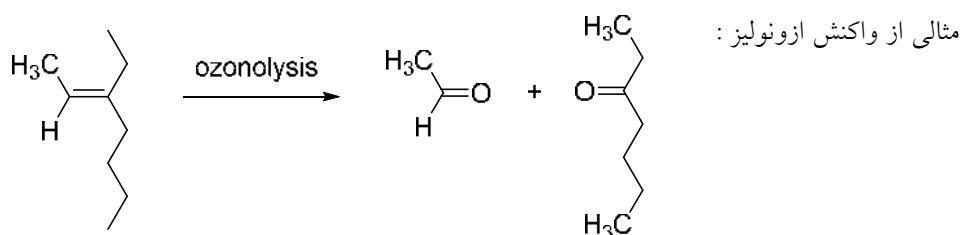
D ، E و F نسبت به هم ایزومر های فضایی هستند و حتما در ساختار آن ها شاخه متیل وجود دارد. وقتی یک مول از این ترکیبات در مجاورت مقدار کافی از یک اکسنده مناسب قرار بگیرد، به طور کامل مصرف شده و به ترتیب به ترکیب های G ، H و I با فرمول بسته های یکسان  $C_6H_{10}O_4$  تبدیل می شوند که نسبت به هم ایزومر های فضایی هستند.



۲-۵- ساختارهای A تا I را با رعایت الگوی نشان داده شده در مقدمه سوال، در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" رسم کنید. عدم رعایت الگو و نمایش ساختارها D تا I در مربع های اشتباه موجب حذف کامل نمره می گردد.  
۳-۵- در واکنشی دیگر و تحت شرایط مناسب ۲،۴،۶-اکتتری ان به ترکیب Z تبدیل می شود:



با اطلاعات موجود در این سوال چند ایزومر فضایی برای Z می توان رسم کرد؟ پاسخ خود را در انتهای سوال در بخش "پاسخ نامه سوال ۵" داخل کادر مربوطه بنویسید.





بیست و ششمین دوره المپیاد شیمی - ۱۳۹۵/۲/۸



معاونت دانش پژوهان جوان

پاسخ نامه سوال ۵

(۳ امتیاز)

۱-۵- تعداد ایزومرهای فضایی ۲، ۴، ۶-اکتاتری آن :

۲-۵- ساختارهای A تا I را با در نظر گرفتن الگو در بخش مقدمه سوال رسم کنید. (۹ امتیاز)

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>

(۳ امتیاز)

۳-۵- تعداد ایزومرهای فضایی ترکیب Z :

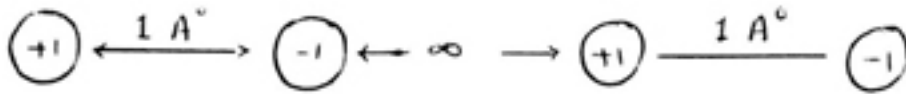


معاونت دانش

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

پاسخ نامه سوال ۱

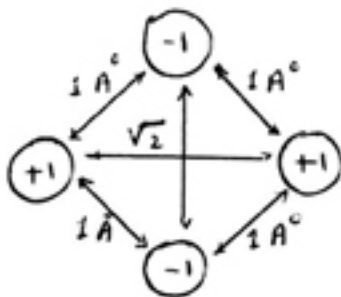
۱-۱- الف-



دو جازبه :  $\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r} = \frac{-1}{1} + \frac{-1}{1} = -2$

$V = (2.31 \times 10^{-18}) \times (-2) = -4.6 \times 10^{-18} \text{ J}$

۱-۱- ب



چهار جازبه ورودی :  $= \frac{-1}{1} + \frac{-1}{1} + \frac{-1}{1} + \frac{-1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}$   
 $= -2.586$

$V = (2.31 \times 10^{-18}) \times (-2.586) = -6.0 \times 10^{-18} \text{ J}$

Z=1	Z=3		Z=7		
P=1	P=1	P=2	P=1	P=2	P=3
q=1	q=1	q=1	q=1	q=1	q=1
r=0	r=0	r=0	r=0	r=0	r=0
S=+1/2	S=+1/2	S=+1/2	S=+1/2	S=+1/2	S=+1/2
1	1	1	1	1	1
گروه اول	گروه اول	گروه اول	گروه سوم	گروه سوم	گروه سوم

۱-۲- الف-

I							2
1							2
3							4
5	6	7	8	9	10	11	12
							20

این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت دانش

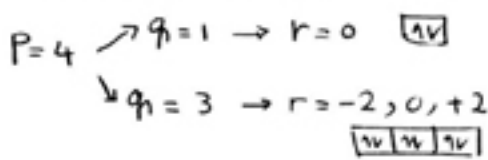
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

20

عدد اتمی چهارمین عنصر

12

۱-۲-ب- عدد اتمی سومین عنصر

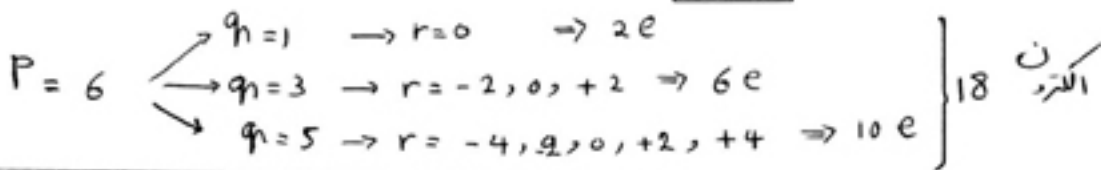


6

۱-۲-ج- چه تعداد الکترون می تواند  $p=4$  و  $q=3$  داشته باشند؟

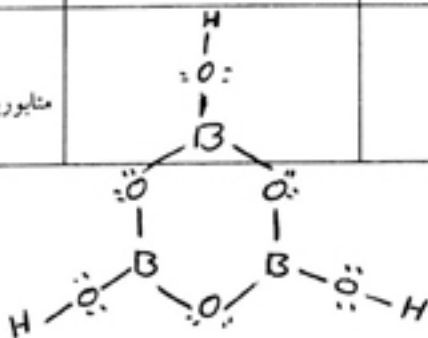
18

۱-۲-د- چه تعداد الکترون می تواند  $p=6$  داشته باشند؟



۱-۳- پاسخ مربوط به عدد اکسایش، حدود زاویه پیوند، ساختار و مدل نقطه ای گونه های  $B_3O_3(OH)_3$  و  $HSO_5^-$ ،  $HO_2F_2^-$ ،  $H_2NOH$  در خانه های خالی تعیین شده بنویسید.

	مدل نقطه ای	رسم ساختار	حدود زاویه پیوند	عدد اکسایش
$H_2NOH$	$H - \overset{\cdot\cdot}{\underset{H}{N}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H$		$HNO \approx 107^\circ$ $HNO < 109^\circ$	
$IO_2F_2^-$			$OIO \approx 120^\circ$ $OIO < 120^\circ$	
$HSO_5^-$	$H - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{S}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}^-$			برای S : +6
$B_3O_3(OH)_3$ متابوریک اسید تک حلقه ای			$BOB \approx 120^\circ$	



این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت دانش

سوال ۲

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۱-۲- اثر هر یک از تغییرات به شرح زیر را در چگونگی جابه جا نمودن تعادل:  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  که گرماگیر است با ضربدر زدن در خانه مورد نظر مشخص کنید. (۴ امتیاز)

الف- افزایش دما در حجم ثابت (از تغییر فشار کل در نتیجه افزایش دما صرف نظر می شود). ب) افزودن مقداری  $N_2(g)$  به ظرف محتوی تعادل در دما و حجم ثابت. ج) افزودن مقداری از یک گاز بی اثر مانند آرگون به ظرف محتوی تعادل در دما و فشار ثابت. د) افزودن مقداری از یک کاتالیزگر مناسب به ظرف محتوی تعادل در دما و حجم ثابت.

	به سمت راست جا به جا می کند	به سمت چپ جا به جا می کند	جا به جا نمی کند
الف	X		
ب	X		
ج		X	
د			X

۲-۲- در یک ظرف خالی با حجم ثابت ۱/۵ لیتر و دمای ثابت T، مقدار ۰/۸۵ مول A(g) و ۱/۳۰ مول B(g) و ۰/۴۰ مول C(g) را قرار می دهیم تا تعادل شیمیایی  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  در آن برقرار شود. هرگاه غلظت C در تعادل بنا به فرض برابر با  $0.40 \text{ molL}^{-1}$  باشد، آن گاه پاسخ صحیح هر مورد خواسته شده را تا دو رقم اعشار در مربع مورد نظر بنویسید. (۴ امتیاز)

الف) غلظت A در تعادل بر حسب  $\text{molL}^{-1}$  ۰۵۰

ب) غلظت B در تعادل بر حسب  $\text{molL}^{-1}$  ۰۸۰

ج) مقدار ثابت تعادل K ۰۴۰

د) درصد پیشرفت واکنش تا تعادل نسبت به واکنش دهنده محدود کننده از زمانی که A، B و C در ظرف قرار داده می شود: ۷۶،۱۱ درصد



معاونت دانش

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۲-۳- یک گرم  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  خالص را در یک ظرف خالی به حجم یک لیتر در دمای ثابت  $127^\circ\text{C}$  قرار می دهیم تا تعادل زیر در آن برقرار شود.:



هرگاه مجموع جرم ترکیبات جامد در تعادل به دست آمده برابر با  $0.978$  گرم فرض شود، آن گاه به مورد های زیر پاسخ دهید: (۷ امتیاز)  $O = 16$

$$(R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ atmLmol}^{-1}\text{K}^{-1}, C = 12,$$

الف) برای هر یک از ثابت های تعادل،  $K_c$  و  $K_p$  این تعادل در دمای داده شده یک تساوی به صورت یک رابطه و یک پاسخ عددی با یکاهای مناسب بنویسید:

$$K_c = [\text{CO}_2] = 0.0050$$

$$K_p = P_{\text{CO}_2} = 0.164 \text{ atm}$$

ب) هرگاه تساوی  $K_p = 0.020 \text{ atm}$  در دمای دیگری مانند  $T$  برای تعادل داده شده برقرار باشد، آیا  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  در آن دما و در معرض هوای با

فشار کل  $1 \text{ atm}$  که  $1/111$  درصد مولی آن شامل  $\text{CO}_2$  است پایدار خواهد بود؟ (در یک مربع علامت بزنید) بلی  خیر

زیرا:   $\Delta G < 0$  ،   $\Delta G^0 < 0$  ،   $\Delta G = 0$  ،   $\Delta G^0 = 0$

(فقط در یکی از مربع ها علامت بزنید)

ج) اگر به سیستم در حال تعادل:  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ، مقداری  $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$  در دما و حجم ثابت اضافه کنیم، آیا

تعادل جا به جا خواهد شد؟ بلی  ، خیر  ، زیرا غلظت و فعالیت هر جامد خالص در دمای ثابت ثابت است. (جمله آخر را کامل کنید)

ثابت است



معاونت دانش

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

سوال ۳- آنالیز عنصری یک کمپلکس پالادیم با فرمول  $[Pd(C_xH_yN_z)](ClO_4)_2$  نشان می دهد که این کمپلکس شامل ۳۰/۱۵ درصد کربن و ۵/۰۶ درصد هیدروژن است. وقتی این کمپلکس به ترکیب تیوسیانات مربوطه تبدیل شود،  $[Pd(C_xH_yN_z)](SCN)_2$ ، آنالیز عنصری ۴۰/۴۶ درصد کربن و ۵/۹۴ درصد هیدروژن را نشان می دهد. مقادیر  $x, y, z$  را مشخص کنید. ( $Pd=106.4, S=32, N=14, Cl=35.5, O=16, C=12$ )  
(نمره تنها در صورتی تعلق می گیرد که جواب آخر (مقادیر  $x, y, z$ ) درست باشد و راه حل نوشته شده باشد)

$$x = 14.03$$

(۵ امتیاز)

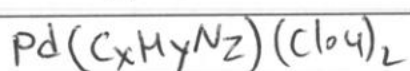
$$y = 28.26$$

(۵ امتیاز)

$$z = 4.03$$

(۴ امتیاز)

راه حل:



$$M - 2(99.5 - 51) = M - 14$$

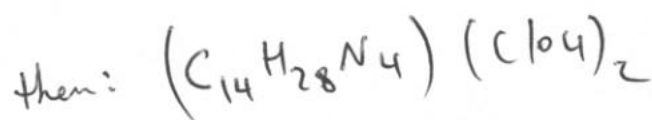
$$12x = 0.3015M$$

$$12(x+2) = 0.4046(M - 14)$$

$$M = 558.5, \quad x = 14.03 \approx 14 \quad \text{تعداد کربن}$$

$$558.5 \times \frac{0.0506}{1} = 28.26 \approx 28 \quad \text{تعداد هیدروژن}$$

$$z = \left[ 558.5 - (106.4 - (12 \times 14) + (1 \times 28) + 2(99.5)) \right] / 14 = 4.07 \approx 4$$



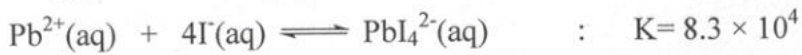
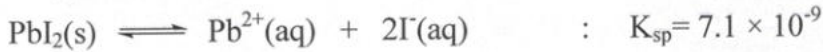
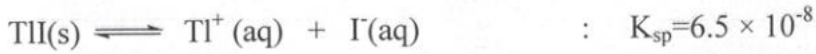
چهار عدد سر و دم می روند نوشته شده جواب به شکل نمون کامل داده می شود.



معاونت دانش

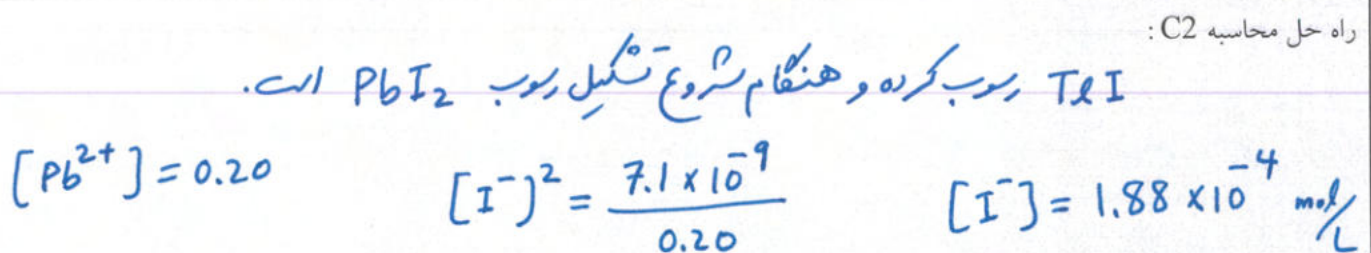
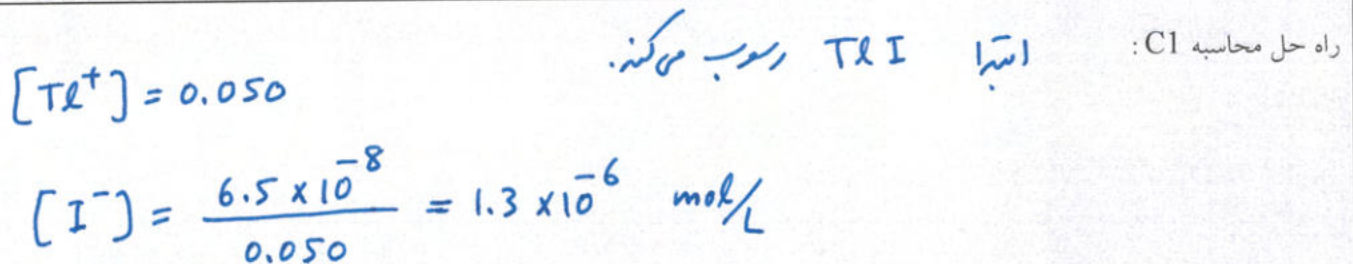
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

سوال ۴- مقدار ۰/۱۰ مول  $TlNO_3$  جامد و ۰/۲۰ مول  $Pb(NO_3)_2$  جامد را در آب به طور کامل حل کرده و حجم محلول را به یک لیتر می رسانیم. سپس، به صورت تدریجی، به این محلول  $NaI$  جامد اضافه می کنیم. با استفاده از تعادل های زیر جدول را کامل کنید و از تغییرات حجم محلول در اثر افزودن  $NaI$  جامد صرف نظر کنید. (۱۵ امتیاز)



راه حل سوال را نوشته و جدول زیر را کامل کنید. (نمره تنها در صورتی تعلق می گیرد که جواب آخر (غلظت های C1 تا C5) درست باشد و راه حل نوشته شده باشد. اعداد در جدول با نماد علمی و با دو رقم با معنی نوشته شوند. مثال:  $1.5 \times 10^{-3}$ )

تعداد مول $NaI$ اضافه شده از ابتدای آزمایش	۰/۰۵۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۶۰
	C1	C2	C3	C4	C5
غلظت $I^-$ در حال تعادل (مول بر لیتر)	$1.3 \times 10^{-6}$	$1.9 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-4}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-1}$





این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

معاونت دانش

ادامه راه حل سوال ۴

راه حل محاسبه C3:

$PbI_2$  هنوز در حال رسوب کردن است.

$$[Pb^{2+}] = 0.20 - \frac{0.10}{2} = 0.15$$

$$[I^-]^2 = \frac{7.1 \times 10^{-9}}{0.15} \Rightarrow [I^-] = 2.18 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

راه حل محاسبه C4:

تکلیف رسوب  $PbI_2$  هم کامل شده است. حدیث  $PbI_2$  بیشتر از  $TlI$  است.

$$[Pb^{2+}][I^-]^2 = 7.1 \times 10^{-9} \quad [I^-] \approx 2[Pb^{2+}]$$

$$\frac{1}{2}[I^-]^3 = 7.1 \times 10^{-9} \Rightarrow [I^-] = 2.42 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

راه حل محاسبه C5:

هنوز  $PbI_4^{2-}$  به مقدار قابل توجهی تولید نشده است.

$$[PbI_4^{2-}] = (8.3 \times 10^{-4}) \cdot [Pb^{2+}] \cdot [I^-]^4 = (8.3 \times 10^{-4}) \cdot (7.1 \times 10^{-9}) \cdot [I^-]^2$$

$$[PbI_4^{2-}] = 5.893 \times 10^{-4} [I^-]^2$$

بفرض  $[I^-] \approx 0.1$ ، غلظت  $PbI_4^{2-}$  حدود  $6 \times 10^{-6}$  مول بر لیتر است. بنابراین در همه مراحل

$C_1$  تا  $C_5$  غلظت  $PbI_4^{2-}$  بسیار کم است. در نتیجه:  $[I^-] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

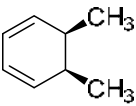
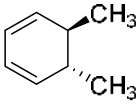
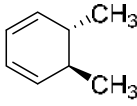
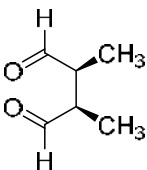
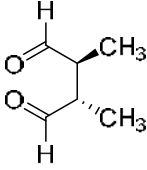
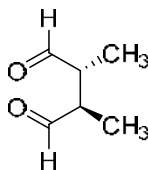
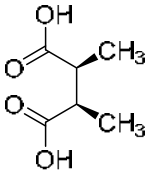
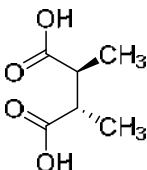
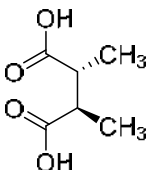
پاسخ نامه سوال ۵

(۳ امتیاز)

۶

۱-۵- تعداد ایزومرهای فضایی ۲،۴،۶-اکتتری آن :

۲-۵- ساختارهای A تا I را با در نظر گرفتن الگو در بخش مقدمه سوال رسم کنید. (۹ امتیاز)

<p><b>A</b></p> 	<p><b>B</b></p> 	<p><b>C</b></p> 
<p><b>D</b></p> 	<p><b>E</b></p> 	<p><b>F</b></p> 
<p><b>G</b></p> 	<p><b>H</b></p> 	<p><b>I</b></p> 

(۳ امتیاز)

۴

۳-۵- تعداد ایزومرهای فضایی ترکیب Z :

۱- در کدام گزینه شکل هندسی همه گونه ها یکسان نیست؟

- (۱)  $SO_3$  ,  $CH_3^+$  ,  $CO_3^{2-}$  ,  $NO_3^-$   
 (۲)  $N_2O$  ,  $NO_2^+$  ,  $XeF_2$  ,  $HCN$   
 (۳)  $SnCl_2$  ,  $NH_2^-$  ,  $SF_2$  ,  $ClF_2^+$   
 (۴)  $BrF_4^-$  ,  $PH_4^+$  ,  $ClO_4^-$  ,  $TeCl_4$

۲- یکی از اکسیدهای کربن، تری کربن دی اکسید با نقطه جوش  $6^\circ C$  است. کدام عبارت درباره این مولکول درست است؟

- (۱) طول پیوند کربن-اکسیژن در این مولکول از طول پیوند کربن-اکسیژن در یون کربنات، بلندتر است.  
 (۲) دارای چهار پیوند دوگانه است  
 (۳) دارای چهار زاویه پیوند با هم برابر است.  
 (۴) شش جفت الکترون ناپیوندی دارد.

۳- با جرم های مساوی، حجم کدام یک از گونه های  $HDO$  ،  $H_2O$  ،  $D_2O$  کمتر است؟

- (۱)  $HDO$  (۲)  $H_2O$  (۳)  $D_2O$  (۴) با هم برابرند

۴- کدام نیم واکنش نادرست است؟

- (۱)  $2F^- \rightarrow F_2 + 2e^-$  آندی در برقکافت محلول بسیار غلیظ  $KF$  در آب  
 (۲)  $6H_2O \rightarrow O_2 + 4H_3O^+ + 4e^-$  آندی در برقکافت محلول  $0.1 M$  سولفوریک اسید  
 (۳)  $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$  کاتدی در روش هال  
 (۴)  $H_2O + O_2 + 4e^- \rightarrow 4OH^-$  کاتدی در سلول سوختی

۵- مولکول حلقوی  $(NPCl_2)_3$ ، یک حلقه شش عضوی متقارن از اتم های  $N$  و  $P$  دارد که در آن طول پیوند نیتروژن - فسفر به طور قابل ملاحظه ای از طول پیوند یگانه نیتروژن - فسفر، کمتر است. کدام عبارت درباره این مولکول درست است؟

- (۱) زاویه پیوند  $PNP$  از  $109$  درجه کمتر است.  
 (۲) سه پیوند فسفر-کلر و سه پیوند نیتروژن-کلر دارد.  
 (۳) نسبت تعداد جفت الکترون های ناپیوندی به جفت های پیوندی،  $7$  به  $5$  است.  
 (۴) ساختار مسطح با  $15$  جفت پیوندی دارد.

۶- تعداد پیوندهای دوگانه در ترکیباتی با فرمول تجربی  $(HNO)_n$  با جرم های مولکولی  $31$  (نیتروکسیل) و  $62$  (هیپونیترو اسید) و همچنین  $HN_3$  (سیکلو تری آزن) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱)  $1, 1, 1$  (۲)  $0, 1, 2$  (۳)  $1, 2, 1$  (۴)  $1, 1, 2$

۷- معادله های سرعت مربوط به سازوکار واکنش دو مرحله ای تجزیه آب اکسیژنه به صورت زیر است:

$$r_1 = k_1 [\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$$

$$r_2 = k_2 [\text{H}_2\text{O}_2][\text{IO}^-]$$

کدام عبارت نادرست است:

- (۱) واکنش دارای دو پیچیده فعال و یک گونه حدواسط است.  
 (۲) معادله واکنش مرحله اول به صورت  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$  است.  
 (۳)  $\text{IO}^-$  گونه حدواسط و  $\text{I}^-$  کاتالیزگر است.  
 (۴) با دو برابر کردن غلظت  $\text{H}_2\text{O}_2$ ، سرعت واکنش چهار برابر می شود.
- ۸- آمونیاک موجود در محلول های تجاری شستشوی شیشه را می توان پس از تبدیل به یون آمونیم و رسوب دهی با هگزا کلروپلاتینیک اسید بصورت آمونیم هگزا کلروپلاتینات اندازه گیری کرد. پس از تجزیه نمک فوق با حرارت، پلاتین بجا مانده وزن می شود.



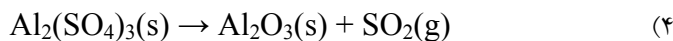
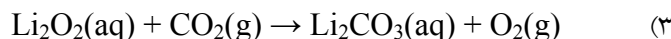
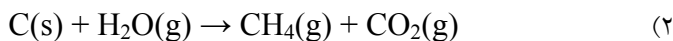
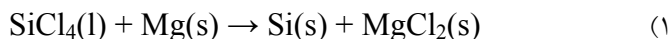
اگر از دو میلی لیتر نمونه شیشه شور با چگالی ۰/۹ گرم بر میلی لیتر، پس از انجام مراحل فوق، ۰/۶۵ گرم پلاتین حاصل شود، برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر از محلول تجاری فوق چند گرم محلول ۲۵ درصد وزنی آمونیاک مصرف شده است؟ (N=۱۴، Cl=۳۵/۵، Pt=۱۹۵،

۹/۹۶ (۱)                      ۲۲/۶۷ (۲)                      ۵/۶۷ (۳)                      ۲۵/۱۹ (۴)

۹- حجم مشخصی از استیک اسید با ۵۰ گرم اتانول در شرایط مناسب واکنش می دهد. پس از کامل شدن واکنش، آب تولید شده می تواند ۸/۰۰ گرم مس (II) سولفات خشک را به مس (II) سولفات ۵ آبه تبدیل کند. جرم اتانول باقیمانده چقدر است؟ (H=۱، Cu=۶۴، S=۳۲، O=۱۶، C=۱۲)

۳۸/۵ (۱)                      ۱۹/۲ (۲)                      ۲۸/۲ (۳)                      ۱۱/۵ (۴)

۱۰- کدام یک از واکنش های موازنه نشده زیر، به صورتی که نوشته شده است انجام نمی شود؟



۱۱- عنصر X در دوره ی چهارم و گروه دهم جدول تناوبی قرار دارد. آرایش الکترونی کاتیون آن در ترکیب  $X_2O_3$  کدام است؟



۱۲- غلظت یون هیدروکسید در محلول آبی با غلظت یکسان کدامیک از نمک های زیر بیشتر است؟



۱۳- pH محلول HA با درجه تفکیک  $\alpha=0.1$  برابر با ۲/۰۰ و pH محلول HB با درجه تفکیک  $\alpha=0.2$  برابر با ۳/۰۰ می باشد. نسبت غلظت تعادلی HA به غلظت تعادلی HB چقدر است؟



۱۴- حلالیت یک اسید ضعیف تک پروتونی ( $C_9H_8O_4$ ) در دمای اتاق ۳/۵ گرم بر لیتر است. چندگرم از این اسید در ۱۰۰ میلی لیتر محلول آبی ۰/۰۱ مولار NaOH قابل حل است؟ (O=۱۶، C=۱۲، H=۱)



۱۵- pH محلولی از یک اسید ضعیف تک پروتونی ۲/۹ و درجه تفکیک آن مساوی  $10^{-1.9}$  است. ثابت تفکیک این اسید کدام است؟



۱۶- سوخت تازه یک راکتور حاوی ۰/۸۵ حجمی متان می باشد. بعد از انجام واکنش ها، مقداری سوخت باقی می ماند که بازیافت شده و به راکتور باز می گردد. درصد حجمی متان در سوخت بازیافتی ۰/۶۶ است. مخلوط سوخت تازه و بازیافتی ورودی به راکتور حاوی ۰/۷۸ متان است. نسبت حجم سوخت بازیافتی به سوخت تازه چقدر است؟



۱۷- ۱۰/۰ گرم از مخلوط CaO و BaO در واکنش کامل با ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۲/۵۰ مولار HCl مصرف می شود. درصد وزنی BaO در این مخلوط کدام است؟ (Ca=۴۰، Ba=۱۳۷)



۱۸- ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲۰ مولار  $NH_3$  با ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰ مولار استیک اسید واکنش می دهد. pH مخلوط حاصل چقدر است؟ ( $pK_a = 4.75$  استیک اسید و  $pK_b = 4.75$  آمونیاک)



۱۹- انحلال پذیری  $\text{NiSO}_4(\text{s})$  در دمای معین  $۸۰$  گرم در  $۱۰۰$  گرم آب می باشد. برای ساختن  $۵۰$  گرم محلول سیر شده نیکل سولفات چند گرم نمک متبلور  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  نیاز است؟ ( $\text{Ni}=۵۸$  و  $\text{S}=۳۲$  و  $\text{O}=۱۶$ )

(۱)  $۶/۹$  (۲)  $۶/۳$  (۳)  $۶/۸$  (۴)  $۶/۵$

۲۰- اگر  $۵۰/۰$  میلی لیتر محلول  $\text{NaCl}$  به غلظت  $۰/۰۰۷۵$  مولار با  $۷۰/۰$  میلی لیتر محلول  $\text{KCl}$  به غلظت  $۰/۰۱۳$  مولار مخلوط شود، غلظت  $\text{Cl}^-$  در محلول حاصل تقریباً چند ppm است؟ (چگالی محلول ها را تقریباً  $۱/۰۰$  گرم بر میلی لیتر در نظر بگیرید. ( $\text{Na}=۲۳$  ،  $\text{K}=۳۹$  ،  $\text{Cl}=۳۵/۵$ )

(۱)  $۳۵۵$  (۲)  $۷۶۰$  (۳)  $۷۱۰$  (۴)  $۳۸۰$

۲۱-  $۴۰/۰$  گرم جیوه و  $۴۴/۰$  گرم ید را با یکدیگر حرارت می دهیم. این دو به طور کامل به  $\text{HgI}_2$  و  $\text{Hg}_2\text{I}_2$  تبدیل می شوند. درصد جرمی  $\text{Hg}_2\text{I}_2$  در مخلوط حاصل چقدر است؟ ( $\text{Hg}=۲۰۰/۶$  ،  $\text{I}=۱۲۶/۹$ )

(۱)  $۵۹/۰$  (۲)  $۱۵/۰$  (۳)  $۲۰/۳$  (۴)  $۳۹/۴$

۲۲- اگر  $\text{A}$  و  $\text{B}$  به ترتیب محلول های  $۱/۰۰$  مولال از  $\text{KBr}$  و  $\text{RbCl}$  در آب باشند، کدام گزینه در مورد مقایسه چگالی این محلول ها صحیح است؟ ( $\text{K}=۳۹/۱۰$  ،  $\text{Br}=۷۹/۹۰$  ،  $\text{Rb}=۸۵/۴۷$  ،  $\text{Cl}=۳۵/۴۵$ )

(۱) چگالی دو محلول با هم برابر است. (۲) چگالی محلول  $\text{A}$  از  $\text{B}$  بیشتر است.  
(۳) چگالی محلول  $\text{B}$  از  $\text{A}$  بیشتر است. (۴) اطلاعات داده شده برای پاسخ دادن به این سوال کافی نیست

۲۳- در آزمایشگاه محلول های زیر از  $\text{A}$  موجود است :

$۴۲۰$  میلی لیتر محلول  $۱/۳۲۴$  مولار

$۳۷۵$  میلی لیتر محلول  $۰/۷۵۵$  مولار

$۹۵۰$  میلی لیتر محلول  $۰/۸۱۹$  مولار

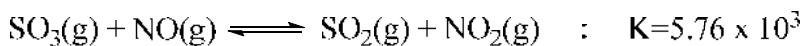
از شما خواسته شده است یک محلول  $۱/۲۵۰$  مولار از ترکیب  $\text{A}$  تهیه کنید که بیشترین حجم ممکن را داشته باشد. با در اختیار داشتن محلول های فوق، بیشترین حجم ممکن برای محلول تهیه شده کدام است؟

(۱)  $۴۴۵$  (۲)  $۴۹۲$  (۳)  $۴۶۵$  (۴)  $۴۸۲$

۲۴- چگالی نمونه ای از آب دریا برابر با  $۱/۰۳$  گرم بر میلی لیتر بوده و مقدار  $\text{NaCl}$  در آن  $۲/۸$  درصد وزنی است. غلظت  $\text{NaCl}$  در یک محلول سیر شده برابر با  $۵/۴۵$  مول بر لیتر است. اگر  $۱۰۰۰$  مترمکعب از آب دریا با مشخصات فوق داشته باشیم ، چند مترمکعب از آن باید تبخیر شود تا تشکیل بلور جامد  $\text{NaCl}$  شروع شود؟ ( $\text{Na}=۲۳$  ،  $\text{Cl}=۳۵/۵$ )

(۱)  $۹۱۰$  (۲)  $۸۵۰$  (۳)  $۷۶۰$  (۴)  $۶۵۰$

۲۵- دو گاز آلاینده محیط زیست،  $\text{SO}_3$  و  $\text{NO}$  می توانند در اتمسفر به صورت زیر با هم واکنش دهند:



یک ظرف ۴/۰۰ لیتری حاوی ۰/۹۸۰ مول  $\text{SO}_3(\text{g})$  در اختیار داریم. چند مول  $\text{NO}(\text{g})$  باید به این ظرف اضافه کنیم تا در نهایت ۰/۹۶۰ مول  $\text{SO}_2(\text{g})$  در حال تعادل داشته باشیم؟

- (۱) ۰/۹۶۸ (۲) ۰/۹۷۰ (۳) ۰/۹۶۶ (۴) ۰/۹۸۰

۲۶- ۲۰۰/۰ میلی لیتر محلول بافر استیک اسید / سدیم استات با  $\text{pH} = ۴/۵۰$  در اختیار داریم که در آن غلظت سدیم استات برابر با ۰/۱۰۰ مول بر لیتر است. چند گرم سدیم استات جامد باید به این محلول اضافه شود تا  $\text{pH}$  برابر با ۴/۷۰ گردد؟ از تغییر حجم محلول صرف نظر کنید. ( $\text{pK}_a = ۴/۷۵$  استیک اسید،  $\text{H}=۱$ ،  $\text{C}=۱۲$ ،  $\text{O}=۱۶$ ،  $\text{Na}=۲۳$ )

- (۱) ۲/۶۰ (۲) ۰/۹۶ (۳) ۰/۷۰ (۴) ۱/۹۰

۲۷- از بمباران نوترونی  $^{235}_{92}\text{U}$  و تبدیل آن به  $^{141}_{56}\text{Ba}$  و  $^{92}_{36}\text{Kr}$  در حدود  $۲ \times 10^{10}$  کیلوژول بر مول انرژی آزاد می شود. این انرژی معادل گرمای سوختن چند تن گاز بوتان در فشار ثابت است؟ (گرمای حاصل از سوختن یک مول گاز بوتان در شرایط سوال را برابر با ۲۹۰۰ کیلوژول در نظر بگیرید.  $\text{H}=۱$ ،  $\text{C}=۱۲$ )

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۴۰۰

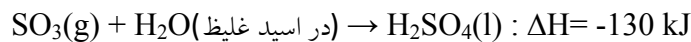
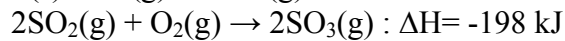
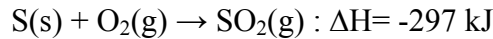
۲۸- اگر ۱۷/۹۴ ژول گرما برای گرم کردن ۱۰ گرم آلایزی از طلا و مس از دمای ۲۵ به ۳۵ درجه سلسیوس در فشار ثابت لازم باشد، درصد جرمی طلا در این آلیاژ چقدر است؟ (گرمای ویژه طلا و مس در فشار ثابت به ترتیب برابر با  $۰/۱۲۸ \text{ Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$  و  $۰/۳۸۵ \text{ Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$  می باشد. گرمای ویژه طلا و مس در آلیاژ را نیز برابر با مقادیر فوق در نظر بگیرید.)

- (۱) ۷۰ (۲) ۷۵ (۳) ۸۰ (۴) ۶۵

۲۹- متانول جایگزین مناسبی برای بنزین به عنوان سوخت اتومبیل به حساب می آید. نسبت گرمای سوختن استاندارد یگ گرم متانول مایع به گرمای سوختن استاندارد یک گرم اکتان مایع،  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ ، با در نظر گرفتن معلومات داده شده کدام است؟ (اکتان یکی از هیدروکربن های غالب در بنزین است.  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ،  $\text{CO}_2(\text{g})$ ،  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ ،  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$  در شرایط استاندارد به ترتیب برابر با ۲۳۸-، ۲۵۰-، ۳۹۳-، ۲۸۶- کیلوژول بر مول است.  $\text{C}=۱۲$ ،  $\text{O}=۱۶$ ،  $\text{H}=۱$ )

- (۱) ۰/۵۵۵۵ (۲) ۰/۴۹۱۱ (۳) ۰/۴۷۳۷ (۴) ۰/۵۲۵۲

۳۰- در یک کارخانه تولید سولفوریک اسید، روزانه ۴۹۰ تن  $H_2SO_4(l)$  تولید می شود. با در نظر گرفتن مراحل تولید سولفوریک اسید که در پایین داده شده است، چه مقدار گرما در دما و فشار ثابت در ازای تهیه ۴۹۰ تن اسید از S،  $O_2$  و  $H_2O$  بر حسب کیلوژول آزاد می شود؟ ( $H=1$ ،  $O=16$ ،  $S=32$ )



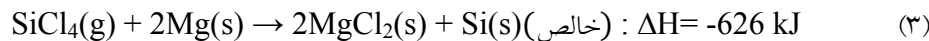
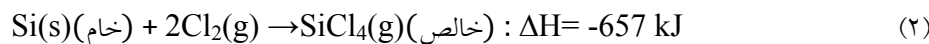
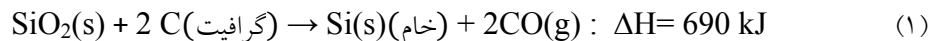
$$1/11 \times 10^{10} \text{ (۴)}$$

$$3/55 \times 10^9 \text{ (۳)}$$

$$2/63 \times 10^9 \text{ (۲)}$$

$$3/12 \times 10^9 \text{ (۱)}$$

۳۱- سیلیسیم، Si، در صنایع نیمه هادی ها دارای نقش کلیدی است. سیلیسیم خالص از راه انجام واکنش های زیر تهیه می شود:



با در نظر گرفتن هر سه واکنش فوق، مقادیر  $\Delta H$  کلی برای رسیدن به ۱ مول سیلیسیم خالص و  $\Delta H_f$  مولی  $SiO_2(s)$  در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ( $\Delta H_f$  مولی  $MgCl_2(s)$  و  $CO(g)$  را به ترتیب برابر با ۶۴۱- و ۱۱۱- کیلوژول بر مول در نظر بگیرید)

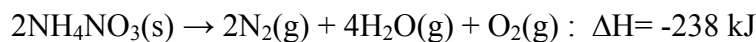
$$-۹۱۱ \text{ ، } -۶۹۰ \text{ (۲)}$$

$$-۹۱۱ \text{ ، } -۵۹۳ \text{ (۱)}$$

$$-۹۰۰ \text{ ، } -۶۹۰ \text{ (۴)}$$

$$-۹۰۰ \text{ ، } -۵۹۳ \text{ (۳)}$$

۳۲- آمونیوم نیترات در دمای بالا به صورت زیر تجزیه می شود:



علاوه بر آن، از مخلوط پودر آلومینیم و آمونیوم نیترات در جنگ جهانی دوم به عنوان بمب آتش زا استفاده شده است :



$\Delta H$  این واکنش بر حسب کیلوژول کدام است؟ ( $\Delta H_f$  آلومینیم اکسید در شرایط داده شده را برابر با  $-۱۶۸۰ \text{ kJmol}^{-1}$  در نظر بگیرید)

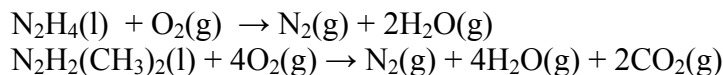
$$-۲۰۳۷ \text{ (۴)}$$

$$-۱۴۴۲ \text{ (۳)}$$

$$-۱۹۱۸ \text{ (۲)}$$

$$-۱۳۲۳ \text{ (۱)}$$

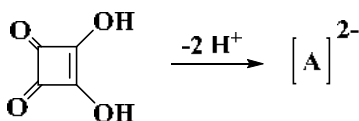
۳۳- هیدرازین  $N_2H_4(l)$  و دی متیل هیدرازین  $N_2H_2(CH_3)_2(l)$  به عنوان سوخت در پرتاب سفینه های فضایی استفاده می شوند. واکنش سوختن آن ها به صورت زیر است:



اگر از تفاوت میان آنتالپی مولی تشکیل هیدرازین و دی متیل هیدرازین صرف نظر شود، واکنش سوختن ۱ مول دی متیل هیدرازین در شرایط داده شده و فشار ثابت چند کیلوژول بر مول گرماده تر از واکنش سوختن ۱ مول هیدرازین است؟ آنتالپی مولی تشکیل  $H_2O(g)$  و  $CO_2(g)$  در این شرایط به ترتیب برابر با  $-393$  و  $-242$  کیلوژول بر مول است.

۱) ۱۷۵۴ (۲) ۶۳۵ (۳) ۸۷۷ (۴) ۱۲۷۰

۳۴- کدام گزینه در مورد گونه A درست است؟



- ۱) طول همه پیوندهای کربن-کربن یکسان است.
- ۲) فقط دو پیوند کربن-کربن طول های یکسانی دارند.
- ۳) فقط سه پیوند کربن-کربن طول های یکسانی دارند.
- ۴) هر چهار پیوند کربن-کربن طول های متفاوتی دارند.

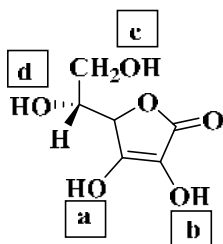
۳۵- ترتیب قدرت بازی متیل آمین، دی متیل آمین و تری متیل آمین در محلول آبی به صورت زیر است:



با توجه به آن ، اسید مزدوج کدام یک ضعیف تر آبپوشی می شود؟

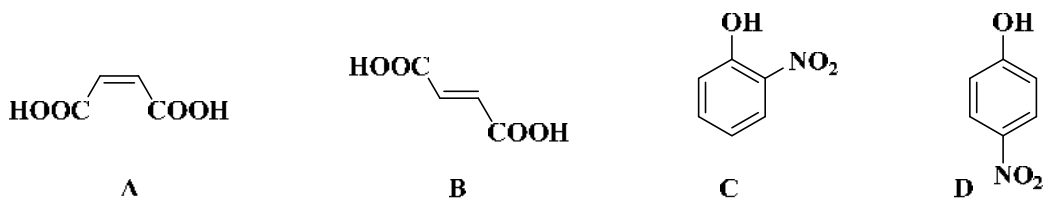
۱)  $(CH_3)_2NH$  (۲)  $(CH_3)_3N$  (۳)  $CH_3NH_2$  (۴) به طور یکسان آبپوشی می شوند.

۳۶- ویتامین C گروه عاملی اسیدی ( $COOH$ ) ندارد ولی به آن آسکوربیک اسید گفته می شود. کدام گروه OH در آن  $pK_a$  کوچکتری دارد؟



۱) c (۲) b (۳) a (۴) d

۳۷- کدام گزینه مقایسه حلالیت ترکیبات زیر در آب را درست نشان می دهد؟



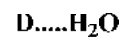
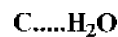
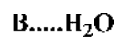
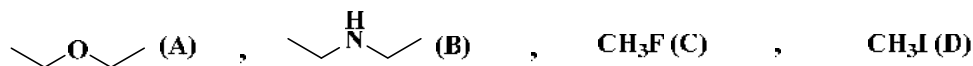
$$A > B, C > D \quad (۲)$$

$$A > B, D > C \quad (۱)$$

$$B > A, C > D \quad (۴)$$

$$B > A, D > C \quad (۳)$$

۳۸- اگر نقطه چین نمایش تشکیل پیوند هیدروژنی باشد، چه تعداد از حالت های نمایش داده شده درست است؟



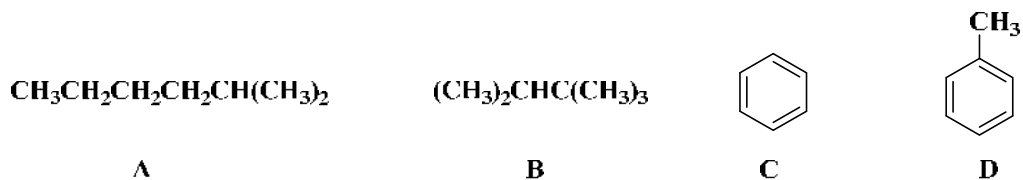
۳ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۲ (۱)

۳۹- کدام گزینه مقایسه نقطه ذوب ترکیبات را درست نشان می دهد؟



$$B > A, D > C \quad (۲)$$

$$B > A, C > D \quad (۱)$$

$$A > B, D > C \quad (۴)$$

$$A > B, C > D \quad (۳)$$

۴۰- نام ترکیبی با فرمول بسته  $C_{13}H_{28}$  بر روی برجسب ظرف آن پاک شده است و فقط " ۳،۲،۰...-دی متیل نونان "

قابل تشخیص است. چند ساختار برای این ترکیب محتمل است؟

۵ (۴)

۳ (۳)

۴ (۲)

۶ (۱)



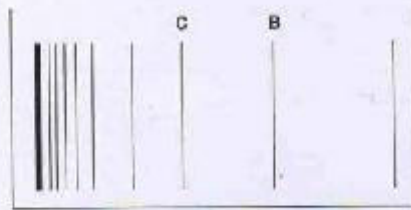


این قسمت محل صورتبندی است و نسبتاً در آن چیزی نوشته شود

علامت آشنایی با این

سوال ۱ به پرسش های زیر پاسخ دهید:

۴. شکل زیر بخشی از طیف نشری یک یون تکه الکترونی را در فاز گاز نشان می دهد.



طول موج

همه این خطوط مربوط به جهش الکترونی از حالت های برانگیخته به  $n=3$  می باشند. اگر خط طیفی B در  $\lambda = 142.5 \text{ nm}$  مشاهده شود. با توجه به داده های سوال طول موج (A) مربوط به خط طیفی C را بدست آورید. (۲ نمره)

تلفات - A،  $n_1 < n_2$   
$$\frac{1}{\lambda} = A \left( \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2} \right)$$

راه حل: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر درست باشد)

$$\left. \begin{aligned} B: & 5 \rightarrow 3 \\ C: & 6 \rightarrow 3 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{1}{142.5} = A \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = A \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) = \frac{16A}{225} \rightarrow A = \frac{225}{142.5 \times 16}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{225}{142.5 \times 16} \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{36} \right) = \frac{3 \times 225}{142.5 \times 16 \times 36} \Rightarrow 121.6$$

توجه: به دلیل روش کال نیسی در علامت فرمول داده شده، خواننده سوال با علامت مثبت فرمول، حل شود. نمره کامل منظور نیست. این مورد در بخش (۲-۴) نیز در نظر گرفته می شود.

$$\lambda = 121.6 \text{ nm}$$

این قسمت محل صورتبندی است و نسبتاً در آن چیزی نوشته شود



این قسمت محل ثبت نام است و نباید در آن چیزی نوشته شود

مطالعات دانش پژوهان

۳۳) آبا برای یون تک‌الکترونی بخش قبل (۱-آ)، وجود یک لایه الکترون با انرژی برابر  $1.60 \times 10^{-18}$  ژول مجاز است؟ (معادله انرژی دو ذره داده شده است و در آن:  $h = 6.626 \times 10^{-34}$  J.s،  $c = 3 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup> و مقدار ثابت در بخش (۱-آ) بر حسب  $m^2$  است). (نمره: ۱/۵۰) در صورت درست بودن راه حل و جواب آخر نمره تعلق می‌گیرد.

$$E = -hc \frac{A}{n^2}$$

X مجاز نیست

مجاز است

راه حل:

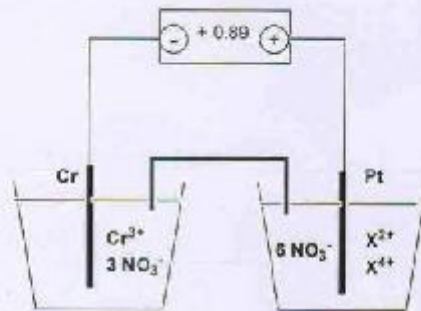
$$E = - (-1.60 \times 10^{-18}) = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 225}{n^2 \times 14.2.5 \times 16 \times 10^{-9}}$$

$$n^2 = 12.26 \rightarrow \underline{n = 3.5}$$

۳۴) در بین عنصرهای جدول تناوبی، کدام عنصر بیشترین انرژی مؤثرین پوسته را دارد؟ (نمره: ۱)

Be

توجه به جدول الکترونیسمایی زیر توجه کنید:



این قسمت محل ثبت نام است و نباید در آن چیزی نوشته شود



مؤسسه آموزش عالی گیلان

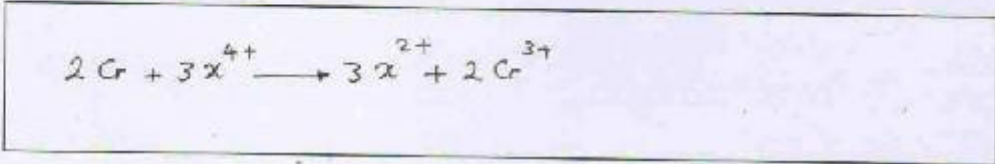
این قسمت محل درج نام و نام خانوادگی در آن چیزی نوشته شود

ب) اگر پتانسیل کاهش استاندارد الکترولیت کروم برابر ۰.۷۴- ولت باشد پتانسیل کاهش الکترولیت دیگر را محاسبه کنید. (۱۵ نمره)

$$E_{all}^{\circ} = E_c^{\circ} - E_a \rightarrow 0.89 = E_c^{\circ} + 0.74$$

$$\rightarrow \boxed{E_c^{\circ} = 0.15}$$

ب) واکنش کلی سلول را نوشته و موازنه کنید. (۱ نمره)



ب) اگر به محلول پای آند، مقداری آب اضافه شود، نیروی محرکه سلول چه تغییری می کند؟ (۱ نمره)

کمتر می شود  بیشتر می شود  تغییر نمی کند

ب) آیا برای نگهداری محلول  $X^{2+}$  ظرفی از جنس کروم مناسب است؟ (۱ نمره)

بله  خیر  اطلاعات داده شده کافی نیست

ب) اگر پس از گذشتن مدتی از شروع واکنش، از جرم قطب منفی یک گرم کاسته شود، تغییر جرم نیمه قطب مثبت را مشخص کنید. ( $Cr = 52$ )  
 (Pt = ۱۹۵ ، X = ۱۲۰) (۱۵ نمره)

مقدار تغییر جرم بر حسب گرم  تغییر جرم ندارد  اطلاعات داده شده کافی نیست

راه حل:

این قسمت محل درج نام و نام خانوادگی در آن چیزی نوشته شود



این قسمت محل درج نام و نام خانوادگی شما در آن چیزی نوشته شود.

مدرسه دانش‌پژوهان گیلان

پ) در بین گونه های زیر قوی ترین اکسند و قوی ترین کاهنده را مشخص کنید. (۱/۵ نمره)



پتانسیل کاهش استاندارد (ولت)

$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	-۰٫۲۵
$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	-۱٫۳۶
$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	+۰٫۳۴
$Pt^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pt$	+۱٫۲۰
$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH$	-۰٫۸۳
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$	+۱٫۲۳

این قسمت محل درج نام و نام خانوادگی شما در آن چیزی نوشته شود.

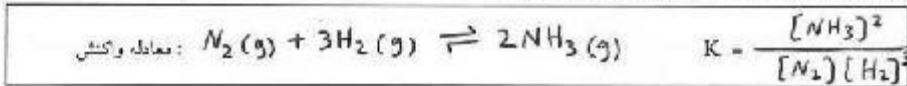


این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت دانش

سوال ۳- آمونیاک، یک محصول صنعتی بسیار مهم است. (۱-آ) معادله شیمیایی موازنه شده تهیه آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن را بدون به کار بردن ضرایب گسری و همچنین عبارت ثابت تعادل آن را بنویسید. (۱ نمره)



۱-آ) کدام شرایط زیر برای تهیه آمونیاک مناسب تر است؟ (فقط یکی را ضربدر پر کنید) (۱ نمره)

دمای مناسب بالا، فشار بالا، کاتالیزگر مناسب  ، دمای بسیار بالا، فشار متوسط، کاتالیزگر موثر

فقط دما و فشار بسیار بالا

۳-آ) دو مول  $NH_3(g)$  را در یک ظرف با حجم ۱/۵ لیتر و دمای مناسب  $T$  قرار می دهیم تا تعادل زیر برقرار شود:



هرگاه مجموع مول های گاز های شرکت کننده در تعادل برابر با ۲/۸۰ باشد، آن گاه تعداد مول های  $N_2$  در تعادل چقدر است؟ (۱ نمره)

تعداد مول های  $N_2$  در تعادل

۱-آ) مقدار ثابت تعادل واکنش بالا برحسب  $mol L^{-1}$  چقدر است؟ (۱ نمره)

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = 1.92 \quad mol L^{-1}$$

۵-آ) هرگاه یک مول از هر یک از گازهای  $N_2$ ،  $H_2$  و  $NH_3$  را در ظرف خالی و با حجم و دمای داده شده در بخش (۱-۳) وارد کنیم، آیا مخلوط حاصل به حالت تعادل خواهد بود؟ (۱ نمره)

بله  ، خیر  ، زیرا  $Q=K$   ،  $Q < K$   ،  $Q > K$

۱-آ) با فرض آنکه ثابت تعادل واکنش گرماده داده شده در بخش (۱-۳) در دمای  $17^\circ C$  برابر با  $0.50 mol L^{-1}$  باشد، مقایسه دمای تعادل داده شده در بخش (۱-۳) در مقیاس سلسیوس با دمای  $17^\circ C$  کدام است؟ در مربع زیر علامت بزرگتر، کوچکتر یا مساوی بگذارید.

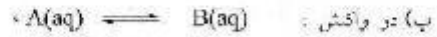
دمای تعادل داده شده در بخش (۱-۳)   $17^\circ C$  (۱ نمره)

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

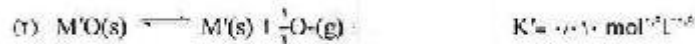
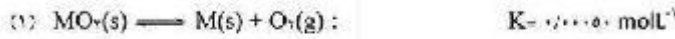
معاونت دانش



اگر  $k_f = 0.140 \text{ s}^{-1}$  (رفت) و  $k_r = 0.10 \text{ s}^{-1}$  (برگشت) و  $[A] = 0.720 \text{ mol L}^{-1}$  (تعادلی) باشد مقدار (تعادلی)  $[B]$  کدام است؟ (۱ نمره)

$[B] = 0.80 \text{ mol L}^{-1}$

پ) برای دو اکسید فرضی  $MO_2$  و  $M'O$ ، واکنش های زیر و مقادیر ثابت تعادل آن ها را در دمای  $1000 \text{ K}$  در نظر بگیرید:



اکنون در یک آزمایش  $0.10$  مول از هر یک از گونه های  $M(s)$ ،  $MO_2(s)$ ،  $M'(s)$  و  $M'O(s)$  و  $0.00050$  مول از  $O_2(g)$  را در یک ظرف یک لیتری بدون هوا و دارای جلا کامل در دمای  $1000 \text{ K}$  قرار می دهیم. با توجه به آن، پ-۱) در لحظه آغاز آزمایش کدام مورد درست است؟ فقط یکی را ضربدر بزنید (۱ نمره)

تعداد های (۱) و (۲) به طوری همزمان برقرارند  فقط تعادل (۱) برقرار است

فقط تعادل (۲) برقرار است  هیچ یک از دو تعادل برقرار نیست

پ-۲) پس از گذشتن زمانی طولانی از شروع واکنش چه گونه(ها)یی در ظرف باقی خواهند ماند؟ (فقط فرمول، و یا علامت اختصاری گونه (ها)ی باقیمانده نوشته شود) (۲ نمره)

$MO_2, M, O_2, M'O$

پ-۳) فشار نهایی اکسیژن دو طرف پس از برقراری تعادل نهایی بر حسب اتمسفر کدام است؟ (فشار گاز کامل با غلظت یک مول بر لیتر در دمای  $1000 \text{ K}$  را برابر با  $1 \text{ atm}$  در نظر بگیرید) (۲ نمره)

فشار نهایی  $O_2 = 0.041 \text{ atm}$

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

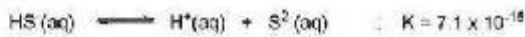
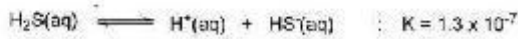


این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



ساوانت دانش

سوال ۳-۱) تعادل های زیر را در نظر بگیرید:



در یک محلول میر شده نسبت به  $\text{H}_2\text{S}$ ، که غلظت  $\text{H}_2\text{S}(aq)$  در آن  $0,100$  مولار است و  $\text{pH}$  محلول نیز در  $7,00$  تنظیم شده است، محالیت جدید  $\text{ZnS}$  (غلظت یون  $\text{Zn}^{2+}$  در حال تعادل) را به دست آورید.

(۲ نمره)  $\text{pH} = 7,00$  در  $[\text{Zn}^{2+}] = 1,73 \times 10^{-16} \text{ mol L}^{-1}$

راه حل: (۲ نمره، در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد.)

$$\frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = (1,3 \times 10^{-7}) \times (7,1 \times 10^{-15}) = 9,23 \times 10^{-22}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7}, [\text{H}_2\text{S}] = 0,1 \rightarrow [\text{S}^{2-}] = 9,23 \times 10^{-9}$$

$$1,6 \times 10^{-24} = [\text{Zn}^{2+}] \times (9,23 \times 10^{-9}) \Rightarrow [\text{Zn}^{2+}] = 1,73 \times 10^{-16} \text{ mol L}^{-1}$$

ب) در شرایط یکسان یا بخش (۱)، که غلظت  $\text{H}_2\text{S}(aq)$  در  $0,100$  مولار ثابت باشد، اگر بخواهیم محالیت جدید  $\text{ZnS}$  نسبت به بخش (۱)  $1000$  برابر شود،  $\text{pH}$  محلول در چه عددی باید تثبیت شود؟

(۲ نمره)  $\text{pH} = 5,50$

راه حل: (۲ نمره، در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد.)

$$[\text{Zn}^{2+}] = 1,73 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow [\text{S}^{2-}] = 9,23 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 1,00 \times 10^{-11} \leftarrow [\text{H}_2\text{S}] = 0,100$$

↪  $\text{pH} = 5,50$

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

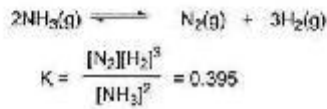


این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت دانش

په ثابت تعادل واکنشی زیر در دمای ۳۵۰°C برابر با ۰.۳۹۵ است.



اگر ۱.۶۰۰ مول  $\text{NH}_3$  در یک ظرف در بسته ۵.۰۰ لیتری قرار گیرد و دما تا ۳۵۰°C افزایش یابد، غلظت های تعادلی  $\text{N}_2$ ،  $\text{H}_2$  و  $\text{NH}_3$  را به دست آورید.

$[\text{NH}_3] = 0.100$ (نمره ۱)	mol.L <sup>-1</sup>
$[\text{N}_2] = 0.110$ (نمره ۲)	mol.L <sup>-1</sup>
$[\text{H}_2] = 0.330$ (نمره ۳)	mol.L <sup>-1</sup>

راه حل: (نمره ۳) در صورتی نمره دارد که جوابی آخر صحیح باشد.

$$[\text{NH}_3]_{\text{اولیه}} = \frac{1.600}{5.00} = 0.320$$

$$2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2 \Rightarrow K = 0.395 = \frac{x(3x)^3}{(0.32-2x)^2} = \frac{27x^4}{(0.32-2x)^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{0.395} = \frac{3\sqrt{3}x^2}{(0.32-2x)} \quad (\text{فقط علامت مثبت قابل قبول است.})$$

$$\frac{0.62849 \times 0.32}{3\sqrt{3}} - \frac{0.62849 \times 2x}{3\sqrt{3}} = x^2$$

$$x^2 + 0.241906x - 0.038705 = 0, \quad x = \frac{1}{2} \left[ -0.241906 \pm \sqrt{0.2133385} \right]$$

$$[\text{N}_2] = 0.110 \quad \leftarrow \boxed{x = 0.110} \quad \leftarrow x = \frac{1}{2} [0.21998]$$

$$[\text{H}_2] = 0.330$$

$$[\text{NH}_3] = 0.100$$

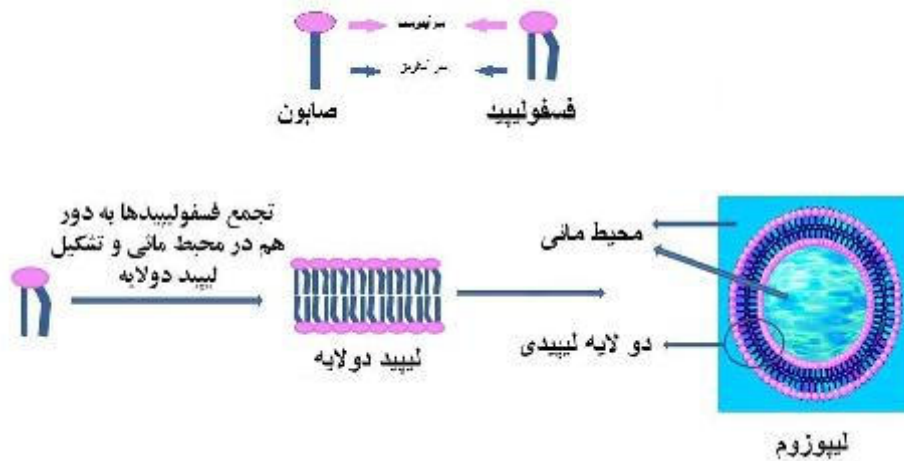
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



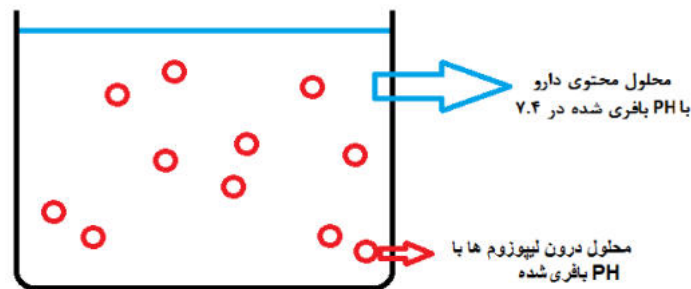
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

**سوال ۴-** فسفولیپیدها ترکیباتی هستند که مانند شوینده ها یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارند ولذا مشابه آن‌ها می‌توانند ساختارهایی نظیر میسل‌ها درست کنند. لیپوزوم‌ها ساختارهایی شبیه میسل‌ها هستند با این تفاوت که از کنار هم قرار گرفتن ۲ لایه فسفولیپید درست می‌شوند و یک محیط آبی درونی که می‌تواند خواص کاملاً متفاوتی با محیط آبی بیرونی داشته باشد درون آن‌ها ایجاد می‌شود.



لیپوزوم‌ها امروزه کاربرد بسیار گسترده‌ای در ساخت داروهای مختلف پیدا کرده‌اند و از آن‌ها برای رساندن و اثر کردن دارو به یک بافت خاص استفاده می‌شود. به این منظور ابتدا باید دارو را وارد لیپوزوم کرد. در شکل زیر، دارو از محلول بافری شده با عبور از دو لایه لیپیدی وارد لیپوزوم می‌شود.



در این سوال، داروی مورد نظر یک آمین با فرمول  $\text{RNH}_2$  بوده و  $\text{pK}_a$  برای اسید مزدوج آن برابر با ۹/۳ است. فرض کنید که فقط گونه بدون بار این دارو می‌تواند از دو لایه لیپوزوم عبور کند. اگر محلول محتوی داروی اولیه دارای  $\text{pH}$  بافری برابر با ۷/۴ بوده و حجم آن ۱۰۰۰ برابر حجم محلول درون لیپوزوم‌ها باشد،  $\text{pH}$  بافری محلول درون لیپوزوم‌ها باید چقدر باشد تا ۵۰ درصد کل داروی موجود در ظرف وارد لیپوزوم‌ها شود؟ (در صفحه بعد پاسخ دهید)



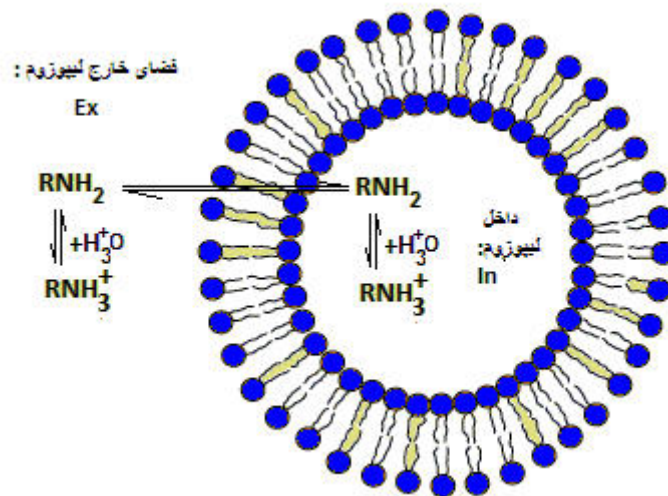
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

pH = ۴/۴ (۸ نمره)

راه حل: (۴ نمره ، در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد.)

با توجه به این که تنها گونه های بدون بار  $RNH_2$  از غشا عبور می کند و  $RNH_3^+$  امکان عبور از غشا را ندارد، باید غلظت  $RNH_2$  در دو طرف غشا برابر باشد (۲ نمره). لذا تعادل ها به شرح زیر است.

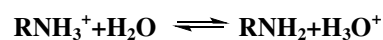


۵۰٪ کل دارو وارد لیپوزوم ها شده است لذا :

$$C_{in}^{tot} = 1000 C_{ex}^{tot}$$

$$1000 \cdot ([RNH_2] + [RNH_3^{+ex}]) = ([RNH_2] + [RNH_3^{+in}]) *$$

تعادل برای دارو و اسید مزدوج آن در محیط داخلی و خارجی به شرح زیر است:



$$K_a = \frac{[RNH_2][H_3O^+]}{[RNH_3^+]}$$

با جاگذاری در تعادل داخل لیپوزوم داریم: انمره

$$10^{-9.3} = \frac{[RNH_2]10^{pH}}{[RNH_3^{+in}]}$$

$$** [RNH_3^{+in}] = [RNH_2] \cdot 10^{9.3-pH}$$

با جاگذاری در معادله خارج لیپوزوم داریم: انمره

$$10^{-9.3} = \frac{[RNH_2]10^{-7.4}}{[RNH_3^{+ex}]}$$

این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

$$*** [RNH_3^{+ex}] = [RNH_2] \cdot 10^{1.9}$$

با قرار دادن معادلات \*\*\* و \*\*\* در معادله \* خواهیم داشت:

$$[RNH_2] + [RNH_2] \cdot 10^{9.3-pH} = 1000([RNH_2] + [RNH_2] \cdot 10^{1.9})$$

با ساده کردن  $[RNH_2]$  و حل این معادله خواهیم داشت:  $pH = 4/4$

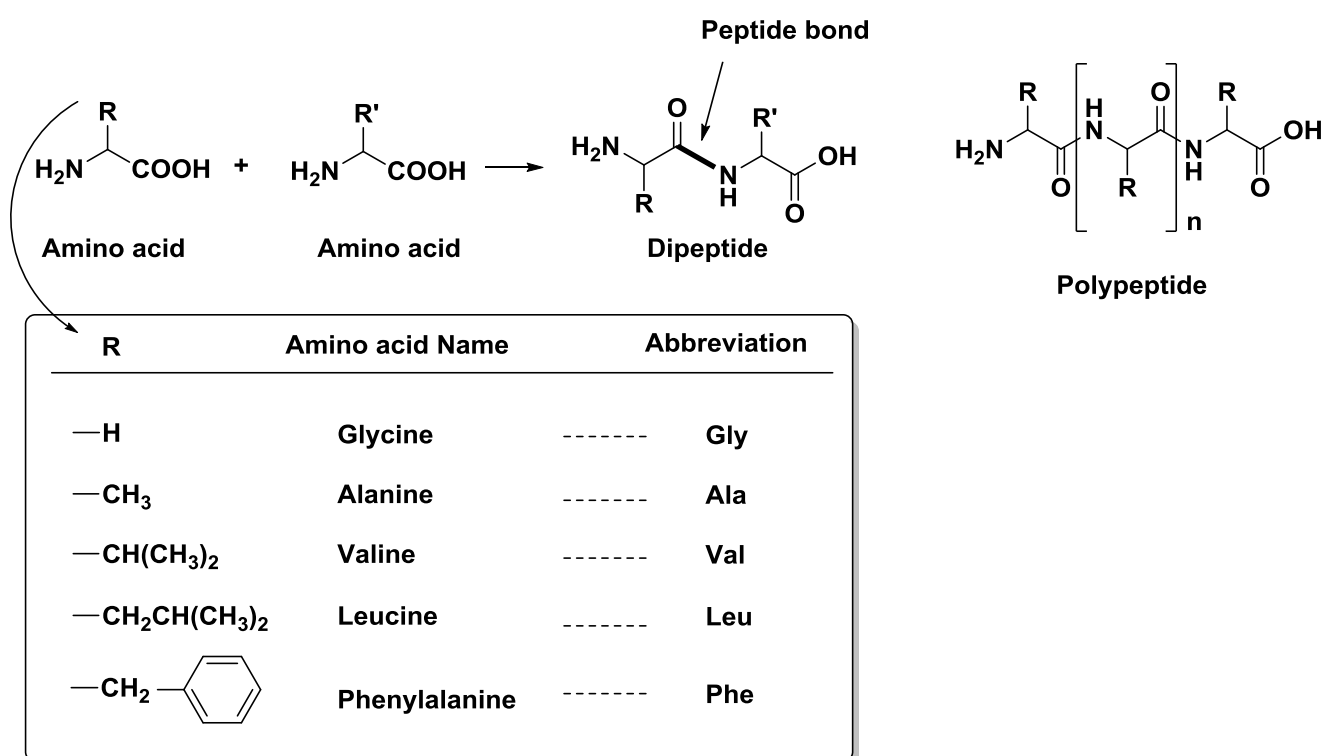


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

**سوال ۵-** آمینواسیدها ترکیباتی هستند که در ساختار آن ها هم گروه عاملی اسیدی (COOH) و هم گروه عاملی آمینی (NH<sub>2</sub>) وجود دارد.

از کنار هم قرار گرفتن دو یا سه مولکول آمینواسید و تشکیل پیوند پپتیدی بین آن ها یک دی پپتید یا تری پپتید تشکیل می شود و از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی از آمینو اسیدها از طریق تشکیل پیوند های پپتیدی یک پلی پپتید تشکیل می شود. پلی پپتیدهایی که خواص بیولوژیک از خود نشان می دهند پروتئین نامیده می شوند. در شکل زیر نام و علامت های اختصاری (Abbreviation) پنج نوع آمینو اسید مختلف نشان داده شده است.



خواص یک پروتئین به ویژگی های ساختاری آن بستگی دارد. یکی از ویژگی های ساختاری پروتئین ها ترتیب قرار گرفتن آمینو اسیدها در ساختار آن ها است. به عنوان مثال برای یک تری پپتید که در ساختار آن سه آمینو اسید متفاوت وجود دارد از نظر ترتیب قرار گرفتن آمینو اسیدها شش ساختار مختلف می توان در نظر گرفت.

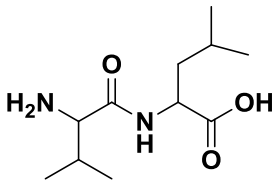
یکی از راه های تعیین ترتیب قرار گرفتن آمینواسیدها در ساختار پروتئین ها ، شکستن پروتئین به اجزای کوچکتر (دی پپتید ، تری پپتید و ...) و شناسایی این اجزای کوچکتر است. سپس با کنار هم قرار دادن این اجزای کوچکتر می توان به ترتیب قرار گرفتن آمینو اسیدها در پروتئین پی برد. شکستن مولکول پروتئین را می توان به کمک واکنش با آب (هیدرولیز) در محیط اسیدی انجام داد. در این واکنش پیوند های پپتیدی از موقعیت های مختلف شکسته می شوند و امکان تشکیل انواعی از دی پپتید ، تری پپتید و ... وجود دارد.



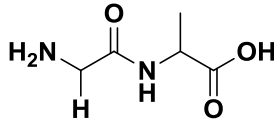
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

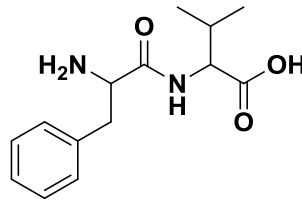
آ) پپتید A از کنار هم قرار گرفتن ۵ آمینو اسید مختلف Ala ، Gly ، Val ، Phe و Leu تشکیل شده و از هر آمینو اسید فقط یک واحد در ساختار آن وجود دارد. از هیدرولیز این پپتید ، دی پپتیدهای : Val-Leu ، Gly-Ala ، Phe-Val ، Leu-Gly تشکیل می شوند. ساختار این دی پپتیدها در زیر داده شده است:



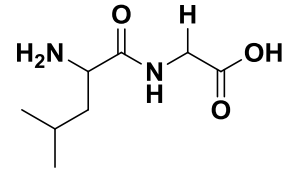
Val-Leu



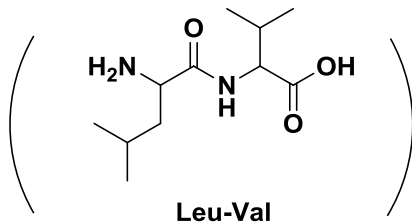
Gly-Ala



Phe-Val



Leu-Gly



Leu-Val

(به نحوه نامگذاری دی پپتیدهای فوق دقت کنید. به عنوان مثال Val-Leu و Leu-Val دی پپتیدهای متفاوتی هستند. در نمایش زنجیرهای پپتیدی، گروه COOH را در سمت راست زنجیر و گروه NH<sub>2</sub> را در سمت چپ زنجیر نمایش می دهند. بنابراین در Val-Leu گروه COOH متعلق به Leu و گروه NH<sub>2</sub> متعلق به Val است. این نحوه نمایش را در پاسخ های خود در کلیه قسمت های این سوال در نظر بگیرید )

با استفاده از ساختارهای دی پپتیدهای حاصل از هیدرولیز ، ساختار پپتید A را داخل کادر رسم کنید. ( برای نمایش آمینو اسیدها از علامت های اختصاری و برای نمایش پیوند های پپتیدی از خط تیره، مشابه الگوی زیر، استفاده کنید. عدم رعایت الگوی داده شده موجب حذف کامل نمره می شود) (۲ نمره)

Leu-Ala-Phe-Gly-Val

الگوی رسم ساختار (مثال) :

Phe-Val-Leu-Gly-Ala



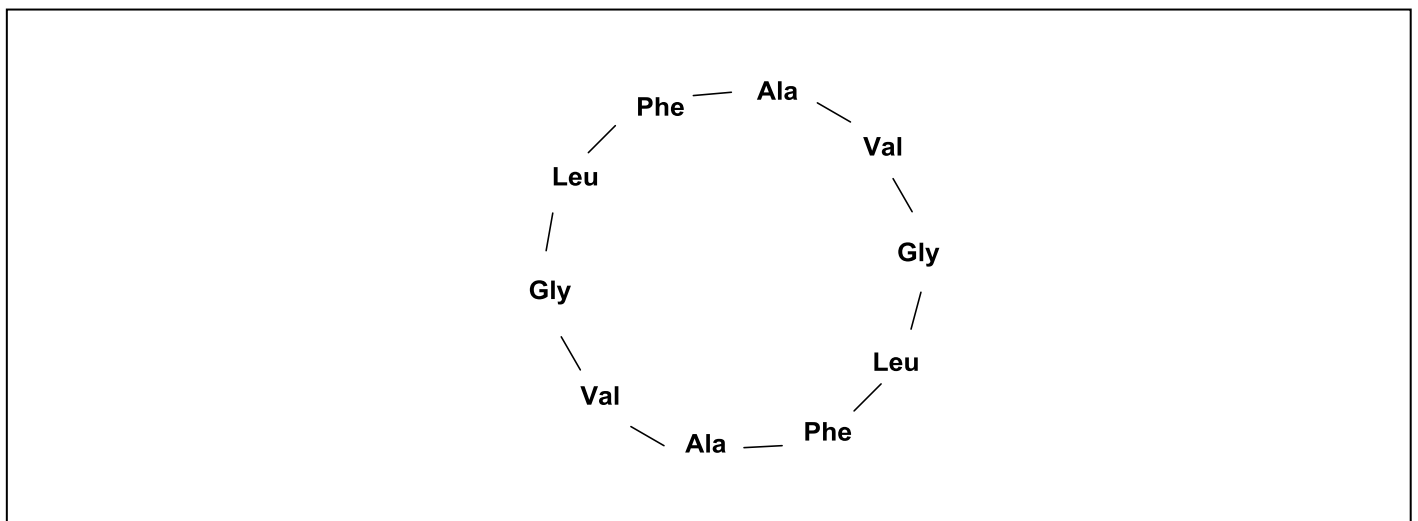
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

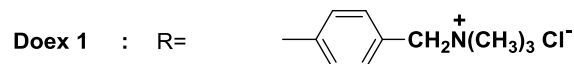
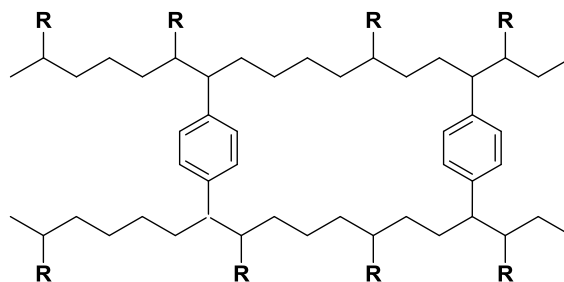
ب) در ساختار پپتید B تعداد ۱۰ آمینو اسید از ۵ نوع مختلف (از هر یک دو تا) وجود دارد. در ساختار این پپتید گروه های عاملی  $\text{COOH}$  و  $\text{NH}_2$  وجود ندارد. از هیدرولیز این پپتید دی و تری پپتیدهای زیر به دست می آیند:

Phe-Ala , Leu-Phe , Gly-Leu , Val-Gly , Ala-Val-Gly , Phe-Ala-Val , Val-Gly-Leu

ساختار پپتید B را رسم کنید. برای رسم ساختار پپتید از الگوی داده شده (مثال) در بخش الف کمک بگیرید. ( برای نمایش آمینو اسیدها از علامت های اختصاری و برای نمایش پیوند های پپتیدی از خط تیره استفاده کنید. عدم رعایت الگوی داده شده موجب حذف کامل نمره می شود) (۳ نمره)



پ) یکی از راه های جدا سازی آمینواسیدها استفاده از رزین های تبادل یون و جذب آن ها در سطح رزین است. Doex 50 یک رزین تبادل کاتیون است. با استفاده از این رزین می توان برخی از یون ها را با یون های  $\text{Na}^+$  تعویض و آن ها را در سطح رزین جذب کرد. از طرف دیگر Doex 1 یک رزین تبادل آنیون است :



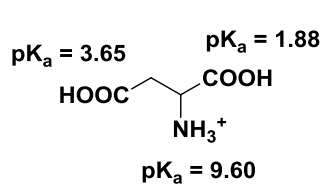


معاونت

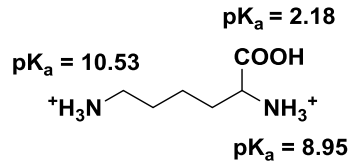
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

ساختار های Alanine ، Lysine و Aspartic acid در pH کاملاً اسیدی به صورت زیر است. مقادیر  $pK_a$  مربوط به گروه های عاملی در شکل

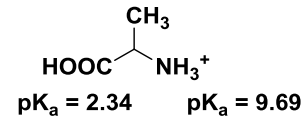
داده شده است:



Aspartic acid



Lysine



Alanine

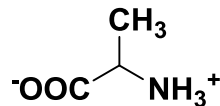
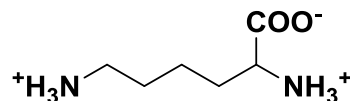
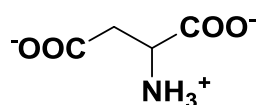
پ-۱) در محیط بافری در  $pH = 7$  ، کدام یک از آمینواسیدهای زیر در سطح Doex 50 بهتر جذب می شود؟ (۲ نمره ، ۱ نمره منفی دارد)

Alanine Lysine Aspartic acid 

پ-۲) در محیط بافری در  $pH = 7$  ، کدام یک از آمینواسیدهای زیر در سطح Doex 1 بهتر جذب می شود؟ (۲ نمره ، ۱ نمره منفی دارد)

Alanine Lysine Aspartic acid 

پ-۳) ساختارهای Alanine ، Lysine و Aspartic acid را در  $pH = 7$  با در نظر گرفتن بار ، نظیر شکل های داده شده با لا، رسم کنید. (۳ نمره)

(ساختار Alanine در  $pH = 7$ )(ساختار Lysine در  $pH = 7$ )(ساختار Aspartic acid در  $pH = 7$ )

این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



باشگاه دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

## دفترچه سوالات بیست و چهارمین دوره المپیاد شیمی

چند گزینه ای

تاریخ: ۱۳۹۳/۲/۱۰

تعداد سوالات

۴۰

کد دفترچه

۱

شماره صندلی

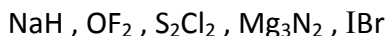
### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است

۱. کد دفترچه شنا یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۳. یک برگ پاسخ نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۴. برگه پاسخنامه را دستنگاه تصحیح می کند، پس آن را تا نکبید و تیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر بررسی را با مداد مشکی نیم در محل درجوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کلاً سیاه کنید.
۵. پاسخ درست به هر سوال چند گزینه ای ۷.۵ نمره مثبت و پاسخ نادرست به آن ۲.۵ نمره منفی دارد. به این ترتیب ارزش آزمون چند گزینه ای  $40 \times 7.5 = 300$  نمره می باشد.
۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر مجاز نمی باشد.
۷. همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
۸. آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دهم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.
۹. داوطلبانی می توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند. در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.

کد دفترچه سوالات : ۱

۱- در ترکیبات زیر ، کدام عناصر اعداد اکسایش یکسان ندارند؟



Cl, I (۴)

O, Mg (۳)

H, F (۲)

Na, S (۱)

۲- A, B, C, D, E پنج عنصر با اعداد اتمی متوالی از عنصرهای گروه های اصلی جدول تناوبی هستند که E بزرگترین عدد اتمی را دارد. اگر کلرید عنصر D با فرمول  $\text{DCl}_3$  یک مولکول قطبی باشد، کدام عبارت همواره درست است؟

(۱) D می تواند کلریدی به فرمول  $\text{DCl}_5$  تشکیل دهد

(۲) همه عناصر فوق متعلق به یک دوره از جدول تناوبی هستند

(۳) هیدرید E با فرمول  $\text{H}_2\text{E}$  نقطه جوش بالایی دارد(۴) A و B ترکیبی به فرمول  $\text{A}_3\text{B}_2$  تشکیل می دهند

۳- به جدول زیر که مربوط به واکنش فرضی  $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$  می باشد، توجه کنید. ثابت سرعت این واکنش کدام است؟

شماره آزمایش	[A]	[B]	سرعت اولیه مصرف A ( $\text{Ms}^{-1}$ )
۱	۰/۲	۰/۱	$1/44 \times 10^{-4}$
۲	۰/۲	۰/۲	$2/88 \times 10^{-4}$
۳	۰/۶	۰/۲	$25/92 \times 10^{-4}$

(۴)  $7/2 \times 10^{-3}$ (۳)  $2/4 \times 10^{-3}$ (۲)  $3/6 \times 10^{-2}$ (۱)  $1/2 \times 10^{-2}$ ۴- کدام مقایسه نادرست است؟

(۱) قدرت بازی یون ها : پروپوکسید &lt; ۳-کلروپروپانوات &lt; ۲-کلروپروپانوات

(۲)  $\text{pK}_a$  : هیپوکلرو اسید < هیپرومواسید < هیدروبرومیک اسید(۳) دومین انرژی یونش :  $_{11}\text{Na} > _{13}\text{Al} > _{12}\text{Mg}$ (۴) pH آب خالص :  $\text{H}_2\text{O} (t=90^\circ\text{C}) < \text{H}_2\text{O} (t=25^\circ\text{C}) < \text{H}_2\text{O} (t=2^\circ\text{C})$ 

۵- کدام عبارت درست است؟

(۱) ولتاژ سلول Mg-Ni با افزایش نسبت غلظت  $\text{Mg}^{2+}$  به  $\text{Ni}^{2+}$  افزایش می یابد

(۲) در برقکافت آب، حجم گاز آزاد شده در قطب منفی دو برابر حجم گاز آزاد شده در قطب مثبت است

(۳) emf سلول الکتروشیمیایی Zn-H<sub>2</sub> از Al-H<sub>2</sub> بیشتر است(۴) دیواره متخلخل در سلول گالوانی Cu-Ag، از رفتن یون های  $\text{Ag}^+$  به سمت قطب منفی جلوگیری می کند

کد دفترچه سوالات : ۱

۶- نیم واکنش کاتدی در فرایندهای مربوط به کدام گزینه به صورت  $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$  نوشته می شود؟

- a. سوختن نوارمنیزیم      b. سلول های سوختی      c. تهیه Al به روش هال      d. زنگ زدن آهن
- (۱) b, d      (۲) a, b      (۳) c, d      (۴) a, d

۷- در برقکافت کدام الکترولیت (ها) در شرایط یکسان، تنها در آند، فراورده گازی تولید می شود؟

- a. محلول غلیظ NaCl      b. محلول رقیق NaCl      c. محلول آبی  $CuI_2$
- d. محلول آبی  $AgNO_3$       e. محلول آلومین در کریولیت مذاب
- (۱) a, b, d      (۲) a, c, e      (۳) e, d      (۴) b, c

۸- از کدام واکنش می توان برای تهیه  $F_2$  استفاده کرد؟

- (۱) برقکافت محلول غلیظ :  $NaF + H_2O \rightarrow$
- (۲)  $KMnO_4 + KF + H_2SO_4 \rightarrow$
- (۳) برقکافت :  $KF + HF \rightarrow$
- (۴)  $MnO_2 + HF \rightarrow$

۹-  $\Delta H^\circ$  واکنش  $N_2O_4(g) + 3CO(g) \rightarrow N_2O(g) + 3CO_2(g)$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده بر حسب کیلوژول در شرایط یکسان کدام است؟

$$\Delta H_f^\circ(CO) - \Delta H_f^\circ(CO_2) = 282/98 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(N_2O) - \Delta H_f^\circ(N_2O_4) = 71/3 \text{ kJmol}^{-1}$$

- (۱) -۷۷۷/۶۴      (۲) +۳۵۴/۲۵      (۳) -۲۱۱/۶۸      (۴) -۹۲۰/۲۴

۱۰-  $\Delta H_f^\circ$  برحسب کیلوژول بر مول برای  $CO_2(g)$ ،  $CO(g)$  و  $H_2O(g)$  به ترتیب برابر با  $-۳۹۳/۵۱$ ،  $-۱۱۰/۵۳$  و  $-۲۴۱/۸۱$  می باشد. برای تامین گرمای واکنش گرماگیر  $C(s) + H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + CO(g)$  باید چند گرم کربن،  $C(s)$ ، در شرایط یکسان و در فشار ثابت در اکسیژن بسوزد و  $CO_2(g)$  تولید نماید؟ (از اتلاف هر گونه گرما صرف نظر شود) ( $C = ۱۲$ ،  $O = ۱۶$ ،  $H = ۱$ )

- (۱) ۴      (۲) ۳      (۳) ۲      (۴) ۱

کد دفترچه سوالات : ۱

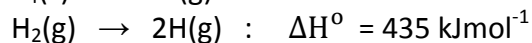
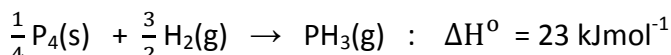
۱۱- از سوختن کامل ۱ مول مخلوط گازی دارای متان و بوتان در اکسیژن در دما و فشار ثابت،  $1386/75$  کیلوژول گرما آزاد می شود. با توجه به آن ، چند گرم آب از این واکنش سوختن حاصل می شود؟ آنتالپی سوختن متان و بوتان در شرایط مشابه به ترتیب برابر  $890$  - و  $2877$  - کیلوژول بر مول است. ( کسری از ۱ مول مخلوط فوق از متان و بقیه از بوتان می باشد)

(۱) ۴۵ (۲) ۶۳ (۳)  $76/5$  (۴)  $49/5$

۱۲- تعادل  $AB(s) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$  از قرار دادن ۱ مول  $AB(s)$  در یک ظرف به حجم ثابت  $2/0$  لیتر در دمای مناسب حاصل شده است. اگر ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش برابر با  $0.090 \text{ mol}^2\text{L}^{-2}$  باشد، چند مول  $AB(s)$  در تعادل باقی مانده است؟

(۱)  $0.48$  (۲)  $0.70$  (۳)  $0.74$  (۴)  $0.40$

۱۳- میانگین آنتالپی پیوند P-H در  $PH_3(g)$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

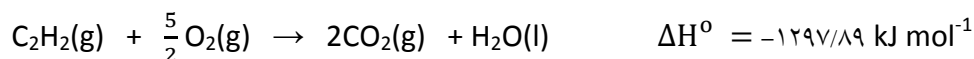


(۱) ۱۰۰۹ (۲) ۳۲۱ (۳) ۳۳۶ (۴) ۹۶۳

۱۴- وقتی ۱۰۰ گرم نقره با دمای  $40/0^{\circ}C$  را در ۶۰ گرم آب با دمای  $10/0^{\circ}C$  قرار دهیم ، دمای تعادل برابر با  $12/6^{\circ}C$  می شود. ظرفیت گرمای ویژه نقره بر حسب  $J g^{-1}^{\circ}C^{-1}$  کدام است ؟ ( از اتلاف هر گونه گرما صرف نظر می شود . ظرفیت گرمای ویژه آب برابر با  $4/18 J g^{-1}^{\circ}C^{-1}$  است).

(۱)  $0.569$  (۲)  $0.119$  (۳)  $0.088$  (۴)  $0.238$

۱۵-  $\Delta H^{\circ}$  سوختن استیلن در اکسیژن و  $\Delta H_f^{\circ}$  برای  $CO_2(g)$  و  $H_2O(l)$  بر حسب کیلوژول بر مول ، در شرایط یکسان به ترتیب برابر با  $1297/89$  - ،  $393/51$  - و  $285/49$  - است.  $\Delta H_f^{\circ}$  استیلن در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



(۱)  $+225/38$  (۲)  $+618/89$  (۳)  $-225/38$  (۴)  $-618/89$

۱۶- واکنش گازی  $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$  در ظرفی در حال انجام است. اگر در زمان ۳۰ ثانیه  $16/8$  لیتر نیتروژن تولید شود و سرعت واکنش بر حسب مصرف هیدروژن یک مول بر لیتر بر دقیقه باشد، حجم ظرف چقدر است؟

(۱)  $1/5$  لیتر (۲) ۲۵ میلی لیتر (۳) ۳ لیتر (۴) ۵۰ میلی لیتر

کد دفترچه سوالات : ۱

۱۷- محلول یک مولار اسید ضعیف HA با  $pK_a = 6$  را صد برابر رقیق می کنیم. pH آن چگونه تغییر می کند؟

- (۱) یک واحد زیاد می شود  
 (۲) دو واحد کم می شود  
 (۳) دو واحد زیاد می شود  
 (۴) یک واحد کم می شود

۱۸- کدام ترکیب تنها نقش اکسنده دارد؟

- (۱)  $Cl_2O_3$  (۲)  $NO_2$  (۳)  $SO_3$  (۴)  $CO$

۱۹- در سلول الکتروشیمیایی (Cu-Mg) در ازای خورده شدن چند درصد از آند،  $1/28$  گرم بر وزن کاتد افزوده می شود؟ (وزن اولیه آند ۴۸ گرم است)

- (۱) ۴۸٪ (۲) ۱٪ (۳) ۲٪ (۴) ۸/۴٪

۲۰- انرژی نخستین یونش شش عنصر با عددهای اتمی متوالی در جدول تناوبی که با حروف A تا F مشخص شده اند به قرار زیر است:

A	B	C	D	E	F
۱۸۷	۲۴۰	۲۳۸	۲۹۷	۳۶۲	۹۹ kcal/mol

کدام یک از فرمول های زیر نشان دهنده یک مولکول کووالانسی با گشتاور دو قطبی صفر است؟

- (۱)  $CF_2$  (۲)  $BD_3$  (۳)  $AD_4$  (۴)  $EC_2$

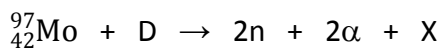
۲۱- کدام یون ها نمی توانند با هم در محلول وجود داشته باشند؟

- (۱)  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$  (۲)  $Cr^{2+}$ ,  $MnO_4^-$  (۳)  $Fe^{3+}$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$  (۴)  $Na^+$ ,  $Fe^{3+}$

۲۲- مخلوطی از A و B را تا دمای معینی گرم می کنیم. اگر غلظت اولیه A، ۳ برابر غلظت اولیه B باشد و غلظت تعادلی C، ۱۰ درصد غلظت اولیه B باشد ثابت تعادل این واکنش کدام است؟  $(A + B \rightleftharpoons 2C)$

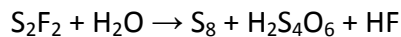
- (۱) ۰/۰۰۰۰۱ (۲) ۰/۰۰۳۵ (۳) ۰/۰۰۰۷ (۴) ۰/۰۰۰۰۱

۲۳- در واکنش هسته ای زیر عنصر مجهول X کدام است؟ (Mo مولیبدن، D دوتریم و n نوترون است)



- (۱)  ${}_{39}^{89}\text{Y}$  (۲)  ${}_{39}^{93}\text{Y}$  (۳)  ${}_{41}^{89}\text{Nb}$  (۴)  ${}_{41}^{93}\text{Nb}$

۲۴- پس از موازنه، مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش زیر کدام است؟



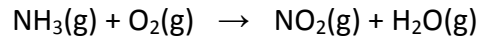
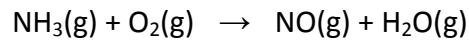
- (۱) ۲۸ (۲) ۷۵ (۳) ۲۶ (۴) ۹۱

کد دفترچه سوالات : ۱

۲۵- چگالی مخلوطی از گازهای He و N<sub>2</sub> در شرایط STP، ۰/۴۲۳ گرم بر لیتر است. درصد جرمی He در این مخلوط چقدر است؟ (N=۱۴، He=۴)

- (۱) ۴۵/۲ (۲) ۳۲/۶ (۳) ۱۹/۱ (۴) ۷۷/۲

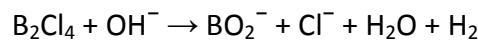
۲۶- واکنش NH<sub>3</sub>(g) با O<sub>2</sub>(g) به دو صورت زیر می تواند انجام شود (واکنش ها موازنه نیستند):



در یک آزمایش، ۶/۸۰ گرم NH<sub>3</sub> با ۵۰/۰ گرم O<sub>2</sub> در یک ظرف در بسته واکنش می دهد و پس از کامل شدن واکنش، ۲۹/۲ گرم O<sub>2</sub> باقی می ماند. چند درصد از جرم کل گازهای موجود در ظرف مربوط به گاز NO است؟ (O=۱۶، N=۱۴، H=۱).

- (۱) ۶/۵ (۲) ۱۵/۷ (۳) ۱۷/۹ (۴) ۵/۳

۲۷- پس از موازنه، نسبت ضریب استوکیومتری OH<sup>-</sup> به B<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> در واکنش زیر کدام است؟



- (۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

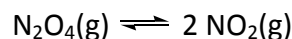
۲۸- اگر ۴۰/۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با pH برابر با ۲/۵۰، با ۳۰/۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۰/۰۰۱۰ مولار و ۲۰/۰ میلی لیتر محلول KOH ۰/۰۱۰ مولار مخلوط شود، pH محلول حاصل چقدر می شود؟

- (۱) ۱۰/۰۵ (۲) ۱۰/۶۸ (۳) ۱۰/۱۸ (۴) ۱۰/۴۸

۲۹- pH محلول ۰/۰۲۰ مولار H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> در آب چقدر است؟ (pK<sub>a</sub> = ۲/۱۵).

- (۱) ۱/۷۵ (۲) ۱/۹۲ (۳) ۲/۰۵ (۴) ۱/۷۰

۳۰- حجم ۳۴/۵ گرم مخلوط گازهای N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> و NO<sub>2</sub> (در حال تعادل) در شرایط STP برابر با ۸/۹۶ لیتر است. ثابت تعادل واکنش زیر در دمای صفر درجه سلسیوس چقدر است؟ (O=۱۶، N=۱۴).

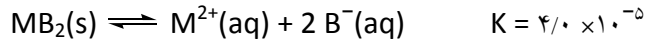
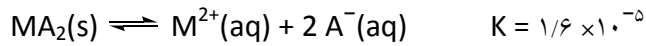


- (۱) ۸ × ۱۰<sup>-۴</sup> (۲) ۳ × ۱۰<sup>-۴</sup> (۳) ۷ × ۱۰<sup>-۳</sup> (۴) ۲ × ۱۰<sup>-۳</sup>

۳۱- اگر ۱/۷۵۰ گرم نمک Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> به ۲۲۵/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲۰۰ مولار BaCl<sub>2</sub> افزوده شود، چند گرم رسوب تشکیل می شود؟ (O=۱۶، S=۳۲، Cl=۳۵/۵، Ba=۱۳۷، Ag=۱۰۸).

- (۱) ۱/۸۵ (۲) ۲/۳۴ (۳) ۲/۹۲ (۴) ۱/۶۹

۳۲- با توجه به تعادل های زیر، اگر  $MA_2$  و  $MB_2$  جامد را به مقدار اضافی در یک ظرف حاوی آب خالص بریزیم، پس از برقراری تعادل غلظت  $M^{2+}$  در آب چند مول بر لیتر می شود؟ (مقداری  $MA_2$  و  $MB_2$  جامد در ته ظرف باقی مانده اند).



- (۱) ۰/۰۱۸ (۲) ۰/۰۳۷ (۳) ۰/۰۲۴ (۴) ۰/۰۳۰

۳۳- اگر به ۲۵۰/۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰۰ مولار  $NaCH_3COO$  (سدیم استات)، ۱۰۰/۰ میلی لیتر محلول ۰/۲۵۰ مولار  $HCl$  افزوده شود، pH محلول حاصل کدام است؟ ( $pK_a=4/76$  استیک اسید).

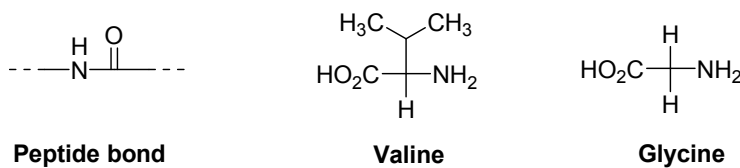
- (۱) ۳/۰۳ (۲) ۲/۸۸ (۳) ۲/۹۶ (۴) ۲/۷۹

۳۴- به طور کلی آمین هایی که در آب حل نمی شوند در محلول سولفوریک اسید رقیق حل می شوند اما آمید های نامحلول در آب در محلول سولفوریک اسید رقیق حل نمی شوند زیرا .....



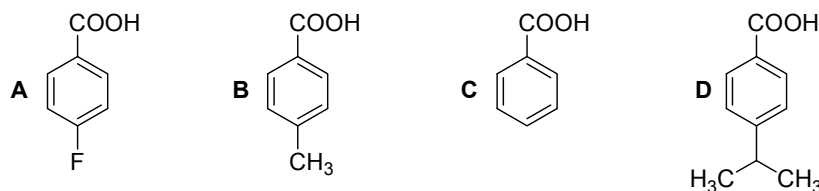
- (۱) آمیدها نسبت به آمین ها پیوندهای هیدروژنی محکم تری تشکیل می دهند  
 (۲) آمید ها بازهای قوی تری از آمین های معادل هستند  
 (۳) آمید ها بازهای ضعیف تری از آمین های معادل هستند  
 (۴) آمین ها نسبت به آمید ها پیوندهای هیدروژنی محکم تری تشکیل می دهند

۳۵- یک پنتاپتید ( $C_{10}H_{15}N_5O_5$ ) از کنار هم قرار گرفتن ۵ آمینو اسید گلی سین تشکیل شده است که از طریق ۵ پیوند پپتیدی به هم متصل شده اند. اگر یکی از ۵ آمینو اسید فوق با والین تعویض شود احتمال تشکیل چند پنتاپتید جدید وجود دارد؟ (شکل پیوند های پپتیدی در این پنتاپتید در پایین داده شده است)



- (۱) ۵ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۲

۳۶- قوی ترین اسید کدام است؟



- (۱) C (۲) B (۳) A (۴) D

کد دفترچه سوالات : ۱

۳۷- الکل A در اثر اکسایش به آلدهیدی با فرمول بسته  $C_5H_{10}O$  تبدیل می شود. چند ساختار برای A محتمل است؟

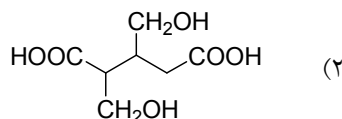
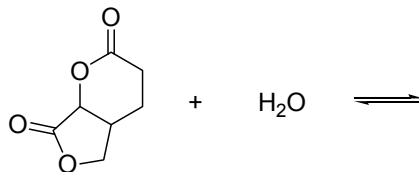
۲ (۴)

۳ (۳)

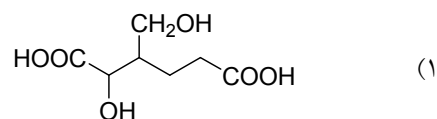
۴ (۲)

۵ (۱)

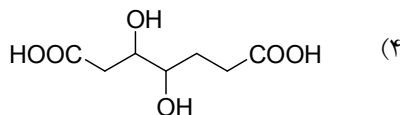
۳۸- استرها در اثر آبکافت، با آب به صورت برگشت پذیر واکنش می دهند. محصول آبکافت کامل ترکیب زیر در شرایط مناسب کدام است؟



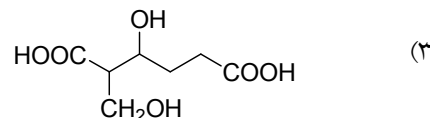
(۲)



(۱)

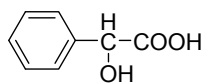


(۴)

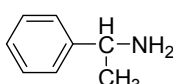


(۳)

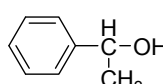
۳۹- کدام یک از واکنش های زیر در شرایط مناسب با تشکیل نمک همراه است؟



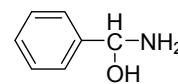
A



B



C



D

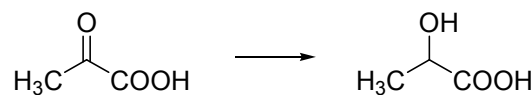
A+B (۴)

D+C (۳)

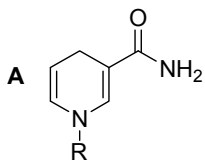
A+C (۲)

D+B (۱)

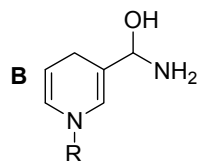
۴۰- یکی از واکنش های مهم بیوشیمیایی در زیر نشان داده شده است:



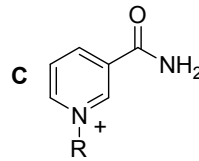
واکنش فوق با انجام یک تغییر شیمیایی در بخشی از ساختار یک آنزیم صورت می گیرد. کدام گزینه تغییر شیمیایی آنزیم را نشان می دهد؟



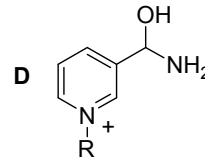
A



B



C



D

A → C (۴)

A → B (۳)

D → B (۲)

C → D (۱)

باسمه تعالی


جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان  
و دانش پوهان جوان

نام: \_\_\_\_\_  
نام خانوادگی: \_\_\_\_\_  
کد ملی: \_\_\_\_\_  
شماره سند ملی: \_\_\_\_\_  
حوزه امتحانی: \_\_\_\_\_  
استان منطقه: \_\_\_\_\_

شماره پرونده: \_\_\_\_\_  
کد دفترچه: ۱

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید

نام خانوادگی	نام



پانجاهوش رازهای بران

تمام ساول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود. صحیح غلط

۱ <input type="checkbox"/>	۲۶ <input type="checkbox"/>	۵۱ <input type="checkbox"/>	۷۶ <input type="checkbox"/>
۲ <input type="checkbox"/>	۲۷ <input type="checkbox"/>	۵۲ <input type="checkbox"/>	۷۷ <input type="checkbox"/>
۳ <input type="checkbox"/>	۲۸ <input type="checkbox"/>	۵۳ <input type="checkbox"/>	۷۸ <input type="checkbox"/>
۴ <input type="checkbox"/>	۲۹ <input type="checkbox"/>	۵۴ <input type="checkbox"/>	۷۹ <input type="checkbox"/>
۵ <input type="checkbox"/>	۳۰ <input type="checkbox"/>	۵۵ <input type="checkbox"/>	۸۰ <input type="checkbox"/>
۶ <input type="checkbox"/>	۳۱ <input type="checkbox"/>	۵۶ <input type="checkbox"/>	۸۱ <input type="checkbox"/>
۷ <input type="checkbox"/>	۳۲ <input type="checkbox"/>	۵۷ <input type="checkbox"/>	۸۲ <input type="checkbox"/>
۸ <input type="checkbox"/>	۳۳ <input type="checkbox"/>	۵۸ <input type="checkbox"/>	۸۳ <input type="checkbox"/>
۹ <input type="checkbox"/>	۳۴ <input type="checkbox"/>	۵۹ <input type="checkbox"/>	۸۴ <input type="checkbox"/>
۱۰ <input type="checkbox"/>	۳۵ <input type="checkbox"/>	۶۰ <input type="checkbox"/>	۸۵ <input type="checkbox"/>
۱۱ <input type="checkbox"/>	۳۶ <input type="checkbox"/>	۶۱ <input type="checkbox"/>	۸۶ <input type="checkbox"/>
۱۲ <input type="checkbox"/>	۳۷ <input type="checkbox"/>	۶۲ <input type="checkbox"/>	۸۷ <input type="checkbox"/>
۱۳ <input type="checkbox"/>	۳۸ <input type="checkbox"/>	۶۳ <input type="checkbox"/>	۸۸ <input type="checkbox"/>
۱۴ <input type="checkbox"/>	۳۹ <input type="checkbox"/>	۶۴ <input type="checkbox"/>	۸۹ <input type="checkbox"/>
۱۵ <input type="checkbox"/>	۴۰ <input type="checkbox"/>	۶۵ <input type="checkbox"/>	۹۰ <input type="checkbox"/>
۱۶ <input type="checkbox"/>	۴۱ <input type="checkbox"/>	۶۶ <input type="checkbox"/>	۹۱ <input type="checkbox"/>
۱۷ <input type="checkbox"/>	۴۲ <input type="checkbox"/>	۶۷ <input type="checkbox"/>	۹۲ <input type="checkbox"/>
۱۸ <input type="checkbox"/>	۴۳ <input type="checkbox"/>	۶۸ <input type="checkbox"/>	۹۳ <input type="checkbox"/>
۱۹ <input type="checkbox"/>	۴۴ <input type="checkbox"/>	۶۹ <input type="checkbox"/>	۹۴ <input type="checkbox"/>
۲۰ <input type="checkbox"/>	۴۵ <input type="checkbox"/>	۷۰ <input type="checkbox"/>	۹۵ <input type="checkbox"/>
۲۱ <input type="checkbox"/>	۴۶ <input type="checkbox"/>	۷۱ <input type="checkbox"/>	۹۶ <input type="checkbox"/>
۲۲ <input type="checkbox"/>	۴۷ <input type="checkbox"/>	۷۲ <input type="checkbox"/>	۹۷ <input type="checkbox"/>
۲۳ <input type="checkbox"/>	۴۸ <input type="checkbox"/>	۷۳ <input type="checkbox"/>	۹۸ <input type="checkbox"/>
۲۴ <input type="checkbox"/>	۴۹ <input type="checkbox"/>	۷۴ <input type="checkbox"/>	۹۹ <input type="checkbox"/>
۲۵ <input type="checkbox"/>	۵۰ <input type="checkbox"/>	۷۵ <input type="checkbox"/>	۱۰۰ <input type="checkbox"/>

از تعبیر علامت‌های دایره‌ای چهارگوشه پاسخنامه جداً خودداری نمایید

سازگار با علاقه جوانان ۱۳۸۴-۲-۴ YSC1004



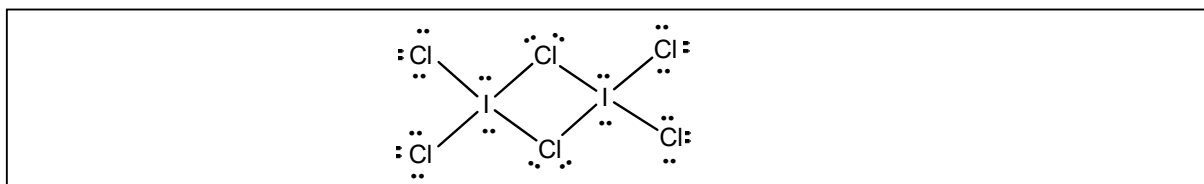
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۱-۱) آلومینیم کلرید در فاز بخار با فرمول مولکولی  $Al_2Cl_6$  وجود دارد.  $ICl_3$  نیز می تواند مانند  $AlCl_3$ ، مولکولی با فرمول  $I_2Cl_6$  تشکیل دهد.

الف) ساختار لوویس  $I_2Cl_6$  را رسم کنید. (۱ نمره)

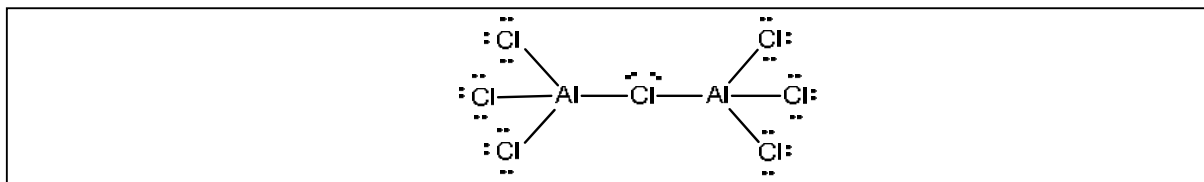
توجه: در این سوال، هرگونه اشتباهی در رسم ساختارهای لوویس موجب حذف کامل نمره می شود.



ب) کدام مولکول (ها) ساختار مسطح دارند؟ (۱/۵ نمره . پاسخ اشتباه نمره منفی دارد)



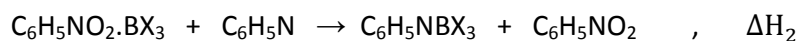
پ) آلومینیم می تواند گونه های یونی مختلفی تشکیل دهد. یکی از این گونه ها آنیون  $Al_2Cl_7^-$  است. ساختار لوویس آن را با رعایت قاعده اکتت رسم کنید. (۱ نمره)



۲-۱) بور هالیدها  $BX_3$  ( $X = F, Cl, Br$ ) می توانند با بازهایی نظیر پیریدین پیوند دهند. الکترون گاتیوی عامل مهمی در پیش بینی قدرت اسیدی لوویس اسیدها به شمار می آید. بر این اساس  $BF_3(g)$ ،  $BCl_3(g)$  و  $BBr_3(g)$  را به ترتیب افزایش قدرت اسیدی مرتب کنید. (۱ نمره)



۳-۱) بور هالیدها را در حالت مایع در نظر بگیرید. تغییرات آنتالپی هنگامی که بورهالید مایع با نیتروبنزن مخلوط می شود و همچنین هنگامی که محلول بورهالید مایع در نیتروبنزن ( $C_6H_5NO_2$ ) با پیریدین ( $C_6H_5N$ ) مخلوط می شود در جدول زیر آمده است:



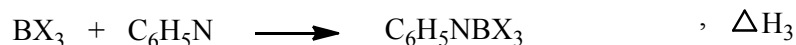
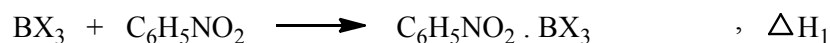
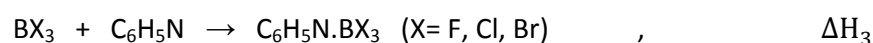


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

	BF <sub>3</sub>	BCl <sub>3</sub>	BBr <sub>3</sub>
ΔH <sub>1</sub> (kcalmol <sup>-1</sup> )	-۶/۷	-۸/۷	-۱۲/۵
ΔH <sub>2</sub> (kcalmol <sup>-1</sup> )	-۲۵/۰	-۳۰/۸	-۳۲/۰

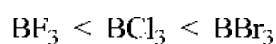
ΔH<sub>3</sub> را برای واکنش های زیر محاسبه کنید و به کمک آن بور هالیدها را به ترتیب افزایش قدرت اسیدی دوباره مرتب کنید. (۲ نمره)



$$\Delta H_3 (\text{BF}_3) = -25.0 - 6.7 = -31.7 \text{ kcalmol}^{-1}$$

$$\Delta H_3 (\text{BCl}_3) = -8.7 - 30.8 = -39.5 \text{ kcalmol}^{-1}$$

$$\Delta H_3 (\text{BBr}_3) = -12.5 - 32.0 = -44.5 \text{ kcalmol}^{-1}$$

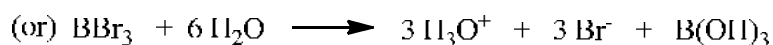
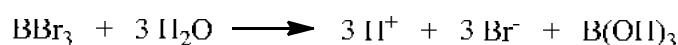
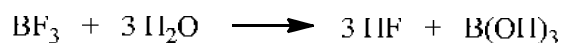


ترتیب قدرت اسیدی :

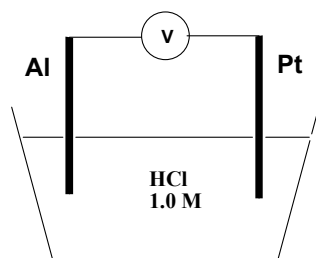


معاونت

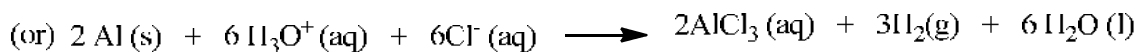
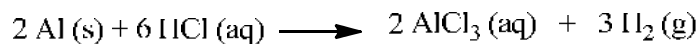
این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۴-۱) بورهالیدهای فوق با آب به شدت واکنش می دهند. معادله واکنش های  $\text{BF}_3$  و  $\text{BBr}_3$  را با آب بنویسید. (۲ نمره)

۵-۱) به سلول الکتروشیمیایی زیر توجه کنید:



$$E^\circ(\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}) = +1/20, \quad E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1/66$$

واکنش کلی سلول را بنویسید و  $E^\circ$  را محاسبه کنید. (۱/۵ نمره)

$$E^\circ(\text{cell}) = E^\circ(\text{cathode}) - E^\circ(\text{anode}) = 0 - (-1.66) = 1.66$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۲- (۱۰ نمره) یک مول از هریک از گازهای  $O_2$ ،  $SO_2$ ،  $SO_3$  را در یک ظرف به حجم ثابت  $10/0$  لیتر در دمای  $800^\circ C$  قرار می دهیم تا تعادل  
 $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  برقرار شود. اگر مجموع مول های هر سه گاز در ظرف پس از برقرار شدن تعادل برابر با  $2/75$  باشد:  
 الف) واکنش در مخلوط اولیه در کدام جهت برای رسیدن به تعادل پیشرفت نموده است؟ در خانه مورد نظر ضربدر بزنید.

در جهت تشکیل  $SO_3$  بیشتر
در جهت تشکیل  $SO_2$  بیشتر

ب) غلظت تعادلی هریک از اجزای زیر را در تعادل داده شده بر حسب مول بر لیتر تا سه رقم اعشار بنویسید.

$$[SO_3] = 0.150$$

$$[SO_2] = 0.050$$

$$[O_2] = 0.075$$

پ) مقدار ثابت تعادل در واکنش بالا را در شرایط داده شده بر حسب مول بر لیتر تا سه رقم اعشار بنویسید.

$$K = 8.333 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$$

ت) هرگاه  $5$  مول  $SO_3$ ،  $2$  مول  $SO_2$  و  $1$  مول  $O_2$  را در دمای داده شده در یک ظرف  $5$  لیتری مخلوط کنیم، مخلوط اولیه به حالت تعادل خواهد بود یا نه؟ در صورتی که مخلوط اولیه به حالت تعادل نباشد، جهت پیشرفت واکنش ذکر شود ( ثابت تعادل بالا در دمای داده شده کوچکتر از  $0/01$  مول بر لیتر است)

بیشتر پیش خواهد رفت.

 $SO_3$ 

و در جهت تشکیل

خیر

بلی

ث) هرگاه حجم در اختیار تعادل  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  در دمای ثابت  $800^\circ C$  به نصف کاهش یابد، تعادل در نتیجه آن در کدام جهت جابه جا خواهد شد؟ در خانه مورد نظر علامت بزنید.

در جهت برگشت

در جهت رفت

ج) حاصل ضرب ثابت تعادل  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  در ثابت تعادل  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  در دمای یکسان چقدر است؟  
 پاسخ = ۱

چ)  $\Delta G^0$  تعادل داده شده در (ث)، با رعایت علامت جبری، در دماهای بالاتر بزرگتر است یا در دماهای پایین تر؟

در دماهای پایین تر

در دماهای بالاتر

ح) در دما و حجم ثابت مقداری گاز آرگون با دمای نظیر دمای تعادل را به ظرف محتوی تعادل داده شده وارد می کنیم به طوری که در نتیجه آن فشار کل گازها در ظرف  $1/2$  برابر شود. آیا تعادل جا به جا خواهد شد یا نه؟

خیر

و در جهت تشکیل بیشتر

بلی



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۳- سدیم بی کربنات و سدیم کربنات در آرد نانوائی مصرف می شوند.

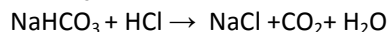
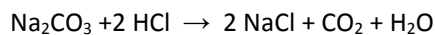
الف) برای تعیین مقدار سدیم کربنات و سدیم بی کربنات، مقدار ۱۰ گرم از نمونه آرد را در ۱۵۰ میلی لیتر آب مخلوط کرده و سپس به آن چند قطره فنول فتالین اضافه می کنیم. برای بی رنگ کردن محلول حاصل، به ۲/۰۰ میلی لیتر محلول HCl ۰/۱۰۰ مولار نیاز است. سپس به مخلوط بی رنگ حاصل چند قطره متیل نارنجی اضافه می کنیم و افزایش محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱۰۰ مولار را تا مشاهده تغییر رنگ ادامه می دهیم. اگر حجم اسید مصرفی از ابتدای آزمایش برابر ۱۰/۰۰ میلی لیتر باشد، جرم سدیم بی کربنات و سدیم کربنات را در نمونه فوق بر حسب گرم تعیین کنید. (راهنمایی: تغییر رنگ فنول فتالین در pH بالاتر از ۸ رخ می دهد که در این pH سدیم بی کربنات ختنی نمی شود. دامنه تغییر رنگ متیل نارنجی در pH حدود ۳ تا ۴ و pKa برای H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> برابر ۶/۳۰ است. Na=۲۳، H=۱، C=۱۲، O=۱۶).

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ جرم} = 2.12 \times 10^{-2} \text{ g} \quad (\text{نمره } ۲) \qquad \text{NaHCO}_3 \text{ جرم} = 5.04 \times 10^{-2} \text{ g} \quad (\text{نمره } ۲)$$

راه حل: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد: ۲ نمره)

$$0.002 \text{ L HCl} \times \frac{0.100 \text{ mol HCl}}{1.00 \text{ L HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol HCl}} = 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

$$0.010 \text{ L HCl} \times \frac{0.100 \text{ mol HCl}}{1.00 \text{ L HCl}} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol HCl (total)}$$



$$n\text{NaHCO}_3 + 2 n\text{Na}_2\text{CO}_3 = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n\text{NaHCO}_3 = 6.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$2.00 \times 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1.0 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 2.12 \times 10^{-2} \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

$$6.00 \times 10^{-4} \text{ mol NaHCO}_3 \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1.0 \text{ mol NaHCO}_3} = 5.04 \times 10^{-2} \text{ g NaHCO}_3$$



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

ب) اگر یک نمونه ۱۰ گرمی آرد حاوی ۰/۴۰ میلی مول سدیم کربنات و ۰/۴۰ میلی مول سدیم بی کربنات باشد، پس از مخلوط کردن آن با ۱۵۰ میلی لیتر آب و سپس افزایش ۱/۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱۰۰ مولار به آن، pH محلول چقدر است؟ ( $pK_a(\text{HCO}_3^-) = 10.30$ )

pH = 10.08 (۳ نمره)

راه حل: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد: ۱ نمره)

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \left[ \frac{\text{CO}_3^{2-}}{\text{HCO}_3^-} \right] = \text{p}K_a + \log \frac{n \text{CO}_3^{2-}}{n \text{HCO}_3^-} \\ n \text{CO}_3^{2-} &= 0.40 \times 10^{-3} \text{ mol} - 1.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ M} = 0.30 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n \text{HCO}_3^- &= 0.40 \times 10^{-3} \text{ mol} + 1.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ M} = 0.50 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{pH} &= 10.30 + \log (0.3 / 0.5) = 10.08 \end{aligned}$$

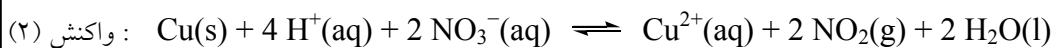
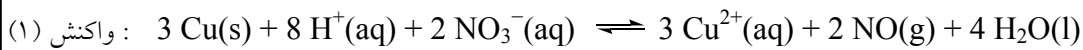
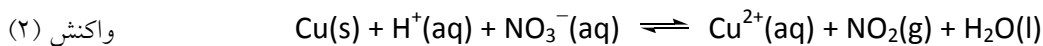
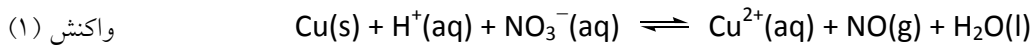
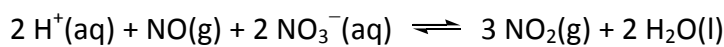


معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

۴- در اثر واکنش فلز مس با محلول نیتریک اسید در آب، مخلوطی از گازهای NO و NO<sub>2</sub> آزاد می شود. نسبت مولی NO<sub>2</sub>(g) به NO(g) به غلظت (مولاریته) نیتریک اسید بستگی دارد.

الف) واکنش های زیر را موازنه کنید (۲ نمره).

توجه: همه عبارت های ثابت تعادل در این سوال را بدون در نظر گرفتن H<sub>2</sub>O(l) بنویسید.ب) نسبت مولی NO<sub>2</sub>(g) به NO(g) به تعادل زیر بستگی دارد:

(ثابت تعادل در ۲۵ درجه سلسیوس)  $K = 9/7 \times 10^{-13}$

فرض کنید شرایط ظرف آزمایش و دما و فشار به گونه ای است که مجموع غلظت های NO<sub>2</sub>(g) و NO(g) همواره ثابت و برابر با ۰/۰۴۱۰ مولبر لیتر است. در چه غلظتی از نیتریک اسید، نسبت غلظت NO<sub>2</sub>(g) به NO(g) برابر با ۱ به ۴۷۵ می شود؟ (از تغییرات غلظت نیتریک اسید در اثر

واکنش صرف نظر کنید).

مولاریته نیتریک اسید (۳ نمره) =

2.0



معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

راه حل ب: (در صورتی نمره دارد که جواب آخر صحیح باشد: ۱ نمره)

$$\begin{aligned} [\text{NO}_2] + [\text{NO}] &= 0.0410 & \Rightarrow & \quad 476 [\text{NO}_2] = 0.0410 \\ [\text{NO}] &= 475 [\text{NO}_2] & & \quad [\text{NO}_2] = 8.613 \times 10^{-5} \\ & & & \quad [\text{NO}] = 0.04091 \quad [\text{H}^+] = [\text{NO}_3^-] \end{aligned}$$

$$9.7 \times 10^{-13} = \frac{[\text{NO}_2]^3}{[\text{NO}][\text{H}^+]^2 [\text{NO}_3^-]^2} = \frac{(8.613 \times 10^{-5})^3}{(0.04091) \times [\text{H}^+]^4}$$

$$\Rightarrow [\text{H}^+]^4 = 16.10 \quad [\text{H}^+] = 2.00$$

پ) در دمای ۲۵ درجه، ثابت تعادل واکنش (۲) دربخش (آ) برابر با  $۸/۳ \times ۱۰^{+۱۱}$  است. ثابت تعادل واکنش (۱) را در این دما محاسبه کنید.

$$\text{ثابت تعادل واکنش (۱)} = \boxed{6.1 \times 10^{59}} \quad (\text{۳ نمره})$$

راه حل پ: (۱ نمره)

$$K_1 = \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}]^2}{[\text{H}^+]^8 [\text{NO}_3^-]^2} \quad K_2 = \frac{[\text{Cu}^{2+}] [\text{NO}_2]^2}{[\text{H}^+]^4 [\text{NO}_3^-]^2}$$

$$\frac{(K_2)^3}{K_1} = \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}_2]^6 [\text{H}^+]^8 [\text{NO}_3^-]^2}{[\text{Cu}^{2+}]^3 [\text{NO}]^2 [\text{H}^+]^{12} [\text{NO}_3^-]^6} = \frac{[\text{NO}_2]^6}{[\text{NO}]^2 [\text{H}^+]^4 [\text{NO}_3^-]^4} = (K)^2$$

$$K_1 = \frac{(K_2)^3}{(K)^2} = \frac{(8.3 \times 10^{11})^3}{(9.7 \times 10^{-13})^2} = 6.1 \times 10^{59}$$

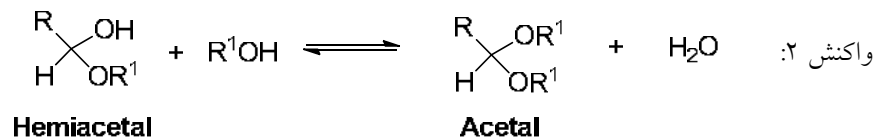
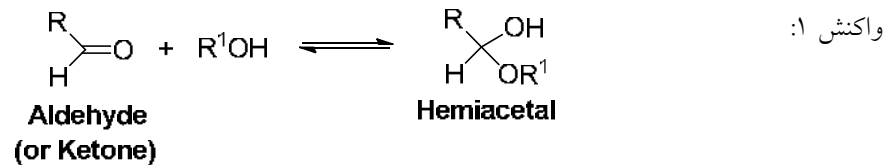
$$K_1 = 6.1 \times 10^{59}$$



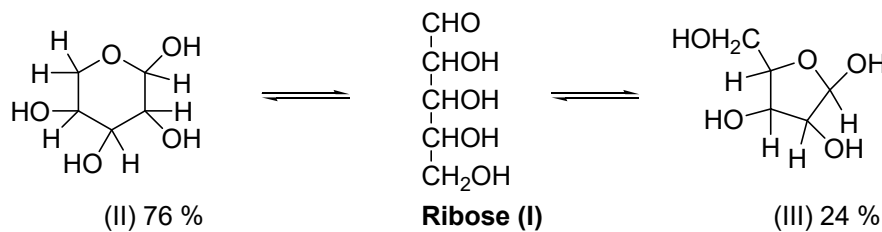
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

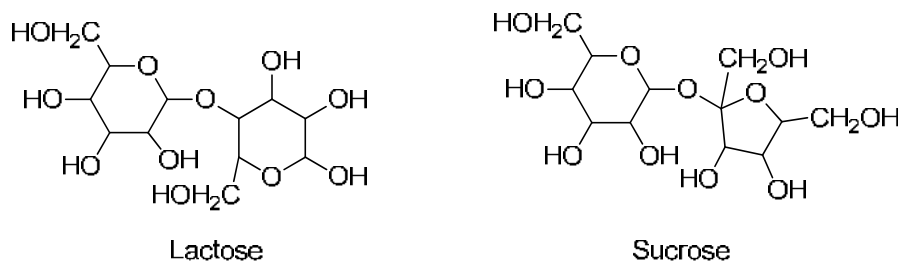
۵- از واکنش یک مول آلدهید (یا کتون) و یک مول الکل در شرایط مناسب ترکیبی به نام همی استال به دست می آید. اگر در این واکنش از دو مول الکل استفاده شود، همی استال در حضور مقدار اضافی الکل به استال تبدیل می شود که نسبت به همی استال پایدارتر است. تشکیل همی استال و استال برگشت پذیر است و در شرایط مناسب می توان استال را در حضور آب مطابق واکنش های زیر به آلدهید (یا کتون) و الکل اولیه تبدیل کرد:



قندها ( ساکاریدها) ترکیباتی هستند که در ساختار آن ها هم گروه عاملی آلدهیدی (یا کتونی) و هم گروه عاملی الکلی وجود دارد و در شرایط مناسب تشکیل همی استال می دهند. به عنوان مثال قند ریبوز به شکل های همی استالی زیر وجود دارد:



بعضی از قندها ساختارهای پیچیده تری دارند. به عنوان مثال می توان به لاکتوز و ساکارز اشاره کرد:



ریبوز مثالی از یک مونوساکارید و لاکتوز و ساکارز مثال هایی از دی ساکارید ها هستند.

در جای خالی مناسب علامت ضربدر بگذارید.

الف) در ساختار ساکارز گروه عاملی همی استالی  استالی  هردو  وجود دارند. (۱ نمره)

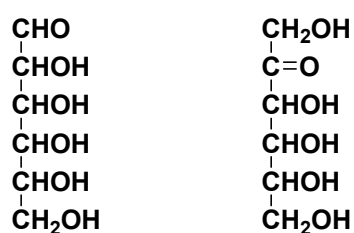
ب) در ساختار لاکتوز گروه عاملی همی استالی  استالی  هردو  وجود دارند. (۱ نمره)



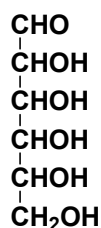
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

پ) از هیدرولیز (آبکافت) ساکارز چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریبوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)  
توجه: منظور از هیدرولیز رسیدن به آلدهید یا کتون اولیه مطابق واکنش های ۱ و ۲ است. رعایت نکردن الگوی داده شده در رسم و یا رسم ساختار اضافی در بخش های پ، ت و ث موجب کسر یا حذف کامل نمره می شود.



ت) از هیدرولیز لاکتوز چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریبوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)



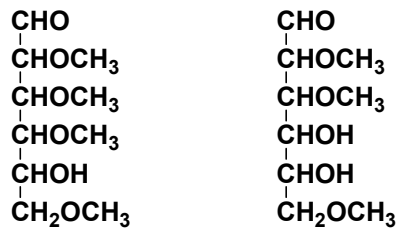
این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود



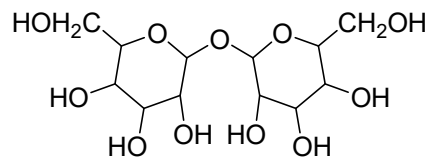
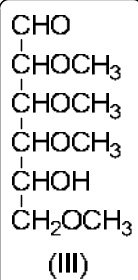
معاونت

این قسمت محل سرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

ث) اگر لاکتوز ابتدا متیل دار شود، یعنی همه گروه های OH در آن به OCH<sub>3</sub> تبدیل شوند، و سپس مطابق واکنش های ۱ و ۲ هیدرولیز شود چه مونوساکارید (هایی) به دست می آیند؟ پاسخ خود را مانند شکل زنجیری ریبوز (I) رسم کنید. (۲ نمره)

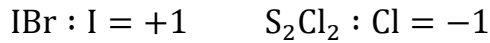


ج) ترهالوز (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) یک دی ساکارید است . برای مشخص کردن ساختار آن، اگر ابتدا هر ۸ گروه OH این دی ساکارید متیل دار شده و سپس مطابق واکنش های ۱ و ۲ هیدرولیز شود ، فقط محصول (III) به دست می آید. ساختار ترهالوز را رسم کنید. پاسخ خود را مانند شکل های داده شده برای ساکارز و لاکتوز رسم کنید. رعایت نکردن الگوی داده شده در رسم، موجب کسر یا حذف کامل نمره می شود. (۲ نمره)



این قسمت محل زیرنویس است و نباید در آن چیزی نوشته شود

## ۱- گزینه د



## ۲- گزینه ب

عنصر D می تواند به گروه ۱۵ یا ۱۷ تعلق داشته باشد. پس عناصر A تا E به یک دوره از جدول تناوبی تعلق دارند.

## ۳- گزینه الف

بر اساس معادله واکنش سرعت واکنش  $\frac{1}{3}$  سرعت مصرف A می باشد. با توجه به جدول ارائه شده سرعت واکنش از رابطه زیر بدست می آید:

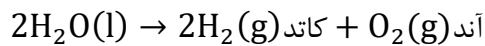
$$R = k[A]^2[B] \rightarrow \frac{1.44 \times 10^{-4}}{3} = k \times 0.2^2 \times 0.1 \rightarrow k = 0.012$$

## ۴- گزینه ب

هر چقدر مقدار  $pK_a$  افزایش یابد مقدار قدرت اسیدی کاهش می یابد. در حالیکه به دلیل الکترونگاتیوی بیشتر کلر نسبت به برم قدرت اسیدی هیپو کلرو از هیپو برم می باشد

## ۵- گزینه ب

واکنش الکترولیز آب:



همان طور که از واکنش پیداست. حجم گاز هیدروژن تولیدی در قطب منفی (کاتد) دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدی در قطب مثبت (آند) می باشد

## ۶- گزینه الف

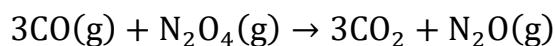
## ۷- گزینه ج

آند همان قطب مثبت و کاتد قطب منفی می باشد. در محلول غلیظ NaCl در آند گاز کلر و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول رقیق NaCl در آند گاز اکسیژن و در کاتد گاز هیدروژن تولید می شود. در محلول آبی  $CuI_2$  در کاتد مس و در آند یود تولید می شود. در محلول  $AgNO_3$  در کاتد نقره و در آند گاز اکسیژن تولید می شود. در محلول آلومین در کریولیت مذاب در کاتد آلومینیوم و در آند گاز دی اکسید کربن تولید می شود

## ۸- گزینه ج

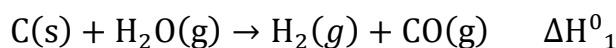
اولین بار فلوتور از الکترولیز مخلوط HF و KF بدست آمد

## ۹- گزینه الف



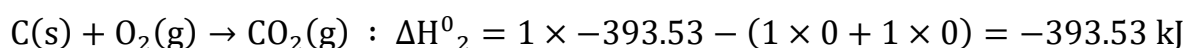
$$\begin{aligned} \rightarrow \Delta H^0 &= (\Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}) + 3 \times \Delta H_f^0(\text{CO}_2)) - (3 \times \Delta H_f^0(\text{CO}) + \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}_4)) \\ &= -3 \times 282.98 + 71.3 = -777.64 \text{ kJ} \end{aligned}$$

## ۱۰- گزینه الف



$$\Delta H^0_1 = \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها}$$

$$\rightarrow \Delta H^0_1 = (1 \times 0 + 1 \times -110.53) - (1 \times 0 + 1 \times -241.81) = 131.28 \text{ kJ}$$



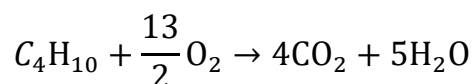
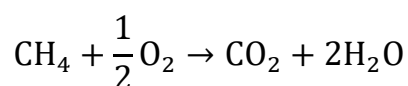
$$x \text{ g C} \times \frac{-393.53 \text{ kJ}}{12 \text{ g C}} = 131.28 \text{ kJ} \rightarrow x = 4 \text{ g C}$$

## ۱۱- گزینه د

$$x = \text{مول متان} \quad y = \text{مول بوتان} \rightarrow x + y = 1 \quad (\text{I})$$

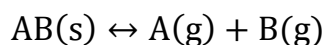
$$x \text{ mol متان} \times \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 890x \text{ kJ} \quad y \text{ mol بوتان} \times \frac{2877 \text{ kJ}}{1 \text{ mol متان}} = 2877y \text{ kJ}$$

$$\rightarrow 890 \times x + 2877 \times y = 1386.75 \quad (\text{II}) \rightarrow (\text{I}), (\text{II}): x = 0.75 \quad y = 0.25$$



$$\begin{aligned} \rightarrow \text{mol H}_2\text{O} &= 0.75 \times 2 + 5 \times 0.25 = 2.75 \rightarrow 2.75 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 49.5 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

## ۱۲- گزینه د



$$1 - x \quad x \quad x$$

$$K = [A] \times [B], [A] = [B] \rightarrow [A] = \sqrt{0.09} = 0.3 \text{ مولار}$$

$$0.3 \frac{\text{mol A}}{\text{L}} \times 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol A} \rightarrow 1 - x = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ mol AB(s)}$$

۱۳-گزینه ب

$$\begin{aligned} 23 &= \Delta H_{\text{P-P}}^0 + \Delta H_{\text{H-H}}^0 - \Delta H_{\text{P-H}}^0 = \frac{1}{4} \times 1334 + \frac{3}{2} \times 435 - 3 \times \Delta H_{\text{P-H}}^0 \rightarrow \Delta H_{\text{P-H}}^0 \\ &= 321 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

۱۴-گزینه د

$$\begin{aligned} 100 \times C_{\text{Ag}} \times (12.6 - 40) + 60 \times 4.18 \times (12.6 - 10) &= 0 \rightarrow C_{\text{Ag}} \\ &= 0.238 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

۱۵-گزینه الف

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{سوختن}}^0 &= \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده ها} \\ -1297.89 &= 2 \times -393.51 - 285.49 - (\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) + 0) \rightarrow \Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2) \\ &= +225.38 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

۱۶-گزینه ج

سرعت تولید نیتروژن بر اساس معادله واکنش نصف سرعت مصرف هیدروژن می باشد پس خواهیم داشت:

$$\overline{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \rightarrow \Delta[\text{N}_2] = 0.5 \text{ min} \times \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با در نظر گرفتن شرایط STP:

$$\rightarrow 0.25 = \frac{16.8 \text{ L N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{22.4 \text{ L N}_2}}{V} \rightarrow V = 3 \text{ L}$$

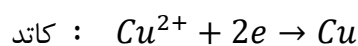
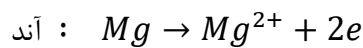
۱۷-گزینه الف

هر گاه محلولی شامل اسید ضعیف HA را به میزان  $10^n$  مرتبه رقیق نماییم. pH محلول به میزان  $\frac{n}{2}$  افزایش می یابد.

### ۱۸- گزینه ج

در گونه ای که در آن اتم مرکزی بالاترین درجه اکسایش ممکن را دارا می باشد. آن گونه تنها نقش اکسنده را خواهد داشت. عدد اکسایش گوگرد در ترکیب  $SO_3$  ماکزیمم مقدار خود یعنی +۶ می باشد.

### ۱۹- گزینه ب



$$1.28 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{24 \text{ g Mg}^{2+}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} = 0.48 \text{ g Mg}^{2+} \rightarrow \frac{0.48}{48} \times 100 = 1\%$$

### ۲۰- گزینه ج

به دلیل کاهش شدید انرژی نخستین یونش از E به F می توان نتیجه گرفت که F به گروه اول جدول تناوبی تعلق دارد. پس عناصر به ترتیب به گروه ۴ تا ۱ اصلی تعلق دارند.  $AD_4$  دارای ساختار چهاروجهی بوده در نتیجه ناقطبی می باشد.

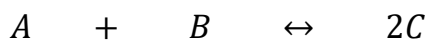
### ۲۱- گزینه ب

پرمنگنات یک اکسنده قوی می باشد و سبب کاهش یون  $Cr^{2+}$  می شود.

### ۲۲- گزینه ب

غلظت اولیه B:  $[B]_0$

بعد از برقراری تعادل:

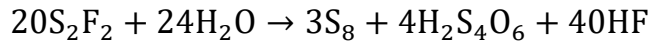


$$2x = 0.1[B]_0 \rightarrow x = 0.05[B]_0$$

$$\rightarrow K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{0.1^2[B]_0^2}{(2.95[B]_0)(0.95[B]_0)} = 0.0035$$

### ۲۳- گزینه الف

۲۴-گزینه د



۲۵-گزینه ب

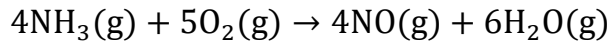
تعداد مول گاز هلیوم و نئون را به ترتیب برابر با X و Y در نظر می گیریم و فرض می کنیم ۱ لیتر از مخلوط مورد نظر داریم. خواهیم داشت:

$$1L \text{ مخلوط} \times 0.423 \frac{g}{L} \text{ مخلوط} = 0.423 g \text{ مخلوط} \rightarrow 4x + 28y = 0.423$$

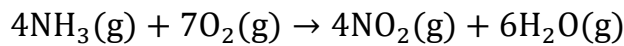
$$1 L \text{ مخلوط} \times \frac{1 \text{ mol مخلوط}}{22.4 L \text{ مخلوط}} = 0.0446 \text{ mol مخلوط} \rightarrow x + y = 0.0446$$

$$\rightarrow x = 0.0344 \quad , \quad y = 0.0101 \rightarrow \%He = \frac{0.0344 \times 4}{0.423} \times 100 = 32.5\%$$

۲۶-گزینه د



$$x \text{ mol } NH_3 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.25x \text{ mol } O_2$$

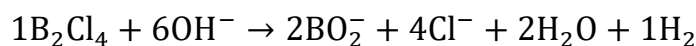


$$y \text{ mol } NH_3 \times \frac{7 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 1.75y \text{ mol } O_2$$

$$\rightarrow (x + y) \times 17 = 6.8 \quad (1.25x + 1.75y) \times 32 = 20.8 \rightarrow x = 0.1 \quad y = 0.3$$

$$\begin{aligned} \rightarrow 0.1 \text{ mol } NH_3 \times \frac{4 \text{ mol } NO}{4 \text{ mol } NH_3} &= 0.1 \text{ mol } NO \rightarrow 0.1 \times 30 = 3 \text{ g } NO \rightarrow \%NO \\ &= \frac{3}{50 + 6.8} \times 100 = 5.3\% \end{aligned}$$

۲۷-گزینه الف



۲۸-گزینه ج

$$\text{HNO}_3, \text{pH} = 2.5, V = 40 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2.5} \rightarrow \text{mol H}^+ = 10^{-2.5} \times 0.04 \\ = 1.26 \times 10^{-4}$$

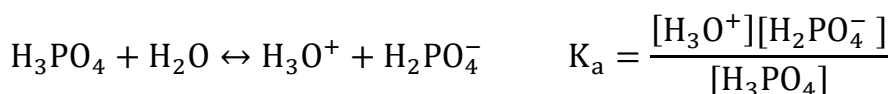
$$\text{H}_2\text{SO}_4, [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.001, V = 30 \text{ ml} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 0.001 \rightarrow \text{mol H}^+ \\ = 0.002 \times 0.03 = 6 \times 10^{-5}$$

$$\text{KOH}, [\text{KOH}] = 0.01, V = 20 \text{ ml} \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01 \rightarrow \text{mol OH}^- = 0.01 \times 0.02 \\ = 2 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{\text{mol OH}^-}{V} = \frac{2 \times 10^{-4} - (6 \times 10^{-5} + 1.26 \times 10^{-4})}{0.03 + 0.02 + 0.04} = 1.55 \times 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = -\log(1.55 \times 10^{-4}) = 3.8 \rightarrow \text{pH} = 14 - 3.8 = 10.18$$

۲۹-گزینه ج



به دلیل ضعیف بودن اسید از تفکیک بیشتر اسید صرف نظر می شود و می توان نوشت:

$$[\text{H}_3\text{PO}_4] = 0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+] \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \rightarrow 7.08 \times 10^{-3} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.02 - [\text{H}_3\text{O}^+]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0088 \rightarrow \text{pH} \\ = 2.055$$

۳۰-گزینه الف

تعداد مول  $\text{N}_2\text{O}_4$  و  $\text{NO}_2$  را به ترتیب برابر X و Y در نظر می گیریم

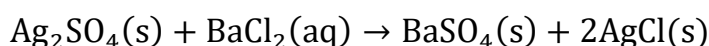
$$\text{STP: } (x + y) \times 22.4 = 8.96$$

$$92 \times x + 46 \times y = 34.5$$

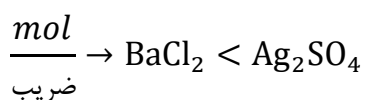
$$\rightarrow x = 0.35 \quad y = 0.05 \rightarrow [\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0.35}{8.96} = 0.04 \quad [\text{NO}_2] = \frac{0.05}{8.96} = 5.58 \times 10^{-3}$$

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 7.98 \times 10^{-4} \approx 8 \times 10^{-4}$$

۳۱-گزینه ب



از آنجاییکه:



نتیجه می گیریم که  $BaCl_2$  محدود کننده می باشد

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{233 \text{ g } BaSO_4}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.0485 \text{ g } BaSO_4$$

$$(0.225 \times 0.02) \text{ mol } BaCl_2 \times \frac{2 \text{ mol } AgCl}{1 \text{ mol } BaCl_2} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } BaSO_4} = 1.2915 \text{ g } AgCl$$

$$\text{جرم رسوب: } 1.2915 + 1.0485 = 2.34 \text{ g}$$

۳۲-گزینه د



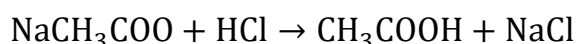
$$(1): (x + y) \times (2x)^2 = 1.6 \times 10^{-5} \quad (2): (x + y) \times (2y)^2 = 4 \times 10^{-5}$$

$$\rightarrow \frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{y^2}{x^2} = 2.5, \quad y = 1.58x$$

$$\rightarrow (2): (x + y) \times (2y)^2 = (x + 1.58x) \times (2 \times 1.58x)^2 = 4 \times 10^{-5} \rightarrow x = 0.01158, y = 0.0183$$

$$\rightarrow [M^{2+}] = x + y \approx 0.03$$

۳۳-گزینه ج



$$mmol \text{ NaCH}_3\text{COO} = 0.1 \times 250 = 25 \quad mmol \text{ HCl} = 0.25 \times 100 = 25$$

واکنش به طور کامل انجام می شود و محدود کننده نداریم.

$$25 \text{ mmol HCl} \times \frac{1 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mmol HCl}} = 25 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{25}{100 + 250} = 0.0714 \rightarrow pC_a = 1.146$$

pH اسید های ضعیف را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

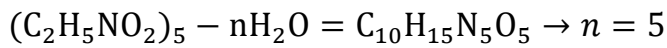
$$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pC_a) = \frac{1}{2}(4.76 + 1.146) = 2.96$$

۳۴-گزینه ج

در آمیدها گروه کربونیل مجاور نیتروژن خاصیت الکترون کشندگی دارد و از طرفی پیوند دوگانه گروه کربونیل با الکترون های منفرد نیتروژن در رزونانس می باشند. در نتیجه قدرت بازی آمیدها کمتر از آمین ها می باشد.

### ۳۵- گزینه ب

به ازای تشکیل هر پیوند پپتیدی یک مولکول آب از ساختار مولکول حذف می شود. از طرفی فرمول مولکولی گلیاسین به صورت  $C_2H_5NO_2$  می باشد. در صورتی که تعداد پیوند پپتیدی را با  $n$  نشان دهیم خواهیم داشت:



در صورتی که پنتاپپتید مورد نظر به صورتی خطی می بود باید ۴ پیوند پپتیدی می داشتیم. وجود ۵ پیوند پپتیدی بیانگر حلقوی بودن پنتاپپتید مورد نظر می باشد. در ساختار حلقوی نیز با جایگزین کردن یک آمینو اسید تنها یک ساختار خواهیم داشت.

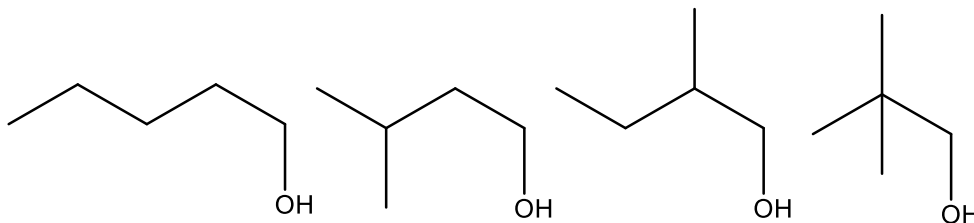
### ۳۶- گزینه ج

وجود گروه های الکترون دهنده مانند آلکیل ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را کاهش می دهد و وجود گروه های الکترون کشنده مانند هالوژن ها بر روی حلقه بنزن قدرت اسیدی را افزایش می دهد.

### ۳۷- گزینه ب

تنها الکل های نوع اول در اثر اکسایش به آلدهید تبدیل می شوند

ساختار های محتمل برای A



### ۳۸- گزینه الف

### ۳۹- گزینه د

آمین ها خاصیت بازی دارند و در واکنش با اسید های آلی تشکیل نمک می دهند

### ۴۰- گزینه د

در طی واکنش  $H^+$  از آنزیم دریافت می شود و تنها در تبدیل گزینه ۴ آنزیم  $H^+$  آزاد می کند



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادها و درخشان و دانش پژوهان جوان

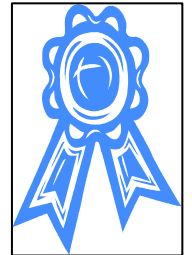


معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

## بیست و سومین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۹۲/۲/۱۱ - ساعت: ۱۴:۰۰  
مدت زمان آزمون های تستی و تشریحی جمعاً: ۲۱۰ دقیقه

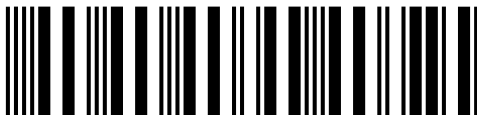


شماره پرونده: -----  
کد ملی: -----  
نام پدر: -----  
نام مدرسه: -----

استان: -----  
منطقه: -----  
حوزه: -----  
پایه تحصیلی: -----

شماره صندلی

.



### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است

- این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخنامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- با توجه به آنکه برگه های پاسخنامه به نام صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پاکنویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر ممنوع است.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.

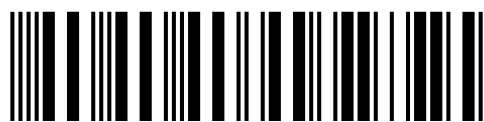




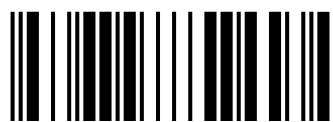
بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان

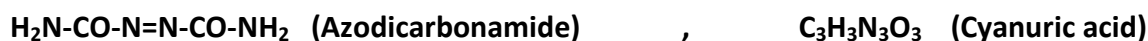


کد ملی: -----



سوال ۱ - قسمت اول

به مولکول های زیر توجه کنید:



الف) با نشان دادن تمام جفت های تنها و رعایت قاعده اکتت ، ساختار لوویس آزو دی کربن آمید را نشان دهید. ( هر گونه اشتباهی در نمایش ساختار لوویس موجب حذف کامل نمره می شود) ( ۱ امتیاز)

ب) زاویه های پیوند  $\text{NCN}$  و  $\text{NNC}$  و  $\text{HNC}$  را در مولکول آزو دی کربن آمید به ترتیب کاهش ( با استفاده از علامت بزرگتر - کوچکتر ) مرتب کنید.

( ۱/۵ امتیاز)

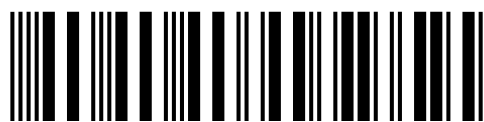
پ) با افزایش آزو دی کربن آمید به پلاستیک مذاب ، این ماده به نیتروژن ، کربن مونوکسید و گاز آمونیاک تجزیه می شود. معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید. ( ۱ امتیاز)



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



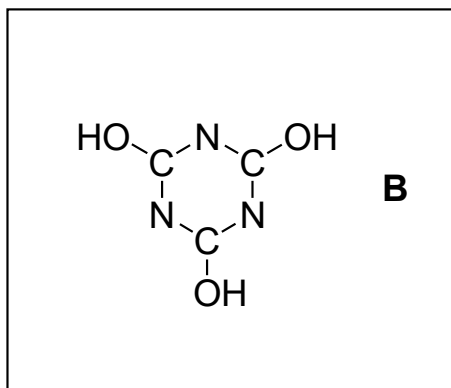
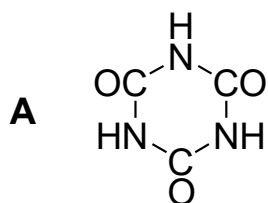
معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



ت) برای سیانوریک اسید می توان دو ساختار زیر (A و B) را رسم کرد. در ساختار B پیوند های دوگانه را کامل کنید. (۱/۵ امتیاز)



ث) با استفاده از انرژی پیوندهای داده شده مشخص کنید کدام ساختار (A یا B) پایدارتر است. (۲/۵ امتیاز)

پیوند	$\text{kJmol}^{-1}$
N-H	۳۹۱
C-O	۳۵۸
C-N	۳۰۵
C=N	۶۱۵
C=O	۷۴۵
O-H	۴۶۷

ساختار پایدارتر:

انجام محاسبه:



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



سوال ۱- قسمت دوم

فاصله مدارهای اطراف هسته اتم هیدروژن ( یا یون های هیدروژن مانند) تا هسته اتم و انرژی تنها الکترون این اتم در هریک از مدارهای هسته، طبق مدل بوهر از روابط زیر به دست می آید:

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 K m Z e^2} \qquad E_n = \frac{-2\pi^2 K^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \qquad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

اگر شعاع اتم هیدروژن برابر  $0.53 \text{ \AA}$  و انرژی تنها الکترون این اتم در حالت پایه برابر  $2.18 \times 10^{-18} \text{ ژول}$  باشد، با توجه به اطلاعات داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید:

- (ج) فاصله دومین، سومین و چهارمین مدار را تا هسته اتم هیدروژن محاسبه کنید. (۱/۵ امتیاز)  
 (چ) در شکل زیر، جایگاه مدارهای دوم، سوم و چهارم را (مانند مدار اول) نشان دهید. (۲/۲۵ امتیاز)

محاسبه فاصله مدارها تا هسته اتم

$r_2 =$	
$r_3 =$	
$r_4 =$	



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



ح) انرژی الکترون را در ترازهای دوم، سوم و چهارم محاسبه کنید و در محل مشخص شده در کادر زیر بنویسید. (۱/۵ امتیاز)  
خ) در شکل زیر جایگاه تراز های انرژی دوم ، سوم و چهارم را (مانند تراز اول) نشان دهید. (۲/۲۵ امتیاز)

محاسبه انرژی

$E (x 10^{-18}) \text{ J}$

$E_2 =$	
$E_3 =$	
$E_4 =$	

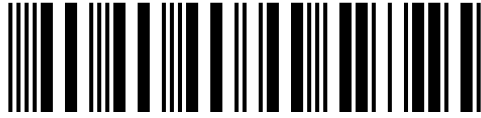




بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



سوال ۲

طلا به صورت فلزی در معادن یافت می شود. برای استخراج طلا در حضور محلول رقیق سدیم سیانید هوازنی انجام می شود که در نتیجه آن طلا به صورت محلول  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$  در می آید و  $\text{NaOH}$  تولید می شود.  
الف) معادله موازنه شده واکنش را بنویسید. (۷ امتیاز)

طلا را می توان در مخلوطی از  $\text{HCl}$  و  $\text{HNO}_3$  حل کرد. در این واکنش گاز  $\text{NO}$  آزاد می شود و طلا به صورت  $\text{HAuCl}_4$  در می آید.  
ب) معادله واکنش را بنویسید و موازنه کنید. (۴ امتیاز)

تحت شرایطی متفاوت، در واکنش طلا با مخلوطی از  $\text{HCl}$  و  $\text{HNO}_3$ ، گاز  $\text{NO}_2$  آزاد می شود و طلا به صورت  $\text{HAuCl}_4$  در می آید.  
پ) معادله واکنش را بنویسید و موازنه کنید. (۴ امتیاز)

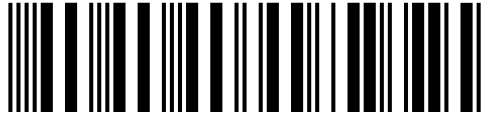




بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



سوال ۳

وقتی ابر رسانای دمای بالا "ایتریم باریم مس اکسید" تحت اتمسفر  $H_2$  تا دمای  $1000$  درجه سلسیوس حرارت ببیند، جامدی از آن باقی خواهد ماند که فقط شامل  $Cu$ ،  $BaO$  و  $Y_2O_3$  خواهد بود. چنانچه ابر رسانای فوق دارای فرمول  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  باشد، الف) معادله موازنه شده این فرایند را بنویسید. (۳ امتیاز)

ب) چنانچه آزمایش فوق را با  $28/19$  میلی گرم از  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  آغاز کنیم، وزن جامد باقیمانده در دمای  $1000$  °C معادل  $25/85$  میلی گرم می باشد. مقدار  $X$  را در فرمول ابر رسانا محاسبه کنید و در کادر زیر بنویسید. ( $Cu=63/5$ ،  $O=16/0$ ،  $Ba=137/3$ ،  $Y=88/9$   $g\text{mol}^{-1}$ )

$X =$  جواب آخر (۶ امتیاز)

راه حل محاسبه  $X$  (۶ امتیاز)



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



سوال ۴

در اتم ها انرژی را با واحد اتوژول ( $\text{aj}$ ) گزارش می کنند که معادل  $۱۰^{-۱۸}$  ژول است. ( $1\text{aj} = 10^{-18} \text{J}$ ) بر اساس مدل کوانتومی برای اتم هیدروژن و یون های تک الکترونی (هیدروژن مانند)، چهار عدد کوانتومی  $n, l, m_l, m_s$  وجود دارند، در حالی که انرژی ترازها فقط به عدد کوانتومی اصلی  $n$  بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می آید که در آن  $E_n$  بر حسب اتوژول و  $Z$  عدد اتمی (بار هسته) است:

$$E_n = -2.180 \left( \frac{Z^2}{n^2} \right)$$

اگر بخواهیم انرژی ترازهای اتم های هیدروژن مانند را با دقت بیشتری محاسبه کنیم باید اثرات نسبیت خاص را نیز در نظر بگیریم (در واقع چنین اثراتی در اتم ها وجود دارند). در این صورت معادله جدید و تصحیح شده ای برای انرژی اتم تک الکترونی (بر حسب اتوژول) به دست می آید که علاوه بر  $n$ ، به عدد کوانتومی جدیدی به نام  $j$  نیز بستگی دارد:

$$E_{n,j} = -2.180 \left( \frac{Z^2}{n^2} \right) - 1.16 \times 10^{-4} \left( \frac{Z^4}{n^4} \right) \left( \frac{n}{j + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right)$$

عدد کوانتومی  $j$  می تواند مقادیر  $l + \frac{1}{2}$  و  $l - \frac{1}{2}$  داشته باشد. البته  $j$  هیچ گاه منفی نیست و برای اربیتال های  $s$ ، ( $l = 0$ )، تنها مقدار  $j = \frac{1}{2}$  وجود دارد. به عنوان مثال برای اربیتال های  $1s$ ،  $2s$  و  $2p$  خواهیم داشت:

$$2p: n = 2, l = 1, j = \frac{3}{2} \quad , \quad 2p: n = 2, l = 1, j = \frac{1}{2} \quad , \quad 2s: n = 2, l = 0, j = \frac{1}{2} \quad , \quad 1s: n = 1, l = 0, j = \frac{1}{2}$$

به دلیل وجود معادله نسبیتی فوق، انرژی ترازهای  $j = \frac{1}{2}$  و  $j = \frac{3}{2}$  در اربیتال های  $2p$  با هم اندکی متفاوت می شوند. الف) برای یون تک الکترونی اکسیژن ( $\text{O}^{7+}$ )، انرژی ترازهای  $1s$  و  $2p$  را با استفاده از معادله نسبیتی فوق به دست آورید. جواب آخر را بر حسب اتوژول و با ۳ رقم اعشار گزارش کنید. (۴ امتیاز: هر کادر ۱ امتیاز دارد).

= انرژی تراز  $1s (j = \frac{1}{2})$

= انرژی تراز  $2p (j = \frac{1}{2})$

= انرژی تراز  $2p (j = \frac{3}{2})$

روش محاسبه را برای یکی از ترازهای انرژی فوق بنویسید.



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



ب) بر اساس مدل کوانتومی - نسبیته ، در طیف نشری اتم هیدروژن و یون های تک الکترونی ، جهش هایی مجاز هستند که از قواعد زیر پیروی کنند:

$$n', l', j' \rightarrow n, l, j : \Delta l = l' - l = \pm 1, \quad \Delta j = j' - j = 0, \pm 1$$

به عنوان مثال برای انتقال الکترون از  $n' = 2$  به  $n = 1$  در اتم هیدروژن تنها دو جهش مجاز وجود دارد:

$2p (j = \frac{1}{2}) \rightarrow 1s (j = \frac{1}{2})$	$2p (j = \frac{3}{2}) \rightarrow 1s (j = \frac{1}{2})$
---	---

مانند مثال فوق و با در نظر گرفتن قواعد ذکر شده ، کلیه جهش های مجاز برای انتقال الکترون از  $n' = 3$  به  $n = 2$  در طیف نشری اتم هیدروژن را بنویسید. نوشتن هر جهش اشتباه (غیر مجاز) امتیاز منفی دارد. (۷ امتیاز)






بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



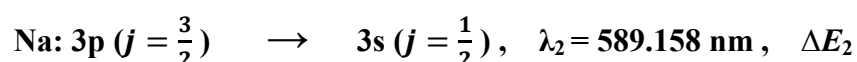
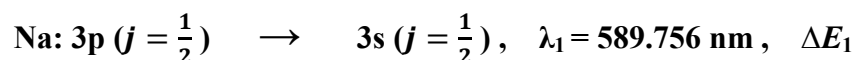
معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



پ) نور زردی که در آزمایش شعله از قرار گرفتن پنبه آغشته به محلول NaCl در شعله آتش ایجاد می شود ، طول موجی حدود ۵۹۰ نانومتر ( $590 \times 10^{-9}$  متر) دارد. این نور در واقع از طیف نشری اتم سدیم بوده و از دو خط طیفی بسیار نزدیک به هم در ۵۸۹/۷۵۶ و ۵۸۹/۱۵۸ نانومتر تشکیل شده است:



دقت کنید که در این جهش ها عدد کوانتومی  $n$  تغییر نکرده است. همچنین، چون اتم سدیم تک الکترونی نیست، معادلات انرژی بخش الف برای اتم Na قابل استفاده نیستند. با استفاده از معادله  $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$  که در آن  $\lambda$  طول موج فوتون نشر شده ،  $h$  ثابت پلانک ،  $c$  سرعت نور در خلا و  $\Delta E$  اختلاف انرژی دو تراز است، مقادیر عددی  $\Delta E_1$  و  $\Delta E_2$  را برای دو جهش فوق در اتم سدیم بر حسب اتوژول به دست آورید و سپس اختلاف انرژی دو تراز  $3p (j = \frac{3}{2})$  و  $3p (j = \frac{1}{2})$  اتم سدیم را به دقت تعیین کنید. (۴ امتیاز: هر کادر ۱ امتیاز دارد).

$(c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}, h = 6.62606957 \times 10^{-34} \text{ J.s})$

$$\Delta E_1 =$$

$$\Delta E_2 =$$

= اختلاف انرژی دو تراز  $3p (j = \frac{3}{2})$  و  $3p (j = \frac{1}{2})$  بر حسب اتوژول

راه حل:



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان



کد ملی: -----



سوال ۵

توجه: در تمام محاسبات این سوال، دما را  $300\text{ K}$  در نظر بگیرید. پاسخ ها را در کادر های داده شده بنویسید. رعایت علامت جبری در پاسخ ها ضروری است. (هر پاسخ ۱/۵ امتیاز دارد).

الف) آیا انجام واکنش  $6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g})$  با در نظر گرفتن  $\Delta H^\circ = +2811/6\text{ kJ}$  و  $\Delta S^\circ = -260\text{ JK}^{-1}$  "خود به خودی" یا "غیر خود به خودی" است؟ در کادر مقابل بنویسید.

جمله زیر را کامل کنید:

در واکنش فوق هم عامل ..... و هم عامل ..... ، ..... است.

ب)  $\Delta G^\circ$  واکنش الف بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟

پ) واکنش الف از راه فتوسنتز با جذب فوتون های نور انجام می شود و انرژی آزاد گیبس لازم برای انجام واکنش توسط انرژی فوتون های جذب شده تامین می شود. برای آنکه یک مولکول  $\text{O}_2$  طبق واکنش الف آزاد شود، باید حداقل چند فوتون که میانگین انرژی هر یک  $4 \times 10^{-19}\text{ J}$  است به طور موثر جذب واکنش شود؟ (ثابت آووگادرو  $= 6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ )

ت) اگر  $0.100$  مول فوتون با مشخصات داده شده با بازدهی  $10\%$  جذب محیط واکنش شود، چند گرم  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  سنتز خواهد شد؟

( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180\text{ g/mol}$ )

ث)  $\Delta H^\circ$  سوختن  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$  در شرایط بند الف بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟

ج)  $\Delta G_f^\circ$  ترکیب  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$  در شرایط بند های الف و ب بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟ می دانیم که برای  $\text{CO}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  در شرایط داده شده به ترتیب برابر با  $-395$  و  $-237$  کیلوژول بر مول است.

چ) واکنش  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$  گرماگیر یا گرماده است. داخل کادر زیر بنویسید. ( $\Delta H_f^\circ$  برای گونه های شرکت کننده در واکنش از چپ به راست به ترتیب برابر با  $-1270$ ،  $-280$  و  $-393/5$  کیلوژول بر مول است.)



ح) از  $\Delta E^\circ$  و  $\Delta H^\circ$  واکنش (چ) کدام یک از لحاظ جبری بزرگتر است؟

خ)  $\Delta H^\circ$  سوختن الماس و گرافیت به ترتیب برابر با  $-395/5$  و  $-393/5$  کیلوژول بر مول است.  $\Delta H^\circ$  واکنش تبدیل گرافیت به الماس بر

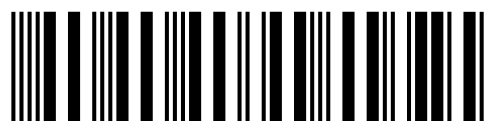
حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



معاونت دانش پژوهان جوان

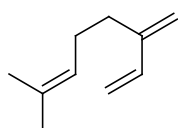


کد ملی: -----

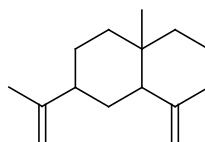


سوال ۶- قسمت اول

ترپن ها دسته ای از چربی ها هستند و در روغن های اسانس دار که از گیاهان استخراج می شوند، وجود دارند.  $\beta$ -Selinene و Myrcene دو مثال از ترپن ها هستند:

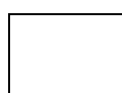
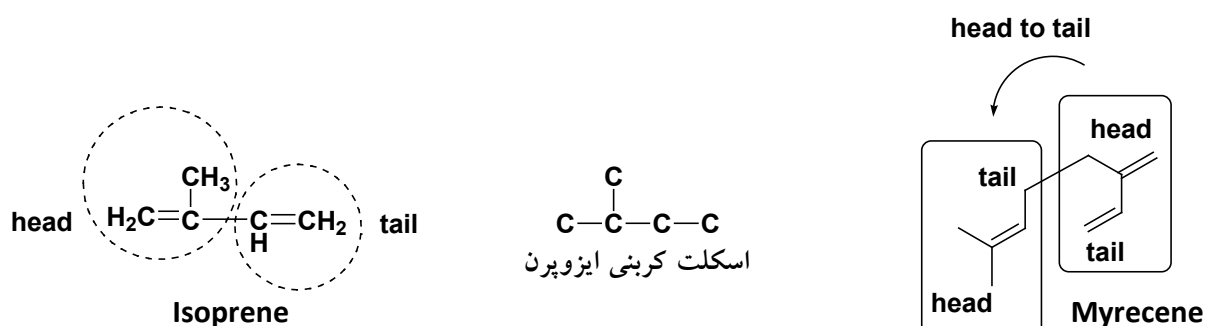


Myrcene



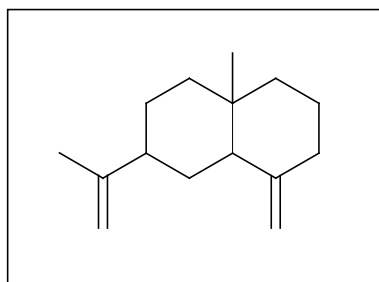
$\beta$ -Selinene

در سال ۱۸۱۸ محققین پی بردند که نسبت  $C : H$  در ترپن ها مقدار ثابت ۸ : ۵ است و در سال ۱۸۸۷ معلوم شد که ترپن ها از دو یا تعداد بیشتری از اسکلت های کربنی ایزوپرنی (۲-متیل-۱،۳-بوتادی ان) ساخته می شوند که به صورت سر به دم (head to tail) به هم پیوند می شوند. البته گاهی در ترپن ها علاوه بر پیوند های سر به دم، پیوند های دم به دم هم دیده می شود. Myrcene از دو واحد ایزوپرنی ساخته شده است که به صورت سر به دم (head to tail) به هم پیوند شده اند:



الف)  $\beta$ -Selinene از چند واحد ایزوپرنی ساخته شده است؟ (۰/۵ امتیاز)

ب) دور واحد های ایزوپرنی در کادر زیر خط بکشید. (برای این منظور مشابه الگوی داده شده در Myrcene عمل کنید تا نمره ای از شما کسر نشود. لازم نیست خطی که رسم می کنید حتما به شکل مستطیل باشد. نوشتن کلمه های head و tail ضروری نیست.) (۱/۵ امتیاز)





بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



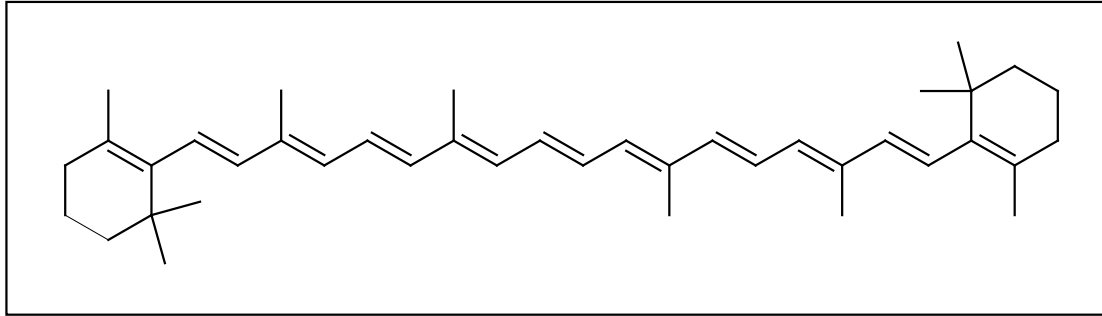
معاونت دانش پژوهان جوان



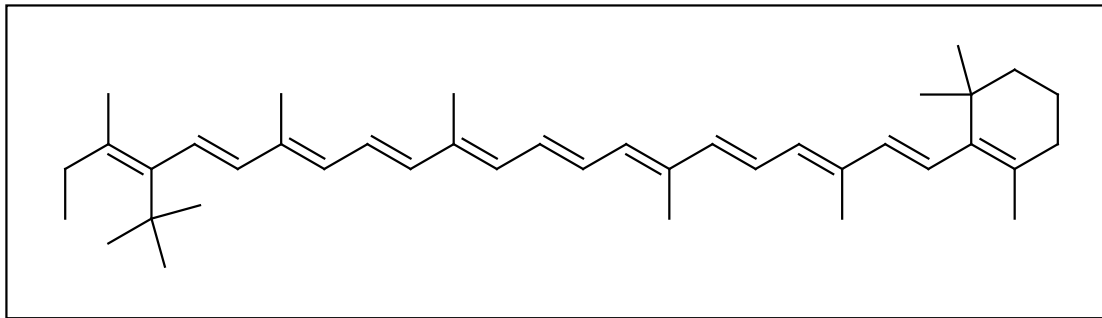
کد ملی: -----



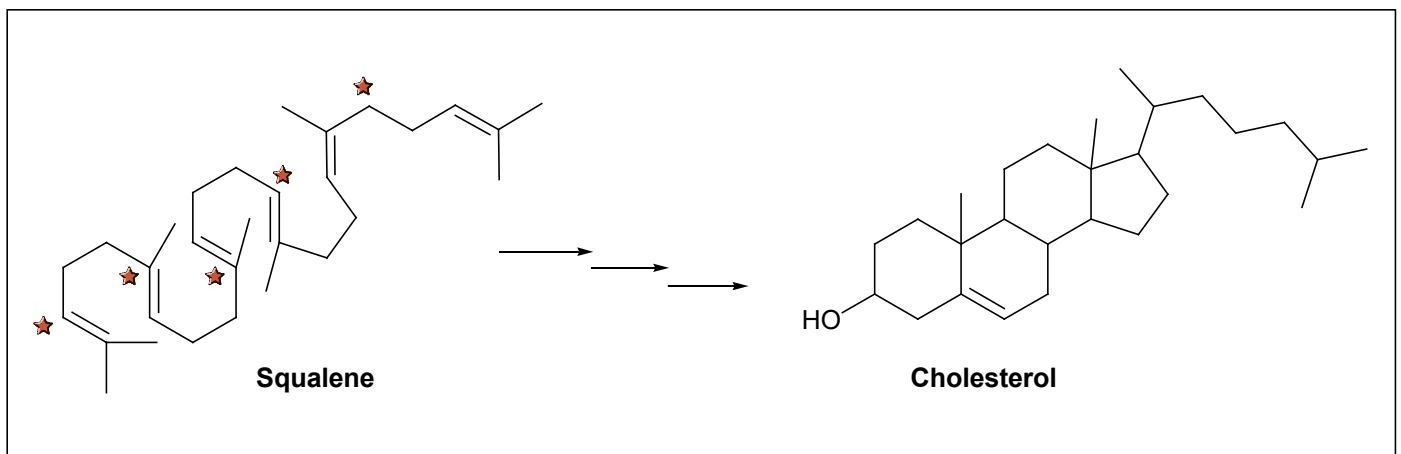
پ)  $\beta$ -Carotene یک ترپن است که در بعضی گیاهان مانند هویج یافت می شود. دور واحد های ایزوپرنی  $\beta$ -Carotene در کادر زیر خط بکشید. (۴ امتیاز)



ت) اگر در  $\beta$ -Carotene پیوند دم به دم وجود دارد دور آن پیوند در کادر زیر خط بکشید. (۱/۵ امتیاز)



ث) کلسترول (Cholesterol) نوعی چربی از دسته استروئید ها است که از ترپن دیگری به نام Squalene به طور پیچیده ای بیوسنتز می شود. در این بیوسنتز اسکلت کربنی Squalene تغییر می کند، به این صورت که بعضی از گروه های متیل واحد های ایزوپرنی حذف می شوند و بعضی از گروه های متیل موقعیت شان تغییر می کند. برخی از کربن های Squalene با علامت ستاره در کادر زیر مشخص شده اند. این کربن ها را در کلسترول حدس بزنید و با علامت ستاره نمایش دهید. (۲/۵ امتیاز)





بیست و سومین دوره المپیاد شیمی - ۹۲/۲/۱۱



کد ملی: -----



معاونت دانش پژوهان جوان

سوال ۶- قسمت دوم

ترکیب **A** با گاز هیدروژن، تحت شرایطی که آلکن ها و آلکین ها به راحتی هیدروژن دار می شوند، به طور کامل سیر می شود و هیدروکربن **B** به فرمول مولکولی  $C_9H_{20}$  به دست می آید. وقتی **A** با یک مول گاز  $D_2$  تحت شرایط فوق واکنش می دهد فقط **C** به دست می آید. از واکنش **C** با یک مول گاز  $H_2$ ، تحت شرایط فوق، فقط یک ترکیب با فرمول مولکولی  $C_9H_{14}D_2$  به دست می آید. ساختار **A** را در کادر زیر رسم کنید. (**D** ایزوتوپ **H** است) (۵ امتیاز)

۱- در گونه های زیر:



اتم مرکزی .....گونه زوج های ناپیوندی ندارند و در .....گونه زاویه پیوند ۱۲۰ درجه وجود دارد.

(۱) ۲، ۲ (۲) ۲، ۳ (۳) ۱، ۲ (۴) ۱، ۳ (۴)

۲-  $\text{XCl}_3$  فرمول شیمیایی کلرید عنصر X از تناوب دوم است که دارای ساختار هرمی است. در کدام گزینه فرمول همه ترکیب های شیمیایی نسبت داده شده به X درست است؟



۳- در کدام گزینه همه ترکیبات ساختار مسطح دارند؟



۴- عدد اکسایش Co در  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]^{3+}$  با عدد اکسایش عنصر مشخص شده در کدام گزینه یکسان است؟



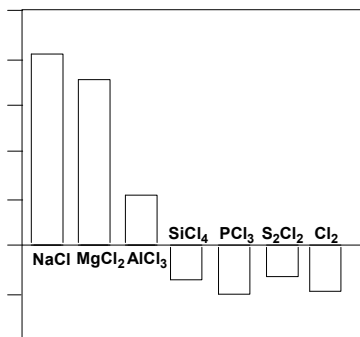
۵- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) گرچه الماس و گرافیت آلوتروپ های یکدیگرند ولی الماس بر خلاف گرافیت جریان برق را از خود عبور نمی دهد.  
 (۲) نقطه ذوب سیلیس  $\text{SiO}_2$  از کربن دی اکسید  $\text{CO}_2$  بیشتر است، زیرا  $\text{SiO}_2$  از  $\text{CO}_2$  سنگین تر است.  
 (۳) نقطه ذوب سیلیسیم از الماس کمتر است، زیرا طول پیوند سیلیسیم - سیلیسیم از کربن - کربن بیشتر است.  
 (۴) کربن ها در گرافیت زاویه پیوند ۱۲۰ درجه دارند و از اتصال آن ها به یکدیگر، صفحات مشبک به وجود می آید.

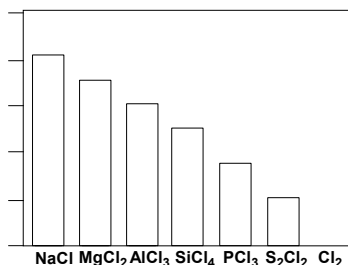
۶- در کدام دو گونه، طول پیوندها از مجموع شعاع های کووالانسی دو اتم شرکت کننده در پیوند کمتر است؟ (قاعده اکتت را در نظر بگیرید)



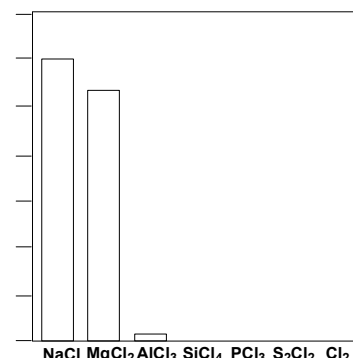
۷- کلریدهای عناصر تناوب سوم را در نظر بگیرید. کدام نمودارها به ترتیب دمای ذوب، رسانایی الکتریکی در حالت مذاب و اختلاف الکترونگاتیوی عناصر سازنده را درست نشان می دهد؟



ج



ب



الف

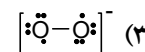
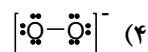
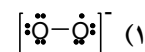
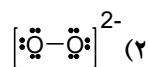
ج ، الف ، ب ، (۴)

ج ، الف ، ب ، (۳)

ب ، ج ، الف ، (۲)

ج ، ب ، الف ، (۱)

۸- مدل لوویس آنیون در پتاسیم سوپراکسید  $\text{KO}_2$  کدام است؟



۹- گونه های  $\text{YO}_3^{2-}$ ،  $\text{XO}_3^{2-}$ ،  $\text{ZF}_2$  و  $\text{QCl}_4^+$  به ترتیب شکل های هرمی، مسطح، خطی و چهاروجهی دارند. کدام گزینه شماره گروه اتم های مرکزی گونه های یاد شده را درست نشان می دهد؟

(۴) ۱۶، ۱۸، ۱۴، ۱۶

(۳) ۱۵، ۱۸، ۱۴، ۱۶

(۲) ۱۵، ۱۲، ۱۴، ۱۴

(۱) ۱۶، ۱۲، ۱۷، ۱۶

۱۰- از گرما دادن فلز آلومینیم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶ جدول تناوبی یک ترکیب یونی تشکیل می شود که حاوی ۱۸/۵۶٪ آلومینیم است. این عنصر کدام است؟ ( $\text{Al}=۲۷$ )

(۴)  $^{79}\text{Se}$

(۳)  $^{16}\text{O}$

(۲)  $^{32}\text{S}$

(۱)  $^{128}\text{Te}$

۱۱- زاویه پیوند در یون  $\text{BF}_2^-$  به کدام عدد نزدیک تر است؟

(۴)  $180^\circ$

(۳)  $104^\circ$

(۲)  $120^\circ$

(۱)  $90^\circ$

۱۲- در یک اتم چند الکترون می توانند اعداد کوانتومی  $n=3$ ،  $m_l=0$ ،  $m_s=\frac{1}{2}$  داشته باشند؟

(۴) ۳

(۳) ۴

(۲) ۵

(۱) ۲

۱۳- یک گرم منیزیم نیتريد با مقدار اضافی آب واکنش داده و آمونیاک تولید می شود. چند گرم گاز هیدروژن کلريد برای خنثی کردن مخلوط واکنش لازم است؟ ( $Mg=24$  ,  $N=14$  ,  $O=16$  ,  $Cl=35/5$ )

(۱) ۰/۷۳ (۲) ۱/۴۶ (۳) ۲/۱۹ (۴) ۲/۹۲

۱۴- اگر تفاوت تعداد الکترونها و نوترونها در اتم عنصر  $A$  برابر ۱۰ باشد، عدد اتمی عنصر  $A$  و تعداد الکترونها لایه ظرفیت آن کدام است؟

(۱) ۲ و ۳۲ (۲) ۴ و ۳۲ (۳) ۳ و ۶۴ (۴) ۴ و ۶۴

۱۵- عدد اکسایش فسفر در کدام ترکیب کمترین است؟

(۱)  $NaH_2PO_3$  (۲)  $PSCl_3$  (۳)  $NaH_2PO_2$  (۴)  $PCl_2F$

۱۶- ۲/۱۴ گرم از یک نمونه مس (II) سولفات متبلور با میزان آب تبلور مجهول را حرارت می دهیم تا کاملا خشک شود. اگر وزن نمونه خشک حاصل ۱/۶۰ گرم باشد تعداد آب تبلور نمونه مس سولفات را محاسبه کنید. ( $Cu=64$  ,  $S=32$  ,  $O=16$ )

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۱۷- یکی از راه های تهیه  $N_2$  واکنش زیر است:



اگر ۱۸/۱ گرم  $NH_3$  با ۹۰/۴ گرم  $CuO$  واکنش دهد ، چند گرم  $N_2$  تولید می شود. بازده واکنش ۶۲/۵٪ است. ( $N_2=28$  ,  $CuO=79/55$  ,  $NH_3=17/03$ )

(۱) ۶/۶۳ (۲) ۱۰/۶۰ (۳) ۱۶/۹۷ (۴) ۹/۳۰

۱۸- به ۱۰۰ گرم محلول ۲ مولال  $KNO_3$  در آب ، ۲۵ گرم آب خالص می افزاییم. مولالیه محلول حاصل چقدر است؟ ( $K=39$  ,  $N=14$  ,  $O=16$ )

(۱) ۱/۶۰۰ (۲) ۰/۷۸۴ (۳) ۱/۵۳۸ (۴) ۰/۸۰۰

۱۹- اگر نقطه شروع انجماد برای محلول ۰/۱ مولال  $NaCl$  در آب  $0/346^\circ C$  و برای محلول ۰/۱ مولال شکر در آب  $0/185^\circ C$  باشد، چند درصد از یون های  $Na^+$  و  $Cl^-$  در محلول فوق به صورت جفت یون هستند؟

(۱) ۱۳ (۲) ۶/۵ (۳) ۲۶ (۴) صفر

۲۰- برای تهیه ۱ کیلوگرم محلول  $\text{NaNO}_3$  در آب با غلظت ۱۰۰ ppm ، چند میلی لیتر از محلول ۰/۱۰ مولار آن را باید با آب خالص مخلوط کرد؟ ( $\text{O}=۱۶$  ،  $\text{N}=۱۴$  ،  $\text{Na}=۲۳$ )

(۱) ۱۳/۸ (۲) ۱۰/۰ (۳) ۸/۵ (۴) ۱۱/۸

۲۱- اگر دما ، فشار ، حجم و تعداد مول گاز را به ترتیب با  $P$  ،  $T$  ،  $V$  و  $n$  نمایش دهیم ، نسبت  $PV/nT$  برای گاز های ایده آل یک عدد ثابت است که ثابت گازها نامیده می شود. با فرض ایده آل بودن گازهای زیر ، کدام یک حجم بیشتری دارد؟ ( $\text{Ar}=۴۰$  ،  $\text{C}=۱۲$  ،  $\text{H}=۱$  ،  $\text{O}=۱۶$ )

(۱) ۱۰ گرم  $\text{CH}_4$  در فشار ۱/۰ اتمسفر و دمای ۲۹۰ کلوین  
 (۲) ۱۸ گرم  $\text{O}_2$  در فشار ۰/۸ اتمسفر و دمای ۳۰۰ کلوین  
 (۳) ۱۰ گرم  $\text{Ar}$  در فشار ۰/۴ اتمسفر و دمای ۳۲۰ کلوین  
 (۴) ۱ گرم  $\text{H}_2$  در فشار ۰/۹ اتمسفر و دمای ۳۱۰ کلوین

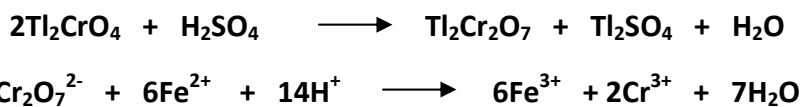
۲۲- انحلال پذیری گاز  $\text{O}_2$  در آب در فشار یک اتمسفر و دمای  $۲۵^\circ\text{C}$  برابر با ۰/۰۰۳۹ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در سطح دریای آزاد ، فشار هوا یک اتمسفر است که ۲۱ درصد آن را گاز  $\text{O}_2$  تشکیل می دهد. بر این اساس ، غلظت  $\text{O}_2$  در آب در سطح دریا و در دمای  $۲۵^\circ\text{C}$  تقریباً چند میلی مول بر لیتر است؟ ( $\text{O}=۱۶$ )

(۱) ۸/۱۹ (۲) ۱/۲۲ (۳) ۰/۲۵۶ (۴) ۰/۵۱۲

۲۳- از حل کردن ۰/۱۰۰۰ مول  $\text{NaCl}$  در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای  $۲۵^\circ\text{C}$  محلولی حاصل می شود که در آن مولالیت  $\text{NaCl}$  برابر با ۰/۱۰۰۰ و مولالیت آن ۰/۰۹۹۵۳ است. اگر این محلول به آزمایشگاهی دیگر که دمای آن  $۱۵^\circ\text{C}$  است منتقل شود ، کدام گزینه در مورد  $\text{NaCl}$  تغییر می کند؟

(۱) مولالیت (۲) مولالیت (۳) غلظت بر حسب ppm (۴) هیچکدام

۲۴-  $۲۵/۰$  میلی لیتر محلول حاوی یون  $\text{Tl}^+$  ، تالمیم (I) ، با  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  واکنش داده و  $\text{Tl}_2\text{CrO}_4$  تولید شده را پس از صاف کردن و شستشو در  $\text{H}_2\text{SO}_4$  رقیق حل می کنند. بر اثر واکنش با  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ،  $\text{CrO}_4^{2-}$  به  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  تبدیل می شود.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  حاصل با  $۴۰/۶۰$  میلی لیتر محلول  $\text{Fe}^{2+}$  به غلظت ۰/۱۰۰۴ مولار به طور کامل واکنش می دهد. وزن  $\text{Tl}$  موجود در نمونه چند گرم است؟ ( $\text{Tl}=۲۰۴/۳۷$ )

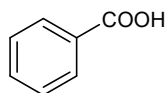


(۱) ۰/۴۱۶۵ (۲) ۰/۲۷۷۶ (۳) ۰/۱۳۸۸ (۴) ۰/۵۵۵۴

۲۵- در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس، کدام خاصیت گازهای  $\text{CH}_4$  و  $\text{He}$  یکسان است؟

- (۱) میانگین حاصلضرب جرم در سرعت مولکول ها  
 (۲) میانگین سرعت حرکت مولکول ها  
 (۳) میانگین انرژی جنبشی مولکول ها  
 (۴) چگالی گاز در فشار یکسان

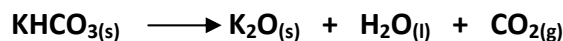
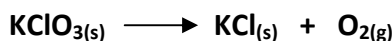
۲۶- یک نمونه ۰/۵۲۳۹ گرمی از بنزویک اسید در ۵۰/۰ میلی لیتر از یک محلول  $\text{KOH}$  حل شد. چنانچه  $\text{KOH}$  اضافی به ۲/۳۴ میلی لیتر از محلول  $\text{HCl}$  ۰/۱۰۲۰ مولار برای واکنش کامل نیاز داشته باشد، غلظت مولار  $\text{KOH}$  برابر است با: ( $\text{g/mol}$ )  
 (بنزویک اسید) = ۱۲۲/۱۲



benzoic acid

- (۱) ۰/۰۶۱ (۲) ۰/۰۴۶ (۳) ۰/۱۲۳ (۴) ۰/۰۹۰

۲۷- هنگامی که مخلوطی شامل  $\text{KClO}_3$ ،  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ،  $\text{KHCO}_3$  و  $\text{KCl}$  حرارت داده می شود، گازهای  $\text{CO}_2$ ،  $\text{O}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  طبق واکنش های زیر تولید می شوند. واکنش ها ممکن است موازنه شده نباشند.



اگر ۱۰۰/۰ گرم از مخلوط فوق، ۱/۸۰ گرم  $\text{H}_2\text{O}$ ، ۱۳/۲۰ گرم  $\text{CO}_2$  و ۴/۰۰ گرم  $\text{O}_2$  تولید کند با فرض کامل بودن واکنش ها، مقادیر  $\text{KClO}_3$ ،  $\text{KHCO}_3$ ،  $\text{K}_2\text{CO}_3$  و  $\text{KCl}$  به ترتیب بر حسب گرم برابر است با: ( $\text{KClO}_3=۱۲۲/۵$ ،  $\text{KHCO}_3=۱۰۰/۱$ ،  $\text{H}=۱$ ،  $\text{O}=۱۶$ ،  $\text{C}=۱۲$ ،  $\text{KCl}=۷۴/۵$ ،  $\text{K}_2\text{CO}_3=۱۳۸/۲$ )

- (۱) ۵۶/۰، ۱۳/۸، ۲۰/۰، ۱۰/۲ (۲) ۵۶/۰، ۲۰/۰، ۱۳/۸، ۱۰/۲

- (۳) ۴۶/۲، ۱۳/۸، ۲۰/۰، ۲۰/۰ (۴) ۵۲/۲، ۲۷/۶، ۱۰/۰، ۱۰/۲

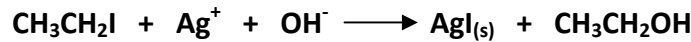
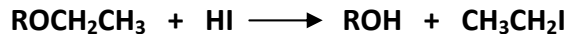
۲۸- ماری کوری ۰/۰۹۱۹۲ گرم از  $\text{RaCl}_2$  را با مقدار اضافی از محلول  $\text{AgNO}_3$  واکنش داد تا ۰/۰۸۸۹۰ گرم  $\text{AgCl}$  تولید کند. در زمان حیات او جرم های اتمی  $\text{Ag}$  و  $\text{Cl}$  به ترتیب ۱۰۷/۸ و ۳۵/۴ گزارش شده بود. جرم اتمی محاسبه شده توسط او برای  $\text{Ra}$  عبارت بود از:

- (۱) ۲۹۶/۱ (۲) ۲۲۵/۳ (۳) ۲۲۶/۰ (۴) ۲۲۲/۰

۲۹- چند گرم از نمک خالص  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  باید با ۱/۰۰ گرم  $\text{K}_2\text{SO}_4$  خالص مخلوط شود تا درصد وزنی سولفات در مخلوط حاصل، برابر با درصد وزنی سولفات در  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  خالص باشد؟ ( $\text{Li}_2\text{SO}_4=۱۰۹/۹۴$ ،  $\text{K}_2\text{SO}_4=۱۷۴/۲۶$ ،  $\text{O}=۱۶$ ،  $\text{S}=۳۲$ ،  $\text{Na}_2\text{SO}_4=۱۴۲/۰۴$ )

- (۱) ۰/۳۹۹۷ (۲) ۰/۳۲۶۱ (۳) ۰/۷۹۹۴ (۴) ۰/۶۳۳۳

۳۰- به واکنش های زیر توجه کنید:



وقتی یک نمونه ۲۵/۴۲ گرمی از یک ترکیب آلی به جرم مولکولی  $\text{g/mol}$  ۴۱۷/۰ که دارای گروه های اتوکسی  $(-\text{OCH}_2\text{CH}_3)$  است در شرایط فوق قرار می گیرد ، ۲۹/۰۳ گرم  $\text{AgI}$  تولید می کند. تعداد گروه های اتوکسی در این ترکیب کدام است؟  
( $\text{AgI}=۲۳۴/۷۷۲$ )

۱ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

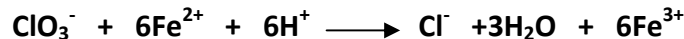
۳۱- چند گرم محلول  $\text{HF}$  با درصد وزنی ۰/۴۹۱٪ مورد نیاز است تا ۲۵/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲۳۶ مولار  $\text{Th}^{4+}$  را به صورت  $\text{ThF}_4(s)$  رسوب دهیم؟ برای اطمینان از کامل شدن واکنش از محلول  $\text{HF}$  به مقدار ۵۰٪ اضافی استفاده می شود.  
( $\text{HF}=۲۰/۰۱$ )

۱ (۱) ۲۴/۰ (۱) ۱۴/۴ (۲) ۱۹/۲ (۳) ۹/۶ (۴)

۳۲- مخلوط جامدی به وزن ۱/۳۷۲ گرم که فقط شامل سدیم کربنات و سدیم بی کربنات است با ۲۹/۱۱ میلی لیتر محلول  $\text{HCl}$  به غلظت ۰/۷۳۴۴ مولار به طور کامل واکنش می دهد. جرم سدیم کربنات در مخلوط فوق چند گرم است؟  
( $\text{NaHCO}_3=۸۴/۰۱$  ،  $\text{Na}_2\text{CO}_3=۱۰۵/۹۹$ )

۱ (۱) ۰/۷۲۴ (۱) ۰/۶۴۸ (۲) ۰/۳۲۴ (۳) ۰/۳۶۲ (۴)

۳۳- برای اندازه گیری  $\text{KClO}_3$  موجود در ۰/۱۳۴۲ گرم از یک نمونه قابل انفجار ، ۵۰/۰ میلی لیتر  $\text{Fe}^{2+}$  به غلظت ۰/۰۹۶۰۱ مولار به نمونه فوق اضافه شد:

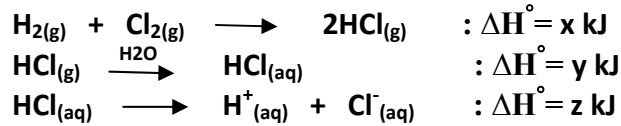


پس از گذشت چند دقیقه ، مازاد  $\text{Fe}^{2+}$  به طور کامل با ۱۲/۹۹ میلی لیتر محلول  $\text{Ce}^{4+}$  به غلظت ۰/۰۸۳۶۲ مولار واکنش داده می شود. در این واکنش  $\text{Fe}^{2+}$  به  $\text{Fe}^{3+}$  و  $\text{Ce}^{4+}$  به  $\text{Ce}^{3+}$  تبدیل می شود. درصد وزنی  $\text{KClO}_3$  در نمونه فوق کدام است؟  
( $\text{KClO}_3=۱۲۲/۵۵$ )

۱ (۱) ۲۸/۳۰ (۱) ۵۶/۵۳ (۲) ۴۸/۲۰ (۳) ۶۳/۴۱ (۴)



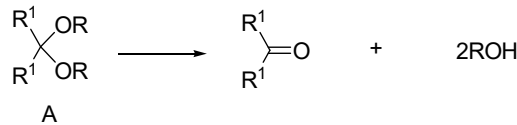
۳۹- واکنش های زیر و  $\Delta H^\circ$  آن ها را در دمای ثابت در نظر بگیرید:



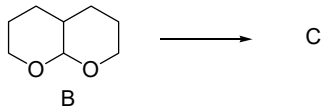
$\Delta H_f^\circ$  یون  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  بر حسب  $x$ ،  $y$  و  $z$  با فرض  $\Delta H_f^\circ(\text{H}^+(\text{aq}))=0$  کدام است؟

(۱)  $0.5x + y - z$       (۲)  $0.5(x + y + z)$       (۳)  $x + y + z$       (۴)  $0.5x + y + z$

۴۰- استال ها (A) در محیط اسیدی پایدار نمی باشند و به صورت زیر دچار واکنش می شوند:

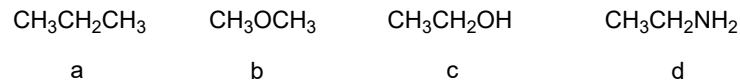


ترکیب B در واکنشی مشابه واکنش فوق ترکیب C را می دهد. ترکیب C ...



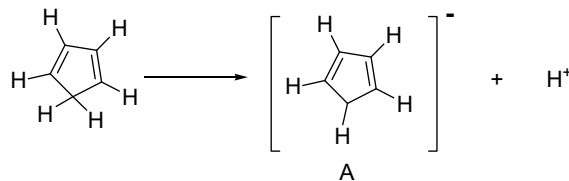
- (۱) آلدهیدی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود ندارد  
 (۲) آلدهیدی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود دارد  
 (۳) کتونی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود دارد  
 (۴) کتونی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود ندارد

۴۱- نقطه جوش ترکیبات زیر را مقایسه کنید



(۱)  $c > d > b > a$       (۲)  $c > d > a > b$       (۳)  $d > c > a > b$       (۴)  $d > c > b > a$

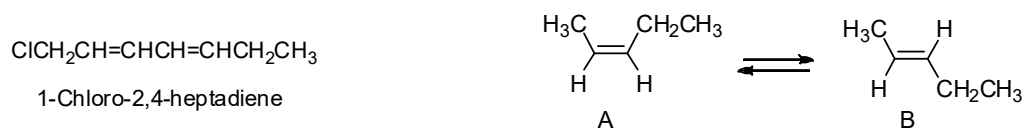
۴۲- به واکنش زیر توجه کنید:



برای گونه A،  $[\text{C}_5\text{H}_5]^-$ ، چند فرم رزونانسی می توان رسم کرد که شامل دو پیوند دوگانه باشد؟

(۱) ۳      (۲) ۴      (۳) ۵      (۴) ۲

۴۳- دو آلکن با نام کلی ۲-پنتن وجود دارند (A و B) که به نوعی ایزومر هم محسوب می شوند. این دو آلکن در دمای اتاق پایدارند ولی در دمای بالاتر از ۱۸۰ درجه سلسیوس به هم تبدیل می شوند:



چند ترکیب با نام کلی ۱-کلرو-۴،۲-هپتادی ان وجود دارند که مشابه A و B ایزومر هم باشند؟

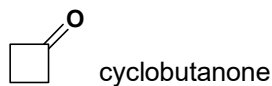
۲ (۴)

۳ (۳)

۴ (۲)

۵ (۱)

۴۴- برای سیکلوبوتانون چند ایزومر ساختاری می توان رسم کرد که دارای گروه عاملی آلدهیدی باشند؟



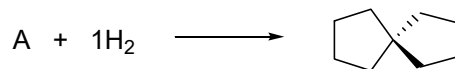
۲ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۳ (۱)

۴۵- ترکیب A با یک مول گاز هیدروژن به هیدروکربن سیرشده زیر تبدیل می شود. چند ساختار برای A می توان در نظر گرفت؟



۱ (۴)

۳ (۳)

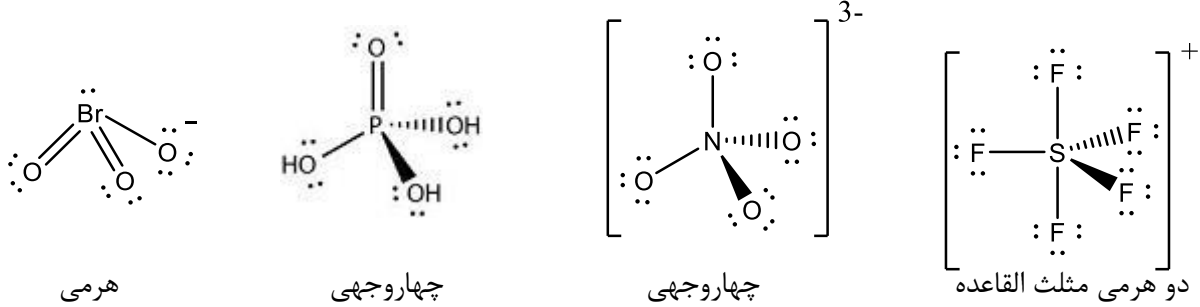
۴ (۲)

۲ (۱)

## بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی

## ۱- گزینه د

ساختار لوئیس و شکل هندسی مولکول ها به صورت زیر می باشد:



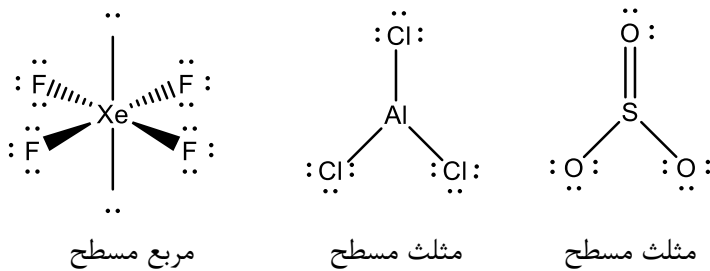
با توجه به ساختار لوئیس ترکیبات، اتم مرکزی ۳ مولکول فاقد الکترون ناپیوندی می باشد. و تنها در مولکول  $\text{SF}_6^+$  اتم های فلورئوری که در موقعیت استوایی قرار گرفته اند با یکدیگر زاویه  $120^\circ$  درجه تشکیل می دهند.

## ۲- گزینه الف

با توجه به توضیحات ارائه شده در صورت سوال، عنصر مورد نظر نیتروژن می باشد. تنها در گزینه الف تمامی ترکیبات می توانند متعلق به نیتروژن باشند.

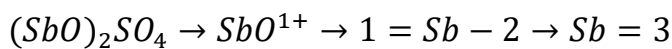
## ۳- گزینه ج

تمامی مولکول های گزینه ج دارای ساختار مولکولی مسطح می باشند.



## ۴- گزینه ب

مولکول دی آمین ( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ) فاقد بار می باشد. در نتیجه عدد اکسایش کبالت در کمپلکس  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]^{3+}$  برابر با ۳+ می باشد. در گزینه ب عدد اکسایش Sb نیز برابر ۳+ می باشد



## ۵- گزینه ب

$\text{SiO}_2$  یک ترکیب کووالانسی و  $\text{CO}_2$  یک ترکیب مولکولی می باشند. ترکیبات کووالانسی دارای نقاط ذوب و جوش بیشتری نسبت به ترکیبات مولکولی می باشند.

## ۶- گزینه الف

در مولکول هایی که مرتبه پیوند از ۱ بیشتر می باشد. طول پیوند از مجموع شعاع های کووالانسی دو اتم شرکت کننده در پیوند کمتر می باشد. مولکول های  $O_3$ ،  $CO_3^{2-}$ ،  $NO_2$ ،  $BF_3$  به دلیل داشتن ساختارهای رزونانسی دارای مرتبه پیوند بیش از ۱ می باشند.

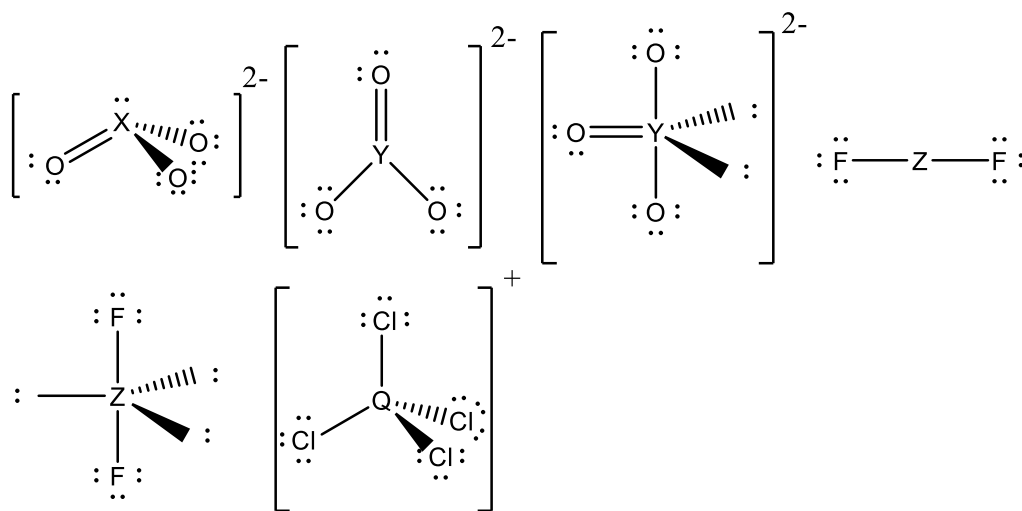
## ۷- گزینه ج

$Cl_2$ ،  $S_2Cl_2$ ،  $PCl_3$ ،  $SiCl_4$  جزو ترکیبات مولکولی می باشند و در حالت مذاب رسانای جریان برق نمی باشند. از طرفی تنها در  $Cl_2$  اختلاف الکترونگاتیوی صفر می باشد

## ۸- گزینه الف

## ۹- گزینه ب

در مولکول های  $QCl_4^+$ ،  $ZF_2$ ،  $YO_3^{2-}$ ،  $XO_3^{2-}$  که به ترتیب دارای ساختارهای هرمی، مسطح، خطی و چهاروجهی می باشند، اتم های مرکزی به ترتیب دارای ۲، ۴ یا ۰، ۶ یا ۰ الکترون ناپیوندی می باشند (ساختارهای لوئیس این ترکیبات در زیر رسم شده است). پس اتم های مرکزی به ترتیب متعلق به گروه های ۱۶، ۱۴ یا ۱۸، ۲ یا ۱۵ می باشند

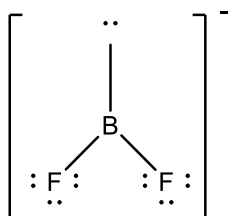


## ۱۰- گزینه د

$$Al_2X_3 \rightarrow \frac{2 \times 27}{2 \times 27 + 3 \times X} = \frac{18.56}{100} \rightarrow X = 79$$

## ۱۱- گزینه ب

زاویه پیوند نزدیک به ۱۲۰ درجه می باشد



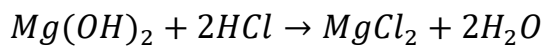
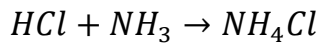
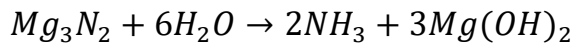
## ۱۲- گزینه د

مقادیر مجاز  $l$  برابر با  $0, 1, 2$  خواهد بود

$$n = 3, l = 0, 1, 2 \quad m_l = 0, m_s = \frac{1}{2} \rightarrow 3 \text{ الکترون}$$

## ۱۳- گزینه د

واکنش تولید آمونیاک و واکنش های خنثی شدن به صورت زیر می باشد



تعداد مول  $NH_3$  تولیدی :

$$1 \text{ gr } Mg_3N_2 \times \frac{1 \text{ mol } Mg_3N_2}{100 \text{ g } Mg_3N_2} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol } Mg_3N_2} = 0.02 \text{ mol } NH_3$$

تعداد مول  $Mg(OH)_2$  تولیدی :

$$1 \text{ g } Mg_3N_2 \times \frac{1 \text{ mol } Mg_3N_2}{100 \text{ g } Mg_3N_2} \times \frac{3 \text{ mol } Mg(OH)_2}{1 \text{ mol } Mg_3N_2} = 0.03 \text{ mol } Mg(OH)_2$$

وزن  $HCl$  مورد نیاز جهت خنثی کردن آمونیاک تولیدی:

$$0.02 \text{ mol } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } NH_3} \times \frac{36.5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 0.73 \text{ g } HCl$$

وزن  $HCl$  مورد نیاز جهت خنثی کردن منیزیم هیدروکسید تولیدی:

$$0.03 \text{ mol } Mg(OH)_2 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} \times \frac{36.5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 2.19 \text{ g } HCl$$

وزن کل  $HCl$  مورد نیاز:

$$2.19 + 0.73 = 2.92 \text{ g } HCl$$

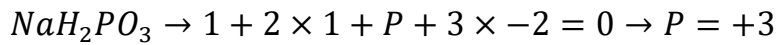
## ۱۴- گزینه ب

$${}^{74}A \rightarrow n + p = 74, n - e = 10 (n - p = 10) \rightarrow n = 42, p = 32$$

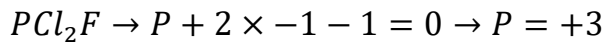
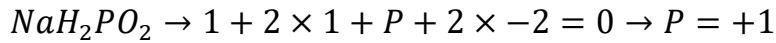
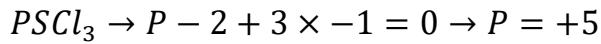
عنصری با عدد اتمی ۳۲ متعلق به گروه ۱۴ می باشد. عناصر گروه ۱۴ در لایه ظرفیت خود دارای ۴ الکترون می

باشند

## ۱۵- گزینه ج



در مولکول  $PSCl_3$  گوگرد با پیوند دوگانه به فسفر متصل است پس گوگرد دارای عدد اکسایش ۲- می باشد

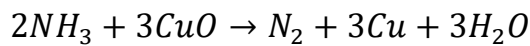


## ۱۶- گزینه ب

برای محاسبه تعداد آب تبلور از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\frac{\text{نمک خشک } mol}{\text{آب تبخیر شده } mol} \rightarrow \frac{\frac{1.6}{CuSO_4 = 160}}{\frac{2.14 - 1.6 = 0.54}{H_2O = 18}} = 3$$

## ۱۷- گزینه الف



ابتدا باید واکنش گر محدودکننده را تعیین نماییم. برای این کار تعداد مول  $NH_3$  و  $CuO$  را با تقسیم وزن آن ها به جرم مولیشان بدست می آوریم در مرحله بعد با تقسیم اعداد بدست آمده به ضرایب استوکیومتری، کمترین عدد را مشخص می کنیم. کمترین عدد متعلق به ماده محدود کننده می باشد

$$NH_3 \rightarrow \frac{18.1}{\frac{17}{2}} = 0.53 \quad CuO \rightarrow \frac{90.4}{\frac{79.55}{3}} = 0.37 \text{ (محدود کننده)}$$

$$90.4 \text{ g } CuO \times \frac{1 \text{ mol } CuO}{79.55 \text{ g } CuO} \times \frac{62.5}{100} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{3 \text{ mol } CuO} \times \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 6.63 \text{ g } N_2$$

## ۱۸- گزینه ج

$$\text{مولالیت} = \frac{\text{mol } KNO_3}{\text{وزن حلال به کیلوگرم}} = \frac{\text{mol } KNO_3}{\frac{100 - \text{mol } KNO_3 \times 101}{1000}} = 2 \rightarrow \text{mol } KNO_3 = 0.166$$

$$\text{وزن } KNO_3 = 0.166 \times 101 = 16.8 \text{ g}$$

$$\text{وزن آب} = 100 - 16.8 = 83.2 \text{ g}$$

$$\text{وزن آب بعد از اضافه کردن } 25 \text{ گرم آب} = 83.2 + 25 = 108.2 \text{ g}$$

$$\text{مولالیت} = \frac{0.166}{0.1082} = 1.534$$

## ۱۹-گزینه الف

تغییرات نقطه انجماد از رابطه زیر بدست می آید. در این رابطه  $K_f$  یک عدد ثابت و وابسته به نوع حلال می باشد.  $m$  مجموع غلظت (مولالیت) گونه های حل شده می باشد.

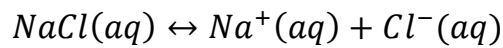
$$\Delta T = K_f m$$

برای شکر  $m=0.1$  در نتیجه

$$0.185 = K_f \times 0.1 \rightarrow K_f = 1.85$$

برای  $NaCl$ :

$$0.346 = 1.85 \times m \rightarrow m = 0.187$$



$$0.1-x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$m=0.1-x+x+x=0.1+x=0.187 \quad \quad x=0.087$$

$$\frac{0.1 - 0.087}{0.1} \times 100 = 13\%$$

## ۲۰-گزینه د

$$1000 \text{ g محلول} \times \frac{100 \text{ g } NaNO_3}{10^6 \text{ g محلول}} = 0.1 \text{ g } NaNO_3$$

$$0.1 \text{ g } NaNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } NaNO_3}{85 \text{ g } NaNO_3} = 1.18 \times 10^{-3} \text{ mol } NaNO_3$$

$$M \times V = 0.1 \times V = 1.18 \times 10^{-3} \rightarrow V = 0.0118 \text{ L} = 11.8 \text{ ml}$$

## ۲۱-گزینه ب

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V_{CH_4} = \frac{\frac{10}{16} \times R \times 290}{1} = 181.25R$$

$$V_{O_2} = \frac{\frac{18}{32} \times R \times 300}{0.8} = 210.9R$$

$$V_{Ar} = \frac{\frac{10}{40} \times R \times 320}{0.4} = 200R$$

$$V_{Ar} = \frac{\frac{1}{2} \times R \times 310}{0.9} = 172.2R$$

## ۲۲-گزینه ج

فشار اکسیژن در سطح دریا:

$$P_{O_2} = 1 \times \frac{21}{100} = 0.21 \text{ atm}$$

انحلال پذیری در ۱۰۰ گرم آب در فشار 0.21 atm :

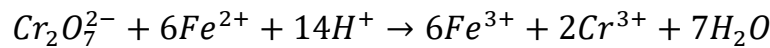
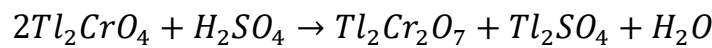
$$0.21 \text{ atm} \times \frac{0.0039 \text{ g } O_2}{1 \text{ atm}} \times \frac{10^3 \text{ mmol } O_2}{32 \text{ g } O_2} = 0.0256 \text{ mmol } O_2$$

$$\frac{0.0256 \text{ mmol } O_2}{0.1 \text{ L } H_2O} = 0.256$$

## ۲۳-گزینه الف

با تغییر دما تنها حجم محلول تغییر می یابد و تغییر حجم منجر به تغییر مولاریته می شود

## ۲۴-گزینه د



$$40.6 \text{ ml } Fe^{2+} \times \frac{0.1004 \text{ mol } Fe^{2+}}{1000 \text{ ml } Fe^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } Cr_2O_7^{2-}}{6 \text{ mol } Fe^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol } CrO_4^-}{1 \text{ mol } Cr_2O_7^{2-}} \times \frac{2 \text{ mol } Tl^+}{1 \text{ mol } CrO_4^-}$$

$$= 2.717 \times 10^{-3} \text{ mol } Tl^+$$

$$2.717 \times 10^{-3} \text{ mol } Tl^+ \times \frac{204.37 \text{ g } Tl^+}{1 \text{ mol } Tl^+} = 0.5554 \text{ g } Tl^+$$

## ۲۵-گزینه ج

میانگین انرژی جنبشی مولکول های گاز تنها با دما رابطه مستقیم دارد

## ۲۶-گزینه د

بنزویک اسید و هیدروکلریک اسید به دلیل داشتن یک هیدرژن اسیدی با  $KOH$  به صورت یک به یک واکنش می دهند

تعداد مول  $KOH$  اضافی = مول  $HCl$  مصرفی

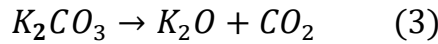
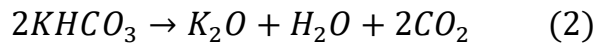
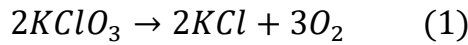
$$M \times V = 0.102 \times 2.34 \times 10^{-3} = 2.3868 \times 10^{-4} \text{ mol } HCl$$

تعداد مول  $KOH$  واکنش داده با بنزویک اسید = مول بنزویک اسید

$$\frac{0.5239}{122.12} = 4.29 \times 10^{-3} \text{ mol benzoic acid}$$

$$\text{غلظت KOH} = \frac{4.29 \times 10^{-3} + 2.3868 \times 10^{-4}}{50 \times 10^{-3}} = 0.090 \text{ M}$$

۲۷-گزینه الف



$$1.8 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol KHCO}_3}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{100.1 \text{ g KHCO}_3}{1 \text{ mol KHCO}_3} = 20.0 \text{ g KHCO}_3$$

$$4 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} \times \frac{122.5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 10.2 \text{ g KClO}_3$$

وزن  $\text{CO}_2$  تولید شده در واکنش ۲:

$$1.8 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 8.8 \text{ g CO}_2$$

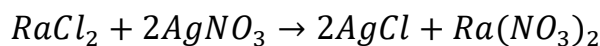
$$\text{وزن CO}_2 \text{ تولید شده در واکنش ۳} = 13.2 - 8.8 = 4.4 \text{ g CO}_2$$

برای واکنش ۳ داریم:

$$4.4 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{138.2 \text{ g K}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol K}_2\text{CO}_3} = 13.8 \text{ g K}_2\text{CO}_3$$

$$\text{وزن KCl} = 100 - (13.8 + 10.2 + 20) = 56 \text{ g}$$

۲۸-گزینه ب



$$0.08890 \text{ g AgCl} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{143.2 \text{ g AgCl}} \times \frac{1 \text{ mol RaCl}_2}{2 \text{ mol AgCl}} = 3.104 \times 10^{-4} \text{ mol RaCl}_2$$

$$\text{جرم مولی RaCl}_2 = \text{Ra} + 70.8$$

$$\frac{0.09192}{\text{Ra} + 70.8} = 3.104 \times 10^{-4} \rightarrow \text{Ra} = 225.3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

۲۹-گزینه د

$$\text{وزن Li}_2\text{SO}_4 = x \text{ g}$$

$$\text{درصد وزنی سولفات در سدیم سولفات} = \frac{96}{142.04} \times 100 = 67.58\%$$

وزن سولفات موجود در  $Li_2SO_4$ :

$$x \text{ g } Li_2SO_4 \times \frac{96 \text{ g } SO_4^{2-}}{109.94 \text{ g } Li_2SO_4} = 0.8732x \text{ g } SO_4^{2-}$$

وزن سولفات موجود در  $K_2SO_4$ :

$$1 \text{ g } K_2SO_4 \times \frac{96 \text{ g } SO_4^{2-}}{174.26 \text{ g } K_2SO_4} = 0.5509 \text{ g } SO_4^{2-}$$

درصد وزنی سولفات در مخلوط:

$$\frac{0.8732x + 0.5509}{1 + x} = \frac{67.58}{100} \rightarrow x = 0.633$$

۳۰-گزینه ج

طبق واکنش های ارائه شده، تعداد مول گروه های اتوکسی در ترکیب آلی با تعداد مول نقره پدید تولید شده برابر است

$$29.03 \text{ g } AgI \times \frac{1 \text{ mol } AgI}{234.772 \text{ g } AgI} = 0.1236 \text{ mol } AgI$$

$$\text{تعداد مول ترکیب آلی} = \frac{25.42}{417} = 0.0609$$

$$\text{تعداد گروه اتوکسی} = \frac{0.1236}{0.0609} = 2$$

۳۱-گزینه ب

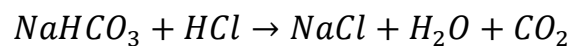
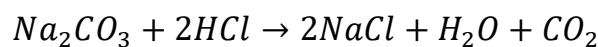
$$M \times V = 0.0236 \times 25 \times 10^{-3} = 5.9 \times 10^{-4} \text{ mol } Th^{4+}$$

$$5.9 \times 10^{-4} \text{ mol } Th^{4+} \times \frac{4 \text{ mol } HF}{1 \text{ mol } Th^{4+}} \times \frac{20.01 \text{ g } HF}{1 \text{ mol } HF} \times \frac{100}{0.491} = 9.617 \text{ g } HF$$

وزن  $HF$  با ۵۰ درصد وزن اضافی:

$$9.617 \text{ g } HF + \frac{50}{100} \times 9.617 \text{ g } HF = 14.4 \text{ g } HF$$

۳۲-گزینه الف



$y$  = تعداد مول سدیم بیکربنات

$x$  = تعداد مول سدیم کربنات

تعداد مول  $HCl$  مصرفی :

$$M \times V = 29.11 \times 0.7344 \times 10^{-3} = 0.02137 \text{ mol } HCl$$

تعداد مول لازم  $HCl$  برای واکنش با  $x$  مول سدیم کربنات و  $y$  مول سدیم بیکربنات :

$$x \text{ mol } Na_2CO_3 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} = 2x \text{ mol } HCl$$

$$y \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } NaHCO_3} = y \text{ mol } HCl$$

$$\rightarrow y + 2x = 0.02137 \quad (1)$$

وزن مخلوط:

$$x \text{ mol } Na_2CO_3 \times \frac{105.99 \text{ g } Na_2CO_3}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} = 105.99x \text{ g } Na_2CO_3$$

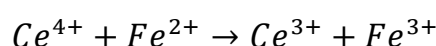
$$y \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{84.01 \text{ g } NaHCO_3}{1 \text{ mol } NaHCO_3} = 84.01y \text{ g } NaHCO_3$$

$$\rightarrow 105.99x + 84.01y = 1.372 \quad (2)$$

با حل دو معادله و دو مجهول (1) , (2)

$$x = 0.00682 \rightarrow 105.99x = 0.722 \text{ g } Na_2CO_3$$

۳۳-گزینه ب



تعداد مول  $Fe^{2+}$  مازاد با تعداد مول  $Ce^{4+}$  مصرفی برابر است پس داریم:

$$M \times V = 12.99 \times 0.08362 \times 10^{-3} = 1.08622 \times 10^{-3}$$

تعداد مول  $Fe^{2+}$  مصرفی جهت واکنش با  $ClO_3^-$  :

$$50 \times 0.09601 \times 10^{-3} - 1.08622 \times 10^{-3} = 3.7142 \times 10^{-3}$$

طبق واکنش ارائه شده در صورت سوال خواهیم داشت:

$$3.7142 \times 10^{-3} \text{ mol } Fe^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } KClO_3}{6 \text{ mol } Fe^{2+}} \times \frac{122.55 \text{ g } KClO_3}{1 \text{ mol } KClO_3} = 0.07586 \text{ g } KClO_3$$

$$\frac{0.07586}{0.1342} \times 100 = 56.53\%$$

۳۴-گزینه ج

$$0.16 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{891 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CH_4} = 8.91 \text{ kJ} = 8910 \text{ J}$$

۳۵-گزینه الف

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 2390 = m \times 2.39 \times 10 \rightarrow m = 100 \text{ g}$$

۳۶-گزینه د

در یک چرخه مجموع آنتالپی ها صفر می باشد

$$\Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 + \Delta H_3^0 + \Delta H_4^0 = 0 \rightarrow \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 = -(\Delta H_3^0 + \Delta H_4^0)$$

۳۷-گزینه ج

در فشار ثابت:

$$q_p = \Delta H^0$$

$$q_p = -900 \times 0.64 = -576 \text{ J} = -0.576 \text{ kJ}$$

$$M \times V = 0.1 \times 100 \times 10^{-3} = 0.01 \text{ mol NaOH}$$

$$-0.576 \text{ kJ} \times \frac{1}{0.01 \text{ mol NaOH}} = -57.6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

۳۸-گزینه د

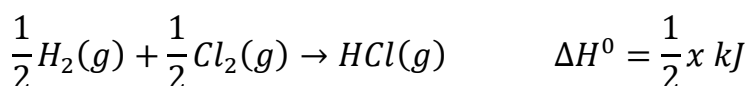
$$\Delta H_{A-A}^0 = x \quad \Delta H_{B-B}^0 = x - 10 \quad \Delta H_{B-A}^0 = x + 20$$

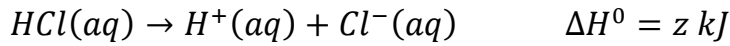
$$\Delta H_r^0 = \Delta H_{A-A}^0 + \Delta H_{B-B}^0 - 2\Delta H_{B-A}^0 = x + x - 10 - 2 \times (x + 20) = -50 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

۳۹-گزینه د

واکنش تشکیل  $H^+(aq)$  و  $Cl^-(aq)$  به صورت زیر می باشد

با استفاده از قانون هس و نوآرایی واکنش ها خواهیم داشت:



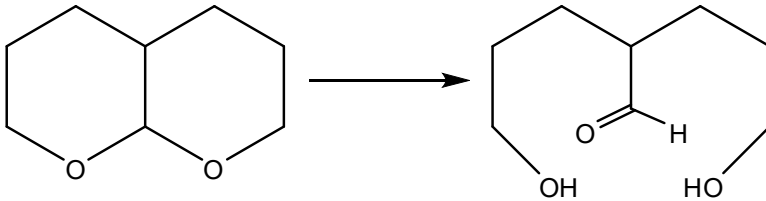


با جمع واکنش های نوآرایی شده خواهیم داشت:



۴۰- گزینه ب

طبق واکنش ارائه شده در صورت سوال خواهیم داشت

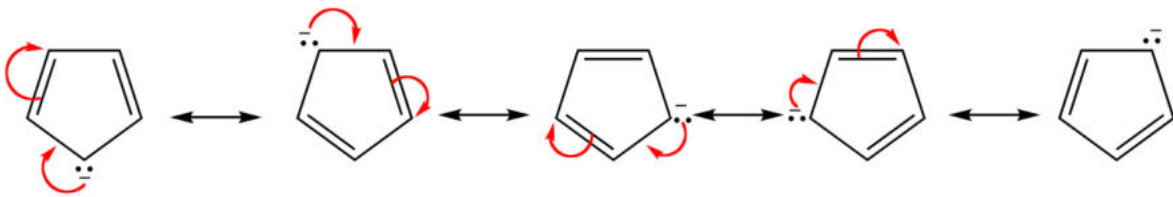


۴۱- گزینه الف

الکل ها و آمین ها به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی دارای نقطه جوش بیشتری می باشند. الکل ها نسبت به آمین ها به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی قویتر نقطه جوش بالاتری را دارا می باشند. اترها نیز به دلیل قطبیت بیشتر نسبت به آلکان ها، دارای نقطه جوش بیشتری نسبت به آلکان ها می باشند

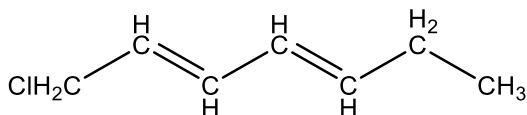
۴۲- گزینه ج

ساختارهای رزونانسی به صورت زیر می باشند:



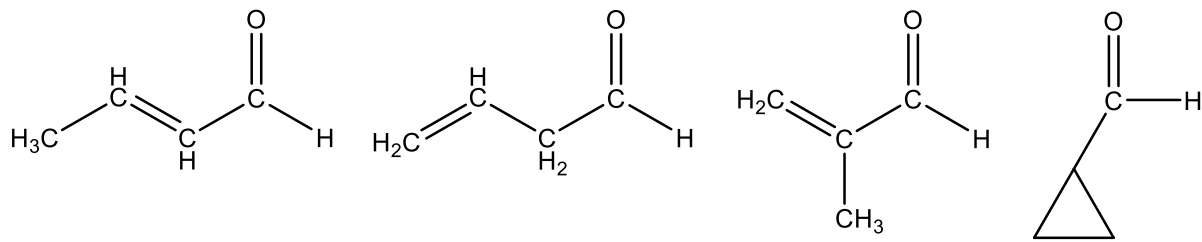
۴۳- گزینه ب

به ایزومر A ایزومر سیس (هیدروژن ها در یک جهت در اطراف پیوند دوگانه قرار دارند) و به ایزومر B ایزومر ترانس (هیدروژن ها در خلاف جهت یکدیگر در اطراف پیوند دو گانه قرار دارند) می گویند. در ترکیب ۱-کلرو ۲،۴-هپتا دی ان همان طور که در ساختار مولکول در زیر نشان داده شده است ۲ پیوند دو گانه موجود است. برای این ترکیب ۴ ایزومر سیس-سیس، سیس-ترانس، ترانس-سیس، ترانس-ترانس می توان در نظر گرفت.



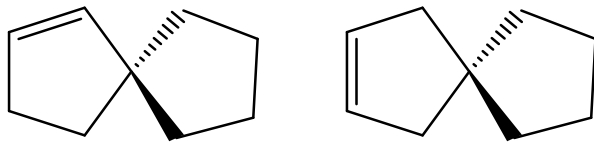
## گزینه ج-۴۴

ایزومرهای ساختاری آلدهیدی سیکلوبوتانون در زیر رسم شده است



## گزینه الف-۴۵

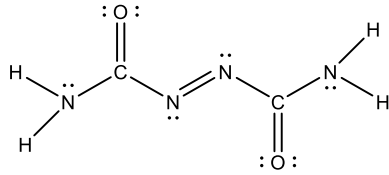
مصرف ۱ مول گاز هیدروژن بیانگر وجود یک پیوند دوگانه در ساختار مولکول می باشد. برای ساختار مولکول A شکل های زیر را می توان در نظر گرفت



## بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

۱- قسمت اول

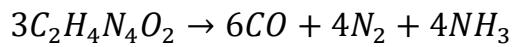
۱-الف)



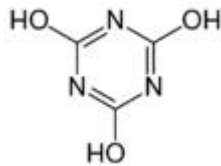
۱-ب)



۱-پ)



۱-ت)



۱-ث)

$$A: 3C = O + 6C - N + 3N - H \rightarrow 3 \times 745 + 6 \times 305 + 3 \times 391 = 5238 \frac{kJ}{mol}$$

$$B: 3C = N + 3C - N + 3C - O + 3O - H$$

$$\rightarrow 3 \times 615 + 3 \times 305 + 3 \times 358 + 3 \times 467 = 5235 \frac{kJ}{mol}$$

ترکیب A به دلیل داشتن انرژی پیوند بیشتر پایدارتر می باشد

۱- قسمت دوم

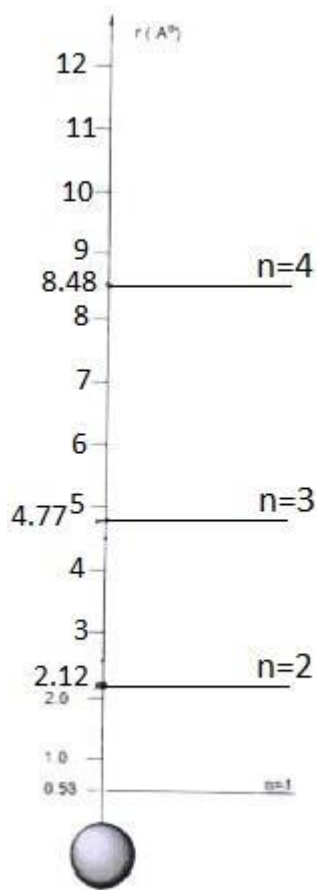
۱-ج)

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 K m Z e^2} \rightarrow r_n = r_1 \times n^2 \rightarrow r_n = 0.53 \times n^2 \text{ \AA}$$

$$r_1 = 0.53 \text{ \AA} \quad r_2 = 0.53 \times 2^2 = 2.12 \text{ \AA} \quad r_3 = 0.53 \times 3^2 = 4.77 \text{ \AA}$$

$$r_4 = 0.53 \times 4^2 = 8.48 \text{ \AA}$$

(ج-۱)



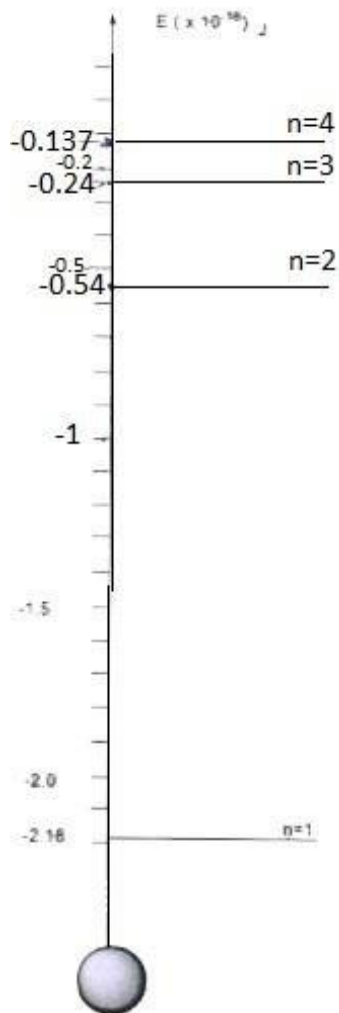
(ح-۱)

$$E_n = \frac{-2\pi^2 K^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \rightarrow E_n = \frac{E_1}{n^2} \rightarrow E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{n^2} J$$

$$E_1 = -2.18 \times 10^{-18} J \quad E_2 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{2^2} = -0.545 \times 10^{-18} J$$

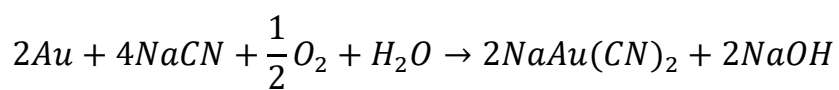
$$E_3 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.24 \times 10^{-18} J \quad E_4 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{4^2} = -0.137 \times 10^{-18} J$$

(خ-۱)

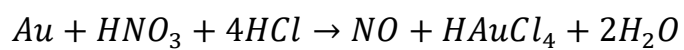


-۲

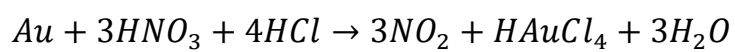
(الف-۲)



(ب-۲)

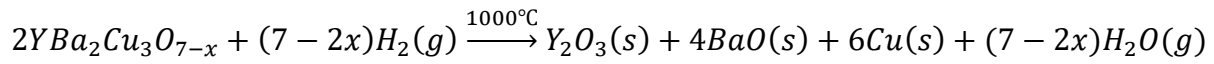


(پ-۲)



-۳

(الف-۳)



(ب-۳)

جرم مولی  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ :

$$YBa_2Cu_3O_{7-x} = 88.9 + 2 \times 137.3 + 3 \times 63.5 + (7-x) \times 16 = 666 - 16x$$

کاهش وزن به دلیل خروج اکسیژن به صورت بخار آب می باشد. وزن اکسیژن از دست رفته:

$$28.19 - 25.85 = 2.34 \text{ mg } O_2$$

$$28.19 \text{ mg } YBa_2Cu_3O_{7-x} \times \frac{1 \text{ mol } YBa_2Cu_3O_{7-x}}{666 - 16x \text{ g } YBa_2Cu_3O_{7-x}}$$

$$= \frac{28.19}{666 - 16x} \text{ mmol } YBa_2Cu_3O_{7-x}$$

$$2.34 \text{ mg } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{16 \text{ gr } O_2} = 0.14625 \text{ mmol } O_2$$

$$\rightarrow \frac{28.19}{666 - 16x} = \frac{2}{7 - 2x} \rightarrow x = 0.048$$

-۴

(الف-۴)

$$2p \left( j = \frac{3}{2} \right), Z = 8, n = 2$$

$$E_{n,j} = -2.18 \times \left( \frac{8^2}{2^2} \right) - 1.16 \times 10^{-4} \times \left( \frac{8^4}{2^4} \right) \times \left( \frac{2}{\frac{3}{2} + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right) = -34.887$$

بهمین ترتیب خواهیم داشت:

$$1s \left( j = \frac{1}{2} \right) \text{ تراز} = -139.639$$

$$2p \left( j = \frac{1}{2} \right) \text{ تراز} = -34.917$$

$$2s \left( j = \frac{3}{2} \right) \text{ تراز} = -34.887$$

(پ-۴)

$$3d(j = \frac{5}{2}) \rightarrow 2p(j = \frac{3}{2})$$

$$3d(j = \frac{3}{2}) \rightarrow 2p(j = \frac{3}{2})$$

$$3d(j = \frac{3}{2}) \rightarrow 2p(j = \frac{1}{2})$$

$$3p(j = \frac{3}{2}) \rightarrow 2s(j = \frac{1}{2})$$

$$3p(j = \frac{1}{2}) \rightarrow 2s(j = \frac{1}{2})$$

$$3s(j = \frac{1}{2}) \rightarrow 2p(j = \frac{1}{2})$$

$$3s(j = \frac{1}{2}) \rightarrow 2p(j = \frac{3}{2})$$

(پ-۴)

$$\Delta E_1 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62606957 \times 10^{-34} (J.s) \times 2.99792458 \times 10^8 (\frac{m}{s})}{589.756 \times 10^{-9} m} \times \frac{10^{18} aJ}{1 J}$$

$$= 0.336825 aJ$$

$$\Delta E_2 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62606957 \times 10^{-34} (J.s) \times 2.99792458 \times 10^8 (\frac{m}{s})}{589.158 \times 10^{-9} m} \times \frac{10^{18} aJ}{1 J}$$

$$= 0.337167 aJ$$

$$\Delta E_2 - \Delta E_1 = 3.42 \times 10^{-4} aJ$$

اختلاف انرژی دو تراز  $3p(j = \frac{1}{2})$  و  $3p(j = \frac{3}{2})$  بر حسب اتوزول  $3.42 \times 10^{-4} aJ$

-۵

(الف-۵)

غیر خود به خودی (به دلیل مثبت بودن تغییرات انرژی آزاد گیبس)

در واکنش فوق هم عامل انرژی و هم عامل بی نظمی ، نامساعد است.

(ب-۵)

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 2811.6 + 300 \times 260 \times 10^{-3} = 2889.6 \text{ kJ}$$

(پ-۵)

انرژی لازم برای یک مولکول:

$$2889.6 \times 10^3 \times \frac{1 \text{ O}_2}{6 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ O}_2} = n \times 4 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2$$

(ت-۵)

مقدار انرژی جذب از فوتون ها:

$$0.1 \times 6.02 \times 10^{23} \times \frac{10}{100} \times 4 \times 10^{-19} = 2408 \text{ J}$$

$$\rightarrow 2408 \text{ J} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{2889.6 \times 10^3 \text{ J}} \times \frac{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 0.15 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

(ث-۵)

واکنش سوختن واکنش معکوس الف می باشد پس:

$$-2811.6 \text{ kJ}$$

(ج-۵)

$$\Delta G^0 = \sum \Delta G_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta G_f^0 \text{ واکنش دهند ه ها}$$

$$\Delta G^0 = 2889.6 = \Delta G_f^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 0 - (6 \times -395 + 6 \times -237)$$

$$\rightarrow \Delta G_f^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \boxed{-902.4 \text{ kJ}}$$

(چ-۵)

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهند ه ها}$$

$$\Delta H^0 = 2 \times -280 + 2 \times -393.5 - (-1270) = -77 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H^0 < 0 \rightarrow \text{گرماده}$$

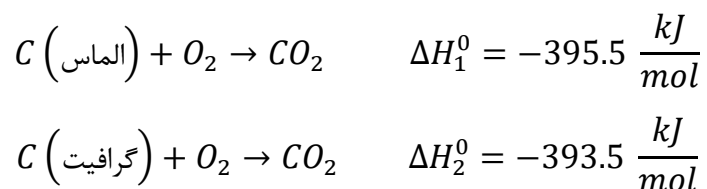
(ح-۵)

$$\Delta H^0$$

به دلیل افزایش حجم فرآورده ها نسبت به واکنش دهنده ها ، سیستم بر روی محیط کار انجام داده در نتیجه مقدار کار منفی می باشد و از آنجاییکه با جمع جبری کار و تغییرات آنتالپی مقدار تغییرات انرژی درونی بدست می آید در نتیجه مقدار تغییرات انرژی درونی عدد منفی تری خواهد بود.

(خ-۵)

این سوال بر اساس قانون هس قابل حل است :

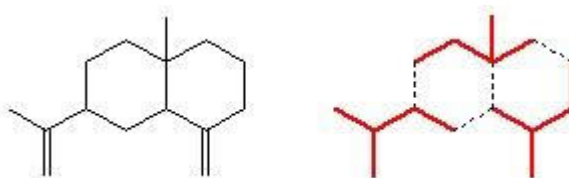


۶- قسمت اول

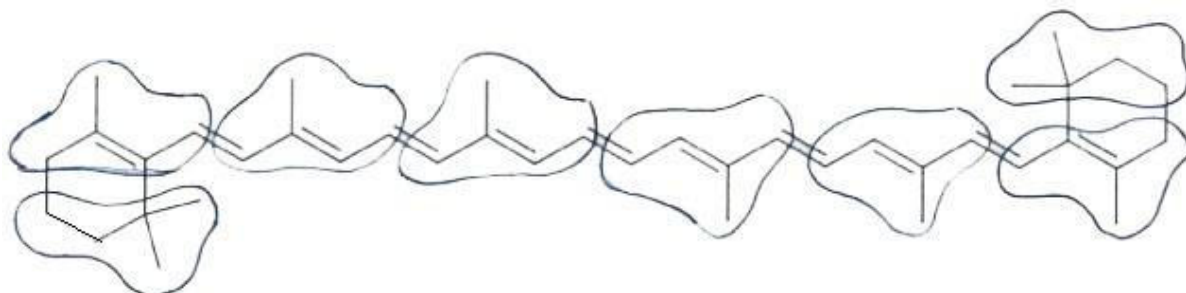
۶-الف) ۳

۶-ب)

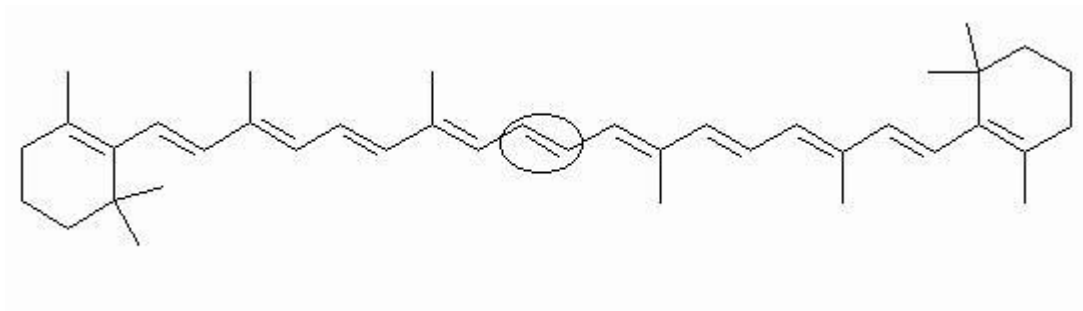
واحدهای ایزوپرنی با خط پر نشان داده شده اند



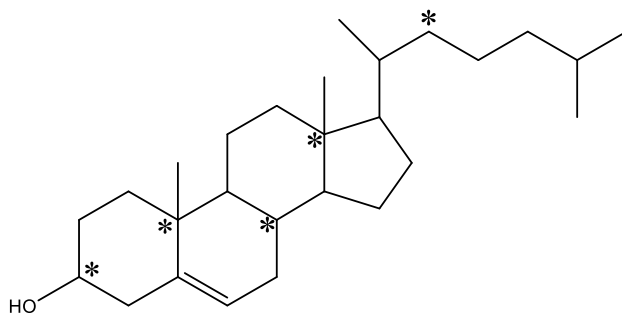
۶-پ)



۶-ت)

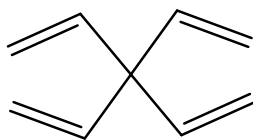


۶-ث)



## ۶- قسمت دوم

با توجه به توضیحات ارائه شده فرمول مولکولی ترکیب مورد نظر  $C_9H_{12}$  می باشد. این ترکیب دارای درجه سیر نشدگی ۴ می باشد. از آنجایی که طی هر مرحله با مصرف ۱ مول هیدروژن یا دوتریم تنها یک ترکیب حاصل می شود مولکول مورد نظر باید دارای ۴ پیوند دوگانه متقارن (یکسان) در ساختار خود باشد. پس ساختار مولکول مورد نظر به صورت زیر خواهد بود:



## سؤال اول:

الف) جدول زیر، انرژی شبکه‌ی تعدادی جامد یونی را بر حسب کیلوژول بر مول نشان می‌دهد. اعداد ۰۴، ۷۸۷، ۲۱۷۶، ۲۵۲۴، ۲۹۲۵، ۳۵۰۵ را در جاهای خالی جدول در محل مناسب قرار دهید. (۳ نمره)

	$F^-$	$Cl^-$	$Br^-$	$I^-$	$O^{2-}$
$Li^+$	۱۰۳۶	۸۵۳	۸۰۷	۷۵۷	
$Na^+$	۹۲۳		۷۴۷		۲۶۹۵
$K^+$	۸۲۱	۷۱۵	۶۸۲	۶۴۹	۲۳۶۰
$Be^{2+}$		۳۰۲۰	۲۹۱۴	۲۸۰۰	۴۴۴۳
$Mg^{2+}$	۲۹۵۷		۲۴۴۰	۲۳۲۷	۳۷۹۱
$Ca^{2+}$	۲۶۳۰	۲۲۵۸		۲۰۷۴	۳۴۰۱

ب) زاویه‌ی پیوند سه مولکول  $CH_4$ ،  $P_4$  و  $XeF_4$  را با هم مقایسه کنید. (از علامت‌های  $>$ ،  $<$ ،  $=$  استفاده کنید) (۱/۵ نمره)

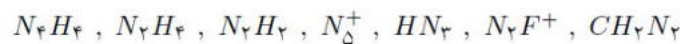
پ) اگر طول پیوند گوگرد-اکسیژن در  $SO_2$ ،  $SO_3$  و  $SO_3^{2-}$  را به ترتیب با  $a$ ،  $b$  و  $c$  نشان دهیم، با استفاده از علامت‌های  $>$ ،  $<$ ،  $=$  آن‌ها را با هم مقایسه کنید. (۱/۵ نمره)

ت) با توجه به اینکه هیدروژن دارای سه ایزوتوپ  $^1H$ ،  $^2D$ ،  $^3T$  و اکسیژن دارای سه ایزوتوپ  $^{16}O$ ،  $^{17}O$ ،  $^{18}O$  است، امکان تشکیل چند نوع مولکول آب وجود دارد؟ (۱ نمره)

ث)  $XCl_2^+$  و  $YCl_2^+$  هر دو ساختار خمیده دارند و در آرایش الکترون - نقطه‌ای آن‌ها، الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد. اگر  $X$  و  $Y$  هر دو در یک دوره از جدول تناوبی قرار داشته باشند، فرمول ترکیب هیدروژن‌دار هر یک را بنویسید. (۱ نمره)

ج) از بین گونه‌های  $S_2O_3^{2-}$ ،  $C_2H_8$ ،  $H_2O_2$ ،  $N_2O$ ، گونه یا گونه‌هایی را که در آن‌ها (ها) همه‌ی اتم‌های یکسان عدد اکسایش مشابه ندارند، مشخص کنید. (نوشتن گونه‌ی اضافی منفی دارد). (۱/۵ نمره)

در گونه‌های نیتروژن‌دار غیر حلقوی زیر، با رعایت قاعده‌ی اکت، به سؤالات (چ)، (ح)، (خ) و (د) پاسخ دهید.



چ) ساختار لوویس گونه یا گونه‌هایی را که شکل خطی دارند رسم کنید. (نوشتن گونه‌ی اضافی منفی دارد). (۱ نمره)

ح) در کدام گونه‌ها (ها) عدد اکسایش همه‌ی نیتروژن‌ها منفی است؟ (نوشتن گونه‌ی اضافی منفی دارد). (۱/۵ نمره)

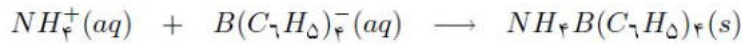
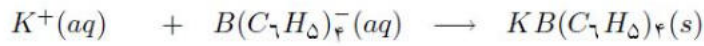
خ) برای  $N_2H_4$  ساختار لوویسی رسم کنید که تنها یک نوع زاویه‌ی پیوند  $NNN$  داشته باشد. (۱/۵ نمره)

د) یک ساختار لوویس برای  $N_5^+$  رسم کنید که در آن تنها دو نوع پیوند نیتروژن-نیتروژن (از نظر طول پیوند) وجود داشته باشد.

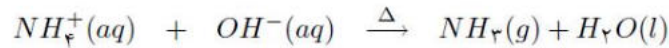
(۱/۵ نمره)

## سؤال دوم:

۱/۴۷۵ گرم نمونه‌ای حاوی  $K_2CO_3$ ،  $NH_4Cl$  و مواد بی‌اثر دیگر در آب حل شده و به حجم  $100$  میلی‌لیتر رسانده می‌شود.  $25$  میلی‌لیتر از محلول فوق، اسیدی شده و با مقدار اضافی از سدیم تترافنیل بورات  $Na^+B(C_6H_5)_4^-$  واکنش می‌دهد به طوری که تمامی یون‌های  $K^+$  و  $NH_4^+$  رسوب کنند. وزن رسوب حاصل  $617$  گرم می‌باشد.



$50$  میلی‌لیتر دیگر از محلول اولیه قلیایی شده و سپس حرارت داده می‌شود تا تمامی یون‌های  $NH_4^+$  به صورت  $NH_3$  گازی خارج شود:



سپس محلول حاصل اسیدی شده و در نتیجه‌ی واکنش با مقدار اضافی از سدیم تترافنیل بورات،  $552$  گرم رسوب تولید می‌کند. درصد وزنی  $NH_4Cl$  و  $K_2CO_3$  را در نمونه‌ی جامد اولیه محاسبه کنید. (۱۵ نمره)

$$KB(C_6H_5)_4 = 358/33, NH_4B(C_6H_5)_4 = 337/27, K_2CO_3 = 138/21, NH_4Cl = 53/49 \text{ g/mol}$$



## سؤال سوم:

محلول سدیم هیدروکسید را می توان از واکنش سدیم کربنات با آهک هیدراته،  $Ca(OH)_2$ ، تهیه کرد. به این منظور معمولاً آهک را به صورت اضافی استفاده می کنند و پس از تکمیل واکنش، آهک واکنش نداده که نامحلول می باشد همراه با رسوب حاصل از واکنش صاف شده و جدا می گردد.

الف) معادله ی واکنش را نوشته و موازنه کنید. (۳ نمره)

ب) در یک آزمایش  $3/959$  گرم سدیم کربنات متبلور،  $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ ، در مقداری آب حل شده و پس از واکنش با مقدار اضافی آهک هیدراته،  $Ca(OH)_2$ ، رسوبات حاصل صاف می شود. محلول زیر صافی به حجم  $50$  میلی لیتر رسانده شده و با  $1$  میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ با درصد وزنی  $98\%$  و چگالی  $1/85 \text{ g/cm}^3$  خنثی می شود. مقدار  $x$  را در نمونه ی سدیم کربنات متبلور محاسبه کنید. (۸ نمره)

پ) اگر وزن رسوب باقی مانده پس از صاف کردن،  $3/219$  گرم باشد، مقدار آهک هیدراته ی اولیه چند برابر مقدار مورد نیاز به کار رفته است؟ (۴ نمره)

$$Ca = 40, C = 12, O = 16, S = 32, Na = 23, H = 1 \text{ g/mol}$$

## سؤال چهارم:

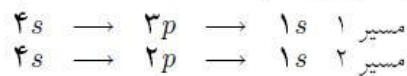
براساس مدل اتمی بوهر، هنگامی که الکترون در اتم هیدروژن از یک تراز انرژی با  $n$  بالاتر به تراز  $n$  پایین تر انتقال می یابد، نوری متناسب با اختلاف انرژی دو تراز نشر می کند. اگر طیف نشری اتم هیدروژن را براساس مدل کوانتومی اتم بررسی کنیم، باید علاوه بر عدد کوانتومی اصلی ( $n$ )، عدد کوانتومی اوربیتالی ( $l$ ) را نیز در نظر بگیریم و انتقال الکترون را بین دو اوربیتال اتمی به صورت:

$$n_2, l_2 \rightarrow n_1, l_1$$

نشان دهیم که در آن  $n_2$  و  $n_1$  به ترتیب اعداد کوانتومی تراز پایینی و تراز بالایی و  $l_2$  و  $l_1$  به ترتیب اعداد کوانتومی مربوط به آن ها هستند. براساس این مدل، علاوه بر شرط  $n_2 > n_1$  باید شرط زیر برقرار باشد تا انتقال مربوطه مجاز (امکان پذیر) بوده و در طیف نشری قابل مشاهده باشد:

$$\Delta l = l_2 - l_1 = \pm 1$$

بنابراین به عنوان مثال اگر الکترون اتم هیدروژن برانگیخته شده و به اوربیتال  $4s$  ( $l = 0, n = 4$ ) منتقل شده باشد، تنها دو مسیر مجاز برای بازگشت آن به اوربیتال  $1s$  (حالت پایه) وجود خواهد داشت:



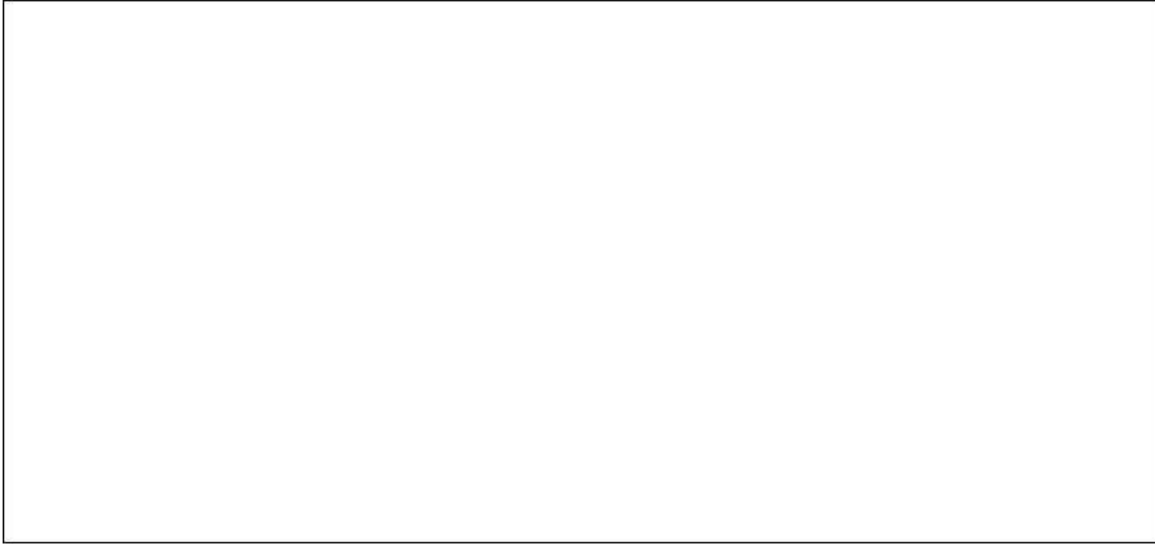
با توجه به شرایط ذکر شده در بالا، همه ی مسیرهای مجاز برای بازگشت الکترون اتم هیدروژن از اوربیتال  $5d$  به اوربیتال  $1s$  از طریق نشر نور را مانند مثال فوق بنویسید. توجه: از نوشتن مسیرهایی که طبق شرایط بالا مجاز نیستند خودداری کنید. به ازای هر مسیر نادرست نمره ی یکی از مسیرهای درست کم می شود. (۹ نمره)

## ادامه ی سؤال چهارم:

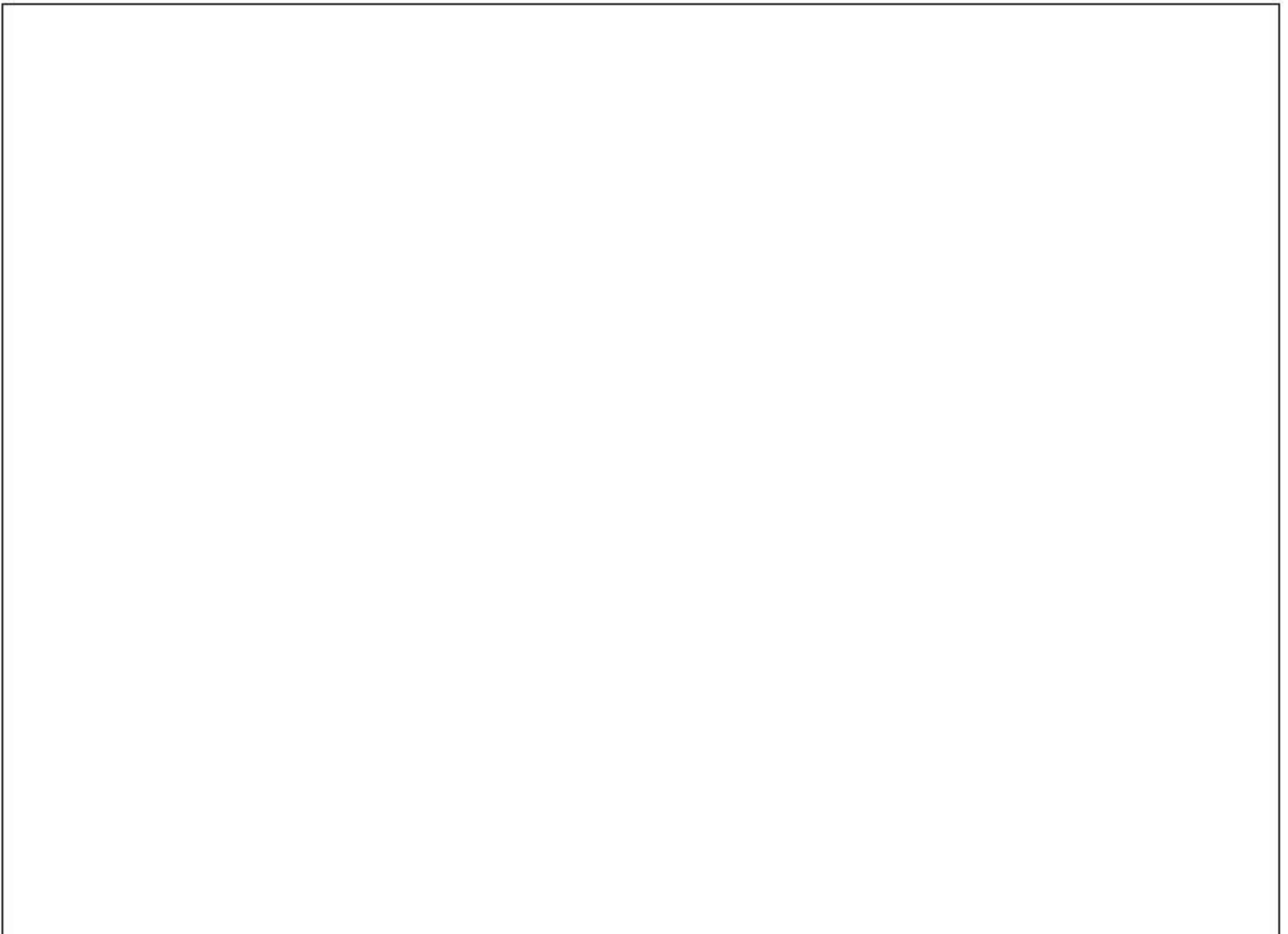
ب) برای اتم هیدروژن و یون های تک الکترونی مانند  $He^+$ ، انرژی الکترون در اوربیتال ها از معادله ی زیر به دست می آید که در آن  $n$  عدد کوانتومی اصلی،  $Z$  عدد اتمی و  $E_n$  انرژی بر حسب ژول است که به  $l$  بستگی ندارد:

$$E_n = -2.18 \times 10^{-18} \frac{Z^2}{n^2}$$

انرژی فوتون منتشر شده در اثر انتقال الکترونی  $4s \rightarrow 5p$  در یون  $He^+$  را محاسبه کنید. (۳ نمره)

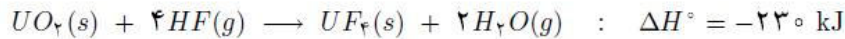


پ) انرژی سومین یونش اتم  $Li$  را بر حسب  $\text{kJ/mol}$  به دست آورید. (۳ نمره)



## سؤال پنجم:

الف) واکنش زیر یکی از مرحله‌های مهم خالص‌سازی سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای است:



اگر در موقع انجام کامل این واکنش موازنه شده در فشار ثابت، ۵ کیلوژول کار تغییر حجم به درون سامانه‌ی واکنش راه یابد،  $\Delta E^\circ$  واکنش برحسب کیلوژول با رعایت علامت جبری چه مقدار است؟ (۱/۵ نمره)

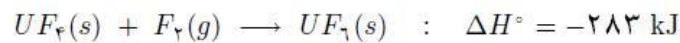
$$\Delta E^\circ = \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ}$$

ب) آنتالپی استاندارد تشکیل  $H_2O(g)$ ،  $HF(g)$  و  $UO_2(s)$  را برحسب کیلوژول بر مول به ترتیب برابر با  $-242$ ،  $-271$ ، و  $-1085$  است. طرف دوم تساوی‌های زیر را در شرایط یکسان و با رعایت علامت جبری کامل کنید. (از معادله‌ی بخش الف) کمک بگیرید. (۳ نمره)

$$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(UF_4(s)) = \boxed{\phantom{00000}} \quad (\text{به صورت یک معادله‌ی نمادی})$$

$$= \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ} \quad (\text{پاسخ عددی})$$

پ) واکنش زیر مرحله‌ی مهم دیگری در خالص‌سازی سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای است:



طرف دوم تساوی‌های زیر را در شرایط یکسان و با رعایت علامت جبری کامل کنید. (۳ نمره)

$$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(UF_6(s)) = \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ}$$

ت)  $UF_6(s)$  یکی از چند ترکیب معدنی جامد و فزّار با دمای جوش تقریبی  $56^\circ\text{C}$  است که به آسانی به  $UF_6(g)$  که ماده‌ی اصلی در چرخه‌ی غنی‌سازی اورانیوم است تصعید می‌شود (آنتالپی تصعید آن  $50 \text{ kJ/mol}$  می‌باشد). گرمای لازم برای تصعید  $1/76^\circ$  کیلوگرم  $UF_6(s)$  در فشار ثابت در شرایط یکسان کدام است؟ (۱/۵ نمره)

$$F = 19, U = 238 \text{ g/mol}$$

$$q_p = \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ}$$

ث) با فرض مساوی بودن آنتالپی تصعید مولی  $UF_4(s)$  و  $UF_6(s)$  و اینکه آنتروپی استاندارد مولی  $F_2(g)$ ،  $UF_4(g)$  و  $UF_6(g)$  برحسب  $\text{kJ/mol}$  در شرایط سؤال به ترتیب برابر با  $203$ ،  $300$  و  $376$  باشد، طرف دوم تساوی‌های داده شده را برای واکنش زیر کامل کنید. (دما در تمام بندهای این سؤال را  $300 \text{ K}$  در نظر بگیرید، علامت جبری و واحد را رعایت کنید). (۴/۵ نمره)



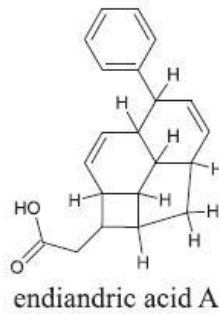
$$\Delta H^\circ = \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ}, \quad \Delta S^\circ = \boxed{\phantom{00000}} \text{ J/K}, \quad \Delta G^\circ = \boxed{\phantom{00000}} \text{ J}$$

ج) گزینه‌ی درست را برای واکنش داده شده در شرایط (ث) مشخص نمایید. (در یکی از خانه‌ها علامت ضربدر بزنید). (۱/۵ نمره)

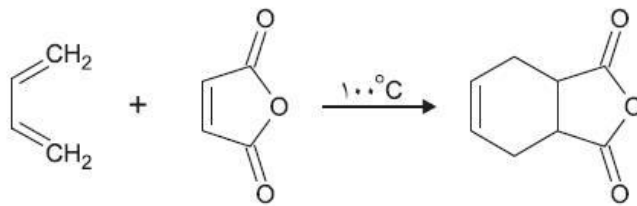
$$\boxed{\phantom{000}} \text{ به حالت تعادل است}, \quad \boxed{\phantom{000}} \text{ خودبه‌خود انجام می‌شود}, \quad \boxed{\phantom{000}} \text{ غیر خودبه‌خودی است}$$

## سؤال ششم:

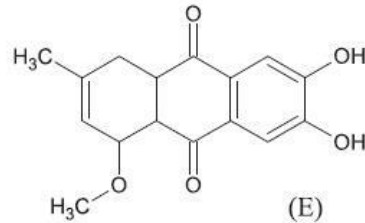
در سال ۱۹۲۸ دو شیمییدان معروف به نام‌های دیلز (Otto Diels) و آلدِر (Kurt Alder) واکنشی را کشف کردند که بعدها به نام واکنش دیلز-آلدِر معروف شد. به خاطر اهمیت این واکنش و کاربردهای فراوان آن در شیمی آلی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۵۰ به این دو نفر تعلق گرفت. A اندیاندریک اسید از جمله ترکیباتی است که برای سنتز (تهیه‌ی) آن از واکنش دیلز-آلدِر کمک گرفته شده است:



مثالی از واکنش دیلز-آلدِر در زیر دیده می‌شود:



الف) انجام واکنش فوق با تشکیل تعداد  پیوند و شکسته شدن تعداد  پیوند همراه است. (۲ نمره)  
ترکیب E به کمک واکنش دیلز-آلدِر و طی یک مرحله از دوماده‌ی اولیه‌ی مناسب S1 و S2 تهیه می‌شود.

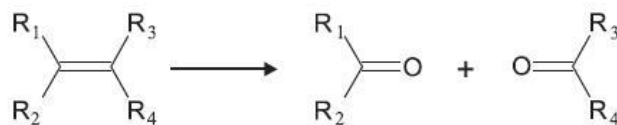


ب) ساختارهای S1 و S2 را رسم کنید. (۳ نمره)

سیکلو پنتادیان (B) در دمای محیط فعالیت بالایی دارد و به آهستگی از طریق واکنش دیلز-آلدِر به دی‌سیکلو پنتادیان (C) با فرمول مولکولی  $C_{10}H_{12}$  تبدیل می‌شود. دی‌سیکلو پنتادیان (C) با مصرف دو مول گاز هیدروژن به طور کامل اشباع شده و به ترکیب D تبدیل می‌شود. ساختارهای C و D را رسم کنید. (۴ نمره)



پیوندهای دوگانه‌ی کربن-کربن در مجاورت گاز اوزون، در واکنشی موسوم به اوزونولیز شکسته شده و به آلدهیدها و کتون‌ها تبدیل می‌شوند:





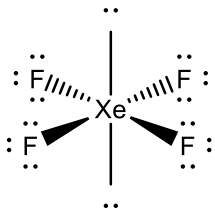
-۱

(الف-۱)

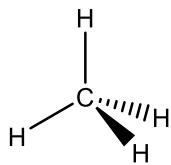
برای حل این سوال باید به این نکته توجه داشت که مقدار انرژی شبکه رابطه مستقیم با ضرب بار کاتیون در آنیون و رابطه معکوس با فاصله دو یون ناهمنام دارد.

	$F^-$	$Cl^-$	$Br^-$	$I^-$	$O^{2-}$
$Li^+$					۲۹۲۵
$Na^+$		۷۸۷		۷۰۴	
$K^+$					
$Be^{2+}$	۳۵۰۵				
$Mg^{2+}$		۲۵۲۴			
$Ca^{2+}$			۲۱۷۶		

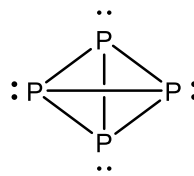
(ب-۱)



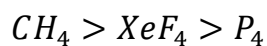
مربع مسطح زاویه  $90^0$



چهاروجهی زاویه  $109.5^0$

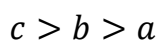
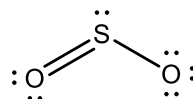
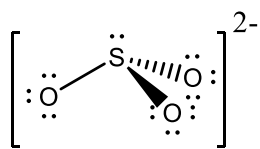
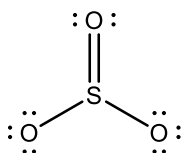


هرمی زاویه  $60^0$



(پ-۱)

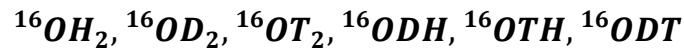
با افزایش مرتبه پیوند طول پیوند کاهش می یابد. با توجه به ساختار لوئیس ترکیبات داده شده مرتبه پیوند در  $SO_3^{2-}$  برابر با ۱ و در مولکول های  $SO_2$  و  $SO_3$  به دلیل وجود ساختارهای رزونانسی به ترتیب برابر  $1\frac{1}{2}$  و  $1\frac{1}{3}$  می باشد.



(ت-۱)

۱۸

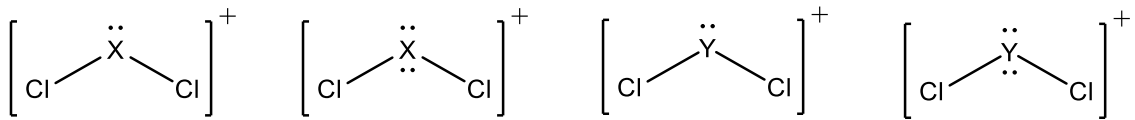
برای هر ایزوتوپ اکسیژن ۶ حالت وجود دارد. در نتیجه جمعا ۱۸ نوع مولکول آب خواهیم داشت



(ث-۱)

با اصلاح صورت سوال به  $\text{XCl}_2^+$  و  $\text{YCl}_2^+$  خواهیم داشت:

۲ ساختار زیر را برای  $\text{XCl}_2^+$  و  $\text{YCl}_2^+$  می توان در نظر گرفت:

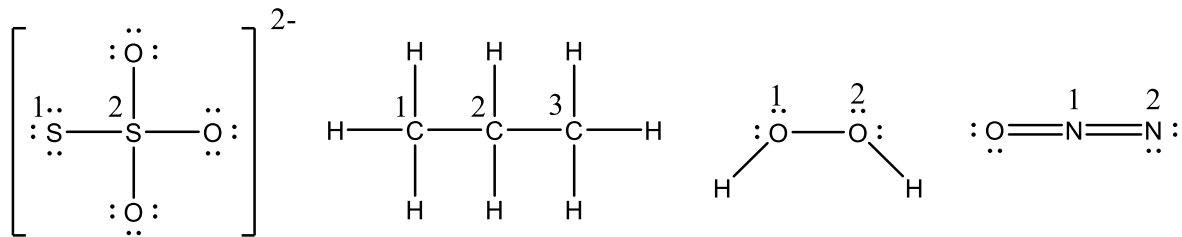


X و Y متعلق به گروه ۱۵ و ۱۷ می باشند. در نتیجه خواهیم داشت:



(ج-۱)

برای مشخص نمودن اتم ها با عدد اکسایش متفاوت باید به ساختار لوئیس ترکیبات توجه نمود.



1: -1

2: +5

1: -3

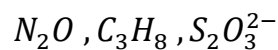
2: -2

3: -3

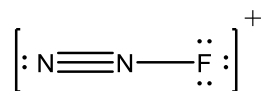
1: -1

2: -1

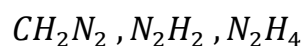
1: +3



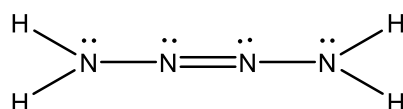
(چ-۱)



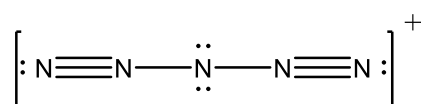
(ح-۱)



(خ-۱)



(د-۱)



-۲

در قسمت دوم وزن رسوب مربوط به  $KB(C_6H_5)_4$  می باشد.

وزن  $KB(C_6H_5)_4$  در ۵۰ میلی لیتر برابر با ۰,۵۵۲ گرم می باشد پس در ۲۵ میلی لیتر خواهیم داشت:

$$25 \text{ ml} \times \frac{0.552 \text{ g}}{50 \text{ ml}} = 0.276 \text{ g}$$

وزن  $NH_4B(C_6H_5)_4$  در حجم ۲۵ میلی لیتر:

$$0.617 - 0.276 = 0.341 \text{ g}$$

در ۱۰۰ میلی لیتر محلول:

$$100 \text{ ml} \times \frac{0.276 \text{ g } KB(C_6H_5)_4}{25 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol } K^+}{358.33 \text{ g } KB(C_6H_5)_4} \times \frac{1 \text{ mol } K_2CO_3}{2 \text{ mol } K^+} \times \frac{138.21 \text{ g } K_2CO_3}{1 \text{ mol } K_2CO_3} \\ = 0.21290 \text{ gr } K_2CO_3$$

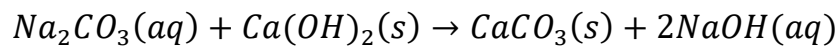
$$100 \text{ ml} \times \frac{0.341 \text{ g } NH_4B(C_6H_5)_4}{25 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol } NH_4^+}{337.27 \text{ g } NH_4B(C_6H_5)_4} \times \frac{1 \text{ mol } NH_4Cl}{1 \text{ mol } NH_4^+} \\ \times \frac{53.49 \text{ gr } NH_4Cl}{1 \text{ mol } NH_4Cl} = 0.2163 \text{ g } NH_4Cl$$

$$\%K_2CO_3 = \frac{0.2129}{1.475} \times 100 = 14.43 \%$$

$$\%NH_4Cl = \frac{0.2163}{1.475} \times 100 = 14.66\%$$

-۳

(الف-۳)



(ب-۳)

مقدار  $H_2SO_4$  مصرفی جهت خنثی سازی  $NaOH$ 

$$1 \text{ ml } H_2SO_4 \text{ ناخالص} \times \frac{1.85 \text{ g } H_2SO_4 \text{ ناخالص}}{1 \text{ ml } H_2SO_4 \text{ ناخالص}} \times \frac{98 \text{ g } H_2SO_4 \text{ ناخالص}}{100 \text{ g } H_2SO_4 \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4}$$

$$= 0.0185 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$\rightarrow 0.0185 \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mol } Na_2CO_3}{2 \text{ mol } NaOH}$$

$$= 18.5 \times 10^{-3} \text{ mol } Na_2CO_3$$

$$18.5 \times 10^{-3} \text{ mol } Na_2CO_3 \times \frac{106 \text{ g } Na_2CO_3}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} = 1.961 \text{ g } Na_2CO_3$$

$$\text{وزن آب} = 3.959 - 1.908 = 1.998 \text{ g } H_2O \rightarrow \frac{2.051}{18} = 0.111 \text{ mol } H_2O$$

نسبت مولی آب به نمک بی مقدار  $x$  را می دهد

$$x = \frac{0.111}{0.0185} = 6$$

-۴

(الف-۴)

مسیرهای مجاز:

$$5d \rightarrow 4f \rightarrow 3d \rightarrow 2p \rightarrow 1s$$

$$5d \rightarrow 4p \rightarrow 3d \rightarrow 2p \rightarrow 1s$$

$$5d \rightarrow 4p \rightarrow 3s \rightarrow 2p \rightarrow 1s$$

$$5d \rightarrow 4p \rightarrow 1s$$

$$5d \rightarrow 3p \rightarrow 1s$$

$$5d \rightarrow 2p \rightarrow 1s$$

(ب-۴)

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -2.18 \times 10^{-18} \times Z^2 \times \left( \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$\Delta E = -2.18 \times 10^{-18} \times 2^2 \times \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 1.962 \times 10^{-19} J$$

(پ-۴)

برای کندن شدن الکترون شماره مداری را که الکترون باید به آن انتقال یابد را  $\infty$  در نظر می گیریم پس خواهیم داشت:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -2.18 \times 10^{-18} \times 3^2 \times \left( \frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 1.962 \times 10^{-17} J \text{ برای یک اتم}$$

برای یک مول:

$$1.962 \times 10^{-17} \times 6.022 \times 10^{23} = 11815.6 \frac{kJ}{mol}$$

-۵

(الف-۵)

$$\Delta E^0 = q + w$$

در فشار ثابت  $\Delta H = q_p$  و از طرفی چون کار بر روی سامانه انجام شده است، مقدار کار از لحاظ عددی مثبت می باشد

$$\Delta E^0 = -230 + 5 = -225 kJ$$

(ب-۵)

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآورده ها}$$

$$\Delta H_f^0(UF_4(s)) = \Delta H^0(\text{واکنش}) + 4\Delta H_f^0(HF(g)) + \Delta H_f^0(UO_2(s)) - 2\Delta H_f^0(H_2O(g))$$

$$\rightarrow \Delta H_f^0(UF_4) = -1915 kJ$$

(پ-۵)

$$\begin{aligned} \Delta H_f^0(UF_6(s)) &= \Delta H^0(\text{واکنش}) + \Delta H_f^0(UF_4(s)) + \Delta H_f^0(F_2(g)) = -283 - 1915 + 0 \\ &= -2198 kJ \end{aligned}$$

(ت-۵)

$$1760 \text{ g } UF_6 \times \frac{1 \text{ mol } UF_6}{352 \text{ g } UF_6} \times \frac{50 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } UF_6} = 250 \text{ kJ}$$

(ث-۵)

مقدار آنتالپی تصعید  $UF_6$  و  $UF_4$  را برابر  $x$  کیلوژول بر مول در نظر می گیریم و با توجه به واکنش های تصعید خواهیم داشت:

$$\Delta H_f^0(UF_6(g)) = x + \Delta H_f^0(UF_6(s)) = x - 2198$$

$$\Delta H_f^0(UF_4(g)) = x + \Delta H_f^0(UF_4(s)) = x - 1915$$

$$\Delta H^0 = \Delta H_f^0(UF_4(g)) + \Delta H_f^0(F_2(g)) - \Delta H_f^0(UF_6(g)) = x - 1915 + 0 - x + 2198 = 283 \text{ kJ}$$

$$\Delta S^0 = S^0(UF_4(g)) + S^0(F_2(g)) - S^0(UF_6(g)) = 203 + 300 - 376 = 127 \frac{J}{K}$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 283 \times 10^3 - 300 \times 127 = 2.449 \times 10^5 \text{ J}$$

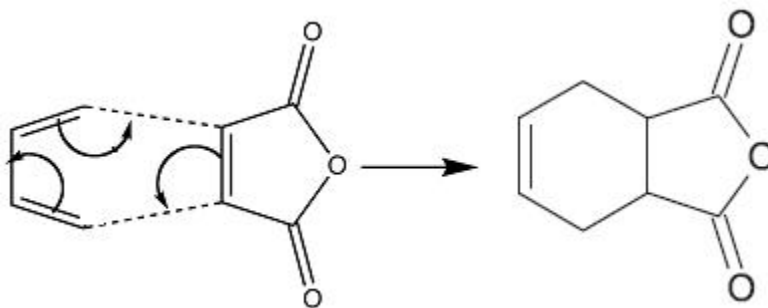
(ج-۵)

به دلیل مثبت بودن  $\Delta G^0$  واکنش غیر خود به خودی است

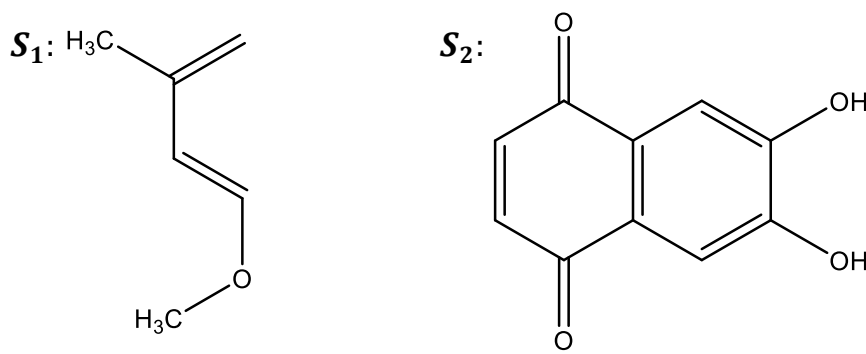
-۶

(الف-۶)

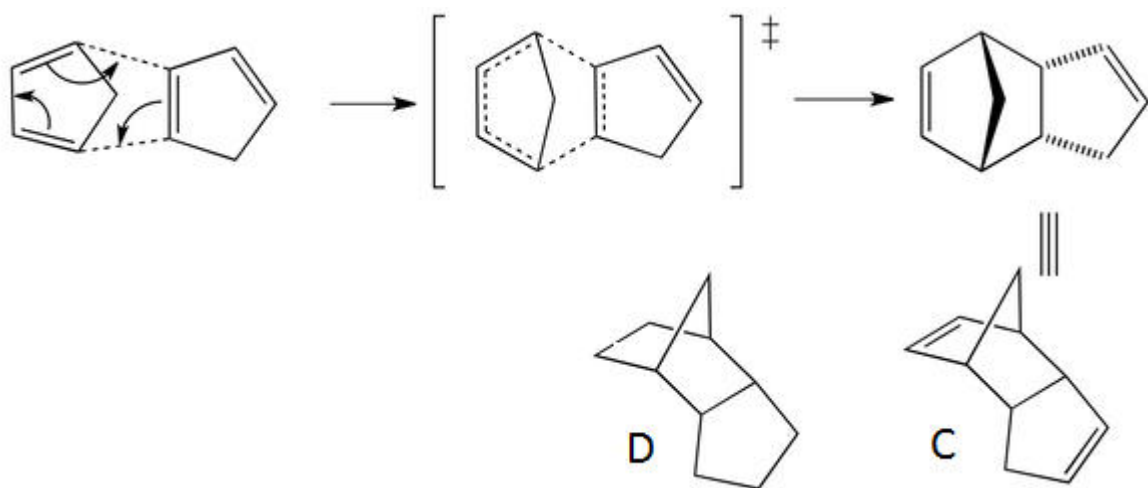
همان طور که در مکانیزم واکنش مشاهده می کنید ۳ پیوند شکسته شده و ۳ پیوند تشکیل می شود



(ب-۶)

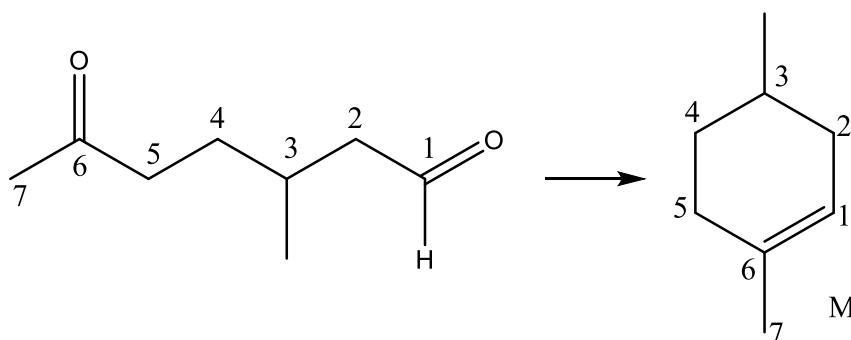


(پ-۶)

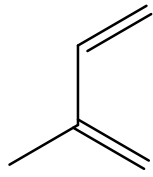
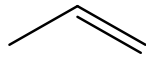


(ت-۶)

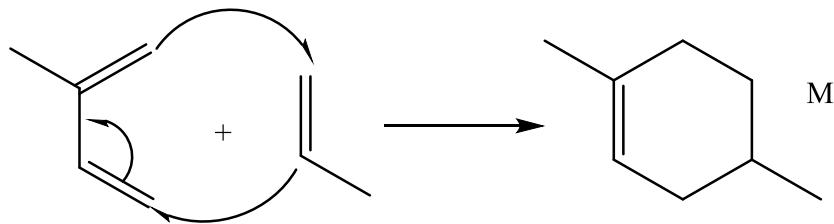
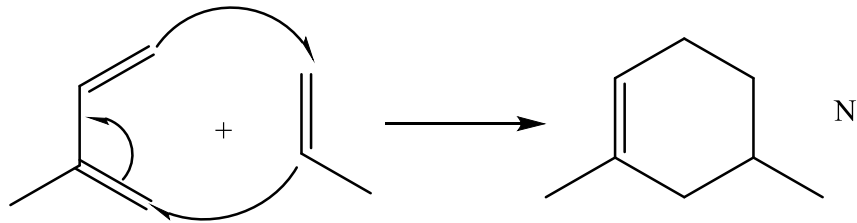
برای حل این سوال از انتها به ابتدا حرکت می کنیم. آخرین مرحله اوزونولیز بوده است که منجر به شکستن پیوند دوگانه و تشکیل گروه کربونیل می شود. از آنجاییکه تعداد کربن ها (۸) بعد از اوزونولیز تغییر نیافته است. نتیجه می گیریم که ترکیب  $M$  یک ترکیب حلقوی با پیوند دوگانه می باشد. برای بدست آوردن ساختار ترکیب  $M$  فقط کافی است ۲ کربن گروههای کربونیل را با پیوند دو گانه به یکدیگر متصل کنیم. (برای جلوگیری از اشتباه در رسم ساختار کربن ها را شماره گذاری کنید)



با توجه به واکنش دیلز-آلدر پیوند ۲ با ۳ و ۵ با ۴ تشکیل شده است پس برای  $S_3$  و  $S_4$  می توان ساختارهای زیر را رسم کنید:

 $S_3$ : $S_4$ :

واکنش بین  $S_3$  و  $S_4$  به یکی از صورت ۲ زیر خواهد بود:





باسمه تعالی  
وزارت آموزش و پرورش  
باشگاه دانش پژوهان جوان

«مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست.»

امام خمینی (ره)

**بیست و یکمین المپیاد شیمی کشور**

**مرحله دوم**

**آزمون اول، چندگزینه ای: چهارشنبه ۹۰/۲/۷**

شروع: ۱۲:۰۰ الی ۱۵:۳۰

مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

**تذکرات:**

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به نکات زیر دقیقاً توجه فرمایید:
- (۱) یک برگ پاسخنامه چندگزینه ای در اختیار شما قرار گرفته است که مشخصات فردی شما بر روی آن نوشته شده است در صورت نادرست بودن آن سریعاً نسبت به اصلاح آن اقدام کنید.
- (۲) پاسخ هر سؤال را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً تمام خانه های مورد نظر را سیاه کنید.
- (۳) تعداد سؤال های این قسمت از آزمون ۳۹ سؤال و مدت پاسخ گویی به آن ۹۰ دقیقه است. هر پاسخ درست یک نمره مثبت و هر پاسخ غلط یک سوم نمره منفی خواهد داشت.
- (۴) پس از پایان این قسمت از آزمون پاسخنامه های آن جمع آوری و آزمون تشریحی شروع خواهد شد.
- (۵) جدول تناوبی عناصر به هیچ وجه در دسترس شرکت کنندگان نباشد. استفاده از ماشین حساب مجاز است.
- (۶) هنگام آزمون همراه داشتن تلفن همراه (خاموش یا روشن) تخلف محسوب می شود. لذا تلفن همراه خود را قبل از شروع آزمون به مسئول حوزه تحویل دهید.
- (۷) دانش آموزان کلاس دوم به دوره تابستان راه پیدا نمی کنند و این آزمون برای آن ها تنها جنبه تشویقی و آمادگی برای سال آینده دارد.
- (۸) نتایج این آزمون در اواخر خرداد ماه اعلام خواهد شد.

۱- کدام ترکیب می تواند دارای گونه ای با بار مثبت و عدد کوئوردیناسیون یک واحد کمتر باشد و در عین حال قاعده هشتایی رعایت شود؟

NF<sub>3</sub> (د)BrF<sub>5</sub> (ج)SiF<sub>4</sub> (ب)PCl<sub>5</sub> (الف)

۲- برای هر یک از گونه های شیمیایی با فرمول های کلی (۱) XF<sub>2</sub> (۲) X<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (۳) X<sub>3</sub>N (۴) و (۵) XF<sub>3</sub> دو ترکیب شیمیایی یکی کووالانسی و دیگری یونی نوشته شده است. نمونه های کدام گزینه با در نظر گرفتن این دو ویژگی نا درست است؟

MgF<sub>2</sub> و OF<sub>2</sub> (ب)ClF<sub>3</sub> و BF<sub>3</sub> (الف)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (د)Na<sub>3</sub>N و H<sub>3</sub>N (ج)

۳- عبارت کدام گزینه در مورد Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> نا درست است؟

(الف) قاعده هشت تایی در مورد آن صدق نمی کند.

(ب) این مولکول خاصیت قطبی دارد.

(ج) آرایش هندسی این مولکول به صورت دو هرمی با قاعده مثلث است.

(د) حالت اکسایش زنون در این مولکول +۶ است.

۴- در ترکیبی به فرمول مجهول [(<sup>۹</sup>)Mo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>] (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub> چه عنصری باید به جای (؟) قرار گیرد تا موازنه بار برقرار گردد؟ عنصر مولیبدن در جدول تناوبی زیر <sup>۴۲</sup>Cr قرار دارد.

S (د)

Kr (کریپتون) (ج)

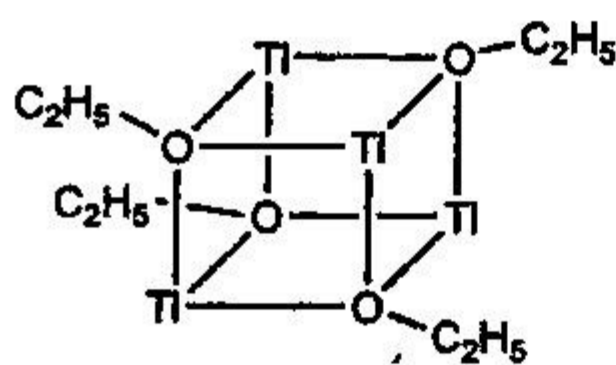
P (ب)

Si (الف)

۵- در کدام گونه شیمیایی تعداد جفت الکترون های تنها (نا پیوندی) روی اتم مرکزی از همه بیشتر است؟

ICl<sub>4</sub><sup>-</sup> (د)BrF<sub>5</sub> (ج)N<sub>3</sub><sup>-</sup> (ب)SbCl<sub>5</sub><sup>2-</sup> (الف)

۶- ساختار یک ترکیب تترامری از تالیوم اتوکسید در زیر نشان داده شده است (Tl<sub>8</sub>O<sub>12</sub>) می تواند حالت های اکسایش +۱ و +۳ داشته باشد. در این ترکیب برای تمام اتم هایی که واحد مکعبی را تشکیل می دهند قاعده هشتایی صدق می کند. عبارت کدام گزینه درست است؟



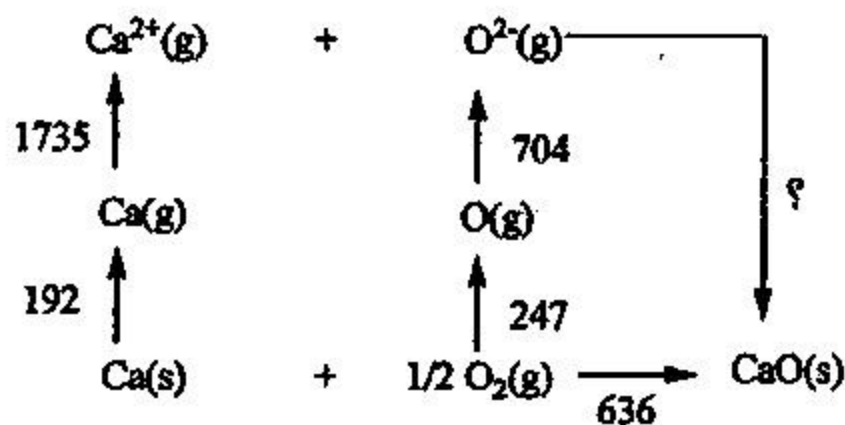
(الف) آرایش هندسی اتم ها پیرامون اتم تالیوم به صورت چهاروجهی است.

(ب) در این ترکیب اتم های اکسیژن و تالیوم فاقد زوج الکترون تنها (نا پیوندی) هستند.

(ج) حالت اکسایش تالیوم در این ترکیب +۳ است.

(د) در این ساختار برای اتم های تشکیل دهنده ی واحد مکعبی می توان ۸ پیوند ساده و ۸ پیوند داتیو (یکسویه) در نظر گرفت.

۷- چراغ بورن-هابر برای تشکیل کلسیم اکسید به صورت زیر است. انرژی مرحله ای که با علامت سؤال مشخص شده برحسب کجاست؟ تمام انرژی های داده شده در این نمودار برحسب کیلوژول است. (قضاوت درباره علامت جبری ارقام داده شده با شماست)



+۳۵۱۴ (د)

-۲۱۰۶ (ج)

+۲۱۰۶ (ب)

-۳۵۱۴ (الف)

۸- در اتم هیدروژن برای  $n=4$  چند حالت هم انرژی وجود دارد؟ (بدون در نظر گرفتن اسپین)

۳۰ (د)

۱۶ (ج)

۱۰ (ب)

۴ (الف)

۹- در کدام گونه عدد اکسایش قراردادی هردو اتم نیتروژن یکسان است؟

$\text{N}_2\text{O}$  (NNO) (د)

$\text{N}_2\text{O}_3$  (ONNO<sub>2</sub>) (ج)

$\text{N}_2\text{O}_4$  (ب)

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  (الف)

۱۰- هیدروژن سه ایزوتوپ  $^1_1\text{H}$  ،  $^2_1\text{H}$  ،  $^3_1\text{H}$  و اکسیژن دو ایزوتوپ  $^{16}_8\text{O}$  و  $^{17}_8\text{O}$  دارد. وجود چند نوع مولکول ایزوتوپی برای  $\text{H}_2\text{O}$  قابل پیش بینی است؟

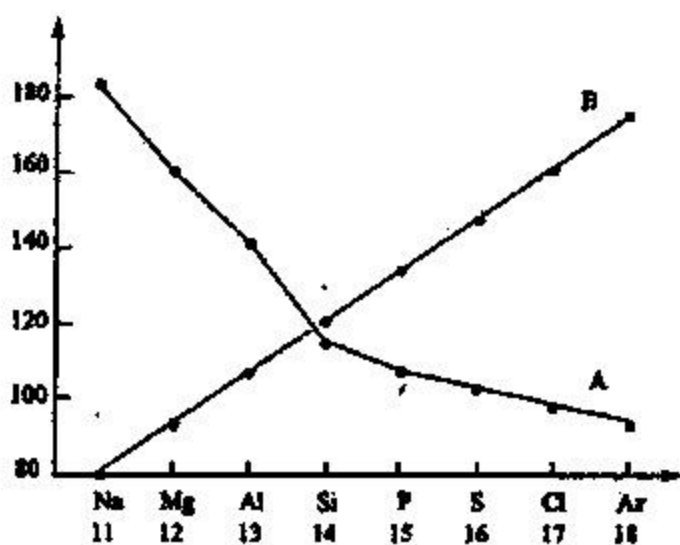
۷ (د)

۱۱ (ج)

۱۲ (ب)

۶ (الف)

۱۱- در شکل زیر هر یک از نمودارهای A و B به ترتیب روند تغییرات کدام ویژگی های عنصرهای تناوب سوم جدول را نشان می دهند؟



(الف) شعاع اتمی - بارمؤثر هسته برای الکترون های لایه ظرفیت

(ب) اثر پوششی الکترون های درونی - انرژی نخستین یونش

(ج) شعاع اتمی - الکترونگاتیوی

(د) نقطه ذوب - اثر پوششی الکترون های درونی

۱۲- در کدام گزینه، اتم مرکزی در همه گونه ها، می تواند پیوند جدید تشکیل دهد؟

$\text{BF}_4^-$  ،  $\text{SO}_2$  ،  $\text{SOCl}_2$  (ب)

$\text{PH}_3$  ،  $\text{NO}_2$  ،  $\text{AlCl}_3$  (الف)

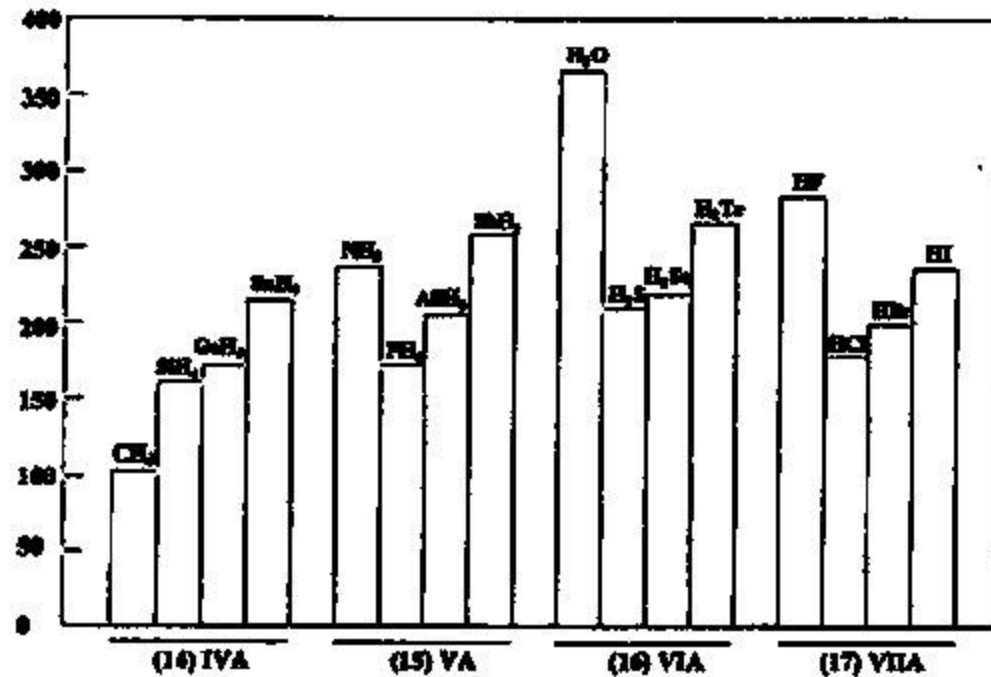
$\text{SiF}_4$  ،  $\text{POCl}_3$  ،  $\text{CF}_4$  (د)

$\text{COCl}_2$  ،  $\text{ICl}_3$  ،  $\text{BeF}_2$  (گاز) (ج)

۱۳- اعداد  $-۶۹۹$  ،  $-۸۵۸$  ،  $-۶۷۴$  و  $-۷۸۲$  انرژی شبکه ی هیدریدهای لیتیم ، سدیم ، پتاسیم و روییدیم را برحسب  $\text{kJ.mol}^{-1}$  نشان می دهند. انرژی شبکه KH کدام است؟

(د)  $-۶۹۹$ (ج)  $-۷۸۲$ (ب)  $-۸۵۸$ (الف)  $-۶۷۴$ 

۱۴- شکل زیر مقایسه نقطه جوش هیدرید های عناصر گروه های اصلی چهارم تا هفتم جدول را نشان می دهد کدام عبارت نادرست است؟



(الف) پیوند هیدروژنی بین مولکول های  $\text{H}_2\text{Te}$  قوی تر از پیوندهای هیدروژنی بین مولکول های  $\text{H}_2\text{O}$  است.  
 (ب) نیروهای جاذبه دوقطبی-دوقطبی در مولکولهای آب قوی تر از نیروهای جاذبه مشابه بین مولکولهای  $\text{H}_2\text{S}$  است.  
 (ج) پیوند هیدروژنی  $\text{H}\cdots\text{F}$  از پیوندهای هیدروژنی  $\text{H}\cdots\text{O}$  قوی تر است.  
 (د)  $\text{CH}_4$  در دمای معمولی به حالت گاز است.

۱۵- زاویه پیوند در کدام یک از گونه های زیر بزرگتر است؟

(د)  $\text{NF}_3$ (ج)  $\text{SCO}$ (ب)  $\text{NO}_2$ (الف)  $\text{ICl}_4^-$ 

۱۶- حالت اکسایش قراردادی کربن در ترکیب  $\text{HNCO}$  چیست؟

(د)  $2-$ (ج)  $2+$ (ب)  $4+$ (الف)  $3-$ 

۱۷- اعداد زیر انرژی های یونش  $E_1$  الی  $E_8$  عنصری از تناوب سوم را برحسب  $\text{kJ.mol}^{-1}$  نشان می دهد. این عنصر در کدام گروه قرار دارد؟

$۷۸۶$  ،  $۱۵۸۰$  ،  $۳۲۳۰$  ،  $۴۳۶۰$  ،  $۱۶۱۰۷$  ،  $۲۰۰۱۲$  ،  $۲۳۸۰۰$  ،  $۲۹۲۰۰$

(د) ششم

(ج) پنجم

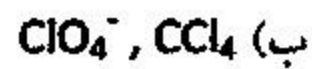
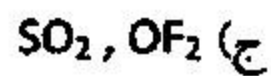
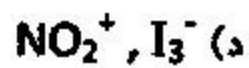
(ب) چهارم

(الف) سوم

۱۸- کدام گونه با سایر گونه ها هم الکترون نیست؟

(د)  $\text{CO}_2$ (ج)  $\text{OF}_2$ (ب)  $\text{CNO}^-$ (الف)  $\text{NO}_2^+$

۱۹- کدام جفت گونه های زیرشکل فضایی یکسان ندارند؟



۲۰- تعداد اوربیتال های نیمه پر در کدام عنصر که عدد اتمی آن ها داده شده است بیشتر می باشد؟

(د) ۲۶

(ج) ۱۵

(ب) ۳۳

(الف) ۳۹

۲۱- مجموع ضرایب واکنش اثر آمونیاک برمس (II) اکسید داغ با توجه به این که  $\text{N}_2$  یکی از محصولات است پس از موازنه کدام است؟

(د) ۹

(ج) ۱۰

(ب) ۱۲

(الف) ۱۱

۲۲- فرض کنید هوا فقط شامل ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن و ۱٪ آرگون است. اگر بایک واکنش شیمیایی کل اکسیژن موجود در یک نمونه هوا را خارج کنیم جرم مولی متوسط هوای باقیمانده بر حسب گرم کدام است؟ ( $\text{N}=14$ ,  $\text{O}=16$ ,  $\text{Ar}=40$ )

(د) ۲۸۰۰۰

(ج) ۲۸۱۵

(ب) ۲۸۱۲

(الف) ۲۸۰۶

۲۳- در جدول زیر، که داده های مربوط به هواکره را نشان می دهد، چه عددی برای "X" مناسب تر است؟

ارتفاع از سطح زمین (km)	دما (K)	فشار هوا (mmHg)	تعداد کل ذره هادریک لیترا ( $\times 10^{11}$ )
۱۲	۲۱۳	۱۷۰	۷۷
۱۶	۲۱۷	۱۰۴	(X)
۲۰	۲۲۰	۶۲	۲۷

(د) ۴۶

(ج) ۴۸

(ب) ۵۲

(الف) ۵۰

۲۴- در یک ظرف ۲/۲۴ لیتری که در سطح دریای آزاد و در دمای  $0^\circ\text{C}$  (صفر درجه) قرار دارد، مقدار ۱۱ گرم یخ خشک ( $\text{CO}_2$  جامد) می ریزیم و بلافاصله در ظرف را می بندیم. پس از مدتی یخ خشک تصعید شده و ظرف با محیط هم دما می شود. فشار کل درون ظرف در بسته چند اتمسفر است؟ ( $\text{CO}_2 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛ یک مول هوا در شرایط داده شده حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارد. برای محاسبه تعداد مول های هوا از حجم اشغال شده توسط  $\text{CO}_2$  جامد صرف نظر کنید.)

(د) ۳/۰

(ج) ۳/۵

(ب) ۲/۵

(الف) ۴/۰

۲۵- چگالی آب و اتانول به ترتیب مساوی ۰/۹۹۷ و ۰/۷۸۹ گرم بر سانتی متر مکعب است. در محلولی از اتانول و آب که در آن درصد حجمی اتانول ۶/۰ درصد است، مولاریته اتانول در آب چقدر است؟ ( $\text{H}_2\text{O}=18$  و  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}=46$ )

(د) ۰/۱۳

(ج) ۱/۳۰

(ب) ۱/۶۵

(الف) ۱/۰۳

۲۶- مقدار یون کلسیم در آب دریا ۴۰۰ ppm است. مولاریته این یون در آب دریا چقدر است؟ ( $\text{Ca}=40$ )

(د) ۰/۴

(ج) ۰/۰۴

(ب) ۰/۰۱

(الف) ۰/۱

۲۷- دمای انجماد محلول ۰/۰۵ مولال شکر در آب  $^{\circ}\text{C}$   $-0.093$  است. چنانچه دمای انجماد محلول ۰/۰۵ مولال ماده X در آب  $^{\circ}\text{C}$   $-0.316$  باشد، این ماده کدام است؟

الف) NaCl      ب)  $\text{CaCl}_2$       ج)  $\text{MgSO}_4$       د)  $\text{FeCl}_3$

۲۸- برای محلول ۰/۰۵ مولال HCl در آب، ضریب وانت هوف برابر ۱/۹ است. چند درصد مولکول های HCl تفکیک شده اند؟

الف) ۹۰      ب) ۱۰۰      ج) ۹۵      د) ۹۷/۵

۲۹- در یک آزمایش تمام کلر موجود در  $\frac{2}{89}$  گرم از  $\text{MOCl}_3$  به  $\text{AgCl}$  تبدیل می شود. وزن  $\text{AgCl}$  حاصل  $\frac{7}{18}$  گرم است. جرم اتمی M چند گرم بر مول است؟ ( $\text{AgCl} = 133.5$ ،  $\text{Cl} = 35.5$ ،  $\text{O} = 16$ )

الف) ۳۹      ب) ۲۳      ج) ۵۱      د) ۵

۳۰- مخلوطی از Zn و Al به وزن  $\frac{1}{67}$  گرم در هیدروکلریک اسید به طور کامل حل شده است و  $\frac{1}{69}$  لیتر هیدروژن در فشار ۱ اتمسفر و دمای ۲۷۳ کلوین آزاد نموده است. وزن Al موجود در نمونه چند گرم است؟ ( $\text{Zn} = 65.4$ ،  $\text{Al} = 27$ )

الف) ۰/۴۳      ب) ۱/۲۴      ج) ۰/۷۴      د) ۰/۳۱

۳۱- مخلوطی شامل ۶۰ درصد وزنی  $\text{C}_3\text{H}_8$  و ۴۰ درصد از یک هیدروکربن دیگری باشد. هنگامی که ۱۰ گرم از این مخلوط بسوزد ۲۹ گرم  $\text{CO}_2$  و  $\frac{18}{8}$  گرم  $\text{H}_2\text{O}$  می دهد. فرمول هیدروکربن مجهول را به دست آورید؟

الف)  $\text{C}_5\text{H}_{12}$       ب)  $\text{C}_2\text{H}_6$       ج)  $\text{CH}_4$       د)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

۳۲- مخلوط منیزیم کربنات و منیزیم هیدروکسید را که ۳۰ درصد آن  $\text{MgCO}_3$  است با HCl منجاور می سازیم. چند گرم HCl لازم است تا ۴۰ گرم از این مخلوط حل گردد؟ ( $\text{Mg} = 24$ ،  $\text{C} = 12$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{H} = 1$ )

الف) ۴۵/۶۷      ب) ۱۰/۴۲      ج) ۳۵/۲۴      د) ۲۵/۲۴

۳۳- بیشتر اوقات HCl نجاری از حرارت دادن NaCl با  $\text{H}_2\text{SO}_4$  غلیظ به دست می آید. چند کیلوگرم سولفوریک اسید ۹۰٪ وزنی لازم است تا یک کیلوگرم هیدروکلریک اسید غلیظ محتوی ۲۲٪ HCl تهیه شود؟ ( $\text{Cl} = 35.5$ ،  $\text{S} = 32$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{H} = 1$ )

الف) ۲۵۴      ب) ۱۰۴/۴      ج) ۲۵۲/۸      د) ۶۲۶/۵

۳۴- نمونه ای به حجم  $\frac{17}{4}$  میلی لیتر از یک محلول ۷۰٪ سولفوریک اسید با چگالی  $\frac{1}{61}$  gr/ml را تا حجم ۱۰۰ ml رقیق کرده، سپس با مقدار اضافی از Zn واکنش می دهند. گاز هیدروژن آزاد شده را با گاز کلر ترکیب می کنند تا HCl تشکیل شود. سپس این گاز را در مقدار کافی آب حل می کنند تا ۲۰۰ ml محلول HCl به دست آید. طی انجام این واکنش ها هیچ ماده ای از دست نمی رود. مولاریته محلول HCl کدام است؟

الف) ۲      ب) ۴      ج) ۸      د) ۰/۱

۳۵- به یک بشر حاوی ۱۶۴ ml محلول  $\text{CuSO}_4$ ، ۱۰ گرم منیزیم می افزایند. هنگامی که واکنش کامل شد، مخلوطی از  $\text{Cu}$  و  $\text{Mg}$  به وزن ۱۴/۴۵ گرم در بشر باقی می ماند. مولاریته محلول  $\text{CuSO}_4$  اولیه کدام است؟ ( $\text{Cu}=۶۴$ ،  $\text{Mg}=۲۴$ )

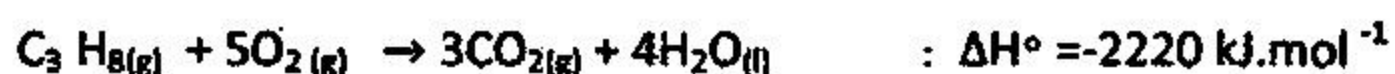
د) ۲/۶۸

ج) ۱/۲۴

ب) ۰/۶۷۸

الف) ۰/۱۲۴

۳۶-  $\Delta H^\circ$  واکنش  $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \frac{9}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده در دما و فشار یکسان بر حسب کیلو ژول کدام است؟



د) -۲۷۵۰

ج) -۲۶۳۰

ب) -۲۰۵۸

الف) -۳۳۴۴

۳۷- برای واکنش سوختن ۱ مول  $\text{H}_2(\text{g})$  در اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه داریم:



علاوه بر آن می دانیم که



با دانستن این که آنتالپی پیوند  $\text{H-H}$  و  $\text{O=O}$  به ترتیب برابر با ۴۳۶ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول است، میانگین آنتالپی پیوند  $\text{O-H}$  در آب بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

د) ۴۶۳

ج) ۵۱۰

ب) ۴۸۵

الف) ۳۵۰

۳۸- ظرفیت گرمایی مولی بوتان،  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ، و متان،  $\text{CH}_4$ ، در دمای اتاق به ترتیب برابر با ۹۷/۴۵ و ۳۵/۳۱ ژول بر مول - درجه سلسیوس است. نسبت ظرفیت گرمایی ویژه بوتان بر حسب  $^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  به ظرفیت گرمایی ویژه متان با همان یکاها کدام است؟ ( $\text{C}=۱۲$ ،  $\text{H}=۱$ )

د) ۲/۵

ج) ۰/۷۶

ب) ۲/۷۶

الف) ۱/۵

۳۹- یک سامانه بسته با دریافت ۱۰۰۰ کالری گرما، ۱۰۰۰ ژول کار انجام می دهد. مقایسه انرژی سامانه در آغاز،  $E_1$ ، با انرژی آن در پایان،  $E_2$ ، کدام است؟

د) به معلومات بیشتر نیاز است

ج)  $E_2 > E_1$ ب)  $E_2 < E_1$ الف)  $E_2 = E_1$

۴۰- آنتالپی های استاندارد تشکیل  $\text{CO(g)}$  و  $\text{CH}_3\text{OH(l)}$  در دما و فشار ثابت آزمایشگاه به ترتیب برابر با ۱۱۱- و ۲۳۹- کیلو ژول بر مول است. با توجه به آن،  $\Delta H^\circ$  واکنش  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$  در دما و فشار یکسان بر حسب کیلو ژول بر مول کدام است؟

- الف) -۱۲۸ (ب) -۲۵۰ (ج) -۲۵۰ (د) -۱۵۰

۴۱-  $\Delta H^\circ$  واکنش " $2\text{NH}_3(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + 4\text{N}_2(\text{g})$ " با توجه به معلومات داده شده، در شرایط یکسان از دما و فشار کدام است؟

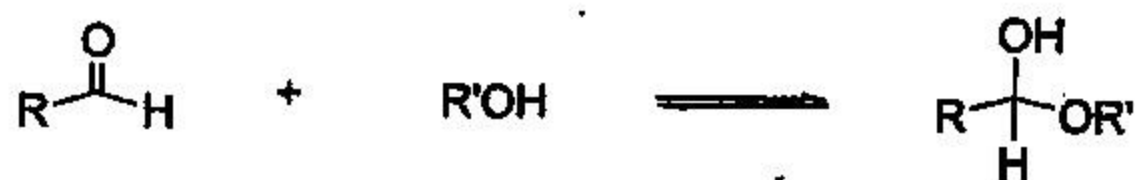
$$\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3(\text{l})) = 264 \text{ kJ.mol}^{-1}, \quad \Delta H_f^\circ(\text{NO}(\text{g})) = 91 \text{ kJ.mol}^{-1}, \quad \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})) = -187 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

- الف) +۵۸۰ (ب) -۶۵۴ (ج) -۸۹۷ (د) +۹۲۵

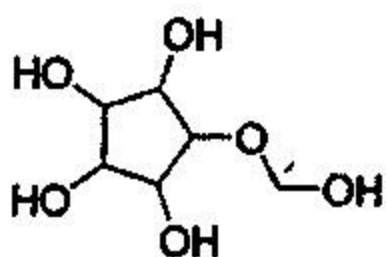
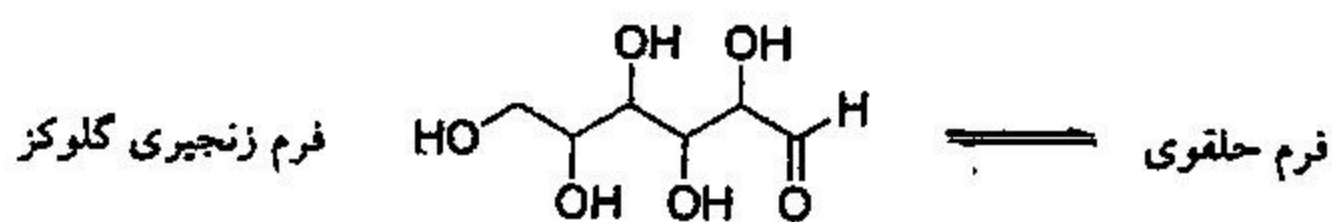
۴۲- از سوختن کامل ۰/۳۲۱۲ گرم گلوکز در اکسیژن در ظرفی به حجم ثابت، ۴۹۹۵/۳ ژول گرما حاصل می شود. تغییر انرژی درونی در اثر سوختن ۱ مول گلوکز در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول کدام است؟ ( $180/16 \text{ g} = 1 \text{ mol}$  گلوکز)

- الف) -۳۰۳۰/۳۰ (ب) -۲۹۰۱/۴۵ (ج) -۲۷۰۸/۴۱ (د) -۲۸۰۱/۸۵

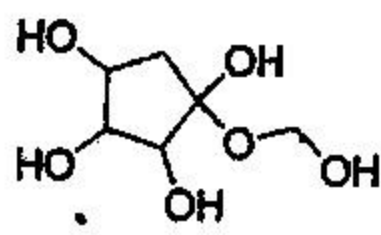
۴۳- به واکنش زیر که تحت شرایط مناسب انجام می شود توجه کنید:



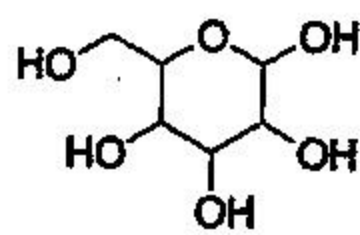
گلوکز به فرم های زنجیری و حلقوی وجود دارد. شکل حلقوی گلوکز بر اساس واکنش فوق کدام است؟



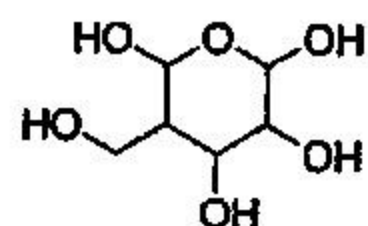
(د)



(ج)

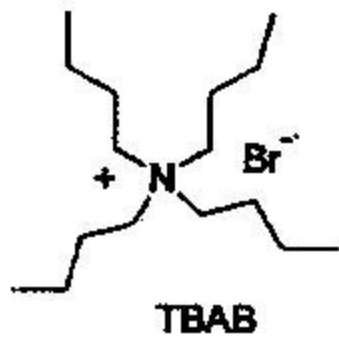


(ب)



الف)

۴۴- نمک تتراپوتیل آمونیوم برومید (TBAB) حلالیت خوبی در آب و حلال های آلی دارد و یک "کاتالیزگر انتقال فاز" نامیده می شود. به مخلوطی دو فاز از محلول سدیم سیانید ( $\text{Na}^+\text{CN}^-$ ) و یک حلال آلی، نمک TBAB اضافه می شود. به کمک این نمک:



- الف) یون های  $\text{CN}^-$  به فاز آلی منتقل می شوند.
- ب) یون های  $\text{Na}^+$  به فاز آلی منتقل می شوند.
- ج) مولکول های حلال آلی به فاز آبی منتقل می شوند.
- د) مولکول های آب به فاز آلی منتقل می شوند.

۴۵- ترکیبی با فرمول بسته  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$  خواصی بسیار مشابه با فنول دارد. اگر در ساختار این ترکیب سه گروه  $\text{CH}$  وجود داشته باشد چند نوع ساختاری توان برای آن در نظر گرفت؟

- الف) ۵
- ب) ۳
- ج) ۴
- د) ۶

۴۶- نقطه جوش ترکیبات زیر نسبت به هم چگونه است؟



A

B

C

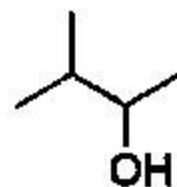
د)  $B > C > A$

ج)  $C > A > B$

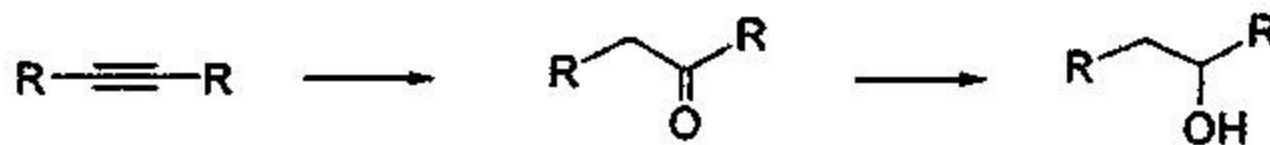
ب)  $B > A > C$

الف)  $A > B > C$

۴۷- کدام گزینه نام درست ماده اولیه مورد نیاز برای تهیه الکل را بر اساس واکنش های زیر به درستی نشان می



دهد؟

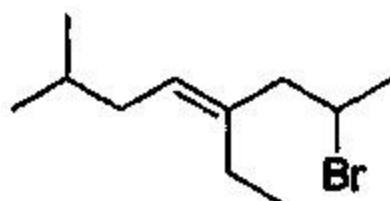


ب) ۳-متیل-۱-بوتین

د) ۳-متیل-۲-بوتین

الف) ۲-متیل-۳-بوتین

ج) ۲-متیل-۲-بوتین



۴۸- نام درست ترکیب مقابل کدام است؟

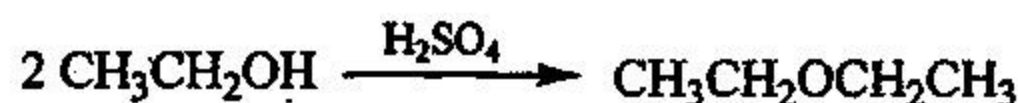
ب) ۷-برمو-۵-اتیل-۲-متیل-۴-اکتن

د) ۵-اتیل-۲-متیل-۷-برمو-۴-اکتن

الف) ۴-اتیل-۷-متیل-۲-برمو-۴-اکتن

ج) ۲-برمو-۴-اتیل-۷-متیل-۴-اکتن

۴۹- به واکنش زیر توجه کنید:



اگر مخلوط ۱:۱ از اتانول و متانول تحت شرایط فوق قرارگیرد، احتمال تشکیل چند محصول با ساختارتری وجود دارد؟

د) ۳

ج) ۴

ب) ۲

الف) ۵

## سوالات تشریحی

۱ X و Y دو عنصر نافلزی از تناوب سوم هستند. ترکیب هیدروژن دار این دو عنصر A و B وزن مولکولی یکسان دارند. از واکنش A و B با نیتریک اسید غلیظ این اسید به NO کاهیده شده و X و Y در حداکثر حالت اکسایش خود در ترکیبات C و D ظاهر می شوند. ترکیبات C و D را می توان از واکنش اکسید مربوط به این دو عنصر (E و F) با آب به دست آورد. تعداد اتم ها در اکسید E به اندازه ۳/۵ برابر تعداد اتم ها در اکسید F است. نماد دو عنصر X و Y و فرمول های ترکیبات A تا F را بنویسید.

۲ به پرسش های زیر پاسخ دهید:

۱- خصلت یونی پیوند در یک مولکول دو اتمی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود. با توجه به داده های مربوط به مولکول درصد خصلت یونی این مولکول را تعیین کنید.

$$\frac{\mu}{e \cdot d} \times 100\%$$

$\mu$  = گشتاور دو قطبی که به طور تجربی اندازه گیری می شود (برحسب دبای)

$d$  = طول پیوند (برحسب متر)

$$e = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ D} = 3,336 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ m} = 10^{12} \text{ pm}$$

مولکول HF

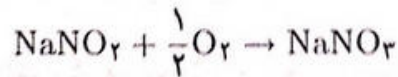
$$\mu = 1,92 \text{ D}$$

$$d = 91,7 \text{ pm}$$

۲- باتوجه به داده های جدول زیر ساختار لوویس  $CN^-$ ,  $C_3N_2$ ,  $C_3O_2$  را رسم کنید.

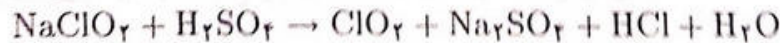
پیوند	طول پیوند (pm)	طول پیوند (pm)	نوع پیوند	گونه
C - C	۱۵۴	۱۳۰	کربن کربن	$C_3O_2$
C = C	۱۳۳	۱۲۰	کربن هیدروژن	
C ≡ C	۱۲۰	۱۵۲	کربن کربن	$C_3N_2$
C - O	۱۴۰	۱۱۶	کربن نیتروژن	
C = O	۱۲۱	۱۳۵	کربن نیتروژن	$CN^-$
C - N	۱۴۳			
C = N	۱۳۸			

۳ مخلوطی با درصد وزنی ۵۰ درصد  $KNO_3$  و ۱۰ درصد  $NaNO_2$  با نقطه ذوب ۱۴۰ درجه سلسیوس به عنوان نمک مذاب در سیستم های شیمیایی جهت انتقال گرما در محدوده دمای ۱۴۰ تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود. این مخلوط در جریان کار در تماس با هوا و رطوبت دستخوش تغییر شده و نقطه ذوب آن تغییر می یابد. واکنش اصلی شامل تبدیل



است. اگر پس از ۵ سال کارکرد سیستم تمام نیتريت به نیترات تبدیل شود و در نهایت ۵ درصد رطوبت نیز جذب شده باشد. درصد مواد در این مخلوط را پس از گذشت ۵ سال محاسبه کنید. ( $Na = 23, N = 14, O = 16, K = 39$ )

۴ کاردی اکسید برای تصفیه آب مطابق واکنش زیر تهیه می شود:



الف) واکنش بالا را موازنه کنید.

ب) چه مقدار  $NaClO_2$  برای تهیه محلول آبی با حجم  $5m^3$  و غلظت  $2.3 ppm$  از  $ClO_2$  لازم است؟ بهره واکنش را ۸۳ درصد فرض کنید.

ج) غلظت  $ClO_2$  در آب مطابق واکنش زیر از روش یدومتری تعیین می شود.

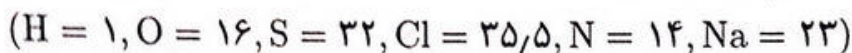


یک نمونه آب به حجم  $200$  میلی لیتر با  $KI$  تولید  $I_2$  نموده و ید تولید شده با  $9$  میلی لیتر از محلول استاندارد  $Na_2S_2O_3$  ( $4.5 \times 10^{-3}$  مولار) ترکیب شده است. غلظت  $ClO_2$  را در این نمونه حساب کنید (برحسب ppm)

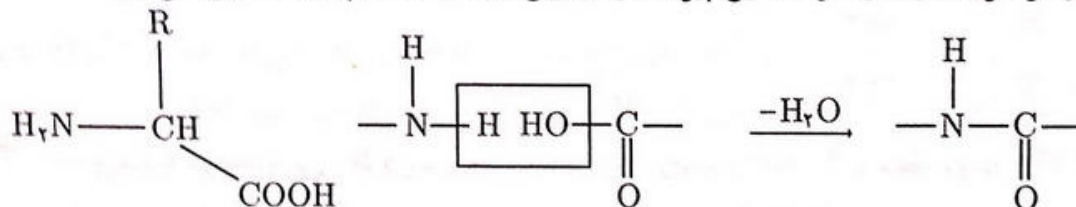
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

(د) نیتروژن موجود در  $\text{NaNO}_3$  و  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  به عنوان کود برای گیاهان در دسترس

است. کدامیک از این منابع نیتروژن اقتصادی تر است؟ کودی که ۳۰ درصد  $\text{NaNO}_3$  دارد و بهای ۱۰۰ گرم آن ۹ تومان است یا کودی که ۲۰ درصد  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  دارد و بهای ۱۰۰ گرم آن ۸٫۵ تومان است؟



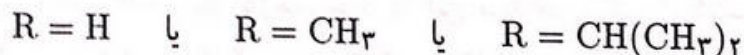
۵ اسیدهای آمینه دسته‌ای از ترکیبات آلی با فرمول ساختاری ۱ می‌باشند. از کنار هم قرار گرفتن دو مولکول اسیدآمینه و تشکیل پیوند آمیدی بین آن‌ها یک دی‌پپتید تشکیل می‌شود.



از کنار هم قرار گرفتن سه مولکول اسیدآمینه از طریق تشکیل پیوندهای آمیدی یک تری‌پپتید و از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول‌های اسید آمینه به روش فوق پروتئین‌ها به دست می‌آیند.

ترکیب A یک تری‌پپتید است که در ساختار آن سه نوع اسید آمینه وجود دارد؛

در ساختار ۱



الف) چه تعداد ساختار می‌توان برای A در نظر گرفت؟

ب) ساختارهای محتمل برای تری‌پپتید را به طور کامل رسم کنید.

۶ ۰٫۱ مول اتن (اتیلن) و ۰٫۳ مول  $\text{O}_2$  در ظرفی به حجم ثابت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان یک سامانه وجود دارد. با ایجاد یک جرقه در مخلوط گازی داخل ظرف اتن به طور کامل در اکسیژن می‌سوزد و همراه با تولید  $\text{CO}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  گرمایی برابر با ۱۴۰٫۶ kJ آزاد می‌کند که برای ثابت ماندن دمای درون ظرف بایستی همین مقدار گاز از درون ظرف به بیرون آن رانده شود. (فرض می‌شود جرقه گرمایی آزاد نکند)

الف) از  $\Delta E$  و  $\Delta H$  سامانه کدامیک با گرمای مبادله شده برابر است؟

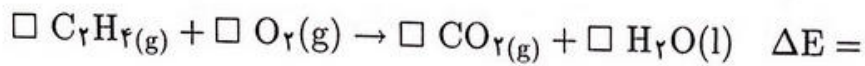
$\Delta H$  یا  $\Delta E$  در طرف اول تساوی و مقدار آن با رعایت علامت جبری و واحد در طرف

دوم تساوی ذکر شوند.

ب) فشار یک مخلوط گازی به طور مستقیم با دما و تعداد مولهای گاز و به طور معکوس با حجم در اختیار گاز متناسب است. با توجه به آن مقایسه فشار مخلوط داده شده در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتیگراد پیش از سوختن اتن ( $P_1$ ) و پس از آن ( $P_2$ ) کدام است؟ (علامت بزرگتر کوچکتر یا مساوی قرار دهید.)

$$P_2 \dots P_1$$

ج) ضریب هریک از واکنش دهنده‌ها و محصولات را در معادله موازنه شده گرما-شیمی واکنش در مربع مورد نظر بنویسید و  $\Delta E$  را برای آن با ذکر مقدار و علامت جبری و واحد کامل کنید.



د) اگر واکنش سوختن همان مقدار اتن (۱/۱ مول) در فشار ثابت انجام می‌شد. آن‌گاه  $0.5 kJ$  کار تغییر حجم سامانه در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتیگراد از محیط خارج سامانه به درون سامانه راه می‌یافت که لازم می‌شد آن نیز به صورت گرما علاوه بر گرمای ذکر شده قبلی از درون سامانه به بیرون آن رانده شود با توجه به آن تساوی‌های  $\Delta H = \dots$  و  $\Delta E = \dots$  را برای معادله موازنه شده گرما-شیمی واکنش سوختن اتن در فشار ثابت و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد کامل کنید.

$\Delta H = \dots$  ذکر مقدار با علامت جبری و واحد

$\Delta E = \dots$  ذکر مقدار با علامت جبری و واحد

ث) اگر  $\Delta S$  واکنش موازنه شده سوختن اتن در اکسیژن در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و در فشار ثابت برابر باشد با  $20 J/k$  - آن‌گاه  $\Delta G$  آن برابر با چه مقدار است؟ (در دمای ۲۹۸ کلوین)

$\Delta G = \dots - \dots =$  ذکر مقدار با علامت جبری و واحد

ج) از  $\Delta S$  و  $\Delta G$  کدام در انجام خودبه‌خودی واکنش سوختن اتن اثر مثبت دارد؟

در این مسئله ظرفیت گرمایی یخ و آنتالپی استاندارد ذوب آن را با یک آزمایش ساده تخمین می‌زنیم. ابتدا در دو گرماسنج لیوانی ساده به‌طور جداگانه ۳۶ گرم آب ۹۰ درجه سانتیگراد می‌ریزیم. به لیوان اول ۱۸ گرم یخ ۲۰- درجه سانتیگراد و به لیوان دوم ۱۸ گرم یخ ۸- درجه

سانتی‌گراد اضافه می‌کنیم. پس از ذوب شدن یخ و رسیدن به تعادل گرمایی آب لیوان اول دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و آب لیوان دوم دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. جرم مولی آب  $18 \text{ g/mol}$  است و ظرفیت گرمایی مولی آب مایع  $75 \text{ J/k} \cdot \text{mol}$  است. ظرفیت گرمایی یخ را برحسب  $\text{J/mol} \cdot \text{k}$  و آنتالپی استاندارد ذوب یخ را برحسب  $\text{J/mol}$  به دست آورید. (راه حل را بنویسید و از مبادله گرما با محیط و ظرف گرماسنج صرف نظر کنید.)

ظرفیت گرمایی یخ:  $\text{J/mol} \cdot \text{k}$

آنتالپی استاندارد ذوب یخ:  $\text{J/mol}$

## پاسخنامه تستی

ج	۴۱	ج	۳۱	ب	۲۱	الف	۱۱	الف	۱
د	۴۲	الف	۳۲	ج	۲۲	الف	۱۲	الف	۲
ب	۴۳	د	۳۳	د	۲۳	د	۱۳	ج	۳
الف	۴۴	الف	۳۴	ج	۲۴	الف	۱۴	ب	۴
د	۴۵	ب	۳۵	الف	۲۵	ج	۱۵	د	۵
الف	۴۶	ب	۳۶	ب	۲۶	ب	۱۶	د	۶
ب	۴۷	د	۳۷	د	۲۷	ب	۱۷	ج	۷
ج	۴۸	ج	۳۸	الف	۲۸	ج	۱۸	ج	۸
د	۴۹	ج	۳۹	ج	۲۹	الف	۱۹	ب	۹
		الف	۴۰	ب	۳۰	د	۲۰	ب	۱۰

**بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی**

۱- گزینه الف

تنها  $PCl_5$  این شرایط را داراست:  $PCl_4^+$  (از قاعده هشت تایی پیروی می کند)

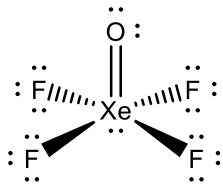
$NF_2^+, SiF_3^+, BrF_4^+$  از قاعده هشت تایی پیروی نمی کنند

۲- گزینه الف

$BF_3, ClF_3$  هر دو ترکیب کووالانسی می باشند

۳- گزینه ج

شکل مولکول هرم مربع القاعده می باشد



۴- گزینه ب

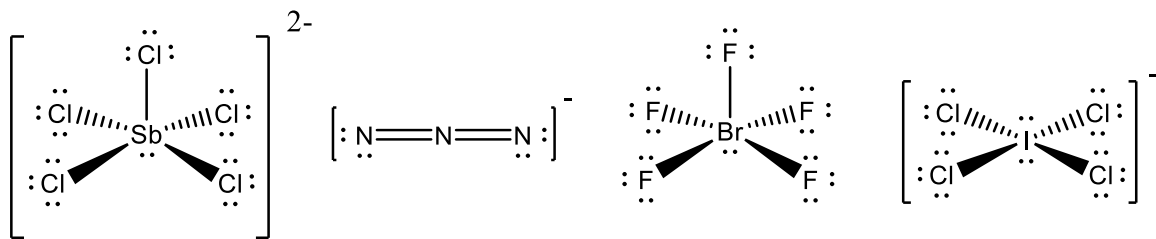
با در نظر گرفتن ماکزیمم عدد اکسایش برای مولیبدن +۶ (به دلیل هم گروه بودن با Cr) :

$$3 \times 1 + ? + 22 \times 6 + 40 \times -2 = 0 \rightarrow ? = 55 = 5 \times 11$$

می توان فرض کرد که ۱۱ عدد فسفر با عدد اکسایش +۵ در ساختار ترکیب وجود داشته باشد

۵- گزینه د

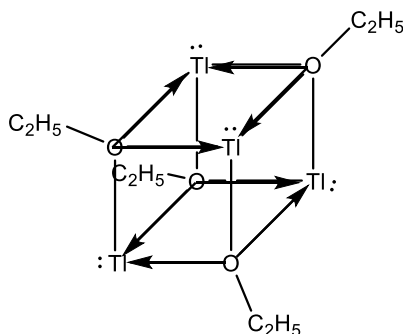
با توجه به ساختار لوئیس ترکیبات،  $ICl_4^-$  دارای بیشترین الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی می باشد



۶- گزینه د

در این ساختار هر اتم اکسیژن ۲ پیوند داتیو (با فلش نشان داده شده اند) داده است. پس در این ساختار به طور

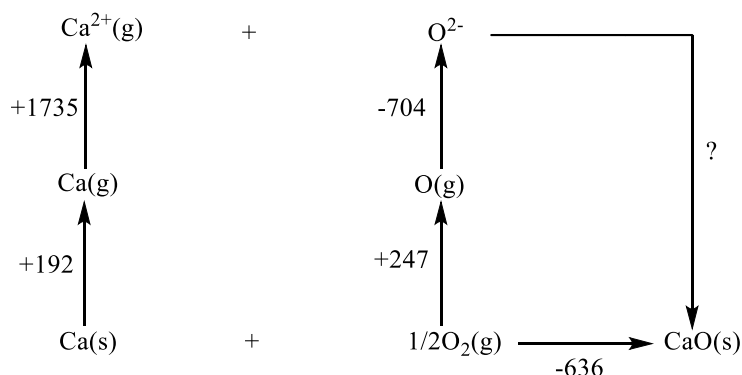
کلی ۸ پیوند ساده و ۸ پیوند داتیو وجود دارد.



## ۷- گزینه ج

علامت مقادیر انرژی ها در شکل زیر نشان داده شده است:

$$192 + 1735 + 247 - 704 + ? = -636 \rightarrow ? = -2106 \text{ kJ}$$



## ۸- گزینه ج

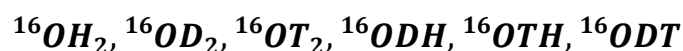
در اتم هیدروژن در  $n=4$  انرژی ترازهای فرعی با هم برابر است ( $4s=4p=4d=4f$ ) که جمعا ۱۶ اوربیتال هم انرژی را شامل می شود

## ۹- گزینه ب

در مولکول  $N_2O_4$  هر دو نیتروژن یکسان می باشند

## ۱۰- گزینه ب

برای هر ایزوتوپ اکسیژن ۶ حالت وجود دارد. در نتیجه جمعا ۱۲ نوع مولکول آب خواهیم داشت



## ۱۱- گزینه الف

شعاع اتمی از چپ به راست کاهش و بار موثر هسته و الکترونگاتیوی افزایش می یابد. (توجه داشته باشید که الکترونگاتیوی برای گازهای نجیب تعریف نمی شود)

## ۱۲- گزینه الف

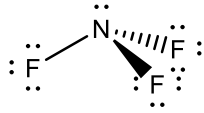
$COCl_2, BF_4^-, CF_4$  به دلیل رسیدن به حالت هشتایی و نداشتن اوربیتال  $d$  خالی امکان برقراری پیوند جدید را دارا نمی باشند

## ۱۳- گزینه د

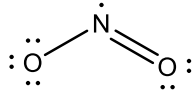
انرژی شبکه با افزایش شعاع کاتیون کاهش می یابد. قدر مطلق انرژی شبکه هیدرید پتاسیم می بایست کمتر از قدر مطلق انرژی شبکه لیتیم و سدیم و بیشتر از قدر مطلق انرژی شبکه رویدیم باشد

## ۱۴- گزینه الف

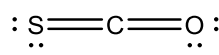
## ۱۵- گزینه ج



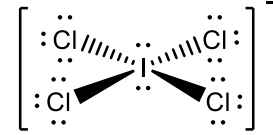
کمتر از ۱۲۰ درجه



کمتر از ۱۸۰ درجه



180



90

## ۱۶- گزینه ب

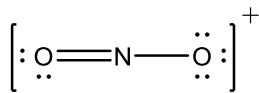
$$HNC\ddot{O} : 1 - 3 + x - 2 = 0 \rightarrow x = +4$$

## ۱۷- گزینه ب

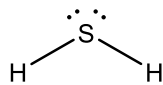
جهش بزرگ در  $E_5$  در نتیجه ترکیب مورد نظر دارای ۴ الکترون در لایه آخر خود می باشد. پس متعلق به گروه چهارم می باشد

## ۱۸- گزینه ج

## ۱۹- گزینه الف



خطی



خمیده

## ۲۰- گزینه د

$$39 \rightarrow [Kr]4d^15s^2 \rightarrow 1$$

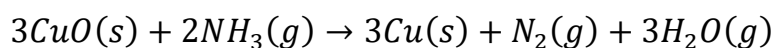
$$39 \rightarrow [Ar]4s^24p^3 \rightarrow 3$$

$$15 \rightarrow [Ne]3s^23p^3 \rightarrow 3$$

$$26 \rightarrow [Ar]3d^64s^2 \rightarrow 4$$

## ۲۱- گزینه ب

طی این واکنش نیتروژن در آمونیاک با عدد اکسایش ۳- به نیتروژن با عدد اکسایش صفر تبدیل شده است. با این توضیحات نیتروژن اکسایش یافته است. پس مس در مس اکسید نیز باید به مس کاهش یابد



طبق واکنش ارائه شده مجموع ضرایب ۱۲ می باشد

۲۲-گزینه ج

$$M = \frac{1 \times 40 + 78 \times 28}{1 + 78} = 28.15 \frac{g}{mol}$$

۲۳-گزینه د

از رابطه گازهای ایده آل استفاده می کنیم  $R = 0.082 \text{ l. atm/k}$   $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$

$$PV = nRT \rightarrow \frac{104}{760} = n \times 0.082 \times 217 \rightarrow n = 7.69 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$7.69 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{6.022 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 4.63 \times 10^{21}$$

۲۴-گزینه ج

فشار هوا داخل ظرف قبل از تصعید یخ خشک : ۱ اتمسفر

فشار حاصل از یخ خشک:

$$11 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} = 0.25 \text{ mol } CO_2$$

$$P = \frac{nRT}{V} \rightarrow P = \frac{0.25 \times 0.082 \times 273}{2.24} = 2.5 \text{ atm}$$

فشار کل :

$$2.5 + 1 = 3.5 \text{ atm}$$

۲۵-گزینه الف

فرض می کنیم ۱ لیتر از محلول مورد نظر داریم. حجم اتانول:

$$1000 \times 0.06 = 60 \text{ ml}$$

$$60 \text{ ml} \times 0.789 \frac{gr}{ml} = 47.34 \text{ g اتانول} \quad 47.34 \text{ g اتانول} \times \frac{1 \text{ mol اتانول}}{46 \text{ g اتانول}} = 1.03 \text{ mol اتانول}$$

$$\text{مولاریته} = \frac{1.03 \text{ mol اتانول}}{1 \text{ l}} = 1.03 \text{ M}$$

## ۲۶-گزینه ب

فرض می کنیم ۱ کیلو گرم آب دریا داریم

$$400 \times 10^{-6} \times 1000 \text{ g} = 0.4 \text{ g کلسیم} \quad 0.4 \text{ g کلسیم} \times \frac{1 \text{ mol کلسیم}}{40 \text{ g کلسیم}} = 0.01 \text{ mol کلسیم}$$

وزن یون کلسیم در مقابل وزن محلول قابل صرف نظر کردن است.. مولالیت یون کلسیم

$$\frac{0.01 \text{ mol}}{1 \text{ kg}} = 0.01 \text{ m}$$

## ۲۷-گزینه د

$$\Delta T = K_f m$$

$$0.093 = K_f \times 0.05 \rightarrow K_f = 1.86$$

$$X: 0.316 = 1.86 \times m \rightarrow m = 0.17 = 3.4 \times 0.05$$

تعداد ذرات حل شده برای ماده  $X$  ، ،  $3.4$  بدست آمد که تنها از حل شدن  $FeCl_3$  بیش از ۳ ذره حل می شود

## ۲۸-گزینه الف

درجه تفکیک را برابر  $x$  در نظر می گیریم



$$1-x \quad x \quad x$$

ضریب وانت هوف

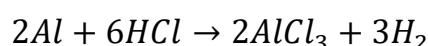
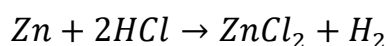
$$1.9 = 1 - x + x + x \rightarrow x = 0.9 \rightarrow 0.9 \times 100 = 90\%$$

## ۲۹-گزینه ج

$$7.18 \text{ g AgCl} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{143.5 \text{ g AgCl}} \times \frac{1 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol AgCl}} \times \frac{1 \text{ mol MOCl}_3}{3 \text{ mol Cl}^-} = 0.0166 \text{ mol MOCl}_3$$

$$0.0166 \text{ mol MOCl}_3 \times \frac{M + 16 + 106.5 \text{ g MOCl}_3}{1 \text{ mol MOCl}_3} = 2.89 \rightarrow M \approx 51 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

## ۳۰-گزینه ب



$$1.69 \text{ L } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22.4 \text{ L } H_2} = 0.0754 \text{ mol } H_2$$

فرض می کنیم  $x$  مول  $Zn$  و  $y$  مول  $Al$  داریم.

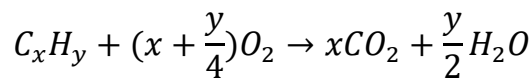
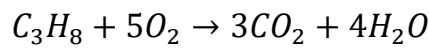
$$x + 1.5y = 0.0754$$

$$65.4x + 27y = 1.67 \quad x = 6.56 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad y = 4.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

وزن آلومینیوم:

$$4.6 \times 10^{-2} \times 27 = 1.24 \text{ g}$$

۳۱-گزینه ج



۱۰ گرم از مخلوط مورد نظر داریم :

$$C_3H_8 = 6 \text{ g} \rightarrow \frac{6}{44} = 0.136 \text{ mol } C_3H_8 \quad C_xH_y = 4 \text{ g} \rightarrow \frac{4}{12x + y} \text{ mol } C_xH_y$$

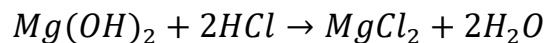
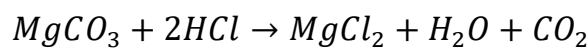
$$CO_2 = 29 \text{ g} \rightarrow \frac{29}{44} = 0.659 \text{ mol } CO_2 \quad H_2O = 18.8 \text{ g} \rightarrow \frac{18.8}{18} = 1.044 \text{ mol } H_2O$$

$$\text{تعداد } CO_2: 0.659 = 3 \times 0.136 + x \times \frac{4}{12x + y}$$

$$\text{تعداد } H_2O: 1.044 = 4 \times 0.136 + \frac{y}{2} \times \frac{4}{12x + y}$$

$$x = 1, y = 4 \rightarrow CH_4$$

۳۲-گزینه الف



۴۰ گرم از مخلوط مورد نظر داریم :

$$MgCO_3 = 12 \text{ g} \rightarrow \frac{12}{84} = 0.142 \text{ mol } MgCO_3 \quad Mg(OH)_2 = 28 \text{ g} \rightarrow \frac{28}{58}$$

$$= 0.4827 \text{ mol } Mg(OH)_2$$

$$(0.4827 \text{ mol } Mg(OH)_2 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } Mg(OH)_2} + 0.1428 \text{ mol } MgCO_3 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } MgCO_3}) \times \frac{36.5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 45.66 \text{ g } HCl$$

۳۳-گزینه د

$$H_2SO_4 + 2NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

$$1000 \text{ g } HCl \text{ ناخالص} \times \frac{42 \text{ g } HCl}{100 \text{ g } HCl \text{ ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{36.5 \text{ g } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } HCl} \times \frac{98 \text{ g } H_2SO_4}{1 \text{ mol } H_2SO_4}$$

$$\times \frac{100 \text{ g } H_2SO_4 \text{ ناخالص}}{90 \text{ g } H_2SO_4} = 626.5 \text{ g } H_2SO_4 \text{ ناخالص}$$

۳۴-گزینه الف

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

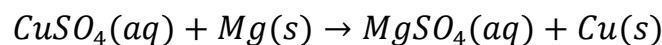
$$17.4 \text{ ml } H_2SO_4 \text{ محلول} \times \frac{1.61 \text{ g } H_2SO_4 \text{ محلول}}{1 \text{ ml } H_2SO_4 \text{ محلول}} \times \frac{70 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ g } H_2SO_4 \text{ محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{98 \text{ g } H_2SO_4}$$

$$= 0.2 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$0.2 \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } H_2} = 0.4 \text{ mol } HCl$$

$$HCl \text{ مولاریته: } \frac{0.4 \text{ mol } HCl}{0.2 \text{ L}} = 2 \text{ M}$$

۳۵-گزینه ب



باقی ماندن  $Mg$  بیانگر این است که  $CuSO_4$  واکنش گر محدود کننده می باشد. فرض می کنیم که  $x$  گرم از  $Mg$  وارد واکنش شده است. مقدار  $Mg$  باقی مانده  $10-x$  گرم خواهد بود.

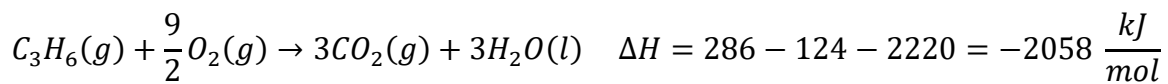
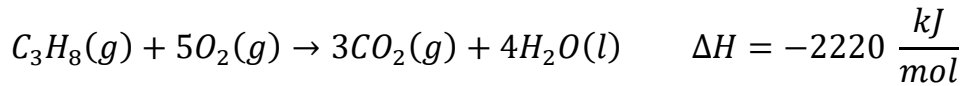
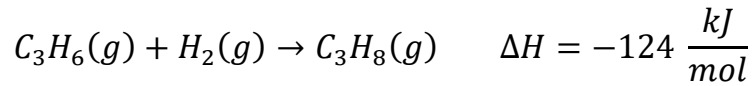
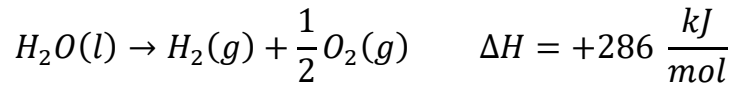
$$x \text{ g } Mg \times \frac{1 \text{ mol } Mg}{24 \text{ g } Mg} \times \frac{1 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } Mg} \times \frac{64 \text{ g } Cu}{1 \text{ mol } Cu} = 2.666x \text{ g } Cu$$

$$2.666x \text{ g } Cu + 10 - x \text{ g } Mg = 14.45 \rightarrow x = 2.671 \text{ g}$$

$$2.671 \text{ g } Mg \times \frac{1 \text{ mol } Mg}{24 \text{ g } Mg} \times \frac{1 \text{ mol } CuSO_4}{1 \text{ mol } Mg} \times \frac{1}{0.164 \text{ L}} = 0.678 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

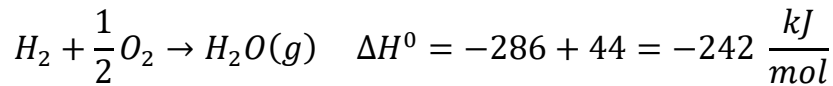
## ۳۶- گزینه ب

واکنش ها را نوآرایی کرده و از قانون هس استفاده می نماییم. واکنش های نوآرایی شده به صورت زیر خواهد بود:



## ۳۷- گزینه د

با استفاده از قانون هس و واکنش های ارائه شده در صورت سوال تغییرات آنتالپی واکنش زیر را بدست می آوریم:



$$\Delta H^0_{\text{واکنش}} = \Delta H_{H-H}^0 + \frac{1}{2} \Delta H_{O=O}^0 - 2\Delta H_{O-H}^0$$

$$-242 = 436 + \frac{1}{2} \times 496 - 2\Delta H_{O-H}^0 \rightarrow \Delta H_{O-H}^0 = 463 \frac{kJ}{mol}$$

## ۳۸- گزینه ج

$$\frac{\text{ظرفیت گرمایی مولی}}{\text{جرم مولی}} = \text{ظرفیت گرمایی ویژه} = \frac{97.45}{35.31} = 0.76$$

## ۳۹- گزینه ج

$$\Delta E = E_2 - E_1 = q + w = 1000 \times 4.18 - 1000 = 3180 J \rightarrow E_2 > E_1$$

## ۴۰- گزینه الف

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهنده ها}$$

$$\Delta H^0 = -239 - (-111 + 2 \times 0) = -128 \frac{kJ}{mol}$$

۴۱- گزینه ج

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ واکنش دهند ه ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ فرآورده ها}$$

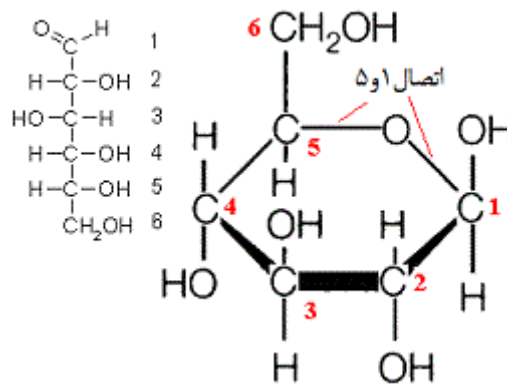
$$\Delta H^0 = 4 \times 0 - 187 - (2 \times 91 + 2 \times 264) = -897 \frac{kJ}{mol}$$

۴۲- گزینه د

در حجم ثابت میزان کار صفر می باشد. چون گرما آزاد شده است. مقدار گرما منفی می باشد

$$\Delta E = q_v \quad q_v = -180.16 \text{ g گلوکز} \times \frac{4995.3 \text{ J}}{0.3212 \text{ g گلوکز}} = -2801.85 \text{ kJ}$$

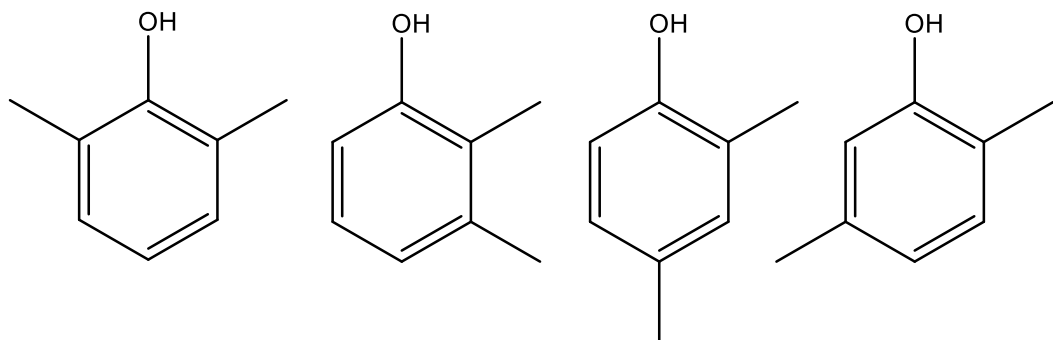
۴۳- گزینه ب

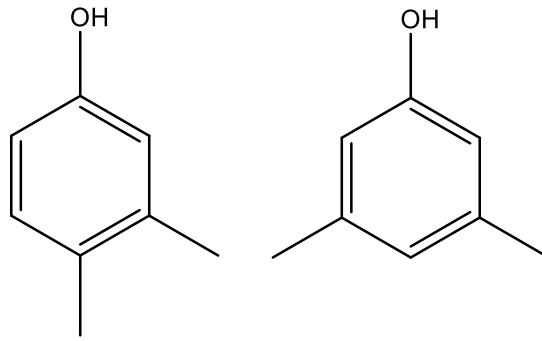


۴۴- گزینه الف

۴۵- گزینه د

ترکیب مورد نظر همانند فنول دارای یک حلقه بنزنی و گروه OH می باشد. از آنجاییکه در این ترکیب ۳ گروه CH داریم نتیجه می گیریم که بر روی حلقه ۲ گروه متیلی وجود دارد. پس ساختار های ممکن به صورت زیر خواهد بود:



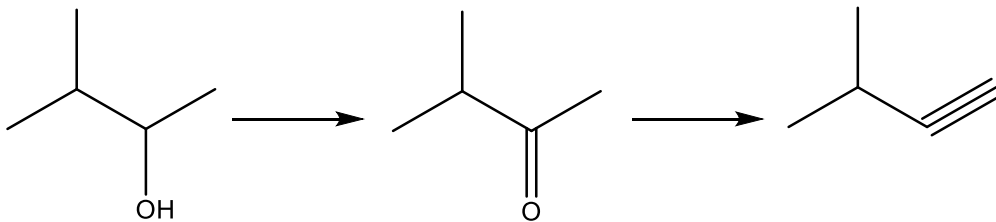


۴۶-گزینه الف

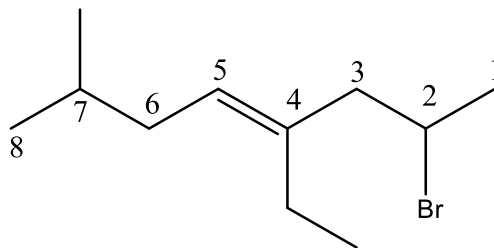
آمین نوع اول (به یک کربن متصل است) و دوم به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی نقطه جوش بالاتری دارند. آمین های نوع اول نیز به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی راحت تر دارای نقطه جوش بیشتری می باشد

۴۷-گزینه ب

برای حل این سوال از انتها به ابتدا حرکت می کنیم

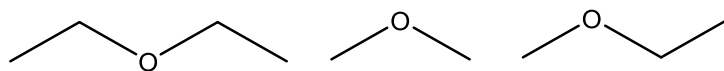


۴۸-گزینه ج



۲-برومو ۴-اتیل ۷-متیل ۴-اکتن

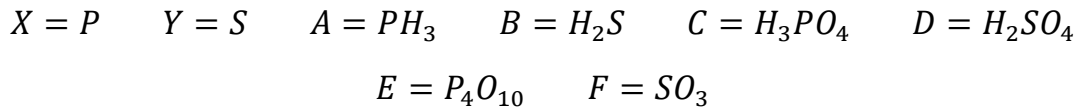
۴۹-گزینه د



## بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

-۱

از بین عناصر تناوب سوم گوگرد و فسفر شرایط بیان شده را دارا می باشند و هیدرید هایشان جرم های برابر دارند

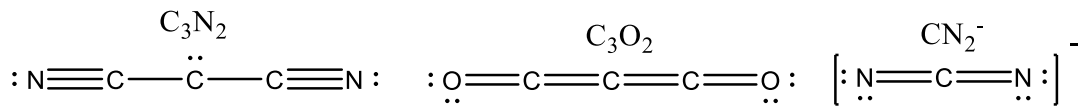


-۲

(۱-۲)

$$HF: \frac{1.92 \times 3.336 \times 10^{-30}}{1.6022 \times 10^{-19} \times 91.7 \times 10^{-12}} = 43.6\%$$

(۲-۲)



-۳

فرض می کنیم که ۱۰۰ گرم از مخلوط مورد نظر داریم. بعد از ۵ سال خواهیم داشت:

$$KNO_3 = 50 \text{ g}$$

$$10 \text{ g } NaNO_2 \times \frac{1 \text{ mol } NaNO_2}{69 \text{ NaNO}_2} \times \frac{1 \text{ mol } NaNO_3}{1 \text{ mol } NaNO_2} \times \frac{85 \text{ g } NaNO_3}{1 \text{ mol } NaNO_3} = 12.32 \text{ g } NaNO_3$$

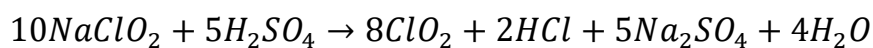
$$12.32 + 50 = 62.32 \text{ g مخلوط} \rightarrow 62.32 \times \frac{5}{100} = 3.116 \text{ g } H_2O$$

$$\%KNO_3 = \frac{50}{62.32 + 3.116} \times 100 = 76.41\%$$

$$\%NaNO_3 = \frac{12.32}{62.32 + 3.116} \times 100 = 18.82\%$$

-۴

(الف-۴)

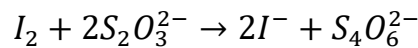


(ب-۴)

در محلول های آبی  $ppm = \frac{mg}{lit}$ 

$$\frac{2.3 \text{ mg } ClO_2}{1 \text{ L } H_2O} \times 5000 \text{ L } H_2O \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol } ClO_2}{67.5 \text{ g } ClO_2} \times \frac{10 \text{ mol } NaClO_2}{8 \text{ mol } ClO_2} \\ \times \frac{90.5 \text{ g } NaClO_2}{1 \text{ mol } NaClO_2} \times \frac{100}{83} = 23.22 \text{ g } NaClO_2$$

(پ-۴)



$$M \times V = 4.5 \times 10^{-3} \left( \frac{mol}{lit} \right) \times 9 \times 10^{-3} (lit) = 4.05 \times 10^{-5} \text{ mol } S_2O_3^{2-}$$

$$4.05 \times 10^{-5} \text{ mol } S_2O_3^{2-} \times \frac{1 \text{ mol } I_2}{2 \text{ mol } S_2O_3^{2-}} \times \frac{2 \text{ mol } ClO_2}{5 \text{ mol } I_2} \times \frac{67.5 \text{ g } ClO_2}{1 \text{ mol } ClO_2} \\ = 5.47 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.547 \text{ mg} \rightarrow ppm = \frac{0.547}{0.2} = 2.735$$

(ت-۴)

فرض می کنیم ۱۰۰۰ گرم از هر دو نوع کود داریم

$$1000 \text{ g کود} \times \frac{30 \text{ g } NaNO_3}{100 \text{ g کود}} \times \frac{14 \text{ g } N}{85 \text{ g } NaNO_3} = 49.41 \text{ g } N \quad \text{تومان ۹۰ = قیمت کود}$$

$$\rightarrow \text{هر گرم نیتروژن} = \frac{90}{49.41} = 1.82 \text{ تومان}$$

$$1000 \text{ g کود} \times \frac{20 \text{ g } (NH_4)_2SO_4}{100 \text{ g کود}} \times \frac{28 \text{ g } N}{132 \text{ g } (NH_4)_2SO_4} = 42.42 \text{ g } N \quad \text{قیمت کود}$$

$$= 85 \text{ تومان} \rightarrow \text{هر گرم نیتروژن} = \frac{85}{42.42} = 2 \text{ تومان}$$

کود  $NaNO_3$  مناسب تر است

-۵

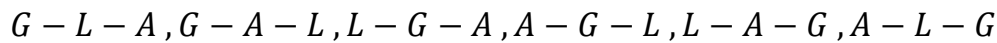
(الف-۵)

۶ حالت می توانیم ۳ اسید آمینه را در کنار یکدیگر قرار دهیم

$$3 \times 2 \times 1 = 6$$

(ب-۵)

۳ اسید آمینه را با حروف G, L, A نام گذاری می کنیم. خواهیم داشت:



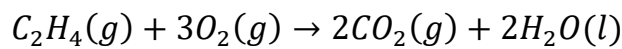
-۶

(الف-۶)

در حجم ثابت مقدار کار صفر است.

$$\Delta E = q_v = -140.6 \text{ kJ}$$

(ب-۶)

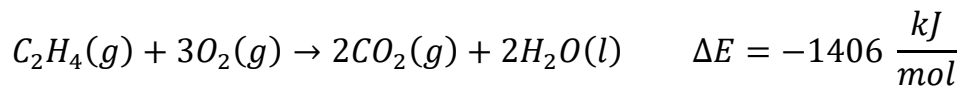


در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد آب به صورت مایع می باشد. طبق واکنش تعداد مول های گازی کاهش می یابد در نتیجه:

$$P_2 < P_1$$

(پ-۶)

$$1 \text{ mol } C_2H_4(g) \times \frac{-140.6 \text{ kJ}}{0.1 \text{ mol } C_2H_4(g)} = -1406 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



(ت-۶)

در فشار ثابت گرمای مبادله شده برابر  $\Delta H$  می باشد

$$\Delta H = -140.6 \text{ kJ} \quad \text{یا} \quad -1406 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta E = -140.6 + 0.5 = -140.1 \text{ kJ} \quad \text{یا} \quad -1401 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

(ث-۶)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -1406 \times 10^3 - 298 \times -20 = -1400.040 \text{ kJ}$$

(ج-۶)

 $\Delta G$

-۷

لیوان اول:

$$18 \text{ g یخ} \times \frac{1 \text{ mol یخ}}{18 \text{ g یخ}} = 1 \text{ mol یخ} \quad 36 \text{ grH}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 2 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$\begin{aligned} \text{گرمای مبادله شده}_1 &\rightarrow 1 (\text{mol یخ}) \times C_{\text{یخ}} \times (0 - (-20)) + \Delta H_{\text{ذوب}} + 1 \times 75 \times (30 - 0) \\ &= 2 \times 75 \times (90 - 30) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{گرمای مبادله شده}_2 &\rightarrow 1 (\text{mol یخ}) \times C_{\text{یخ}} \times (0 - (-8)) + \Delta H_{\text{ذوب}} + 1 \times 75 \times (32 - 0) \\ &= 2 (\text{mol H}_2\text{O}) \times 75 \times (90 - 32) \end{aligned}$$

$$\rightarrow C_{\text{یخ}} = 37.5 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \quad \Delta H_{\text{ذوب}} = 6000 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

## سوالات تستی

۱ با در نظر گرفتن دو ایزوتوپ بور ( $^{10}\text{B}$ ,  $^{11}\text{B}$ ) و دو ایزوتوپ کلر ( $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ ) چند نوع مولکول  $\text{BCl}_3$  می توان یافت؟

الف) ۶      ب) ۱۲      ج) ۸      د) ۱۶

۲ در کدام گزینه، عدد اکسایش اتم هایی که زیر آن ها خط کشیده شده، مشابه است؟

الف)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$       ب)  $\text{ICl}_3$ ,  $\text{HClO}_4$

ج)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$       د)  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_6$

۳ در کدام گزینه، باتوجه به قاعده اکتت هر سه پیوند یونی، کووالانسی و داتیو وجود دارند؟

الف)  $\text{KClO}$       ب)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$       ج)  $\text{H}_2\text{SO}_4$       د)  $\text{NaNO}_2$

۴ در کدام گزینه، زوایای پیوند همه گونه ها با یکدیگر برابر است؟

الف)  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{COCl}_2$       ب)  $\text{NO}_3^+$ ,  $\text{ICl}_4^-$ ,  $\text{N}_3^-$

ج)  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{ClO}_3^-$       د) (گاز)  $\text{IF}_4^+$ ,  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{BeF}_2$

۵ کدام مجموعه اعداد کوانتومی برای الکترون در اوربیتال  $3p$  درست است؟ ( $n, l, m_l, m_s$ )

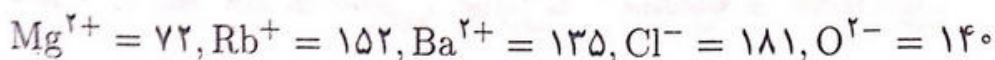
الف)  $3, 1, -1, +\frac{1}{2}$       ب)  $3, 2, +1, -\frac{1}{2}$       ج)  $3, 0, -2, -\frac{1}{2}$       د)  $3, 0, 0, -\frac{1}{2}$

۶ در چه تعداد از مولکول های زیر، همه پیوندها قطبی هستند؟

$\text{SnCl}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$

الف) ۲      ب) ۳      ج) ۴      د) ۵

۷ از بین یون های زیر با توجه به شعاع آن ها (برحسب pm) کدام زوج دارای قوی ترین پیوند یونی است؟



الف) BaO      ب) MgO      ج) Rb<sub>2</sub>O      د) MgCl<sub>2</sub>

۸ کدام مقایسه درست است؟

الف) انرژی شبکه:  $\text{KF} > \text{NaF} > \text{LiF}$       ب) انرژی پیوند:  $\text{CO}_3^{2-} < \text{CO}_2 = \text{CO}$

ج) واکنش پذیری:  $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al}$       د) نقطه ذوب:  $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$

۹ فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟

الف) آمونیوم هیدروژن فسفات:  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$

ب) سدیم فسفید:  $\text{Na}_3\text{P}$

ج) کبالت (II) سولفید:  $\text{CoS}$

د) منیزیم پرکلرات:  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$

۱۰ درصد جرمی یک محلول سدیم کلرید در آب ۳۰٪ است. غلظت مولال NaCl در این محلول

کدام است؟ ( $\text{Cl} = 35.5, \text{Na} = 23$ )

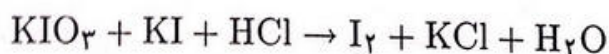
الف) ۱٫۱۳      ب) ۰٫۵۴۷      ج) ۰٫۵۶۵      د) ۱٫۰۹

۱۱ نقطه جوش کدام محلول از همه بالاتر است؟

الف) محلول ۰٫۰۰۱ مولال NaCl در آب      ب) محلول ۰٫۰۰۱ مولال MgSO<sub>4</sub> در آب

ج) محلول ۰٫۰۰۱ مولال شکر در آب      د) محلول ۱۰<sup>-۴</sup> مولال شکر در آب

۱۲ در واکنش موازنه نشده زیر، ضریب استوکیومتری I<sub>2</sub> پس از موازنه کدام است؟



الف) ۴      ب) ۳      ج) ۱      د) ۲

۱۳ چند گرم منیزیم در ۱ لیتر محلول ۰٫۳ مولار HCl باید حل شود تا غلظت MgCl<sub>2</sub> حاصل با

غلظت HCl باقیمانده برابر شود؟ ( $\text{Mg} = 24$ )

الف) ۷٫۲      ب) ۳٫۶      ج) ۴٫۸      د) ۲٫۴

۱۴ هنگامی که آب به مقدار کافی، به ظرفی که شامل آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) جامد است اضافه شود، آمونیوم کلرید کاملاً حل شده و محلول سردتر می شود. کدام گزینه در مورد قدرمطلق انرژی شبکه بلور آمونیوم کلرید ( $\Delta H_c$ )، قدرمطلق مجموع انرژی های آب پوشی یون ها ( $\Delta H_c$ ) و تغییرات انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G$ ) برای این فرآیند انحلال درست است؟

الف)  $\Delta G > 0, |\Delta H_c| > |\Delta H_s|$

ب)  $\Delta G > 0, |\Delta H_c| < |\Delta H_s|$

ج)  $\Delta G < 0, |\Delta H_c| > |\Delta H_s|$

د)  $\Delta G < 0, |\Delta H_c| < |\Delta H_s|$

۱۵ انحلال پذیری نمک  $\text{AgNO}_3$  در  $100^\circ\text{C}$  گرم آب، در دماهای  $20^\circ\text{C}$  و  $40^\circ\text{C}$  به ترتیب  $216\text{g}$  و  $311\text{g}$  می باشد. به  $25^\circ\text{C}$  گرم آب در دمای  $40^\circ\text{C}$  مقدار  $70\text{g}$   $\text{AgNO}_3$  جامد اضافه می کنیم و آن را کاملاً به هم می زنیم. هم زمان با هم زدن، دمای مخلوط را تا  $20^\circ\text{C}$  کاهش می دهیم. مخلوط یادشده در دماهای  $20^\circ\text{C}$  و  $40^\circ\text{C}$  به ترتیب از راست به چپ چند فاز دارد؟

الف) ۲ و ۱ (ب) ۲ و ۲

ج) ۱ و ۱ (د) ۱ و ۲

۱۶ دمای گازهای اطراف سطح خورشید به چندین میلیون درجه سیلسیوس می رسد و می تواند عنصر آهن (عدد اتمی ۲۶) را حتی تا بار  $+14$  هم یونیده کند. کدام دسته از یون های  $\text{Fe}^+$  تا  $\text{Fe}^{14+}$  بیشتر از بقیه جذب میدان مغناطیسی می شوند؟ (هر اندازه تعداد الکترون های جفت نشده یک یون بیشتر باشد، آن یون بیشتر جذب میدان می شود)

الف)  $\text{Fe}^{7+}, \text{Fe}^{9+}$  (ب)  $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{4+}$

ج)  $\text{Fe}^{8+}, \text{Fe}^{14+}$  (د)  $\text{Fe}^+, \text{Fe}^{3+}$

۱۷ عبارت کدام گزینه در مورد خاصیت پاک کنندگی نمک سدیم استتاریک اسید  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$  و نمک سدیم پروپانویک اسید  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$  درست است؟

الف) نمک سدیم پروپانویک اسید خاصیت پاک کنندگی بیشتری دارد.

ب) نمک سدیم استتاریک اسید خاصیت پاک کنندگی بیشتری دارد.

ج) خاصیت پاک کنندگی هر دو یکسان است.

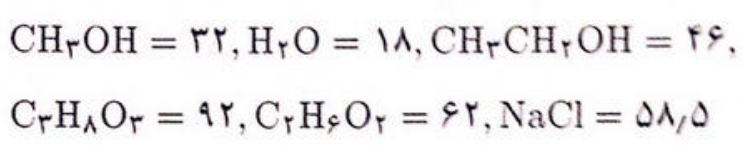
د) هیچ یک خاصیت پاک کنندگی ندارد.

۱۸ برای محلول سیرشده یک گاز در آب، افزایش حجم ظرف موجب ... انحلال پذیری گاز و کاهش

دمای محلول موجب ... انحلال پذیری گاز می شود.

- الف) افزایش، کاهش  
 ب) افزایش، افزایش  
 ج) کاهش، افزایش  
 د) کاهش، کاهش

۱۹ کدام گزینه در مورد خواص فیزیکی محلول های داده شده صحیح است؟



(نسبت های داده شده نشان دهنده جرم حل شونده / جرم حلال می باشند.)

- الف) نقطه ذوب  $\left(\frac{1g CH_3OH}{100g H_2O}\right) < \left(\frac{2g CH_3CH_2OH}{200g H_2O}\right)$   
 ب) نقطه ذوب  $\left(\frac{1g H_2O}{1kg CH_3OH}\right) > \left(\frac{1g CH_3CH_2OH}{1kg CH_3OH}\right)$   
 ج) نقطه جوش  $\left(\frac{2,5g C_2H_8O_3}{250g CH_3CH_2OH}\right) > \left(\frac{2,5g C_2H_6O_2}{250g CH_3CH_2OH}\right)$   
 د) نقطه جوش  $\left(\frac{2g NaCl}{0,5kg H_2O}\right) < \left(\frac{2g C_2H_6O_2}{0,5kg H_2O}\right)$

۲۰ گونه های  $A^{2-}, B^-, C, D^+$  و  $E^{2+}$  دارای تعداد الکترون های یکسان هستند. کدام گزینه در

مورد مقایسه شعاع آن ها صحیح است؟

- الف)  $E^{2+} > D^+ > C > B^- > A^{2-}$   
 ب)  $A^{2-} > B^- > C > D^+ > E^{2+}$   
 ج)  $A^{2-} > B^- > C < D^+ < E^{2+}$   
 د)  $A^{2-} < B^- < C > D^+ > E^{2+}$

۲۱ مجموع تعداد الکترون ها و نوترون های یون بتاسیم چند است؟ ( $^{39}_{19}K$ )

- الف) ۳۷ (ب) ۳۸ (ج) ۳۹ (د) ۴۰

۲۲ در لایه  $n = 3$  حداکثر چند الکترون با  $m_l = 0$  می تواند وجود داشته باشد؟

- الف) ۲ (ب) ۳ (ج) ۴ (د) ۶

۲۳ تعداد الکترون های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟

- الف)  $NO_2$  (ب)  $N_3^-$  (ج)  $CO_2$  (د)  $N_2O$

۲۴ شکل هندسی کدام گونه با بقیه تفاوت دارد؟

الف)  $SO_2$       ب)  $NF_3$       ج)  $NO_3^-$       د)  $CO_3^{2-}$

۲۵ برای یونش الکترون از کدام گونه گازی مقدار انرژی بیشتری لازم است؟

الف)  $^{17}Cl^-$       ب)  $^{18}Ar$       ج)  $^{19}K^+$       د)  $^{36}Kr$

۲۶ عدد اکسایش کلر در ترکیب  $KClO$  کدام است؟

الف) -۱      ب) +۳      ج) +۲      د) +۱

۲۷ نور زردی که از لامپ سدیم ساطع می شود مربوط است به ...

الف) جهش الکترون در اتم برانگیخته سدیم به تراز  $n = 2$

ب) یونش اتم های سدیم

ج) برانگیخته شدن الکترون ظرفیت اتم سدیم به ترازهای انرژی بالاتر

د) جهش الکترون در اتم برانگیخته سدیم به تراز  $n = 1$

۲۸ طیف نشری خطی پیش بینی شده برای کدام گونه شیمیایی همانند اتم هیدروژن است؟

الف)  $^2He$       ب)  $^2Be^{2+}$       ج)  $^3Li$       د)  $^2He^{2+}$

۲۹ انرژی کدام تابش از همه کمتر است؟

الف) فرابنفش      ب) گاما

ج) فروسرخ      د) ریزموج

۳۰ سانتریفیوژ نمودن گاز اورانیوم هگزا فلوراید،  $UF_6(g)$ ، به عنوان مرحله ای اساسی در چرخه

غنی سازی سوخت هسته ای است.  $UF_6$  خود از واکنش  $UF_4$  با  $F_2$  حاصل می شود.  $UF_4$  از

واکنش کبک زرد،  $UO_2$ ، با محلول  $HF$  به دست می آید. هرگاه آنتالپی تشکیل  $UF_4$  و  $UF_6$  در

شرایط عمل به ترتیب برابر با  $A$  کیلوژول برمول و  $B$  کیلوژول برمول باشد و آنتالپی پیوند  $F - F(g)$

برابر با  $155 kJ mol^{-1}$  باشد، آن گاه کدام گزینه،  $\Delta H$  واکنش  $UF_4 + F_2(g) \rightarrow UF_6$  را در

همان شرایط به درستی نشان می دهد؟

ب)  $A - B$

الف)  $B - (A + 155)$

د)  $B - A + 155$

ج)  $B - A$

۳۱ فرض کنید روزانه  $2500$  مترمکعب بوتان،  $C_4H_{10}(g)$ ، در یک نیروگاه حرارتی در دما و فشار ثابت در اکسیژن لازم بسوزد. روزانه به ترتیب چند تن  $CO_2$  و چند کیلوژول گرما از این راه وارد هوای اطراف نیروگاه خواهد شد؟ حجم  $1$  مول بوتان برابر با  $25$  لیتر، آنتالپی سوختن بوتان برابر  $-2900 \text{ kJ mol}^{-1}$  است ( $O = 16, H = 1, C = 12$ )، فرض کنید فقط  $8\%$  گرمای حاصل از سوختن بوتان به هوای اطراف نیروگاه راه یابد، قدرمطلق گرمای راه یافته موردنظر است.

الف)  $2,90 \times 10^8, 15,1$  (الف)      ب)  $2,90 \times 10^8, 17,6$  (ب)

ج)  $2,32 \times 10^8, 15,1$  (ج)      د)  $2,32 \times 10^8, 17,6$  (د)

۳۲  $2$  مول  $H_2(g)$  و  $1$  مول  $O_2(g)$  در یک ظرف نسبتاً آدیاباتیک (بدون مبادله گرما با بیرون) به طور کامل با هم واکنش می دهند.



با فرض اینکه  $65\%$  گرمای حاصل از واکنش صرف گرم کردن  $H_2O(g)$  در ظرف شود، دما از این راه چند درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت؟ گرمای ویژه بخار آب را به طور متوسط برابر با  $2,05 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$  و مستقل از دما در نظر بگیرید. ( $O = 16, H = 1$ )

الف)  $3495$  (الف)      ب)  $349,5$  (ب)

ج)  $34,95$  (ج)      د)  $3,495$  (د)

۳۳ یک سامانه بسته با دریافت  $10000 \text{ J}$  گرما در فشار ثابت، کاری برابر  $2000 \text{ J}$  انجام می دهد.

نسبت  $\frac{\Delta E}{\Delta H}$  برای این سامانه در تغییر داده شده کدام است؟

الف)  $1,5$  (الف)      ب)  $1$  (ب)

ج)  $1,25$  (ج)      د)  $0,8$  (د)

۳۴ در حالت کلی، کدام گزینه تغییر انرژی درونی،  $\Delta E$ ، سامانه بسته ای را که در فشار ثابت، گرمایی برابر با  $q$  همراه با تغییر دمای سامانه، مبادله می کند، به درستی بیان می نماید؟ (حجم با دما تغییر می کند.)

الف)  $\Delta E \neq q + W$  (الف)      ب)  $\Delta E = q$  (ب)

ج)  $\Delta E \neq q$  (ج)      د)  $\Delta E = \Delta H$  (د)

۳۵  $\Delta H$  واکنش  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$  به میزان چند کیلوژول از  $\Delta H$  واکنش

$C_2H_4(g) + Cl_2(g) \rightarrow C_2H_4Cl_2(g)$  با رعایت معلومات داده شده، از لحاظ جبری

بزرگتر است؟

معلومات:

آنتالپی پیوند H - H به میزان  $194 \text{ kJ mol}^{-1}$  از آنتالپی پیوند Cl - Cl بزرگتر است.

آنتالپی پیوند C - H به میزان  $476 \text{ kJ mol}^{-1}$  بزرگتر از آنتالپی پیوند C - Cl فرض می شود.

سایر شرایط برای این دو واکنش یکسان فرض می شود.

الف) ۱۴۷      ب) ۱۰۰      ج) ۲۴۱      د) ۲۵۰

۳۶ آنتالپی استاندارد تشکیل هیدروژن پراکسید مایع،  $H_2O_2(l)$ ، و آب،  $H_2O(l)$ ، در دمای آزمایشگاه

به ترتیب برابر با ۱۸۸- و ۲۸۶- کیلوژول بر مول است. با توجه به آن، گرمای آزاد شده از تجزیه کامل  $170^\circ$

گرم هیدروژن پراکسید مایع با درجه خلوص  $40\%$  جرمی به آب و اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه

بر حسب کیلوژول کدام است؟ ( $H = 1, O = 16$ ) «قدر مطلق گرمای آزاد شده مورد نظر است.»

الف) ۱۹۸      ب) ۴۷۴      ج) ۹۸      د) ۱۹۶

۳۷ از واکنش بور تری فلورید به عنوان پذیرنده و مولکول آمونیاک به عنوان دهنده الکترون جسم

جامدی حاصل می شود که ساختار خاص خود را دارد. آرایش هندسی اتمها در پیرامون اتم مرکزی

بور در محصول چگونه است؟

الف) چهار وجهی      ب) مسطح مربعی

ج) هرمی      د) چهار وجهی منتظم

۳۸ چند میلی لیتر از محلول  $0.1$  مولار NaOH باید به  $50$  میلی لیتر محلول  $0.1$  مولار  $Fe(NO_3)_3$

اضافه شود تا  $0.214$  گرم  $Fe(OH)_3$  رسوب کند؟

( $Fe = 56, O = 16, H = 1, Na = 23$ )

الف) ۴۰      ب) ۲۰      ج) ۶۰      د) ۳۰

۳۹ از واکنش  $24$  گرم کربن با  $16$  گرم اکسیژن گاز کربن مونواکسید و از واکنش کاتالیزی این گاز با  $4$

گرم هیدروژن  $32$  گرم متانول حاصل می شود. به فرض اینکه واکنشها با بازده  $100\%$  صورت

گیرند واکنش دهنده محدودکننده کدام است؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1$ )

الف) کربن      ب) اکسیژن      ج) کربن مونواکسید      د) هیدروژن

۴۰ ۲٫۵ میلی لیتر از یک محلول  $5^{\circ}$  درصد وزنی NaOH با چگالی  $1,54 \text{ g mL}^{-1}$  را با آب رقیق کرده و به حجم نهایی  $75^{\circ}$  میلی لیتر می رسانیم. غلظت نهایی  $\text{Na}^+$  در محلول نهایی به دست آمده برحسب ppm تقریباً چقدر است؟ ( $\text{Na} = 23, \text{O} = 16$ )

الف) ۶۴۳ (ب) ۱۲۳۴ (ج) ۱۴۷۶ (د) ۱۹۲۶

۴۱ مخلوطی شامل  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  و  $\text{K}_2\text{SO}_4$  است. یک نمونه  $20,5^{\circ}$  گرمی از این مخلوط در آب حل شده و یک محلول آبی  $\text{BaCl}_2$  به مقدار اضافی به آن افزوده می شود. جرم  $\text{BaSO}_4$  تشکیل شده  $29,8^{\circ}$  گرم است. درصد جرمی  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  در مخلوط اولیه چقدر است؟ ( $\text{BaSO}_4 = 233, \text{Na}_2\text{SO}_4 = 142, \text{K}_2\text{SO}_4 = 174$ )

الف) ۳۸ (ب) ۶۱ (ج) ۲۱ (د) ۵۸

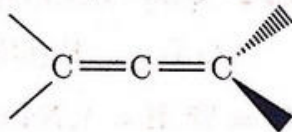
۴۲ مقدار  $6,4$  گرم از بلورهای فسفریک اسید را در  $20^{\circ}$  میلی لیتر محلول فسفریک اسید با چگالی  $1,34$  گرم بر سانتی متر مکعب که درصد وزنی آب در آن  $8^{\circ}$  درصد است حل می کنیم و در نهایت حجم محلول را به  $25^{\circ}$  میلی لیتر می رسانیم. مولاریته فسفریک اسید در این محلول چقدر است؟ ( $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98$ )

الف)  $4,34$  (ب)  $0,252$  (ج)  $1,36$  (د)  $2,45$

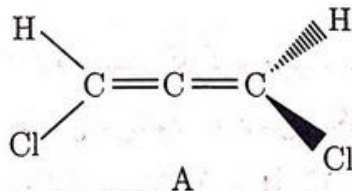
۴۳ غلظت NaCl در سرم معمولی خون، تقریباً  $0,14$  مولار است. چه حجمی از سرم خون برحسب میلی لیتر حاوی  $100$  میلی گرم NaCl خواهد بود؟ ( $\text{NaCl} = 58,5$ )

الف)  $54,2$  (ب)  $12,2$  (ج)  $24,4$  (د)  $17,6$

۴۴ آلن ها ترکیباتی هستند که در ساختار آن ها دو پیوند دوگانه متوالی وجود دارد:

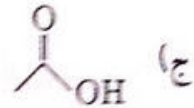
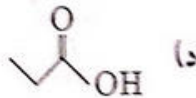
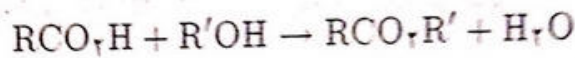
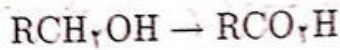


چه تعداد ترکیب با ساختار آلن می توان در نظر گرفت که ایزومر ساختاری آلن A باشد؟



الف) ۳ (ب) ۲ (ج) ۱ (د) ۴

۴۵ با استفاده از واکنش های زیر که تحت شرایط مناسب انجام می شوند، برای تهیه A وجود کدام ماده اولیه کافی است؟



۴۶ ترکیبی با فرمول بسته C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O دارای پیوند سه گانه و گروه کربونیل می باشد. چند ساختار برای این ترکیب می توان در نظر گرفت؟

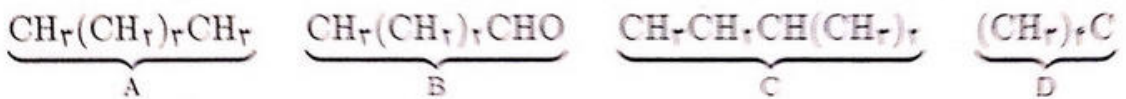
۴ (د)

۱ (ج)

۳ (ب)

۲ (الف)

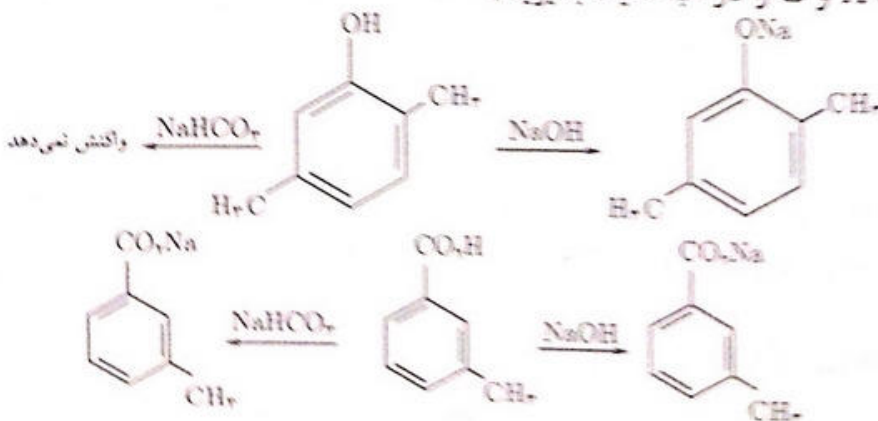
۴۷ کدام گزینه در مورد مقایسه نقطه ذوب ترکیبات درست است؟



A > B, C > D (د)    A > B, C < D (ج)    A < B, C < D (ب)    A < B, C > D (الف)

۴۸ با توجه به اطلاعات داده شده کدام روش برای جداسازی A از مخلوطی متشکل از A و B مناسب تر است؟ به مخلوطه ...

(حلالیت A و B را در آب نادیده بگیرید.)



الف) محلول NaOH اضافه کرده و صاف می‌کنیم.

ب) محلول NaOH و یک حلال آلی مناسب اضافه کرده و فازها را از هم جدا می‌کنیم.

ج) محلول  $\text{NaHCO}_3$  و یک حلال آلی مناسب اضافه کرده و فازها را از هم جدا می‌کنیم.

د) محلول‌های NaOH و  $\text{NaHCO}_3$  اضافه کرده و صاف می‌کنیم.

۴۹ گرمای سوختن به ازای هر واحد  $\text{CH}_2$ ، (Q)، از تقسیم گرمای سوختن ترکیب به تعداد واحدهای

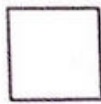
$\text{CH}_2$  در ساختار ترکیب به دست می‌آید. با توجه به اطلاعات داده شده کدام گزینه ترتیب پایداری

نسبی ترکیبات زیر را به درستی نشان می‌دهد؟



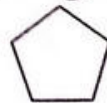
A

۶۹۷

Q(kJ mol<sup>-1</sup>)

B

۶۸۶



C

۶۶۴



D

۶۵۹

ب)  $A > B > C > D$

الف)  $C > D > B > A$

د)  $D > C > B > A$

ج)  $D > C > A > B$

## سؤالات تشریحی

۱ یکی از روش های تخمین بار مؤثر هسته یک اتم چند الکترونی ( $Z_{\text{eff}}$ )، استفاده از رابطه زیر است:

$$IE_1 = 1312 \text{ kJ mol}^{-1} \times \frac{Z_{\text{eff}}^2}{n^2} \begin{cases} IE_1 = \text{اولین انرژی یونش} \\ n = \text{لایه ای است که در آن الکترون قرار دارد} \end{cases}$$

الف) با استفاده از رابطه بالا، بار مؤثر هسته  $\text{Li}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Be}$  و  $\text{C}$  را برای آخرین الکترون این اتم ها محاسبه کنید. داده های خود را در جدول زیر وارد کنید.

عنصر	${}^7_3\text{Li}$	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{85}_{37}\text{Rb}$	${}^4_2\text{Be}$	${}^{12}_6\text{C}$
$IE_1 (\text{kJ mol}^{-1})$	520	496	403	899	1086
$Z_{\text{eff}}$					

ب) براساس روش فوق درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

- با افزایش عدد اتمی در هر دوره از جدول تناوبی، بار مؤثر هسته نیز افزایش می یابد.
- با افزایش عدد اتمی در هر گروه از جدول تناوبی بار مؤثر هسته افزایش می یابد.
- همان طور که می دانید در هر گروه با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی افزایش می یابد، در این افزایش نقش  $n$  مؤثرتر از  $Z_{\text{eff}}$  است.

۲ از واکنش نمونه ای خالص از تیتانیم کلرید به وزن ۳/۲۴۵ گرم با مقدار کافی از فلز سدیم،  $\text{Ti}$  فازی آزاد می شود. پس از شست و شوی محصول واکنش با آب، وزن تیتانیم خالص باقی مانده برابر ۰/۸۱۹ می باشد. ( $\text{Ti} = 47.9$ ,  $\text{Cl} = 35.45$ )

الف) فرمول تیتانیم کلرید را تعیین کنید.

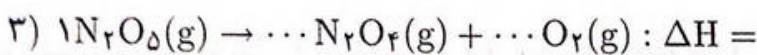
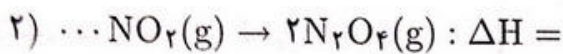
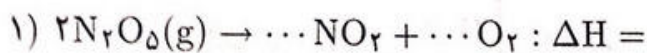
ب) معادله واکنش را بنویسید.

ج) آرایش الکترونی اتم تیتانیم را در حالت پایه برای لایه ظرفیت آن نشان دهید.

د) ترکیب تیتانیم کلرید در بالاترین عدد اکسایش آن خصلت کووالانسی / یونی دارد.

۳ گاز  $N_2O_5$  در دما و فشار مناسب به طور جزئی در همان شرایط به  $N_2O_4$  تبدیل می‌گردد. تجزیه کامل ۱ مول  $N_2O_5(g)$  به  $O_2(g)$  و  $NO_2(g)$  در دما و فشار ثابت مورد اشاره  $110 \text{ kJ mol}^{-1}$  گرماگیر است و تشکیل ۱ مول  $N_2O_4(g)$  از  $NO_2(g)$  در همان شرایط  $57 \text{ kJ mol}^{-1}$  گرماده است:

الف) معادله گرما شیمی هر واکنش زیر را با ذکر  $\Delta H$  آن با رعایت علامت جبری و ذکر واحد، موازنه کنید. «با فرض کامل بودن واکنش»



ب) در هریک از واکنش‌های بالا با شماره‌های (۱)، (۲) و (۳) کدام عامل به شرح زیر باعث پیشرفت واکنش می‌شود؟  $\Delta H$  یا  $\Delta S$  یا هر دو؟ در مربع موردنظر ضربدر بزنید.

واکنش	$\Delta H$	$\Delta S$	هر دو
(۱)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(۲)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(۳)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ج) اگر در دما و فشار آزمایش فقط ۱ مول  $(N_2O_5)$  در ظرف واکنش قرار داده شود و بنا به فرض فقط ۶۰٪ آن به  $NO_2(g)$  و  $O_2(g)$  تجزیه شود و هم‌زمان ۴۰٪ از  $NO_2(g)$  تشکیل شده به  $N_2O_4(g)$  تبدیل گردد، آنگاه تعداد مول‌های هریک از  $N_2O_5$  و  $NO_2$  و  $N_2O_4$  باقی‌مانده موجود در ظرف واکنش و مجموع جبری گرماهای مبادله‌شده برحسب کیلوژول با رعایت فرض مورد اشاره کدام است؟

تعداد مول‌های  $N_2O_5$ :

تعداد مول‌های  $NO_2$ :

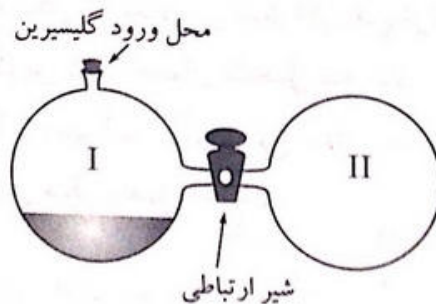
تعداد مول‌های  $N_2O_4$ :

گرمای مبادله‌شده در کل با رعایت علامت جبری و ذکر واحد.

۴ ظرف I به حجم ۱L حاوی ۳۰۰mL آب در دمای ۵۰°C است. این ظرف توسط یک شیر در ارتباط با ظرف II است. ظرف II حجمی معادل ۱L داشته و تحت خلأ است. ابتدا شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کرده و به مقدار کافی صبر می‌کنیم تا تعادل برقرار شود. سپس شیر ارتباطی را بسته و مقدار ۱۰mL گلیسرین ( $C_3H_8O_3$ ) به ظرف I اضافه می‌کنیم. به قدر کافی صبر کرده و پس از برقراری تعادل، فشار ظرف I ( $P_I$ ) و فشار ظرف II ( $P_{II}$ ) را می‌خوانیم. (دمای جوش نرمال آب ۱۰۰°C و دمای جوش نرمال گلیسرین ۲۹۰°C است. چگالی آب ۰/۹۸۸g/mL و چگالی گلیسرین ۱/۲۶g/mL در دمای ۵۰°C است.)

الف) فشار  $P_I$  و  $P_{II}$  را مقایسه کنید؟ (بزرگ‌تر، مساوی و یا کوچک‌تر)  
سپس شیر ارتباطی دو ظرف را باز کرده و به قدر کافی صبر می‌کنیم تا دوباره تعادل برقرار شود. حال فشار کل  $P_f$  را می‌خوانیم.

ب) فشار کل  $P_f$  خوانده شده را با  $P_I$  و  $P_{II}$  در قسمت الف مقایسه کنید (بزرگ‌تر، مساوی و یا کوچک‌تر)



۵ در اثر برخورد الکترون با ذره  $\alpha$  (هسته هلیم)، یون تک الکترونی  $He^+$  در حالتی برانگیخته تشکیل شده به طوری که الکترون آن در اوربیتال ۶d قرار گرفته است. این الکترون ابتدا به تراز پایین‌تر x و سپس به حالت پایه برمی‌گردد و به ترتیب فوتون‌هایی با طول موج‌های ۲۷۳/۴nm و ۲۵/۶۳nm نشر می‌کند. با توجه به اینکه طول موج‌های خطوط مشاهده شده در طیف نشری یون  $He^+$  از رابطه زیر پیروی می‌کنند (  $\lambda$  طول موج فوتون A یک عدد ثابت و  $n_1$  و  $n_2$  به ترتیب ترازهای پایینی و بالایی می‌باشند). عدد x را پیدا کنید. (۱۰ نمره)

$$\frac{1}{\lambda} = A \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

۶ دانش آموزی مقدار ۰٫۸ گرم NaOH ناخالص را به ۸۰۰ میلی لیتر محلول KOH ۱٪ مولار اضافه کرد و پس از حل شدن کامل با افزودن آب مقطر وزن آن را به ۱۳۲۰ گرم رسانید (جگالی محلول  $1/18 \text{ g mL}^{-1}$  است). سپس مقدار ۵۰ میلی لیتر از محلول فوق را در ارلن ریخته و با استفاده از سنجش حجمی توانست ۵۰ میلی لیتر محلول ۰٫۰۰۵ مولار  $\text{H}_2\text{SO}_4$  را با آن خنثی کند.

الف) غلظت  $\text{OH}^-$  را در نمونه مخلوط به دست آورید؟

ب) تعداد مول  $\text{OH}^-$  در نمونه NaOH ناخالص چقدر است؟

ج) درصد خلوص NaOH چقدر است؟

د) برای خنثی کردن ۵۰ میلی لیتر محلول ۰٫۰۰۵ مولار  $\text{H}_2\text{SO}_4$  چند گرم از NaOH ناخالص فوق لازم است؟

$$(O = 16, H = 1, Na = 23, K = 39)$$

۷ آلکین A با فرمول بسته  $\text{C}_8\text{H}_{14}$  و فاقد کربن نوع چهارم است و در نتیجه طی واکنش هیدروژن دار شدن به آلکان B تبدیل می شود. اگر یکی از هیدروژن های ترکیب B تحت شرایط مناسب با کلر جایگزین شود احتمال تشکیل سه ایزومر ساختاری C و D و E وجود دارد ساختارهای A تا E را رسم کنید. (کربن نوع چهارم به کربنی گفته می شود که از طریق چهار پیوند به چهار اتم کربن دیگر متصل است.)

## پاسخنامه تستی

الف	۴۱	د	۳۱	ب	۲۱	الف	۱۱	ج	۱
د	۴۲	الف	۳۲	د	۲۲	ب	۱۲	الف	۲
ب	۴۳	د	۳۳	الف	۲۳	د	۱۳	د	۳
ج	۴۴	ج	۳۴	ب	۲۴	ج	۱۴	ب	۴
الف	۴۵	ب	۳۵	ج	۲۵	الف	۱۵	الف	۵
ب	۴۶	د	۳۶	د	۲۶	د	۱۶	ب	۶
ب	۴۷	الف	۳۷	الف	۲۷	ب	۱۷	ب	۷
ج	۴۸	ج	۳۸	ب	۲۸	ب	۱۸	د	۸
د	۴۹	ب	۳۹	د	۲۹	الف	۱۹	الف	۹
		ج	۴۰	ج	۳۰	ب	۲۰	ج	۱۰

**بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی****۱- گزینه ج**

برای هر ایزوتوپ بور با قردادن ۳ کلر از ۲ ایزوتوپ کلر ۴ حالت ممکن است. پس در کل ۸ نوع مولکول خواهیم داشت

$$\frac{2 \times 2 \times 2}{2} = 4 \text{ (حالت قرارگیری کلرها)} \rightarrow 2 \times 4 = 8$$

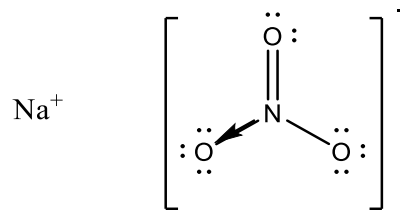
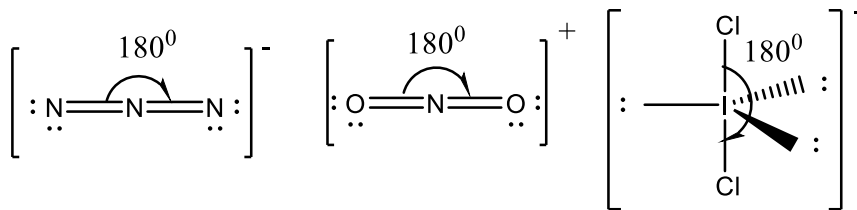
**۲- گزینه الف**

$$NH_4\bar{N}O_3 \rightarrow 1 + x + 3 \times -2 = 0 \rightarrow x = 5$$

$$Al_2(H\bar{P}O_4)_3 \rightarrow 2 \times 3 + 3 \times (1 + x + 4 \times -2) = 0 \rightarrow x = 5$$

**۳- گزینه د**

بین یون های سدیم و نیترات پیوند یونی و بین اتم های نیترات پیوند کووالانسی و داتیو وجود دارد

**۴- گزینه ب****۵- گزینه الف**

مقدار l برای 3p برابر ۱ می باشد

**۶- گزینه ج**

در مولکول های  $SF_4, HClO_2, SnCl_4, N_2O_5$  همه پیوند ها قطبی اند اما در  $C_2H_6, H_2O_2$  یک پیوند ناقطبی وجود دارد

## ۷-گزینه ب

با افزایش بار یون ها و کاهش شعاع یون ها قدرت پیوند یونی افزایش می یابد

## ۸-گزینه د

## ۹-گزینه الف

آمونیم دی هیدروژن فسفات صحیح است

## ۱۰-گزینه ج

فرض می کنیم ۱۰۰۰ گرم از محلول داریم :

$$1000 \text{ g} \times \frac{3.2}{100} = 32 \text{ g NaCl} \rightarrow 32 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} = 0.547 \text{ mol NaCl}$$

$$\text{مولالیت} = \frac{0.547 \text{ mol NaCl}}{(1000 - 32) \times 10^{-3} (\text{kg H}_2\text{O})} = 0.565$$

## ۱۱-گزینه الف

از رابطه زیر استفاده می کنیم. در این رابطه  $\Delta T$  مقدار افزایش نقطه جوش،  $k_b$  عدد ثابت وابسته به نوع حلال و  $m$  مجموع غلظت گونه های حل شده می باشد.

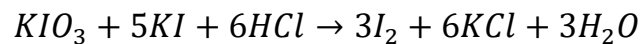
$$\Delta T = k_b m$$

$$\text{الف) } m_{\text{NaCl}} = 0.001 \times 2 = 0.002 \quad \text{ب) } m_{\text{MgSO}_4} < 0.001 \times 2 = 0.002$$

$$\text{ج) } m_{\text{شکر}} = 0.001 \times 1 \quad \text{د) } m_{\text{شکر}} = 0.0001 \times 1$$

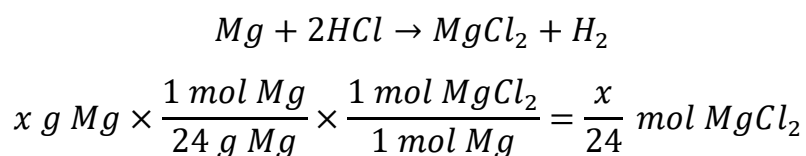
$m_{\text{NaCl}}$  بیشترین مقدار را داراست در نتیجه بیشترین تغییر در نقطه جوش را داراست. ( $\text{MgSO}_4$  نسبت به  $\text{NaCl}$  انحلال پذیری کمتر و تمایل کمتری برای تفکیک پذیری دارد)

## ۱۲-گزینه ب



## ۱۳-گزینه د

فرض می کنیم X گرم منیزیم داریم



$$\text{غلظت } MgCl_2 = \frac{\frac{x}{24} \text{ mol } MgCl_2}{1 \text{ L محلول}} = \frac{x}{24} \text{ M}$$

$$\frac{x}{24} \text{ mol } MgCl_2 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } MgCl_2} = \frac{x}{12} \text{ mol } HCl \quad M \times V = 0.3 \times 1 = 0.3 \text{ mol } HCl$$

$$\text{تعداد } HCl \text{ باقی مانده: } 0.3 - \frac{x}{12} = \frac{3.6 - x}{12} \text{ mol } HCl \quad \text{غلظت } HCl: \frac{\frac{3.6 - x}{12} \text{ mol } HCl}{1 \text{ L محلول}}$$

$$= \frac{3.6 - x}{12} \text{ mol } HCl$$

$$\rightarrow \frac{3.6 - x}{12} = \frac{x}{24} \rightarrow x = 2.4 \text{ g}$$

## ۱۴- گزینه ج

چون نمک کاملا حل شده است فرآیند خود به خودی می باشد پس  $\Delta G < 0$  سرد شدن محلول بیانگر گرماگیر بودن فرآیند انحلال است. پس خواهیم داشت:

انرژی شبکه  $\Delta H_C$  همواره مثبت می باشد. آنتالپی انحلال  $\Delta H_S$  همواره منفی می باشد

$$|\Delta H_C| = \Delta H_C \quad |\Delta H_S| = -\Delta H_S$$

$$\Delta H = \Delta H_S + \Delta H_C > 0 \rightarrow \Delta H_C > -\Delta H_S \rightarrow |\Delta H_C| > |\Delta H_S|$$

## ۱۵- گزینه الف

$$\begin{array}{ll} 40^\circ\text{C} \rightarrow 100 \text{ g } H_2O & 311 \text{ g } AgNO_3 \\ 25 \text{ g } H_2O & x \end{array} \quad \rightarrow x = 77.75 \text{ g } AgNO_3$$

در  $40^\circ\text{C}$  تمام نمک حل شده و ۱ فاز خواهیم داشت.

$$\begin{array}{ll} 20^\circ\text{C} \rightarrow 100 \text{ g } H_2O & 216 \text{ g } AgNO_3 \\ 25 \text{ g } H_2O & x \end{array} \quad \rightarrow x = 54 \text{ g } AgNO_3$$

در  $20^\circ\text{C}$  مقداری از نمک رسوب خواهد کرد و ۲ فاز خواهیم داشت

## ۱۶- گزینه د

در گزینه د یون های آهن ۵ الکترون جفت نشده دارند

## ۱۷- گزینه ب

با افزایش طول زنجیر کربنی خاصیت چربی دوستی بیشتر شده و قدرت پاک کنندگی افزایش می یابد

۱۸-گزینه ب

۱۹-گزینه الف

$$\frac{\text{اتانول } 2 \text{ g}}{\text{آب } 200 \text{ g}} = \frac{\text{اتانول } 1 \text{ g}}{\text{آب } 100 \text{ g}}$$

جرم مولی اتانول بیش تر از جرم مولی متانول می باشد. بنابراین در گزینه الف برای ۱ گرم از متانول و اتانول، تعداد مول متانول بیش تر از اتانول در ۱۰۰ گرم آب می باشد. به همین صورت نیز مولالیته متانول بیش از اتانول می باشد. در نتیجه نقطه ذوب (نقطه انجماد) ۱ گرم اتانول بیش از ۱ گرم متانول در ۱۰۰ گرم آب می باشد

۲۰-گزینه ب

با افزایش بار منفی شعاع یون افزایش می یابد و با افزایش بار مثبت شعاع یون کاهش می یابد

۲۱-گزینه ب

۲۲-گزینه د

$$n = 3, m_l = 0 \rightarrow s, p, d \quad 3 \times 2 = 6$$

۲۳-گزینه الف

۲۴-گزینه ب

همه گزینه ها به جز گزینه ب دارای ساختار مسطح مثلثی می باشند. گزینه ب دارای ساختار هرمی می باشد

۲۵-گزینه ج

در  $K^+$  الکترون از لایه درونی کنده می شود. پس دارای انرژی یونش بیشتری است

۲۶-گزینه د

$$KClO \rightarrow +1 + x - 2 = 0 \rightarrow x = +1$$

۲۷-گزینه الف

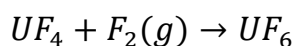
نورهای مرئی حاصل از انتقال الکترون از مدارهای بالاتر به مدار ۲ می باشد

۲۸-گزینه ب

$Be^{3+}$  همانند هیدروژن دارای یک الکترون می باشد. در نتیجه دارای طیف نشری خطی مشابه هیدروژن می باشد

۲۹-گزینه د

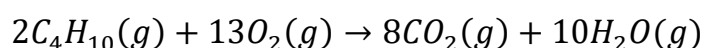
۳۰- گزینه ج



$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ها}$$

$$\Delta H^0 = \Delta H_f^0(UF_6) - (\Delta H_f^0(F_2(g)) + \Delta H_f^0(UF_4)) = B - (0 + A) = B - A \frac{kJ}{mol}$$

۳۱- گزینه د



$$2500 m^3 C_4H_{10}(g) \times \frac{1000 L}{1 m^3} \times \frac{1 mol C_4H_{10}(g)}{25 L C_4H_{10}(g)} \times \frac{8 mol CO_2}{2 mol C_4H_{10}(g)} \times \frac{44 g CO_2}{1 mol CO_2} \times \frac{1 ton CO_2}{10^6 g CO_2} = 17.6 ton CO_2$$

$$2500 m^3 C_4H_{10}(g) \times \frac{1000 L}{1 m^3} \times \frac{1 mol C_4H_{10}(g)}{25 L C_4H_{10}(g)} \times \frac{-2900 kJ}{1 mol C_4H_{10}(g)} \times \frac{80}{100} = -2.32 \times 10^8 kJ$$

۳۲- گزینه الف

$$2 mol H_2 \times \frac{2 mol H_2O}{2 mol H_2} \times \frac{18 g H_2O}{1 mol H_2O} = 36 g H_2O$$

$$q = -484 kJ \times \frac{65}{100} = -314.6 kJ \rightarrow -314.6 \times 10^3 J = 36 \times 2.5 \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 3495^\circ C$$

۳۳- گزینه د

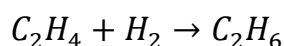
$$q_p = \Delta H = +10000 \quad \Delta E = \Delta H + w = 10000 - 2000 = 8000 J$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta H} = \frac{8000}{10000} = 0.8$$

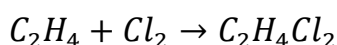
۳۴- گزینه ج

$$\Delta E = q + w \text{ در فشار ثابت:}$$

۳۵- گزینه ب



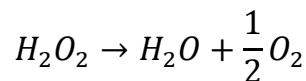
$$\Delta H_1 = 4\Delta H_{C-H} + \Delta H_{C=C} + \Delta H_{H-H} - (\Delta H_{C-C} + 6\Delta H_{C-H})$$



$$\Delta H_2 = 4\Delta H_{C-H} + \Delta H_{C=C} + \Delta H_{Cl-Cl} - (\Delta H_{C-C} + 4\Delta H_{C-H} + 2\Delta H_{C-Cl})$$

$$\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H_{H-H} - \Delta H_{Cl-Cl} - 2\Delta H_{C-H} + 2\Delta H_{C-Cl} = 194 - 2 \times 47 = 100 \text{ kJ}$$

۳۶-گزینه د



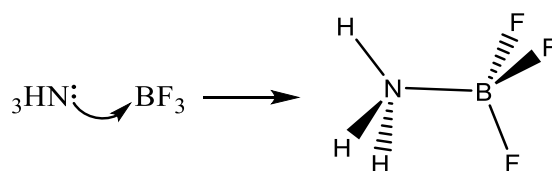
$$170 \text{ g } H_2O_2 \times \frac{40}{100} \times \frac{1 \text{ mol } H_2O_2}{34 \text{ g } H_2O_2} = 2 \text{ mol } H_2O_2$$

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ها فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ها واکنش دهنده}$$

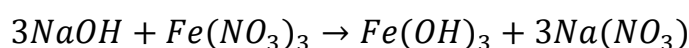
$$\Delta H^0 = \Delta H_f^0(H_2O) - \Delta H_f^0(H_2O_2) = -286 - (-188 + 0) = -98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$2 \text{ mol} \times -98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -196 \text{ kJ}$$

۳۷-گزینه الف



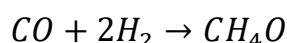
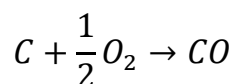
۳۸-گزینه ج



$$0.214 \text{ g } Fe(OH)_3 \times \frac{1 \text{ mol } Fe(OH)_3}{107 \text{ g } Fe(OH)_3} \times \frac{3 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } Fe(OH)_3} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol } NaOH$$

$$6 \times 10^{-3} \text{ mol } NaOH = M \times V = 0.1 \times V \rightarrow V = 0.06 \text{ L} = 60 \text{ ml}$$

۳۹-گزینه ب



$$16 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} = 0.5 \text{ mol } O_2 \text{ (محدود کننده)}$$

$$24 \text{ g } C \times \frac{1 \text{ mol } C}{12 \text{ g } C} = 2 \text{ mol} \text{ (1 mol باقی می ماند)}$$

۴۰- گزینه ج

$$2.5 \text{ ml} \times 1.54 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 3.85 \text{ g محلول}$$

$$3.85 \text{ g محلول} \times \frac{50 \text{ gr NaOH}}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{10^3 \text{ g Na}^+}{1 \text{ g Na}^+} = 1106.87 \text{ mg Na}^+$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{L}} \rightarrow \frac{1106.87}{0.75} = 1476 \text{ ppm}$$

۴۱- گزینه الف

فرض می کنیم  $x$  مول سدیم سولفات و  $y$  مول پتاسیم سولفات داریم

$$x \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = x \text{ mol SO}_4^{2-} \quad y \text{ mol K}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4} = y \text{ mol SO}_4^{2-}$$

$$0.298 \text{ g BaSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{233 \text{ g BaSO}_4} = 1.28 \times 10^{-3}$$

$$x + y = 1.28 \times 10^{-3} \quad x \times 142 + y \times 174 = 0.205$$

$$\rightarrow x = 5.538 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad y = 7.263 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\% \text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{5.538 \times 10^{-4} \times 142}{0.205} \times 100 \cong 38\%$$

۴۲- گزینه د

$$6.4 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4} = 0.0653 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

$$200 \text{ ml} \times 1.34 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{20 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{100} \times \frac{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4} = 0.546 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

$$0.546 + 0.0653 = 0.6113 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

$$\text{مولاریته} = \frac{0.6113 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{250 \times 10^{-3} \text{ L}} = 2.45 \text{ M H}_3\text{PO}_4$$

۴۳- گزینه ب

$$100 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} = 1.70 \times 10^{-3} \text{ mol NaCl}$$

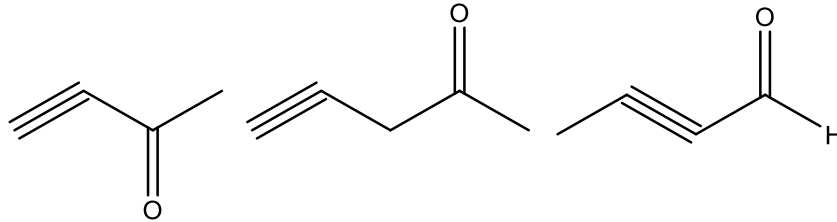
$$1.70 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH} = M \times V = 0.14 \times V \rightarrow V = 0.01221 \text{ L} = 12.21 \text{ ml}$$

۴۴-گزینه ج

۴۵-گزینه الف

از اکسایش الکل ها اسید به وجود می آید. با اکسایش پروپانول، پروپانویک اسید تولید می شود و با واکنش پروپانول با پروپانویک اسید استر A تولید می شود

۴۶-گزینه ب



۴۷-گزینه ب

ترکیب B به دلیل داشتن گروه کربونیل قطبی تر از A بوده و نقطه ذوب بالاتری دارد. ترکیب D به دلیل تقارن بالاتر از C نقطه ذوب بالاتری دارد

۴۸-گزینه ج

با اضافه کردن سدیم هیدروژن کربنات ترکیب B در آب حل می شود و ترکیب B در فاز آلی باقی می ماند

۴۹-گزینه د

هرچه گرمای سوختن واحد  $CH_2$  از لحاظ قدرمطلق بیشتر باشد. آن گاه ترکیب مربوطه ناپایدار است

## بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

-۱

(الف-۱)

$$Li \rightarrow Z_{eff} = 1.26 \quad Na \rightarrow Z_{eff} = 1.84 \quad Rb \rightarrow Z_{eff} = 2.77 \quad Be \rightarrow Z_{eff} = 1.655$$

$$C \rightarrow Z_{eff} = 1.82$$

(ب-۱)

درست (i)

درست (ii)

درست (iii)

-۲

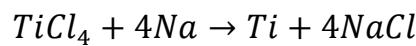
(الف-۲)

$$3.245 - 0.819 = 2.426 \text{ g Cl}$$

$$0.819 \text{ g Ti} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{47.9 \text{ g Ti}} = 0.0170 \text{ mol Ti} \quad 2.426 \text{ g Cl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}}{35.5 \text{ g Cl}} = 0.0683 \text{ mol Cl}$$

$$\frac{\text{mol Cl}}{\text{mol Ti}} = \frac{0.0683}{0.0170} = 4 \rightarrow \text{TiCl}_4$$

(ب-۲)



(پ-۲)

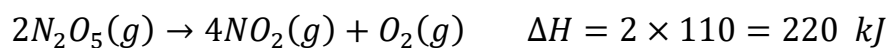
$$\text{Ti}: [\text{Ar}]3d^24s^2 \rightarrow \text{لایه ظرفیت}: 4s^2$$

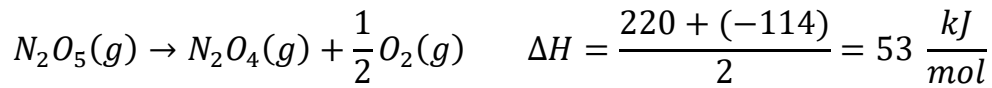
(ت-۲)

خصلت کووالانسی. به دلیل افزایش چگالی بار یون تیتانیم

-۳

(الف-۳)





(ب-۳)

 $\Delta S(۱)$  $\Delta H(۲)$  $\Delta S(۳)$ 

(پ-۳)

$$1 \text{ mol } N_2O_5 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } N_2O_5} \times \frac{60}{100} = 0.3 \text{ mol } O_2$$

$$1 \text{ mol } N_2O_5 \times \frac{2 \text{ mol } NO_2}{1 \text{ mol } N_2O_5} \times \frac{60}{100} = 1.2 \text{ mol } NO_2 \text{ (ابتدایی)}$$

$$1.2 \text{ mol } NO_2 \text{ (ابتدایی)} \times \frac{60}{100} = 0.72 \text{ mol } NO_2$$

$$1.2 \text{ mol } NO_2 \text{ (ابتدایی)} \times \frac{40}{100} \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_4}{2 \text{ mol } NO_2} = 0.24 \text{ mol } N_2O_4$$

$$1 \text{ mol } N_2O_5 \times 0.4 = 0.4 \text{ mol } N_2O_5$$

$$\text{گرمای مبادله شده} = 1 \times 0.6 \times 110 + 0.24 \times -57 = 52.32 \text{ kJ}$$

-۴

(الف-۴)

گلیسرین به دلیل داشتن نقطه جوش بالاتر از آب، باعث بالا رفتن نقطه جوش آب و در نتیجه کاهش فشار بخار آب می شود

$$P_{II} > P_I$$

(ب-۴)

تعالل به سمت فشار بخار کمتر می رود.

$$P_f = P_I \quad P_f < P_{II}$$

-۵

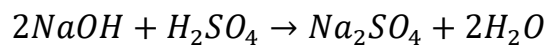
$$\frac{1}{273.4 \text{ nm}} = A\left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{6^2}\right)$$

$$\frac{1}{25.63 \text{ nm}} = A\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{x^2}\right)$$

$$\rightarrow \frac{\frac{1}{25.63 \text{ nm}}}{\frac{1}{273.4 \text{ nm}}} = \frac{A\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{x^2}\right)}{A\left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{6^2}\right)} \rightarrow x = 3$$

-۶

(۶-الف)



$$50 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{0.005 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{مولاریته NaOH: } \frac{5 \times 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{0.05 \text{ L}} = 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

(۶-ب)

$$1320 \text{ g} \div 1.1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 1200 \text{ ml} : \text{حجم مخلوط}$$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{NaOH} \times 1200 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.012 \text{ mol NaOH} \rightarrow 0.012 \text{ mol OH}^- : \text{در مخلوط}$$

$$M \times V = 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.8 \text{ L} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol KOH} \rightarrow 8 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^- : \text{برای KOH}$$

$$0.012 - 8 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^- : \text{در نمونه ناخالص NaOH}$$

(۶-پ)

$$4 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^- \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol OH}^-} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.16 \text{ g NaOH} \text{ خالص}$$

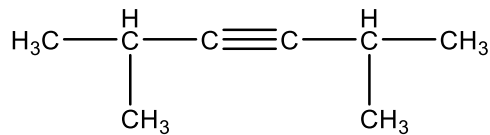
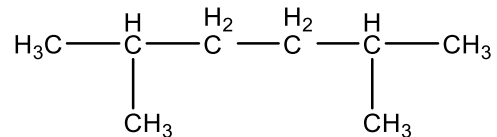
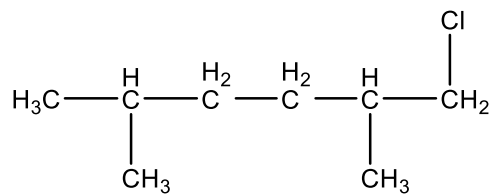
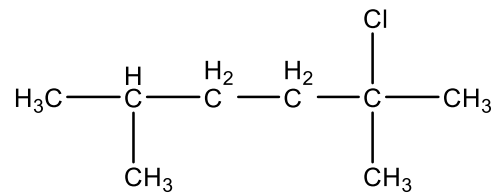
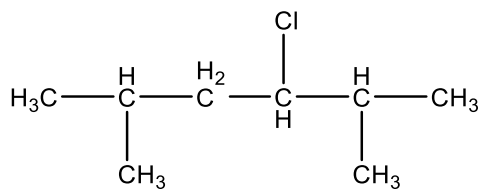
$$\frac{0.16}{0.8} \times 100 = 20\%$$

(ت-۶)

$$50 \times 10^{-3} L \times \frac{0.005 \text{ mol } H_2SO_4}{L} \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \times \frac{40 \text{ g } NaOH}{1 \text{ mol } NaOH} \times \frac{100}{20}$$

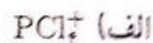
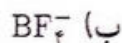
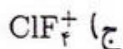
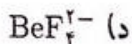
= 0.1 g NaOH ناخالص

-۷

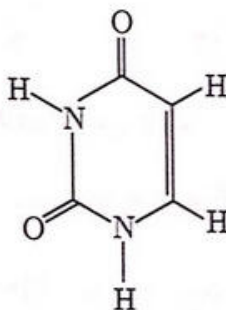
**A:****B:****C:****D:****E:**

## سوالات تستی

۱ شکل فضایی کدام گونه شیمیایی به صورت چهار وجهی منتظم نیست؟



۲ در مولکول زیر چند اتم با اتم های مجاور خود آرایش مثلث مسطح دارند؟



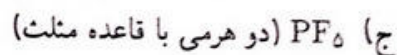
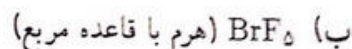
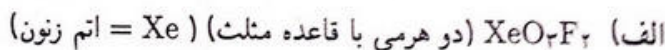
۴ (د)

۳ (ج)

۶ (ب)

۲ (الف)

۳ کدام مولکول دارای گشتاور دو قطبی است؟



۴ عبارت کدام گزینه نادرست است؟

(الف) بیخ خشک (کربن دی اکسید جامد) یک جامد کووالانسی است

(ب) ورقه آهن در معرض هوا و رطوبت زنگ می زند

(ج) در ساختار الماس پیوند بین اتم های کربن یگانه (ساده) است

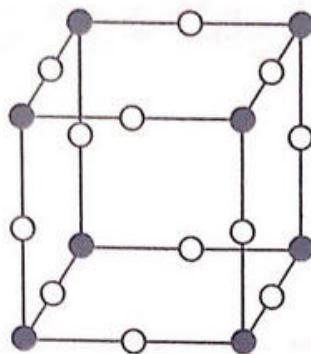
(د) ید در کربن تتراکلرید قابل حل است

۵ شکل زیر نمایش سلول واحد (کوچکترین واحدی است که در جهت های  $x, y, z$  تکرار می شود)

در  $\text{Fe}(\text{CN})_3$  جامد است. این سلول واحد نماینده چند واحد فرمولی  $\text{Fe}(\text{CN})_3$  است؟

● = Fe

○ = CN



۱ (د)

۳ (ج)

۲ (ب)

۴ (الف)

۶ تعداد جفت الکترون های تنها در کدام مولکول از همه بیشتر است؟

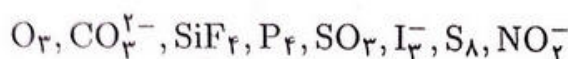
$\text{BF}_3$  (د)

$\text{NF}_3$  (ج)

$\text{CO}_2$  (ب)

$\text{O}_3$  (الف)

۷ چه تعداد از گونه های زیر پیوندهای قطبی دارند؟



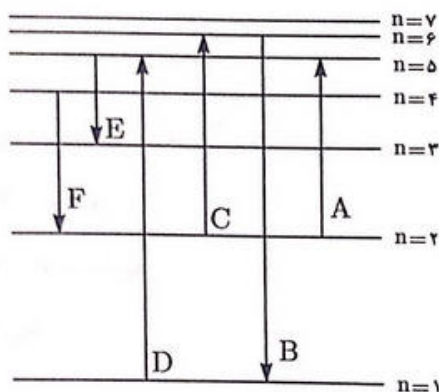
۲ (د)

۶ (ج)

۵ (ب)

۴ (الف)

۸ در شکل زیر کدام جهش های الکترونی مربوط به بخش مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن است؟



F, E, B (د)

D, A (ج)

F (ب)

A, C, D (الف)

۹ کدام مقایسه درست است؟

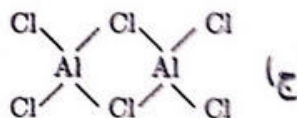
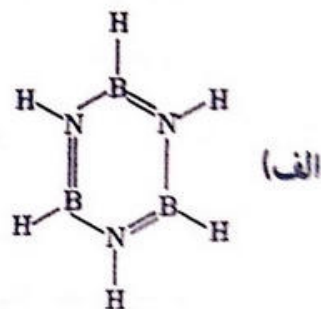
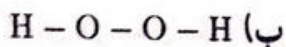
(ب) شعاع یونی:  ${}_{12}\text{Mg}^{2+} = {}_{13}\text{Al}^{3+}$

(الف) الکترونگاتیوی:  ${}_{19}\text{K} > {}_3\text{Li}$

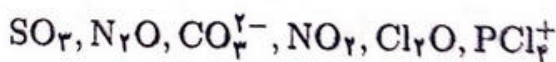
(د) انرژی دومین یونش:  ${}_5\text{B} > {}_4\text{Be}$

(ج) واکنش پذیری:  $\text{Cl}_2 < \text{Br}_2$

دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید  
 ۱۰ در کدام گونه شیمیایی همه اتمها در یک صفحه قرار می گیرند؟



۱۱ در چه تعداد از گونه های زیر، طول همه پیوندها یکسان است؟



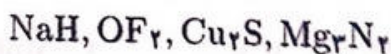
۲ (د)

۵ (ج)

۶ (ب)

۳ (الف)

۱۲ عدد اکسایش کدام دو عنصر در ترکیب های زیر یکسان است؟



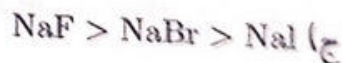
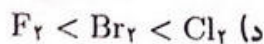
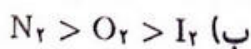
Na, N (د)

O, S (ج)

Mg, O (ب)

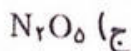
Cu, H (الف)

۱۳ کدام ترتیب نقطه ذوب درست است؟



۱۴ در کدام ترکیب با رسم آرایش الکترونی اتمها براساس قاعده هشت تایی (اکتت) تعداد پیوندهای

داتیو کمتر است؟



۱۵ کدام مورد در تعیین خواص شیمیایی یک عنصر عامل مؤثری است؟

(ب) تعداد نوترونها

(الف) تفاوت بین نوترونها و پروتونها

(د) عدد اتمی

(ج) عدد جرمی

تقریبی محاسبه کند؟

الف) عبور و انحراف ذره های ( $\alpha$ ) از ورق نازک طلا

ب) انحراف پرتو کاتدی در میدان مغناطیسی

ج) انحراف پرتو کاتدی در میدان الکتریکی

د) التهاب گاز درون لوله پرتو کاتدی

۱۷) انرژی کدام پرتو از همه کمتر است؟

الف) گاما      ب) بتا      ج) مرئی      د) ایکس

۱۸) عنصر Mn با عدد اتمی ۲۵ دارای چند الکترون با عدد کوانتومی مغناطیسی  $m_l = +1$  است؟

الف) ۳      ب) ۵      ج) ۴      د) ۲

۱۹) کدام یون به آرایش هشت تایی نرسیده است؟

الف)  $C_4^{2-}$       ب)  $S^{2-}$       ج)  $Cl^-$       د)  $Li^+$

۲۰) فرمول کدام ترکیب صحیح نیست؟

الف) مس (II) پرمنگنات  $CuMnO_4$       ب) آهن (III) نیتريت  $Fe(NO_2)_3$

ج) آهن (II) کربنات  $FeCO_3$       د) آلومینیم فسفید AIP

۲۱) در کدام مولکول امکان تشکیل پیوند هیدروژنی وجود ندارد؟

الف)  $NH_3$       ب)  $CH_3COOH$       ج)  $HCl$       د)  $C_2H_5OH$

۲۲) از توصیف های زیر چه تعداد را می توان برای مولکول آب در شرایط متفاوت به کار برد؟

حلال، حل شونده، ترکیب، ماده خالص، گاز، واکنش دهنده

الف) ۵      ب) ۶      ج) ۳      د) ۴

۲۳) در اتم نئون چه تعداد الکترون با عدد کوانتومی  $m_s = +\frac{1}{2}$  وجود دارد؟ (عدد اتمی نئون = ۱۰)

الف) ۴      ب) ۱      ج) ۱۰      د) ۵

۲۴) اگر جرم الکترون حدود  $\frac{1}{1836}$  جرم هریک از ذرات بنیادی پروتون و نوترون باشد، در این صورت

جرم الکترون چه کسری از جرم یک اتم را شامل می شود؟ (تعداد پروتون و نوترون را برابر اختیار کنید)

الف)  $\frac{1}{1836}$       ب)  $\frac{1}{2}$       ج)  $6 \times 10^{-23}$       د)  $\frac{1}{36}$

۲۵ با توجه به نیروهای بین مولکولی، در دما و فشار یکسان کدام یک از گازهای زیر بیشتر شبیه گاز ایده آل رفتار می کنند؟

الف)  $SF_2$       ب)  $SO_2$       ج)  $HF$       د)  $Ne$

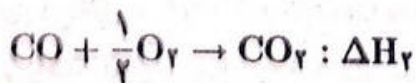
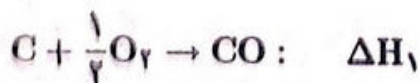
۲۶ مقدار  $۱۶/۶$  گرم آهن در هوا رها می شود تا کاملاً زنگ بزند. اگر فرمول زنگ آهن  $Fe_2O_3$  باشد در این صورت جرم زنگ آهن بر حسب گرم چیست؟ ( $O = ۱۶, Fe = ۵۶$ )

الف)  $۲۳,۷۱$       ب)  $۷۱,۸$       ج)  $۴۷,۴$       د)  $۱۷$

۲۷ یک درخت به طور متوسط در طول روز  $۴۵$  گرم کربن دی اکسید را طی فرآیند فوتوسنتز به اکسیژن و کربوهیدرات  $((CH_2O)_n)$  تبدیل می کند. حجم گاز اکسیژن تولید شده توسط گیاه در طی یک روز بر حسب لیتر چقدر است. اندازه گیری حجم در فشار یک اتمسفر و دمای  $۲۵^\circ C$  صورت می گیرد.  $PV = nRT$ , فشار (اتمسفر)  $= P$ , حجم (لیتر)  $= V$ , تعداد مول ها  $= n$ ,  $R = ۰,۰۸۲۱ \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$ , دمای مطلق  $(^\circ C + ۲۷۳)$ ,  $T = ۱۲$ ,  $C = ۱۶$ ,  $O = ۱۶$

الف)  $۱۲,۵$       ب)  $۲۵$       ج)  $۵۰$       د)  $۱۳$

۲۸ با توجه به معلومات زیر کدام گزینه درست است؟



$$\Delta = \Delta H_3 - (\Delta H_1 + \Delta H_2)$$

ب)  $\Delta > 0$

الف)  $\Delta < 0$

د) به معلومات بیشتر نیاز است

ج)  $\Delta = 0$

۲۹ گرمای حاصل از سوختن کامل  $۱۸۰۰$  گرم گرافیت در اکسیژن می تواند دمای  $۱/۱۸۲$  تن آب مایع را از  $۴^\circ C$  به  $۵۴^\circ C$  افزایش دهد. آنتالپی تشکیل  $CO_2$  بر حسب کیلوژول بر مول در شرایط داده شده کدام است؟ (البته ظرفیت گرمایی ویژه آب  $1 \text{ kcal/kg}^\circ C$  می باشد)

د)  $-۳۵۴$

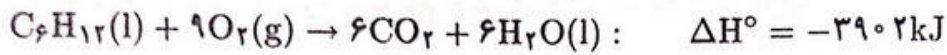
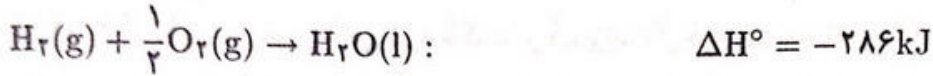
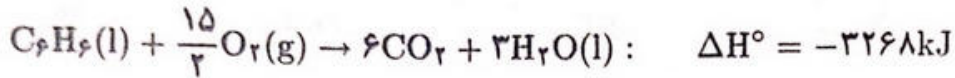
ج)  $-۴۵۰$

ب)  $-۲۹۴$

الف)  $-۴۰۰$

۳۰  $\Delta H^\circ$  واکنش  $C_6H_6(l) + 3H_2(g) \rightarrow C_6H_{12}(l)$  برحسب کیلوژول، با در نظر گرفتن معلومات

زیر کدام است؟



الف) -۲۲۴ (ب) -۴۴۸ (ج) -۱۱۲ (د) +۲۲۴

۳۱ ۸۹٫۶ میلی لیتر محلول ۳ مولال KCl دارای چند گرم KCl است؟ (چگالی محلول را  $1,1 \text{ g cm}^{-3}$  در نظر بگیرید،  $Cl = 35,5$ ,  $K = 39$ )

الف) ۱۵ (ب) ۱۸ (ج) ۱۲ (د) ۹

۳۲ گرمایی که برای گرم کردن یک جسم جامد مصرف می شود در بین ... آن توزیع می گردد.

الف) انتقال ها و چرخش های ذرات (ب) ارتعاش ها و انتقال های ذرات

ج) ارتعاش های ذرات (د) انتقال های ذرات

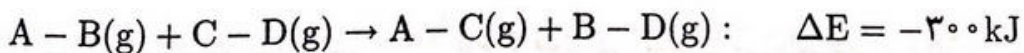
۳۳ چند کیلوژول گرما برای تهیه ۱ کیلوگرم یک یزد،  $UO_2$ ، براساس واکنش زیر لازم است؟

انتالپی تبخیر  $Br_2(l)$ ، انتالپی تشکیل  $UO_2(s)$  و  $UO_2Br_2(s)$  به ترتیب برابر با ۳۱، ۱۰۸۴- و ۱۱۵۷- کیلوژول برمول می باشد. جرم ۱ مول  $UO_2$  برابر با ۲۷۰ گرم است.  $Br_2$  در شرایط معمولی به حالت مایع است.



الف) ۳۸۵،۱۸۵ (ب) ۲۷۰،۳۷ (ج) ۴۵۵،۶۴۲ (د) ۲۴۸،۱۲۵

۳۴ انرژی پیوند  $A - B(g)$  برحسب کیلوژول برمول با توجه به معلومات داده شده کدام است؟



$$(A - B \text{ پیوند انرژی}) = 1,25(C - D \text{ پیوند انرژی})$$

$$= 0,8(A - C \text{ پیوند انرژی}) = 0,769(B - D \text{ پیوند انرژی})$$

الف) ۱۰۰ (ب) ۳۰۰ (ج) ۲۰۰ (د) ۴۰۰

۳۵ ترکیبی شامل دو عنصر X و Y می‌باشد. این ترکیب شامل ۶۰ درصد از عنصر X است.

هم‌چنین نسبت وزن اتمی عنصر X به عنصر Y برابر ۱٫۵ می‌باشد. فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

الف) XY

ب)  $XY_2$

ج)  $X_2Y$

د)  $XY_3$

۳۶ از واکنش ۲ گرم اکسیژن با ۶٫۵ گرم فلز روی ۵٫۱۱ گرم روی اکسید به دست آمده است. بهره

درصدی این واکنش چقدر است؟ ( $O = ۱۶, Zn = ۶۵$ )

الف) ۷۰٪

ب) ۶۳٪

ج) ۸۰٪

د) ۹۰٪

۳۷ اگر چگالی محلول ۱ مولار گلوکز برابر  $۱٫۰۵ \text{ g cm}^{-3}$  باشد مولالیته گلوکز کدام است؟

( $C_6H_{12}O_6 = ۱۸۰ \text{ g mol}^{-1}$ )

الف) ۱٫۵

ب) ۱٫۲۲

ج) ۱٫۰۵

د) ۱٫۱۵

۳۸ محلول حاصل از مخلوط کردن ۵۰ میلی‌لیتر از هرکدام از اسیدهای ۱٪ مولار فسفریک اسید

و سولفوریک اسید با چند میلی‌لیتر محلول سود ۱٪ مولار خنثی می‌شود؟

الف) ۱۰

ب) ۱۵

ج) ۲۵

د) ۲۰

۳۹ چنانچه درصد تفکیک محلول اسید HA برابر ۵ درصد باشد و غلظت  $H^+$  در محلول برابر ۱٪

مولار باشد، چه حجمی از این اسید با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۱٪ مولار سود واکنش می‌دهد؟

الف) ۲۰

ب) ۵۰

ج) ۱۰۰

د) ۲۰۰

۴۰ محلول کدام یک از ترکیبات زیر الکترولیت ضعیفی می‌باشند؟

$NH_4Cl$  (۴)

$HF$  (۳)

$NaCl$  (۲)

$NH_3$  (۱)

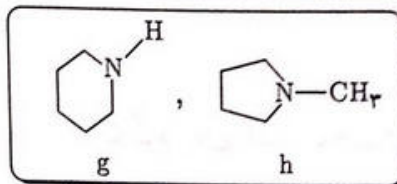
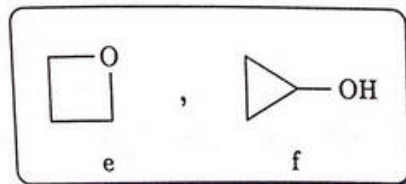
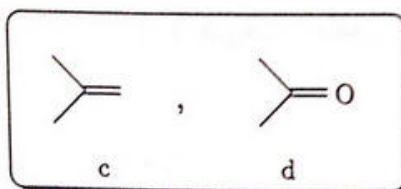
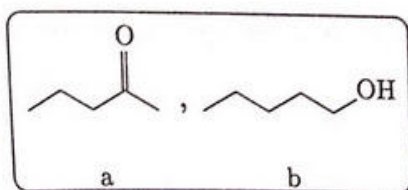
الف) ۱ و ۳

ب) ۱ و ۲

د) ۱ و ۳ و ۴

ج) ۲ و ۴

۴۱ برای هر جفت ترکیبات داده شده کدامیک نقطه جوش بالاتری دارد؟



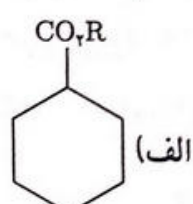
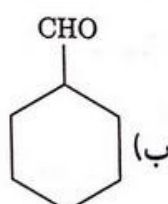
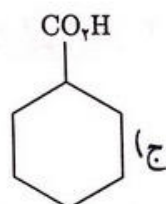
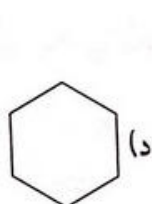
h, e, c, a (د)

h, f, c, b (ج)

g, f, d, b (ب)

g, e, d, a (الف)

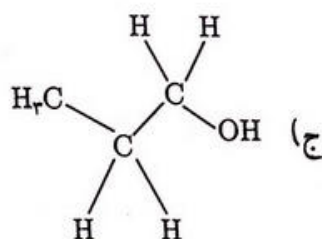
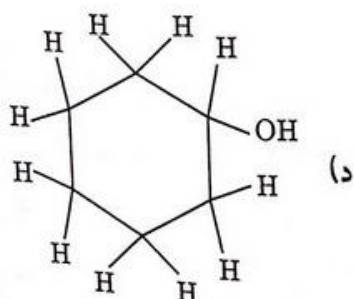
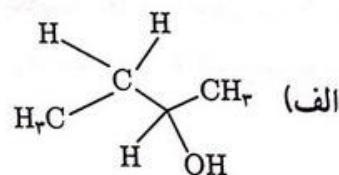
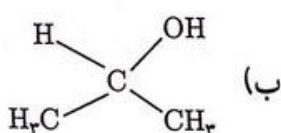
۴۲ کدامیک از ترکیبات زیر واکنش پذیری کمتری دارد؟



۴۳ گروه عاملی کربونیل در کتون ها و آلدهیدها را می توان به کمک واکنش کاهش به گروه عاملی الکلی تبدیل کرد:

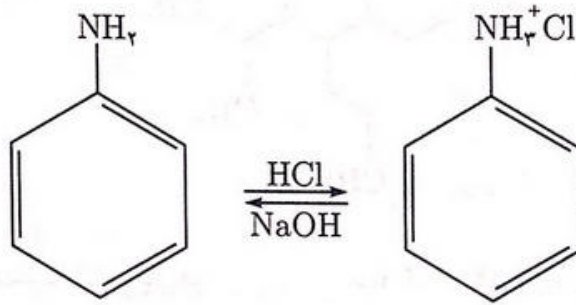


کدامیک از الکل های زیر در نتیجه واکنش کاهش از یک آلدهید حاصل می شود؟



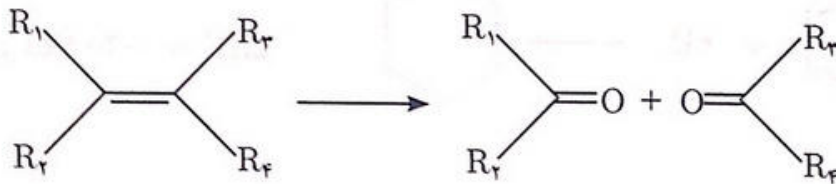
۴۴ توصیف کدام گزینه در مورد حلالیت آنیلین (A) باتوجه به رابطه زیر درست است؟ (توجه:

حلالیت آنیلین در آب زیاد نیست.)

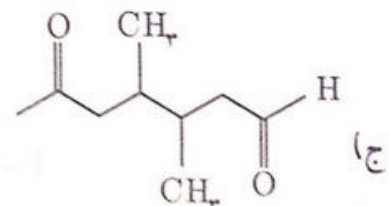
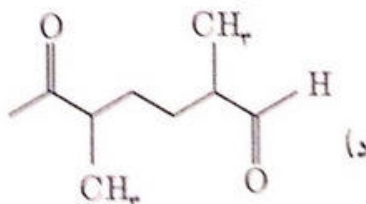
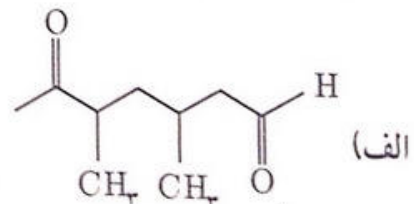
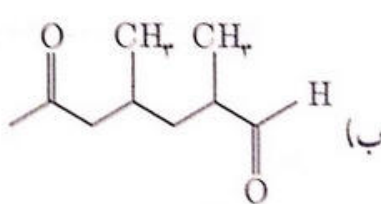
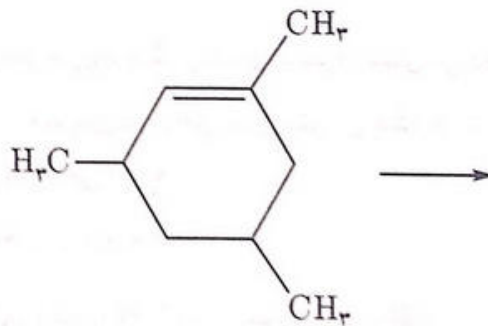


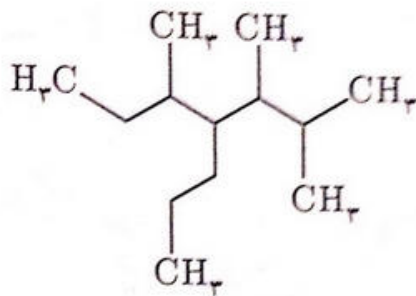
- الف) در محلول HCl به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد
- ب) در محلول HCl به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد
- ج) در محلول NaOH به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد
- د) در هیچ‌یک از موارد بالا تغییر نمی‌کند

۴۵ آلکن‌ها تحت شرایط مناسب قابل تبدیل به ترکیباتی واجد گروه کربونیل می‌باشند:



محصول واکنش زیر تحت شرایط فوق کدام است؟





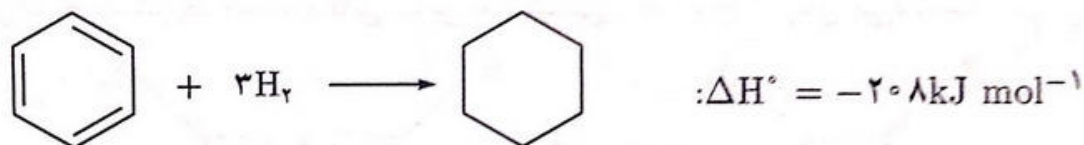
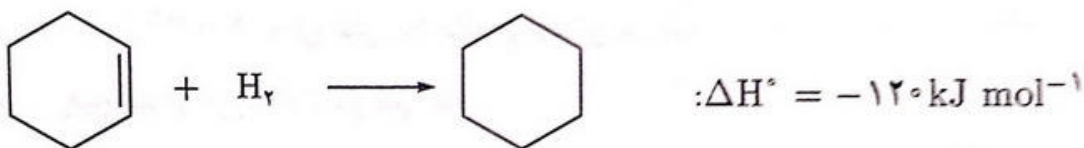
الف) ۲، ۳، ۵-تری متیل-۴-پروپیل هپتان

ب) ۳، ۵، ۶-تری متیل-۴-پروپیل هپتان

ج) ۲، ۳-دی متیل-۴-پروپیل اکتان

د) ۵، ۶-دی متیل-۴-پروپیل اکتان

۴۷ باتوجه به شواهد تجربی زیر کدام نتیجه گیری درست است؟



الف) باتوجه به داده های مسئله، مقایسه واکنش پذیری بنزن نسبت به سیکلوهگزن امکان پذیر نیست.

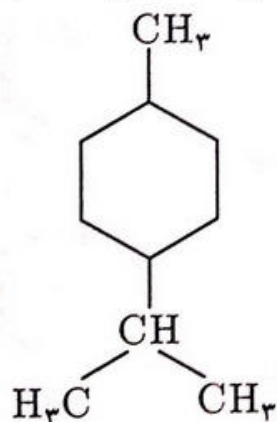
ب) بنزن از آنچه که انتظار می رود واکنش پذیری بیشتری نشان می دهد.

ج) گرمای آزاد شده در هیدروژن دار کردن بنزن بیش از مقداری است که براساس هیدروژن دار کردن سیکلوهگزن قابل پیش بینی است.

د) بنزن از آنچه که انتظار می رود پایدارتر است.

۴۸ اگر یکی از هیدروژن های ترکیب A، اعم از شاخه ها و حلقه، با برم جایگزین شود امکان تشکیل

چند ایزومر ساختاری وجود دارد؟



(A)

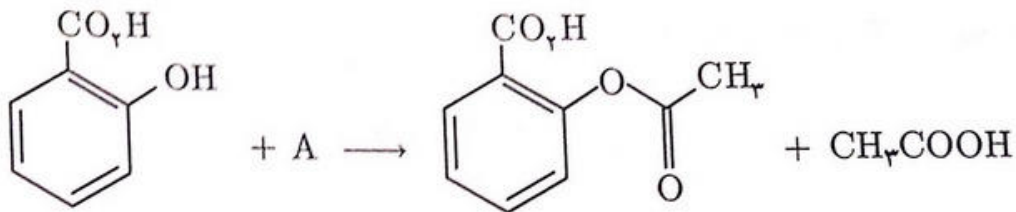
الف) ۱۰

ب) ۸

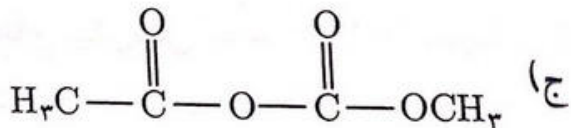
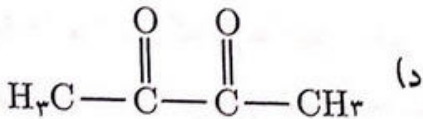
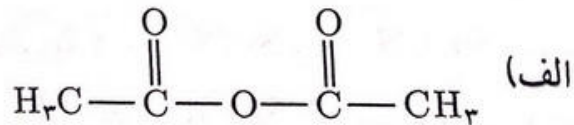
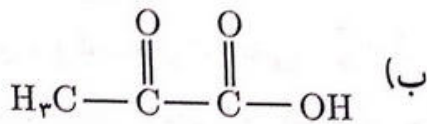
ج) ۷

د) ۶

۴۹ آسپرین را می توان به کمک واکنش موازنه زیر در حضور یک مول از A تهیه کرد:



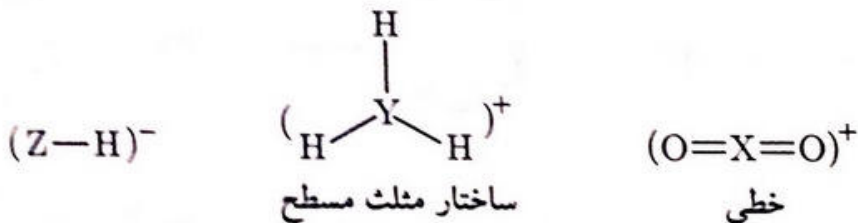
کدام گزینه ترکیب A را درست نشان می دهد؟



## سوالات تشریحی

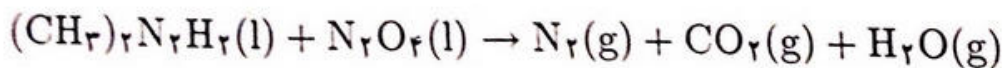
۱ از عنصر قلع گونه های شیمیایی  $\text{Sn}(\text{CH}_3)_2$  و  $\text{SnCl}_3^-$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{SnF}_6^{2-}$ ,  $\text{SnF}_4$  شناخته شده است. شکل فضایی هریک از این گونه ها براساس نظریه VSEPR و هم چنین زاویه پیوند چیست؟ در مواردی که زاویه پیوند به طور دقیق قابل پیش بینی نیست آن را به صورت بزرگتر یا کوچکتر ( $>$ ,  $<$ ) از زاویه ایده آل حدس بزنید.

۲ X, Y, Z سه عنصر از گروه های اصلی جدول تناوبی هستند. این اتم ها گونه های زیر را تشکیل می دهند. پس از تکمیل آرایش الکترون- نقطه ای گونه های داده شده به پرسش های زیر پاسخ دهید.



الف) هریک از عنصرهای X, Y, Z در کدام گروه از جدول تناوبی قرار دارند.  
 ب) ساختار لوئیس عنصرهای بالا به صورت ترکیبات  $\text{HX}_3$ ,  $\text{H}_2\text{YZ}$ ,  $\text{X}_2\text{Z}$  را رسم کنید.  
 ج) اگر هر سه عنصر X, Y, Z در تناوب دوم جدول تناوبی قرار داشته باشند، فرمول ترکیب هیدروژن دار عنصری را که نسبت به ترکیب هیدروژن دار دو عنصر دیگر، نقطه جوش بیشتری دارد بنویسید.

۳ دی متیل هیدرازین به عنوان سوخت در سفینه رفت و برگشت فضایی به کار می رود:



گازهای حاصل به جز نیتروژن توسط آب آهک و سولفوریک اسید غلیظ جذب می شوند. چنانچه حجم گاز جذب نشده در شرایط استاندارد برابر  $11/2$  میلی لیتر باشد مقدار دی متیل هیدرازین مصرفی چند گرم است؟  
 ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{N} = 14, \text{O} = 16$ )

۴ یک سامانه بسته طی یک تغییر فشار ثابت  $10^5 \text{ Pa}$  گرما را دریافت می کند و مقداری کار تغییر حجم،  $W_p$  را انجام می دهد.

$$(W_p = -P\Delta V)$$

الف) آیا بدون دانستن مقدار کار و اظهار نظر اضافی می توان علامت جبری  $\Delta E$  سامانه را از روی معلومات گفته شده تعیین نمود؟

ب) در مورد علامت جبری  $\Delta H$  سامانه چگونه؟

ج) اگر  $\Delta V > 0$ ، آنگاه علامت جبری  $W_p$  کدام است؟

د) اگر  $\Delta S$  سامانه در فرآیند داده شده در دمای  $300 \text{ K}$  برابر با  $34 \text{ JK}^{-1}$  باشد، آنگاه:

$$\Delta G = \boxed{\text{به صورت نمادی}} = \boxed{\text{به صورت عددی}} = \boxed{\text{پاسخ عددی}}$$

ه) فرآیند داده شده با توجه به پاسخ (ت) کدام است؟ خودبه خودی یا غیر خودبه خودی؟

و) در صورتی که بدانیم  $\Delta H_p - \Delta E_p = -W_p$ ، آنگاه کدام مقایسه با رعایت بند (ب) درست است؟ با علامت ضرب در در یکی از مربعها مشخص نمایید.

$$\Delta H < \Delta E \quad \Delta H > \Delta E \quad \Delta H = \Delta E$$

ز) ارتباط میان آنتالپی یک سامانه بسته،  $H$ ، و انرژی درونی آن،  $E$ ، به صورت  $H = E + PV$  است که  $V$  حجم سامانه بسته و  $P$  فشار روی آن می باشد. مقایسه  $\Delta H$  و  $\Delta E$  سامانه طی فرآیندی که هم حجم سامانه و هم فشار روی آن ثابت بماند کدام است؟ با علامت ضرب در در یکی از مربعها مشخص نمایید.

$$\Delta H < \Delta E \quad \Delta H > \Delta E \quad \Delta H = \Delta E$$

ح) ظرفیت گرمایی سامانه های  $A$  و  $B$  در فشار ثابت به ترتیب برابر با  $100 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1}$  و  $150 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1}$  است. هرگاه دمای هر یک از این سامانه ها در فشار ثابت از  $25^\circ\text{C}$  به  $35^\circ\text{C}$  افزایش یابد، آنگاه مقایسه  $\Delta H$  آن دو با یکدیگر کدام است؟ با علامت ضرب در در یکی از مربعها مشخص نمایید.

$$\Delta H_A < \Delta H_B \quad \Delta H_A > \Delta H_B \quad \Delta H_A = \Delta H_B$$

۵ محلولی شامل  $5^\circ$  میلی لیتر سولفوریک اسید و هیدروکلریک اسید با غلظت نامعلوم با  $25^\circ$  میلی لیتر محلول  $0/1$  مولار کلسیم کلرید واکنش می دهد. محصول واکنش رسوب کلسیم سولفات است.

الف) واکنش سولفوریک اسید با کلسیم کلرید را بنویسید.

ب) مولاریته سولفوریک اسید را در محلول اولیه محاسبه کنید.

ج) جرم رسوب کلسیم سولفات را به دست آورید. ( $S = 32, O = 16, Ca = 40$ )

د) محلول حاصل از قسمت قبل بعد از جدا کردن رسوب کلسیم سولفات با  $30^\circ$  میلی لیتر محلول  $0/2$  مولار سود واکنش می دهد مولاریته هیدروکلریک اسید را در محلول اولیه محاسبه کنید.

ه) مولاریته یون کلرید را در محلول نهایی در قسمت (د) به دست آورید.

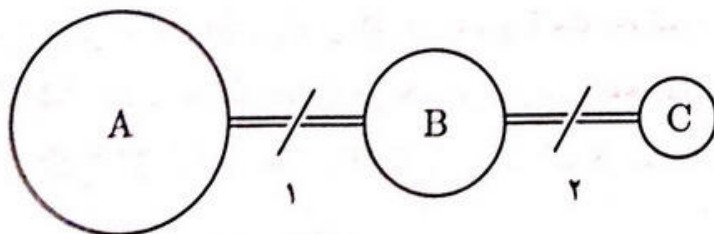
۶ ترکیب A با مصرف دو مول گاز هیدروژن به ترکیب B با فرمول بسته  $C_4H_{10}$  تبدیل می شود. اگر یکی از هیدروژن های ترکیب A با برم جایگزین شود، تنها یک محصول به نام C تشکیل می شود. ترکیب A تحت شرایط مناسب به کتون D با فرمول بسته  $C_4H_8O$  تبدیل می شود.

الف) ساختارهای ترکیبات A, B, C, D را رسم کنید.

ب) ایزومرهای ساختاری ترکیب D را که دارای گروه کربونیل باشند رسم کنید.

ج) ایزومر ساختاری ترکیب B را رسم کنید.

۷ سه ظرف شیشه ای A, B, C دارای حجم های نسبی  $V_A = 2V_B = 4V_C$  هستند. درحالی که شیرهای ۱ و ۲ بسته هستند، ظرف A را با شش مول گاز X و ظرف B را با سه مول گاز Y پر کرده و ظرف C را خالی می گذاریم. در ابتدا شیر ۲ را باز کرده و پس از برقراری تعادل آن را می بندیم. سپس شیر ۱ را باز کرده و پس از برقراری تعادل آن را نیز می بندیم. در این صورت مقدار مول گاز X و Y را در هر ظرف بیابید (از حجم لوله های رابط میان ظرف ها در برابر حجم ظرف ها صرف نظر کنید).

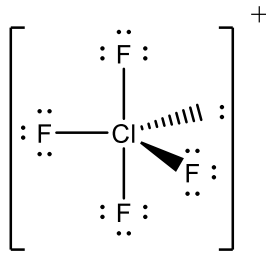


## پاسخنامه تستی

ب	۴۱	ب	۳۱	ج	۲۱	ج	۱۱	ج	۱
د	۴۲	ج	۳۲	ب	۲۲	ب	۱۲	د	۲
ج	۴۳	الف	۳۳	د	۲۳	ج	۱۳	ب	۳
الف	۴۴	د	۳۴	الف	۲۴	الف	۱۴	الف	۴
ب	۴۵	الف	۳۵	د	۲۵	د	۱۵	د	۵
الف	۴۶	ب	۳۶	الف	۲۶	الف	۱۶	ج	۶
د	۴۷	د	۳۷	ب	۲۷	ج	۱۷	الف	۷
ج	۴۸	ج	۳۸	ج	۲۸	ب	۱۸	ب	۸
الف	۴۹	ب	۳۹	د	۲۹	د	۱۹	د	۹
		الف	۴۰	الف	۳۰	الف	۲۰	الف	۱۰

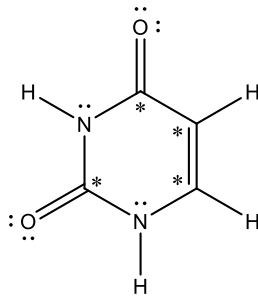
**بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی**

۱-گزینه ج



دارای ساختار الکننگی یا چهاروجهی نا منتظم می باشد

۲-گزینه د



اتم های دارای آرایش مسطح مثلثی با ستاره مشخص شده اند

۳-گزینه ب

در تمام گزینه ها به جز گزینه ب برآیند بردارهای گشتاور دوقطبی صفر می باشد

۴-گزینه الف

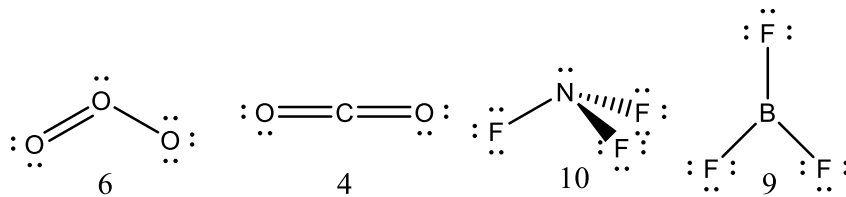
یخ خشک یا همان کربن دی اکسید یک جامد مولکولی است

۵-گزینه د

سه سهم سلول واحد از هر یون آهنی که در راس قرار گرفته برابر  $\frac{1}{8}$  است. سهم سلول واحد از هر یون سیانیدی که در وسط یال قرار گرفته  $\frac{1}{4}$  می باشد

$$8 \times \frac{1}{8} = 1 Fe^{3+} \quad 12 \times \frac{1}{4} = 3 CN^{-} \rightarrow 1Fe(CN)_3$$

۶-گزینه ج



## ۷-گزینه الف

مولکول های شامل اتم های متفاوت دارای پیوند قطبی می باشند

## ۸-گزینه ب

انتقال های زیر در اتم هیدروژن طیف مرئی ایجاد می کنند

$$n = 6 \rightarrow n = 2 \quad n = 5 \rightarrow n = 2 \quad n = 4 \rightarrow n = 2 \quad n = 3 \rightarrow n = 2$$

## ۹-گزینه د

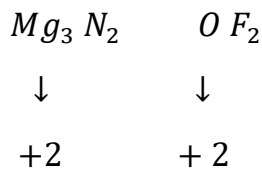
## ۱۰-گزینه الف

از آنجایی که تمام اتم ها دارای ۳ پیوند و فاقد جفت الکترون ناپیوندی می باشند. دارای آرایش مسطح مثلثی می باشند

## ۱۱-گزینه ج

$CO_3^{2-}, SO_3, OCl_2, NO_2, PCl_4^+$  دارای طول پیوند های یکسان می باشند (توجه: ترکیبات  $CO_3^{2-}, SO_3, NO_2$  به دلیل داشتن ساختارهای رزونانسی دارای پیوندهای یکسان می باشند)

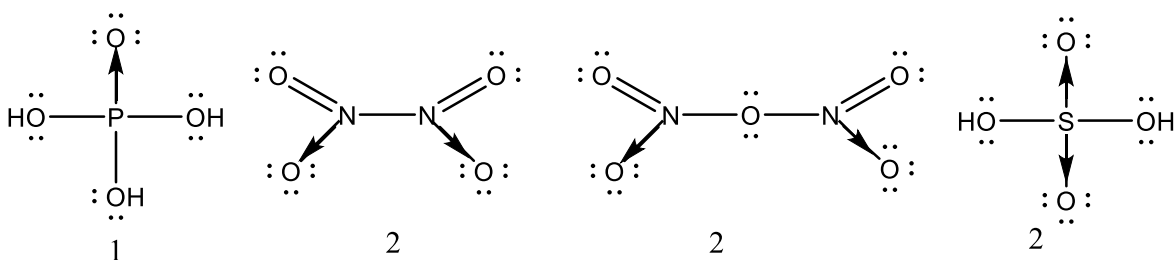
## ۱۲-گزینه ب



## ۱۳-گزینه ج

نقطه ذوب رابطه مستقیم با انرژی شبکه دارد. با کاهش شعاع کاتیون و آنیون انرژی شبکه افزایش می یابد

## ۱۴-گزینه الف

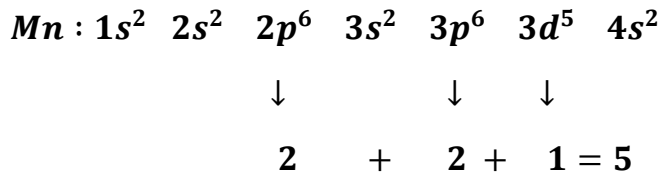


## ۱۵-گزینه د

## ۱۶-گزینه الف

۱۷- گزینه ج

۱۸- گزینه ب



۱۹- گزینه د

لیتیم یک بار مثبت به هلیم رسیده است که هشتایی نیست

۲۰- گزینه الف

مس (II) پرمنگنات :  $Cu(MnO_4)_2$ 

۲۱- گزینه ج

۲۲- گزینه ب

۲۳- گزینه د

در نئون تمام اوربیتال ها پر می باشند نیمی از الکترون ها دارای  $m_s = +\frac{1}{2}$  می باشند

۲۴- گزینه الف

فرض می کنیم یک اتم شامل  $x$  پروتون باشد در این صورت با توجه به مفروضات مسئله دارای  $x$  نوترون و الکترون خواهد بود.

$$m_e = \frac{1}{2000} m_p \quad m_p = m_n \rightarrow \text{جرم اتم} = x \times (m_e + m_p + m_n)$$

$$= x \times \left( \frac{1}{2000} m_p + m_p + m_p \right) = \frac{4001}{2000} \times x \times m_p$$

$$\rightarrow \frac{\text{جرم الکترونها}}{\text{جرم اتم}} = \frac{x \times \frac{1}{2000} m_p}{\frac{4001}{2000} \times x \times m_p} = \frac{1}{4001} \approx \frac{1}{4000}$$

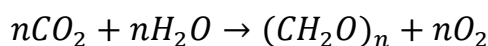
۲۵- گزینه د

در گازهای ایده آل برهم کنش بین مولکول ها صفر در نظر گرفته می شود. در نتیجه مولکول های ناقصی رفتار نزدیک تری به گازهای ایده آل دارند

۲۶-گزینه الف

$$16.6 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 23.71 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

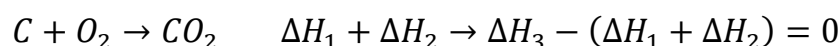
۲۷-گزینه ب



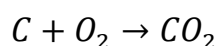
$$45 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{n \text{ mol O}_2}{n \text{ mol CO}_2} = 1.022 \text{ mol O}_2$$

$$PV = nRT \rightarrow 1 \times V = 1.022 \times 0.082 \times 298 \rightarrow V = 25 \text{ L O}_2$$

۲۸-گزینه ج



۲۹-گزینه د



پاسخ این سوال با در نظر گرفتن ظرفیت گرمایی ویژه آب به صورت  $c = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$  در گزینه ها موجود است

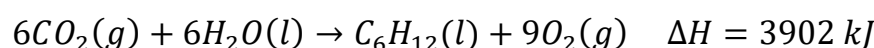
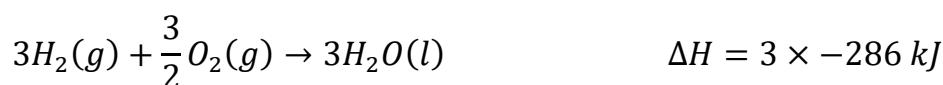
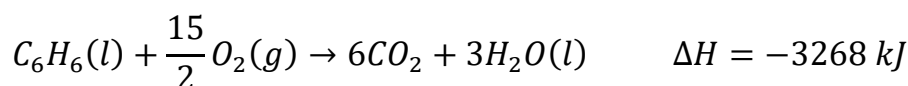
$$q = mc\Delta\theta = 1.182 \times 10^3 \text{ kg H}_2\text{O} \times 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (54 - 4)^\circ\text{C} = 59.1 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$1800 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = 150 \text{ mol C}$$

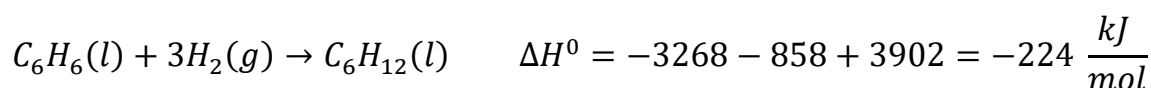
$$-59.1 \times 10^3 \text{ kJ} \times \frac{1}{150 \text{ mol C}} = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \rightarrow \Delta H = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

۳۰-گزینه الف

با نوآرایی واکنش ها و استفاده از قانون هس، آنتالپی واکنش مورد نظر را بدست می آوریم. واکنش های نوآرایی شده به صورت زیر است:



-----



## ۳۱-گزینه ب

$$89.6 \text{ ml} \times 1.1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 98.56 \text{ g} = 0.09856 \text{ kg} \text{ محلول}$$

$$\text{KCl جرم} = x \text{ g}$$

$$x \text{ g KCl} \times \frac{1 \text{ mol KCl}}{74.5 \text{ g KCl}} = \frac{x}{74.5} \text{ mol KCl} \quad \text{وزن حلال} = (98.56 - x) \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$3 = \frac{\frac{x}{74.5} \text{ mol KCl}}{(98.56 - x) \times 10^{-3} \text{ kg حلال}} \rightarrow x = 18 \text{ g KCl}$$

## ۳۲-گزینه ج

در جامدات تنها حرکات ارتعاشی داریم

## ۳۳-گزینه الف

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ها}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \Delta H_f^0(\text{UO}_2(s)) + \Delta H_f^0(\text{Br}_2(g)) - \Delta H_f^0(\text{UO}_2\text{Br}_2(s)) \\ &= -1084 + 31 - (-1157) = 104 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1000 \text{ g UO}_2 \times \frac{1 \text{ mol UO}_2}{270 \text{ g UO}_2} &= 3.7037 \text{ mol UO}_2 \rightarrow 3.7037 \text{ mol UO}_2 \times 104 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \\ &= 385.185 \text{ kJ} \end{aligned}$$

## ۳۴-گزینه د

$$E_{C-D} = 0.8E_{A-B} \quad E_{A-C} = 1.25E_{A-B} \quad E_{B-D} = 1.3E_{A-B}$$

$$\Delta E = E_{A-B} + E_{C-D} - (E_{A-C} + E_{B-D})$$

$$\rightarrow -300 = E_{A-B} + 0.8E_{A-B} - (1.25E_{A-B} + 1.3E_{A-B}) = -0.75 \rightarrow E_{A-B} = 400 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

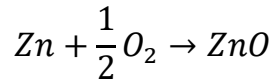
## ۳۵-گزینه الف

فرض می کنیم ۱۰۰ گرم از ترکیب مورد نظر داریم در این صورت خواهیم داشت:

$$X = 60 \text{ g} \quad Y = 40 \text{ g}, \quad \frac{M_X}{M_Y} = 1.5 \rightarrow \frac{60}{M_X} = \frac{60}{1.5 \times M_Y} \text{ mol X}, \quad \frac{40}{M_Y} \text{ mol Y}$$

$$\rightarrow \frac{\text{mol } Y}{\text{mol } X} = \frac{\frac{40}{M_Y}}{\frac{60}{1.5 \times M_Y}} = 1 \rightarrow \text{فرمول تجربی: } XY$$

۳۶-گزینه ب



$$2 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } Zn}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{65 \text{ g } Zn}{1 \text{ mol } Zn} = 8.125 \text{ g mol Zn}$$

چون مقدار Zn (6.5 گرم) کمتر از مقدار بدست آمده از  $O_2$  می باشد. نتیجه می گیریم Zn واکنشگر محدود کننده می باشد. پس داریم:

$$6.5 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65 \text{ g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol ZnO}}{1 \text{ mol Zn}} \times \frac{81 \text{ g ZnO}}{1 \text{ mol ZnO}} = 8.1 \text{ g ZnO}$$

$$\rightarrow \text{بهره واکنش: } \frac{5.11}{8.1} \times 100 = 63.08\%$$

۳۷-گزینه د

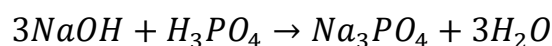
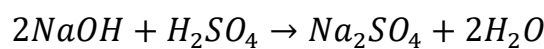
فرض می کنیم ۱ لیتر از محلول مورد نظر داریم

$$1 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \times 1.05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1050 \text{ g محلول}$$

$$1 \text{ L} \times 1 \frac{\text{گلوکز}}{1 \text{ L}} \times \frac{180 \text{ g گلوکز}}{1 \text{ mol گلوکز}} = 180 \text{ g گلوکز} \quad \text{وزن حلال: } 1050 - 180 = 870 \text{ g}$$

$$\text{مولالیته: } \frac{1 \text{ mol گلوکز}}{0.87 \text{ kg حلال}} = 1.15 \text{ m}$$

۳۸-گزینه ج



$$50 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.01 \frac{\text{mol } H_3PO_4}{1 \text{ L}} \times \frac{3 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_3PO_4} = 0.0015 \text{ mol } NaOH$$

$$50 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.01 \frac{\text{mol } H_2SO_4}{1 \text{ L}} \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2SO_4} = 0.001 \text{ mol } NaOH$$

$$\rightarrow \text{تعداد مول کل } NaOH: 0.001 + 0.0015 = 0.0025 \text{ mol } NaOH$$

$$M \times V = 0.1 \times V = 0.0025 \text{ mol NaOH} \rightarrow V = 0.025 \text{ L} = 25 \text{ ml}$$

۳۹-گزینه ب

$$\text{درصد تفکیک} = \frac{[H^+]}{[HA]_{\text{کل}}} \times 100 \rightarrow 5 = \frac{0.001}{[HA]_{\text{کل}}} \times 100 \rightarrow [HA]_{\text{کل}} = 0.02 \text{ M}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \rightarrow 0.1 \times 10 = 0.02 \times V_2 \rightarrow V_2 = 50 \text{ ml}$$

۴۰-گزینه الف

$HF, NH_3$  جزو بازها و اسیدهای ضعیف می باشند و در آب به طور کامل تفکیک نمی شوند در نتیجه یون های مثبت و منفی کمتری تولید می کنند

۴۱-گزینه ب

$b$ : به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی  $d$ : به دلیل داشتن پیوند قطبی کربونیل  $f$ : به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی  $g$ : به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی

۴۲-گزینه د

سیکلو آلکان ها به دلیل نداشتن گروه عاملی واکنش پذیری کمی دارند

۴۳-گزینه ج

از کاهش آلدئیدها الکل نوع اول (گروه  $OH$  به یک کربن متصل است) تولید می شود

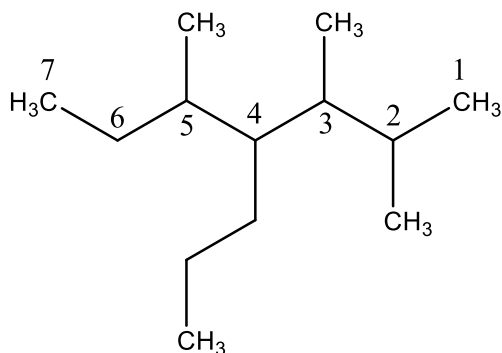
۴۴-گزینه الف

در محلول هیدروکلریک اسید به دلیل تشکیل ترکیب یونی حلالیت در آب افزایش می یابد

۴۵-گزینه ب

برای جلوگیری از اشتباه کربن ها را شماره گذاری کنید

۴۶-گزینه الف



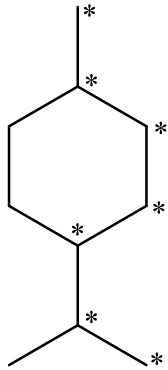
۲،۳،۵-تری متیل ۴-پروپیل هپتان

## ۴۷-گزینه د

با توجه به واکنش ارائه شده انتظار داریم به ازای هر پیوند دو گانه در حلقه سیکلوهگزان ۱۲۰ کیلوژول بر مول گرما آزاد شود. پس برای بنزن انتظار داریم  $120 \times 3 = 360$  به ازای هیدروژن دار کردن ۱ مول بنزن ۳۶۰ کیلوژول گرما آزاد شود در حالی که مقدار واقعی ۲۰۸ کیلوژول می باشد. پس بنزن از آنچه انتظار می رود پایدار تر است

## ۴۸-گزینه ج

همان طور که در شکل نشان داده شده است ۷ حالت برای قرار دادن یک اتم کلر وجود دارد

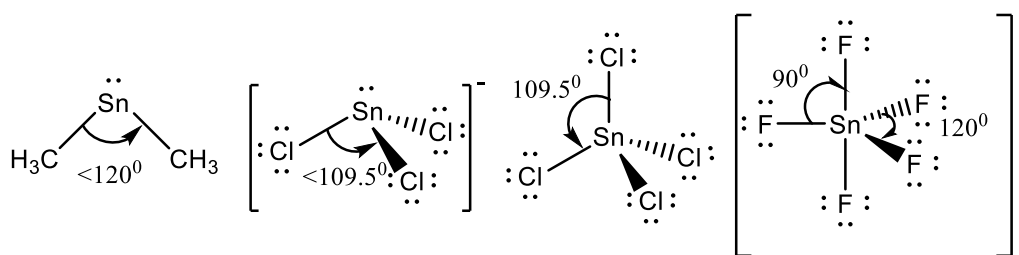


## ۴۹-گزینه الف

با توجه به معادله واکنش، ترکیب A می بایست ۳ اتم اکسیژن و ۴ اتم کربن در ساختار خود داشته باشد. که تنها در گزینه الف این شرایط موجود است.

بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

-۱

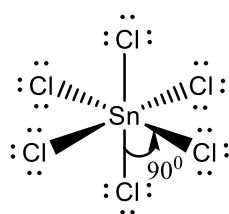


خمیده

هرمی

چهاروجهی

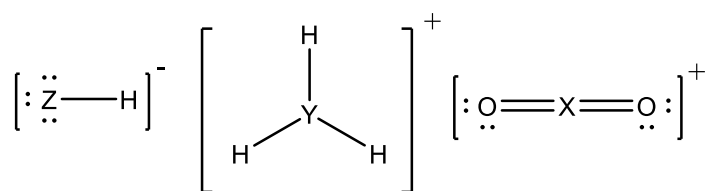
دو هرمی مثلث القاعده



هشت وجهی

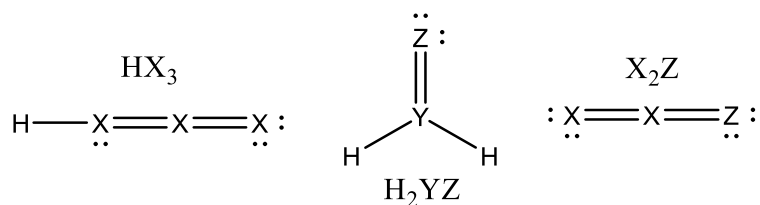
-۲

(۲-الف)



X: گروه پنج Y: گروه چهارم Z: گروه ششم

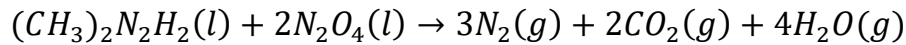
(۲-ب)



(۲-پ)

$H_2Z$

-۳



در شرایط استاندارد ۱ مول از هر گازی 22.4 لیتر حجم دارد

$$11.2 \text{ ml } N_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{22.4 \text{ L } N_2} \times \frac{1 \text{ mol } (CH_3)_2N_2H_2}{3 \text{ mol } N_2} \times \frac{60 \text{ g } (CH_3)_2N_2H_2}{1 \text{ mol } (CH_3)_2N_2H_2} \\ = 0.01 \text{ g } (CH_3)_2N_2H_2$$

-۴

(۴-الف)

خیر

(۴-ب)

بلی - مثبت

$$q_p = \Delta H = +10000 \text{ J}$$

(۴-پ)

منفی

(۴-ت)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 10000 - 300 \times 34 = -200 \text{ J}$$

(۴-ث)

$$\Delta H > \Delta E \text{ به دلیل اینکه مقدار کار منفی می باشد پس } \Delta H - \Delta E = -W \rightarrow \Delta H - \Delta E > 0$$

(۴-ج)

$$\Delta H = \Delta E$$

$$H_2 = E_2 + PV \quad H_1 = E_1 + PV \rightarrow \Delta H = H_2 - H_1 = \Delta E$$

ح-۴

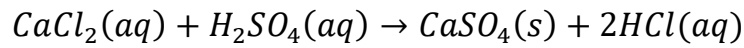
$$q_p = \Delta H \rightarrow \Delta H_A = 100 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \times (30 - 25)^\circ\text{C} = 500 \text{ J}$$

$$\Delta H_B = 150 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \times (30 - 25)^\circ\text{C} = 750 \text{ J}$$

$$\rightarrow \Delta H_B > \Delta H_A$$

-۵

۵-الف



۵-ب)

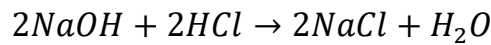
$$25 \text{ ml } CaCl_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{0.1 \text{ mol } CaCl_2}{1 \text{ L } CaCl_2} \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{1 \text{ mol } CaCl_2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2SO_4$$

$$\text{مولاریته: } \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2SO_4}{50 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.05 \text{ M } H_2SO_4$$

۵-پ)

$$25 \text{ ml } CaCl_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{0.1 \text{ mol } CaCl_2}{1 \text{ L } CaCl_2} \times \frac{1 \text{ mol } CaSO_4}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{136 \text{ g } CaSO_4}{1 \text{ mol } CaSO_4} = 0.34 \text{ g } CaSO_4$$

۵-ت)



$$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } H_2SO_4} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol } HCl \text{ تولید شده از واکنش}$$

$$30 \text{ ml } NaOH \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{0.2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ L } NaOH} \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } NaOH} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol } HCl$$

$$6 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol } HCl \text{ محلول اولیه}$$

$$\text{مولاریته: } \frac{10^{-3} \text{ mol } HCl}{50 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} HCl$$

۵-ث)

$$6 \times 10^{-3} \text{ mol } HCl \times \frac{1 \text{ mol } Cl^-}{1 \text{ mol } HCl} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol } Cl^-$$

$$\text{حجم نهایی محلول} = 25 + 50 + 30 = 105 \text{ ml}$$

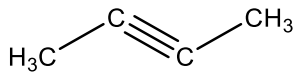
$$\text{مولاریته: } \frac{6 \times 10^{-3} \text{ mol } Cl^-}{0.105 \text{ L}} = 0.0571 \frac{\text{mol}}{\text{L}} Cl^-$$

-۶

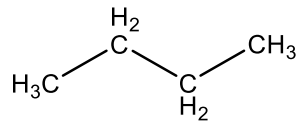
۶-الف

مصرف ۲ مول هیدروژن نشان دهنده این است که ترکیب A دارای ۲ پیوند دوگانه یا ۱ پیوند ۳ گانه است. وجود یک ترکیب برمه نشان دهنده متقارن بودن ترکیب A است

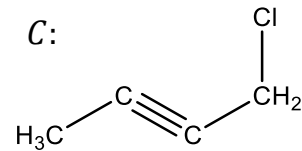
A:



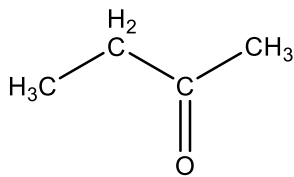
B:



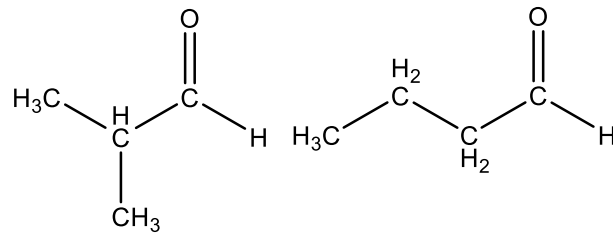
C:



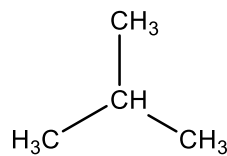
D:



(۶-ب)



(۶-پ)



-۷

$$V_A = 4V_C \quad V_B = 2V_C \quad V_A = 2V_B$$

مرحله ۱:

$$\frac{\text{حجم ظرف}}{\text{حجم کل}} = \frac{\text{مول داخل ظرف}}{\text{کل مول}} \rightarrow \text{ظرف C: } \frac{V_C}{V_C + V_B = 3V_C} = \frac{x}{3 \text{ mol Y}} \rightarrow x = 1 \text{ mol Y}$$

$$\text{ظرف B: } 3 - 1 = 2 \text{ mol Y}$$

مرحله ۲:

$$\text{ظرف } B: \text{ گاز } Y \rightarrow \frac{V_B}{V_A + V_B = 3V_B} = \frac{x}{2 \text{ mol } Y} \rightarrow x = 0.667 \text{ mol } Y$$

$$\text{ظرف } A: \text{ گاز } Y \rightarrow 2 - 0.666 = 1.333 \text{ mol } Y$$

$$\text{ظرف } B: \text{ گاز } X \rightarrow \frac{V_B}{V_A + V_B = 3V_B} = \frac{x}{6 \text{ mol } X} \rightarrow x = 2 \text{ mol } X$$

$$\text{ظرف } A: \text{ گاز } X \rightarrow 6 - 2 = 4 \text{ mol } X$$

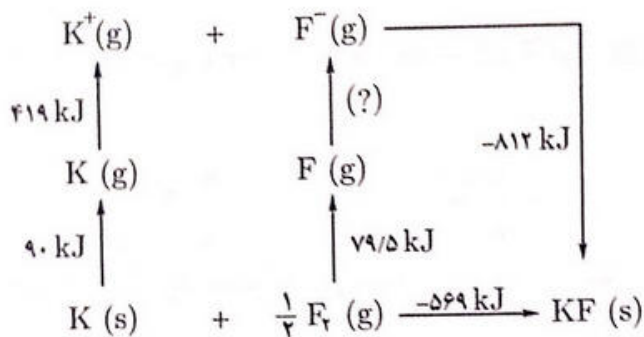
به طور کلی خواهیم داشت:

$$A: 4 \text{ mol } X , 1.333 \text{ mol } Y$$

$$B: 2 \text{ mol } X , 0.667 \text{ mol } Y$$

$$C: 1 \text{ mol } Y_0$$

۱ انرژی مرحله‌ای که در نمودار زیر با (?) مشخص شده چیست؟



- الف)  $-336.5 \text{ kJ}$       ب)  $-326.5 \text{ kJ}$       ج)  $+336.5 \text{ kJ}$       د)  $+326.5 \text{ kJ}$

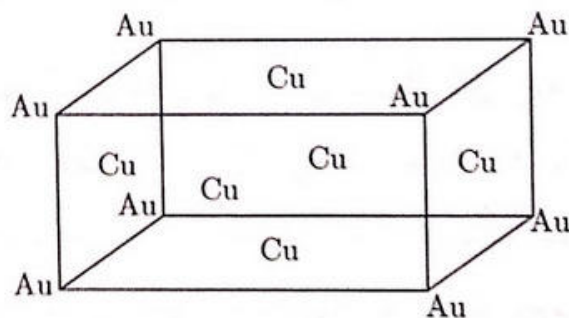
۲ حالت اکسایش نیتروژن و نیکل در ترکیب  $[\text{NiF}_6][\text{NF}_4]_2$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- الف)  $-3$  و  $+4$       ب)  $+3$  و  $+2$       ج)  $+5$  و  $+4$       د)  $-3$  و  $+3$

۳ در شکل روبه‌رو کوچک‌ترین واحد تکراری (سلول واحد) بلور آلیاژی از طلا و مس نشان داده

شده است. اتم‌های طلا در گوشه‌های مکعب و اتم‌های مس در مراکز وجوه مکعب قرار گرفته‌اند.

ترکیب این آلیاژ چیست؟

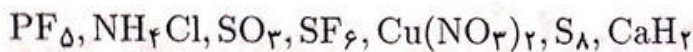


توجه: عدد کوئوردیناسیون طلا در بلور این آلیاژ ۶ است و رشد بلور را باید در هر سه جهت  $x$ ,

$y$  و  $z$  در نظر گرفت.

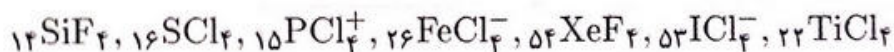
- الف) AuCu      ب)  $\text{Au}_6\text{Cu}_6$       ج)  $\text{Au}_2\text{Cu}_2$       د)  $\text{AuCu}_2$

۴ به ترتیب از راست به چپ، چه تعداد از ترکیب‌های زیر کووالانسی و چه تعداد یونی هستند؟



الف) ۵ و ۲ (ب) ۳ و ۴ (ج) ۴ و ۳ (د) ۲ و ۵

۵ شکل هندسی چه تعداد از مولکول‌ها یا یون‌های زیر را می‌توان به صورت چهار وجهی منتظم توصیف کرد؟



الف) ۵ (ب) ۴ (ج) ۶ (د) ۷

۶ نور رنگ زردی که از لامپ سدیم نشر می‌شود، نتیجه ... است.

الف) جهش الکترون از حالت الکترونی برانگیخته به تراز  $n = 1$

ب) جهش الکترون ظرفیت در اتم سدیم از حالت پایه به حالت بالاتر

ج) یونش اتم سدیم و تشکیل کاتیون  $\text{Na}^+$

ه) جهش الکترون از حالت الکترونی برانگیخته به تراز  $n = 2$

۷ اتم  $\text{H}$  و یون  $\text{Be}^{3+}$  هر کدام یک الکترون دارد و انرژی یک سیستم تک‌الکترونی با رابطه  $E_n = \frac{-(Z)^2 \times 2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{J}$  داده می‌شود ( $Z$  در این رابطه همان عدد اتمی است). عبارت کدام گزینه درباره اتم  $\text{H}$  و یون  $\text{Be}^{3+}$  درست است؟

الف) الگوی طیف نشری خطی آن‌ها یکسان است، اما طول موج‌های متفاوتی دارند.

ب) الگوی طیف نشری خطی و طول موج‌های آن‌ها یکسان است.

ج) الگوی طیف نشری خطی و طول موج‌های آن‌ها متفاوت است.

ه) الگوی طیف نشری خطی آن‌ها متفاوت است اما طول موج‌های یکسانی دارند.

۸ در کدام یک از گونه‌های شیمیایی زیر اتم مرکزی دارای جفت الکترون آزاد (تنها) است؟

الف)  $\text{CO}_2$  (ب)  $\text{PCl}_4^+$  (ج)  $\text{SO}_2$  (د)  $\text{AlCl}_4^-$

Ti, V (د)

P, As (ج)

B, Si (ب)

Mg, Si (الف)

۱۰ شکل اوربیتال با کدام عدد اتمی مشخص می شود؟

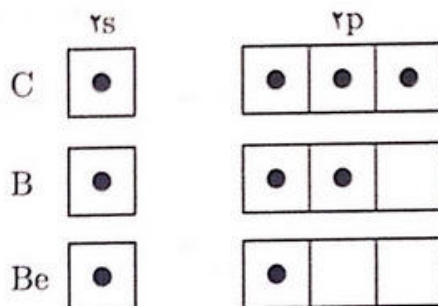
n (د)

m<sub>s</sub> (ج)

l (ب)

m<sub>l</sub> (الف)

۱۱ کدام مولکول دارای گشتاور دو قطبی است؟

BrF<sub>۲</sub> (د)PF<sub>۵</sub> (ج)CF<sub>۴</sub> (ب)SF<sub>۶</sub> (الف)۱۲ عبارت کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ برای CH<sub>۴</sub> و BF<sub>۳</sub> و BeH<sub>۲</sub> (گازی) با توجه به آرایش های الکترونی زیر درست است؟

الف) زاویه پیوند کاهش پیدا می کند.

ب) خصلت s اوربیتال اتم مرکزی افزایش می یابد.

ج) درصد خصلت s بریلیم در BeH<sub>۲</sub> دو برابر بور در BF<sub>۳</sub> است.ه) درصد خصلت s کربن در CH<sub>۴</sub> و همچنین بریلیم در BeH<sub>۲</sub> برابر است.

۱۳ اتم کدام عنصر بالاترین دومین انرژی یونش را دارد؟

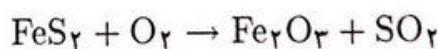
K (د)

Al (ج)

Mg (ب)

Na (الف)

۱۴ هوا شامل ۲۰ درصد حجمی اکسیژن است. در واکنش زیر (پس از موازنه آن) چند لیتر هوا در شرایط استاندارد برای برشته کردن ۱/۹۵ کیلوگرم پیریت لازم است؟



۱/۵ (ب)

۰/۵ (الف)

۱۵ (د)

۵ (ج)

۱۵ در کدام گونه شیمیایی، هر سه زاویه پیوند ۱۲۰، ۱۸۰ و ۱۰۹ درجه وجود دارد؟

- الف) متیل ایزوسیانات  $H_2CNCN$
- ب) هیدروژن آزید  $HN_3$
- ج) کربامیک اسید  $H_2NCOOH$
- د) متیل نیترات  $H_2CONO_2$

۱۶ کدام جمله تعریف درستی از عبارات های داده شده است؟

- الف) مدل اتم هسته دار: مدل اتمی تامسون که به مدل هندوانه ای مشهور است.
- ب) عدد کوئوردیناسیون: نزدیک ترین یون های هم نام موجود در پیرامون هر یون
- ج) انرژی شبکه: مقدار انرژی آزاد شده به هنگام تشکیل یک مول جامد یونی از یون های سازنده آن
- د) روی سولفید: مهم ترین ماده فسفرسانس که در تولید لامپ تلویزیون کاربرد دارد.

۱۷ نام کدام ترکیب درست است؟

- الف)  $NaH_2PO_3$  سدیم هیدروژن فسفیت
- ب)  $K_2Cr_2O_7$  پتاسیم کرومات
- ج)  $ICl_3$  ید مونوکلرید
- د)  $SF_6$  گوگرد (VI) هگزا فلورید

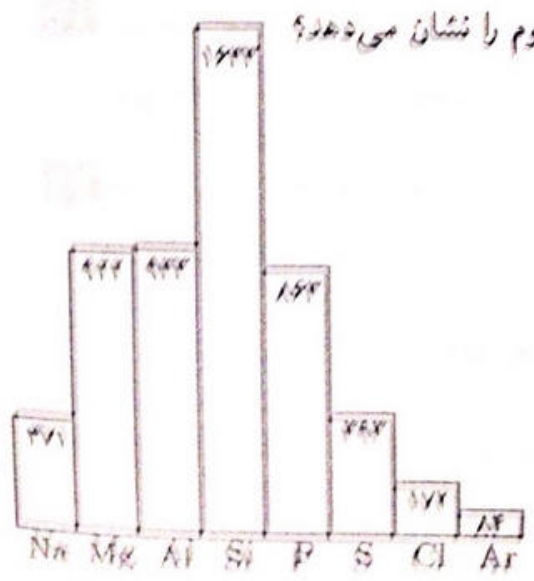
۱۸ در کدام تغییر، کاهش زاویه پیوند بیشتر است؟

- الف)  $2AlCl_3 \rightarrow Al_2Cl_6$
- ب)  $NH_3 + BCl_3 \rightarrow H_3NBCl_3$
- ج)  $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$
- د)  $C_6H_6 + H_2 \rightarrow C_6H_8$

۱۹ در کدام گزینه هر دو مولکول قطبی هستند؟

- الف)  $H_2O_2 - XeF_2$
- ب)  $SF_2 - O_2$
- ج)  $CS_2 - NO_2$
- د)  $CF_4 - BrF_5$

۲۰ شکل زیر تغییرات کدام ویژگی عنصرهای تناوب سوم را نشان می دهد؟



- الف) نقطه ذوب
- ب) انرژی تفکیک پیوند X - X
- ج) نخستین انرژی یونش
- د) دومین انرژی یونش

۲۱ در اتم اکسیژن چند الکترون با عدد کوانتومی  $l = 0$  وجود دارد؟  $(1^4 O)$

۴ (ب)

۵ (الف)

۲ (د)

۳ (ج)

۲۲ واکنش گرماگیر  $AB(s) \rightarrow A(g) + B(g)$  در دما و فشار ثابت آزمایشگاه انجام می شود. کدام

گزینه در مورد مقایسه  $\Delta H_p$  و  $\Delta E_p$  وابسته به آن درست است؟

$\Delta H_p < \Delta E_p$  (ب)

$\Delta H_p = \Delta E_p + W_p$  (الف)

$\Delta H_p > \Delta E_p$  (د)

$\Delta H_p = \Delta E_p$  (ج)

۲۳  $\Delta H^\circ$  واکنش  $C_6H_{12}(l) + H_2(g) \rightarrow C_6H_{14}(l)$  برحسب کیلوژول برمول با در نظر گرفتن

$\Delta H^\circ$  سوختن  $C_6H_{12}$  و  $H_2$ ،  $C_6H_{14}$  که در شرایط یکسان برحسب کیلوژول برمول به ترتیب

برابر با  $-4163$ ،  $-286$  و  $-4003$  می باشد، کدام است؟

$-126$  (ب)

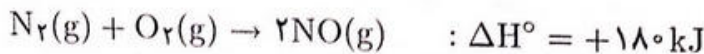
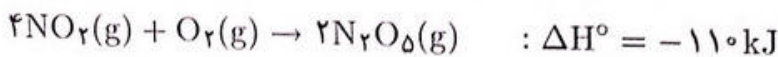
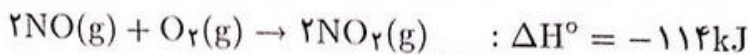
$-160$  (الف)

$-150$  (د)

$+160$  (ج)

۲۴ آنتالپی تشکیل  $N_2O_5(g)$  با در نظر گرفتن معلومات زیر برحسب کیلوژول برمول در شرایط یکسان

کدام است؟



$-55$  (د)

$+11$  (ج)

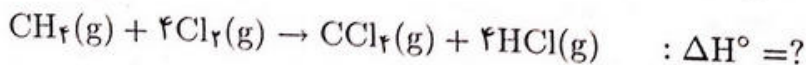
$+22$  (ب)

$-44$  (الف)

۲۵ آنتالپی پیوند  $C-H$  به میزان  $74 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  از آنتالپی پیوند  $C-Cl$  بزرگ تر است. از سوی

دیگر آنتالپی پیوند  $C-Cl$  به میزان  $189 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  از آنتالپی پیوند  $H-Cl$  کوچک تر است.

$\Delta H^\circ$  واکنش زیر برحسب کیلوژول در شرایط یکسان کدام است؟



$-115$  (ب)

$+263$  (الف)

$-460$  (د)

$-263$  (ج)

۲۶ می دانیم که: «سامانه بسته (PV) + سامانه بسته E = سامانه بسته H» اگر در حجم ثابت فشار حاکم بر

سامانه را به گونه بی دررو بالا ببریم، کدام مقایسه در مورد آنتالپی آغازی سامانه (H<sub>۱</sub>) و آنتالپی پایانی آن (H<sub>۲</sub>) درست است؟

الف)  $H_2 + V\Delta P = H_1 + P\Delta V$       ب)  $H_2 < H_1$

ج)  $H_2 = H_1$       د)  $H_2 > H_1$

۲۷ یک سامانه بسته کار الکتریکی (W<sub>elec</sub>) و گرمای q را در حجم ثابت مبادله نموده است. کدام گزینه در مورد تغییر انرژی درونی آن (ΔE) درست است؟

الف)  $\Delta E = q_v$       ب)  $\Delta E = q + W_{elec}$

ج)  $\Delta E + W_{elec} = \vec{q}_v$       د)  $\Delta E = q - W_{elec}$

۲۸ یک سامانه بسته گرمایی برابر با q دریافت می کند و کاری برابر با W را انجام می دهد. کدام گزینه در ارتباط با انرژی درونی آغازی سامانه (E<sub>۱</sub>) و انرژی پایانی آن (E<sub>۲</sub>) درست است؟

الف)  $E_2 = E_1 + q + W$       ب)  $E_2 + W = E_1 + q$

ج)  $E_2 + q + W = E_1$       د)  $E_2 + E_1 = q + W$

۲۹ سامانه A هم انرژی و هم ماده مبادله می کند، سامانه B بدون مبادله انرژی و ماده است. سامانه C انرژی مبادله می کند، اما ماده مبادله نمی کند. باتوجه به آن، کدام گزینه درست است؟

الف) A یک سامانه بسته، B یک سامانه منزوی و C یک سامانه باز است.

ب) A یک سامانه باز، B یک سامانه بسته و C یک سامانه منزوی است.

ج) A یک سامانه باز، B یک سامانه منزوی و C یک سامانه بسته است.

د) A یک سامانه بسته، B یک سامانه باز و C یک سامانه منزوی است.

۳۰ یک قطعه مس به وزن ۲۵/۴۲۴ گرم و دمای ۴۰°C و با ظرفیت گرمایی مولی ۲۴/۴۶ J/mol°C را در ۵۰ گرم اتانول در دمای ۲۵°C و ظرفیت گرمایی ویژه ۲/۴۶ J/g°C قرار می دهیم تا هم دما شوند. دمای تعادل در مقیاس سلسیوس کدام است؟ (گرمایی تلف نمی شود و هر مقدار گرما که یکی از دست می دهد، دیگری دریافت می کند.) (جرم یک مول مس = ۶۳/۵۶g)

الف) ۳۷,۵      ب) ۳۲,۵

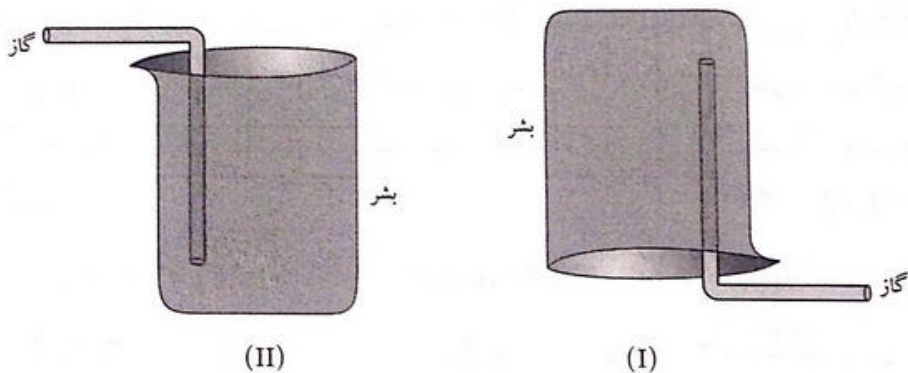
ج) ۳۳,۳      د) ۲۶,۱

دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید  
**۳۱** دو نمونه گازی را در ظرف یک لیتری در نظر بگیرید؛

(I)  $H_2$  در دمای  $25^\circ C$  و فشار  $1 \text{ atm}$       (II)  $O_2$  در دمای  $25^\circ C$  و فشار  $1 \text{ atm}$   
 کدام از دسته از مقایسه های زیر درست است؟

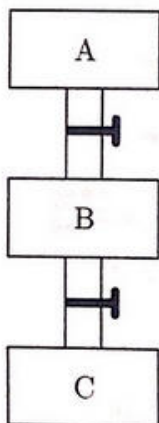
- الف)  $I > II$        $II > I$       ب)  $I < II$        $I > II$   
 ج)  $I > II$        $I = II$       د)  $I = II$        $II > I$

**۳۲** برای جمع آوری گاز  $H_2$  و گاز  $CO_2$  به طور جداگانه در داخل بشر از طریق جابه جا کردن هوای درون بشر با گاز مورد نظر کدام یک از دو وضعیت زیر درست است؟



- الف) برای گاز  $H_2$  وضعیت II و برای گاز  $CO_2$  وضعیت I  
 ب) برای هر دو گاز وضعیت I  
 ج) برای گاز  $H_2$  وضعیت I و برای گاز  $CO_2$  وضعیت II  
 ه) برای هر دو گاز وضعیت II

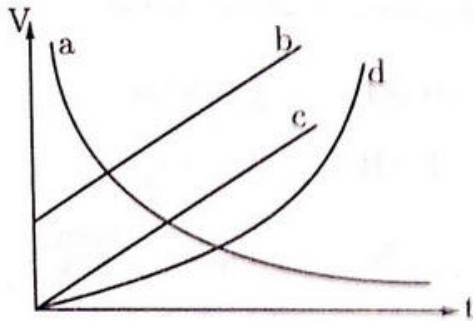
**۳۳** در شکل روبرو مخزن ها دارای حجم یکسان بوده شیرهای رابطه بسته هستند. اگر مخزن های A و C هر یک شامل  $3 \times 10^6$  اتم گاز باشد و فشار اولیه مخزن C هم  $750 \text{ mmHg}$  باشد، در این صورت پس از باز کردن شیرها، فشار برحسب میلی مترجیوه و تعداد اتم های گاز در مخزن B چیست؟ (مخزن B قبل از باز کردن شیرها تخلیه شده است)



- الف)  $500, 2 \times 10^6$  اتم  
 ب)  $1500, 3 \times 10^6$  اتم  
 ج)  $750, 2 \times 10^6$  اتم  
 ه)  $250, 10^6$  اتم

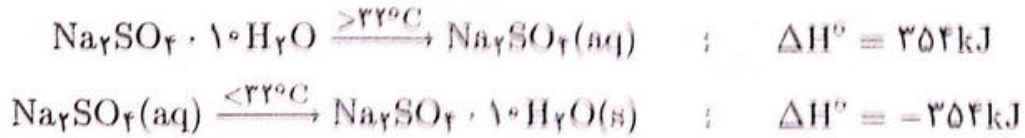
(مخزن B قبل از باز کردن شیرها تخلیه شده است.)

سلسیوس است، درحالی‌که سایر عوامل ثابت باشند؟



- a الف
- b ب
- c ج
- d هـ

۳۵ برای ذخیره انرژی تابشی خورشید،  $50 \text{ kg}$  سدیم سولفات ده‌آبه را در پشت‌بام خانه نگهداری می‌کنیم. با فرض کامل بودن واکنش و این‌که  $8\%$  آنتالپی واکنش برای گرم کردن خانه قابل استفاده باشد، چند  $\text{kg}$  گرما در طی شب (دما کم‌تر از  $32^\circ\text{C}$  باشد) از منبع فوق قابل استفاده است؟ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 322$ )



- الف)  $5,5 \times 10^5$
- ب)  $2,4 \times 10^5$
- ج)  $6,6 \times 10^5$

هـ) باتوجه به داده‌های مسئله قابل محاسبه نیست.

۳۶ برای محاسبه قدرت الکترولیت‌ها از طریق مقایسه درصد تفکیک یونی آن‌ها، شرایط کدام گزینه درست است؟

- الف) دمای مشخص
- ب) غلظت مشخص
- ج) دما و غلظت مشخص

هـ) درصد تفکیک یونی الکترولیت‌ها به دما و غلظت بستگی ندارد.

۳۷ فلز M، سولفاتی هم‌فرمول با آهن (II) سولفات تولید می‌کند. از واکنش  $50$  میلی‌لیتر محلول  $0,2\text{M}$  کلرید این فلز با مقدار اضافی از محلول نقره‌نیتрат، چند گرم رسوب  $\text{AgCl}$  تولید می‌شود؟ ( $\text{Cl} = 35,5, \text{Ag} = 108$ )

- الف)  $0,72$
- ب)  $2,87$
- ج)  $1,24$
- د)  $5,74$

۳۸ با افزودن مقداری فلز سدیم به آب، ۷ میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد (STP) و

۱۲۵ mL محلول سود به دست آمده است. مولاریته محلول سود برابر است با:

- الف) ۰٫۰۵ (ب) ۰٫۰۲۵ (ج) ۰٫۱ (د) ۰٫۲

۳۹ یک نمونه خاک دارای ۴٫۵٪ آب است. از ۱٫۵ گرم این خاک می توان ۰٫۸۳ گرم  $\text{SiO}_2$  به دست

آورد. درصد Si در نمونه خشک (بدون آب) این خاک چیست؟ ( $\text{Si} = ۲۸, \text{SiO}_2 = ۶۰$ )

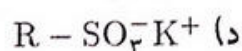
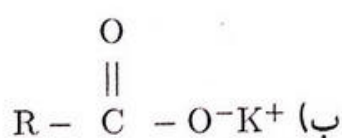
- الف) ۷۰ (ب) ۵۷٫۹ (ج) ۲۷ (د) ۲۵٫۸

۴۰ غلظت یون سدیم در محلول ۰٫۱ درصد وزنی  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  برحسب ppm برابر است با:

( $\text{O} = ۱۶, \text{P} = ۳۱, \text{Na} = ۲۳$ )

- الف) ۱۴۰٫۲ (ب) ۱۰۰۰ (ج) ۳۱۳٫۶ (د) ۴۲۰٫۷

۴۱ کدام ترکیب دارای ساختار صابون جامد را نشان می دهد؟ (R زنجیر هیدروکربنی)



۴۲ از واکنش ۴ گرم هیدروکسید فلز قلیایی با سولفوریک اسید، ۷٫۱ گرم نمک سولفات این فلز

به دست می آید. جرم اتمی فلز کدام است؟

( $\text{O} = ۱۶, \text{S} = ۳۲$ )

- الف) ۲۳ (ب) ۳۹ (ج) ۴۶ (د) ۸۷

۴۳ مخلوطی با نسبت های برابر از یک آلکان و آلکین هم ردیف آن را به طور کامل سوزانده ایم. وزن آب

تولید شده به وزن آلکین ابتدایی ۲٫۷ است. آلکان یا آلکین مورد نظر چند اتم کربن دارد؟

- الف) دو (ب) سه (ج) چهار (د) پنج

۴۴ ۱۱٫۲ لیتر مخلوط گازهای اتان، اتیلن و استیلن در شرایط متعارفی ۰٫۱۵ مول هیدروژن تا

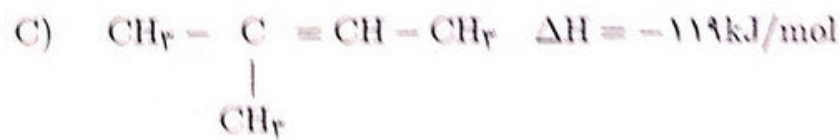
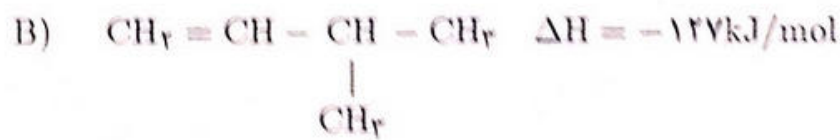
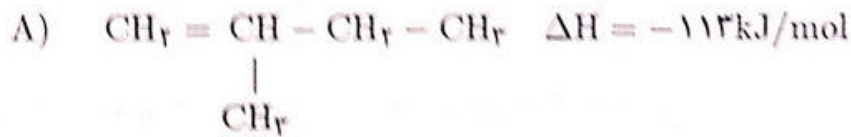
سیرشدگی کامل جذب می کند و همچنین درصد اتیلن و استیلن برابر است. چند درصد این

مخلوط اتان است؟

- الف) ۶۰ (ب) ۴۰ (ج) ۸۰ (د) ۱۰

۴۵ چند ایزومر از ایزومرهای ساختاری اکتان ( $C_8H_{18}$ ) دارای کربن چهارم هستند؟ (کربن نوع چهارم کربنی است که به چهار اتم کربن دیگر اتصال دارد.)  
الف) هفت      ب) چهار      ج) پنج      د) شش

۴۶ گرمای حاصل از هیدروژن دار شدن یک مول از آلکن های زیر داده شده است. پایداری آن ها نسبت به یکدیگر چگونه است؟

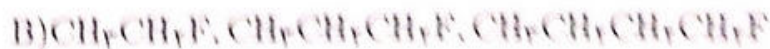
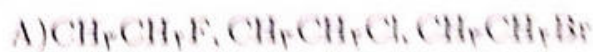


الف)  $C > A > B$       ب)  $A > B > C$       ج)  $A > C > B$       د)  $B > C > A$

۴۷ متیل بوتان در واکنشی تحت شرایط مناسب به ترکیب A با فرمول بسته  $C_8H_{17}Cl$  تبدیل می شود. چند ایزومر ساختاری برای A امکان پذیر است؟

الف) سه      ب) چهار      ج) دو      د) یک

۴۸ کدام ترکیب در هر یک از سری های A و B به ترتیب حلالیت بیشتری در آب دارد؟



الف) در هر دو سری  $CH_3CH_2F$  حلالیت بیشتری دارد.



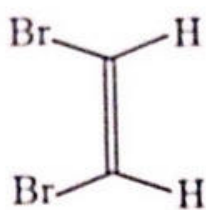
الف) اتان

ب) هگزان

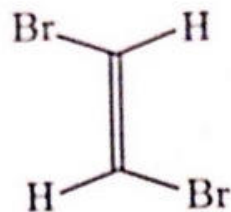
ج) بوتان

د) اوکتان

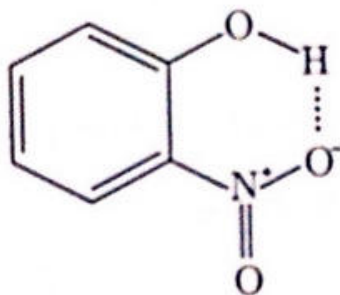
۵۰ نقطه جوش ترکیبات زیر نسبت به هم چگونه است؟



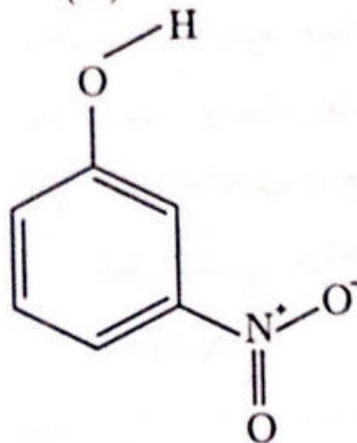
(A)



(B)



(C)



(D)

د)  $C > D, B > A$

ج)  $D > C, B > A$

ب)  $C > D, A > B$

الف)  $D > C, A > B$

## سوالات تشریحی

۱ الف) در هریک از فرمول های (الف) تا (د)، از تناوب های اول تا سوم به جای X عنصرهایی را انتخاب کنید تا یک ترکیب کووالانسی و یک ترکیب یونی داشته باشید. در مقابل فرمول صحیح ترکیب انتخابی خود خصلت یونی یا کووالانسی را داخل پرانتز مشخص کنید. چنانچه برای هر مورد کووالانسی یا یونی بیش از یک مثال بنویسید، برای هر پاسخ اضافی نمره منفی منظور خواهد شد.

الف)  $XF_2$       ب)  $X_2O_2$       ج)  $X_2N$       د)  $XF_3$

ب) از گروه (ب) واکنش مولکول کووالانسی را با  $H_2O$  بنویسید.

از گروه (د) شکل فضایی مولکول کووالانسی را رسم کنید.

۲ الف) مولکول  $XeOF_4$  را در نظر بگیرید. (Xe یک گاز نجیب است).

۱) ساختار لوویس آن را رسم کنید.

۲) شکل هندسی مولکول را مشخص کنید.

۳) آیا مولکول قطبی یا ناقطبی است؟

ب)  $HNO_3$  اسید قوی و  $H_3PO_4$  اسید ضعیف است.

۱) ساختار لوویس هر دو اسید را رسم کنید.

۲) با ذکر سه دلیل بنویسید چرا نیتریک اسید قوی تر از فسفریک اسید است؟

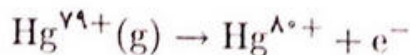
۳ قسمت اول: پلاسما حالتی از ماده است که در آن سیستم گاز دارای یون های مثبت و الکترون ها

است. در حالت پلاسما، اتم جیوه  $8^+$  الکترون از دست می دهد و به صورت  $Hg^{8+}$  وجود دارد.

الف) انرژی لازم برای آخرین مرحله یونش این عنصر را براساس رابطه

$$E_n = (-2.18 \times 10^{-18} J) Z^2 \left( \frac{1}{n^2} \right)$$

(Z عدد اتمی عنصر و n عدد کووانتومی اصلی) برحسب kJ/mol محاسبه کنید.



ج) ساختار لوویس  $HgCl_2$  را رسم کنید.

قسمت دوم: رادیکال‌ها گونه‌های یک یا چند اتمی هستند که دارای یک یا چند الکترون جفت نشده‌اند. در بین گونه‌های زیر

الف) ساختار لوویس رادیکال‌ها را رسم کنید.

ب) زاویه پیوند هریک از رادیکال‌ها را مشخص کنید.

	$NO_2$	$NO$	$Na_2O$	$CH_3$	$ClO^-$
ساختار لوویس					
زاویه پیوند					

۴ یک مرحله مقدماتی در تهیه سوخت هسته‌ای شامل واکنش اورانیوم (IV) اکسید ( $UO_2(s)$ ) مشهور به کیک زرد با هیدروژن فلئوئورید ( $HF(g)$ ) است که از آن  $UF_6$  و  $H_2O$  حاصل می‌شود. الف) معادله موازنه شده واکنش را بنویسید.

ب) آنتالپی تشکیل  $\Delta H_f^\circ$  برحسب کیلوژول برمول برای  $UO_2(s)$  و  $HF(g)$ ,  $UF_6(s)$ ,  $H_2O(g)$  به ترتیب برابر با  $-242$ ,  $-1915$ ,  $-271$  و  $-1085$  می‌باشد.  $\Delta H^\circ$  واکنش (الف) را در این شرایط حساب کنید.

پ) اگر برای واکنش (الف) در دمای  $400K$  داشته باشیم  $\Delta S = -246 J K^{-1}$ ، آنگاه  $\Delta G$  واکنش در دمای داده شده را حساب کنید و در مورد اینکه واکنش خودبه‌خودی یا غیرخودبه‌خودی است اظهار نظر کنید. ( $\Delta H^\circ$  حساب شده در (ب) را به کار ببرید.)

ت) مرحله بعدی در تهیه سوخت هسته‌ای شامل واکنش  $UF_6(s)$  با  $F_2(g)$  و تولید  $UF_6(g)$  است. معادله موازنه شده واکنش را بنویسید. اگر  $\Delta H_f^\circ$  برای  $UF_6(g)$  در حد  $1/12$  برابر  $\Delta H_f^\circ$  مربوط به  $UF_6(s)$  باشد، آنگاه  $\Delta H^\circ$  واکنش (ت) را در این شرایط حساب کنید. هر دو  $\Delta H_f^\circ$  منفی هستند،  $\Delta H^\circ$  عنصر به حالت آزاد را صفر بگیرید.)

۵ الف) U در  $UF_6$  ممکن است ایزوتوپ  $238$  یا  $235$  باشد. به طور طبیعی  $0/7$  درصد از ایزوتوپ  $235$  موجود است که به عنوان سوخت هسته‌ای استفاده می‌شود. از راه ساترنیفیوژن باید درصد این ایزوتوپ افزایش یابد که مرحله بسیار دشوار کار است. هسته ایزوتوپ  $235$  در راکتور طی مراحل به باریوم و کریپتون شکسته می‌شود و  $2 \times 10^1 kJ/mol$  انرژی آزاد می‌کند. انرژی حاصل از شکستن  $0/235$  گرم ایزوتوپ  $235$  معادل انرژی حاصل از سوختن چند کیلوگرم کربن جامد است؟  
(جرم مولی اورانیوم  $235$  را برابر  $235$  گرم و  $\Delta H_f$  برای  $CO_2$  در شرایط داده شده را برابر با  $-390 kJ/mol$  در نظر بگیرید.)

ب) از سوختن  $0.3212$  گرم گلوکز در یک گرماسنج بمبی با ظرفیت گرمایی  $641 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  دمای آن به میزان  $7.793^\circ \text{C}$  افزایش می‌یابد. انرژی درونی سوختن گلوکز برحسب کجاوزول برمول در شرایط آزمایش کدام است؟ (سوختن در حجم ثابت است.)  
(فرمول گلوکز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ،  $\text{C} = 12$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{H} = 1$ )

**۶** یکی از روش‌های تولید فسفریک‌اسید، واکنش فسفر (V) اکسید ( $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ) با آب می‌باشد.

الف) معادله واکنش فوق را نوشته و موازنه کنید.

ب) اگر  $142$  گرم از  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  با درجه خلوص  $80\%$  با آب به‌طور کامل وارد واکنش شود، چند گرم فسفریک‌اسید تولید می‌شود؟

ج) با افزودن مقدار مناسب آب به  $50$  گرم از فسفریک‌اسید به‌دست‌آمده از مرحله قبل، محلولی به‌دست آمد که دارای جرم  $200$  گرم و چگالی  $1.47$  است.  $4$  میلی‌لیتر از این محلول، چند میلی‌لیتر محلول  $1$  مولار سود را خنثی می‌کند؟ (فرض کنید فسفریک‌اسید تولید شده در مرحله (ب) خالص است.) ( $\text{H} = 1$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{P} = 31$ )



**۷** استر سیرشده یک عاملی A با فرمول  $\text{R} - \text{C}(\text{O}) - \text{O} - \text{R}'$  مفروض است. ترکیب  $\text{R} - \text{R}'$

دارای  $17.24$  درصد هیدروژن است. الکل  $\text{R}' - \text{OH}$  بر اثر اکسایش به یک کتون تبدیل می‌شود. R می‌تواند هیدروژن یا گروه آلکیل باشد. چند فرمول ساختاری برای A می‌توان در نظر گرفت؟ فرمول مولکولی A و ساختارهای آن را بنویسید.

۱- فرمول مولکولی  $\text{R} - \text{R}'$ :

۲- ساختارهای استر A:

## پاسخنامه تستی

الف	۴۱	د	۳۱	الف	۲۱	د	۱۱	الف	۱
الف	۴۲	ج	۳۲	د	۲۲	ب	۱۲	ج	۲
ب	۴۳	الف	۳۳	ب	۲۳	الف	۱۳	د	۳
ج	۴۴	ب	۳۴	ج	۲۴	ج	۱۴	ج	۴
ب	۴۵	ب	۳۵	د	۲۵	الف	۱۵	ب	۵
ج	۴۶	ج	۳۶	د	۲۶	ج	۱۶	د	۶
ب	۴۷	ب	۳۷	ب	۲۷	ج	۱۷	الف	۷
الف	۴۸	ب	۳۸	الف	۲۸	د	۱۸	ج	۸
د	۴۹	ج	۳۹	ج	۲۹	ب	۱۹	ب	۹
الف	۵۰	د	۴۰	د	۳۰	الف	۲۰	ب	۱۰

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

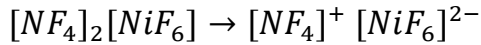
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

### بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی

۱-گزینه الف

$$-569 = 90 + 419 + 79.5 + ? - 821 \rightarrow ? = -336.5 \text{ kJ}$$

۲-گزینه ج



$$[NF_4]^+: +1 = 4 \times -1 + x \rightarrow x = +5$$

$$[NiF_6]^{2-} \rightarrow -2 = 6 \times -1 + x \rightarrow x = +4$$

۳-گزینه د

سهم سلول واحد از هر اتم  $Cu$  که در وسط وجه قرار گرفته  $\frac{1}{2}$  است. سهم سلول واحد از هر اتم  $Au$  که در گوشه قرار گرفته  $\frac{1}{8}$  است

$$6 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ Cu} \quad 8 \times \frac{1}{8} = 1 \text{ Au} \rightarrow AuCu_3$$

۴-گزینه ج

(مولکولی) ترکیب کووالانسی:  $PF_5, SO_3, SF_6, S_8$

ترکیب یونی:  $NH_4Cl, Cu(NO_3)_2, CaH_2$

۵-گزینه ب

دارای ساختار چهار وجهی می باشند  $TiCl_4, FeCl_4^-, PCl_4^+, SiF_4$

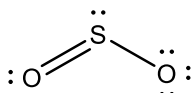
۶-گزینه د

انتقال ها به تراز انرژی ۲ منجر به تولید نور مرئی می شود

۷-گزینه الف

الگو طیف نشری خطی مشابه دارند. اما همان طور که در رابطه مشاهده می کنید. اختلاف ترازها با عدد اتمی در رابطه مستقیم است و از طرفی طول موج هم با اختلاف انرژی ترازها در رابطه است. در نتیجه طول موج های متفاوت خواهیم داشت.

۸-گزینه ج



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

۹-گزینه ب

۱۰-گزینه ب

۱۱-گزینه د

گزینه الف و ب و ج به ترتیب دارای شکل های فضایی هشت وجهی، چهاروجهی، دو هرمی مثلث القاعده هستند. در این شکل های فضایی گشتاور دو قطبی صفر بوده و مولکول ناقطبی می باشد.  $BrF_3$  دارای شکل فضایی  $T$  شکل می باشد که گشتاور دو قطبی در این شکل صفر نیست

۱۲-گزینه ب

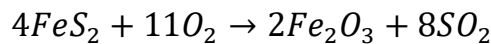
درصد  $S$  در کربن  $25\%$  ( $\frac{S}{s+3p} \times 100 = 25\%$ )، در بور  $33\%$  ( $\frac{S}{s+2p} \times 100 = 33\%$ ) و در بریلیم  $50\%$  ( $\frac{S}{s+p} \times 100 = 50\%$ ) می باشد

۱۳-گزینه الف

در اتم سدیم بدلیل اینکه دومین الکترون از تراز درونی تر (ماقبل آخر) کنده می شود انرژی دومین یونش بیشتر است از طرفی سدیم در تناوب بالاتر از پتاسیم قرار گرفته و دارای انرژی دومین یونش بیشتر از پتاسیم است.

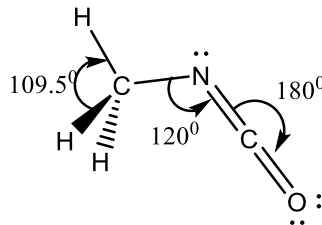
۱۴-گزینه ج

در شرایط استاندارد ۱ مول از هر گازی  $22.4$  لیتر حجم دارد



$$1.95 \text{ g } FeS_2 \times \frac{1 \text{ mol } FeS_2}{120 \text{ g } FeS_2} \times \frac{11 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } FeS_2} \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{100 \text{ L هوا}}{20 \text{ L } O_2} = 5.005 \text{ L هوا}$$

۱۵-گزینه الف



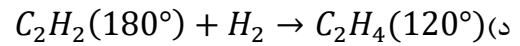
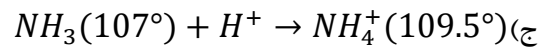
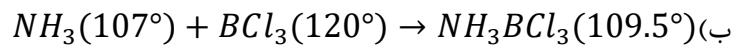
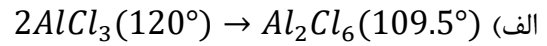
۱۶-گزینه ج

۱۷-گزینه ج

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

۱۸-گزینه د

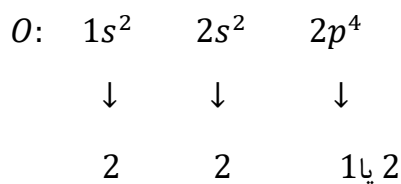


۱۹-گزینه ب

خمیده:  $O_3$       چهاروجهی نامنتظم:  $SF_4$

۲۰-گزینه الف

۲۱-گزینه الف

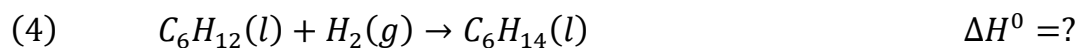
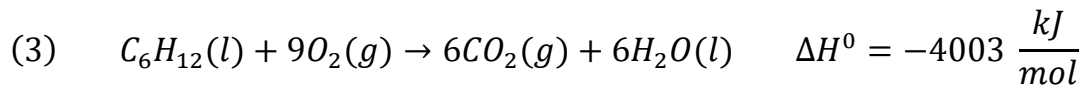
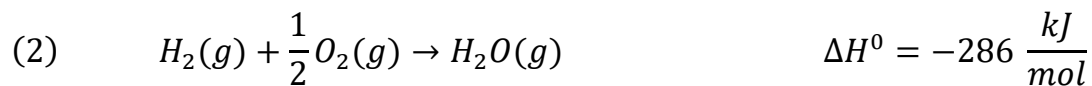
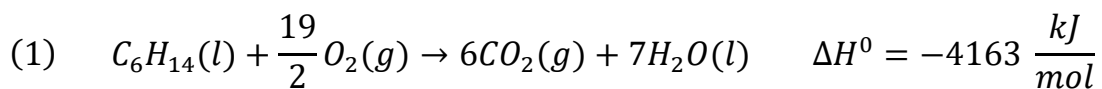


۲۲-گزینه د

چون در واکنش افزایش حجم داشته ایم سیستم بر روی محیط کار انجام داده است و مقدار کار منفی است.

$$w < 0 \quad \Delta H_p > 0 \quad \Delta E_p = \Delta H_p + w \rightarrow \Delta H_p > \Delta E_p$$

۲۳-گزینه ب



با استفاده از قانون هس داریم:

$$\Delta H^0(4) = \Delta H^0(2) + \Delta H^0(3) - \Delta H^0(1) = -286 - 4003 - (-4163) = -126 \frac{kJ}{mol}$$

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

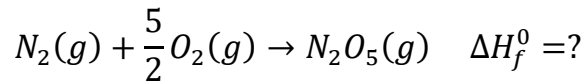
تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

یا به طور کلی از رابطه زیر استفاده کنیم:

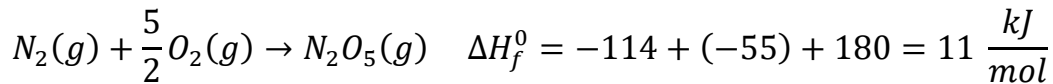
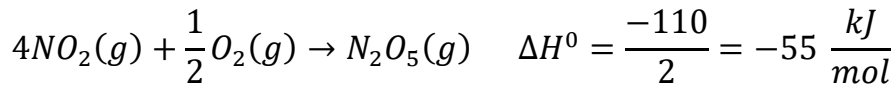
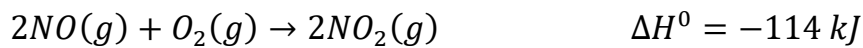
$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0 (\text{سوختن واکنش دهنده ها}) - \sum \Delta H^0 (\text{سوختن فرآورده ها})$$

۲۴-گزینه ج

واکنش تشکیل  $N_2O_5(g)$  به صورت زیر می باشد.



با نوآرایی واکنش ها و با استفاده از قانون هس داریم:



۲۵-گزینه د

$$\Delta H_{C-H} = \Delta H_{C-Cl} + 74 \quad \Delta H_{H-Cl} = \Delta H_{C-Cl} + 189$$

$$\Delta H^0 = 4\Delta H_{C-H} + 4\Delta H_{C-Cl} - 4\Delta H_{C-Cl} - 4\Delta H_{H-Cl}$$

$$\begin{aligned} &= 4 \times (\Delta H_{C-Cl} + 74) + 4 \times \Delta H_{C-Cl} - 4 \times \Delta H_{C-Cl} - 4 \times (\Delta H_{C-Cl} + 189) \\ &= -460 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

۲۶-گزینه د

$$H_2 - H_1 = E_2 - E_1 + VP_2 - VP_1 = \Delta E + V\Delta P \quad (1)$$

در فرآیند بی درو  $q=0$  می باشد. از طرفی چون فرآیند در حجم ثابت صورت گرفته مقدار کار صفر می باشد پس:

$$\Delta E = q + w = 0 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} H_2 - H_1 = 0 + V\Delta P > 0 \rightarrow H_2 > H_1$$

۲۷-گزینه ب

در رابطه قانون اول ترمودینامیک کار از هر نوعی می تواند باشد

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم : صادق یعقوب نژاد

۲۸-گزینه الف

$$\Delta E = E_2 - E_1 = q + w \rightarrow E_2 = q + w + E_1$$

۲۹-گزینه ج

۳۰-گزینه د

$$25.424 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.56 \text{ g Cu}} = 0.4 \text{ mol Cu}$$

$$\text{گرمای مبادله شده} = 0.4 \times 24.46 \times (40 - \theta) = 50 \times 2.46 \times (\theta - 25) \rightarrow \theta = 26.1^\circ\text{C}$$

۳۱-گزینه د

در شرایط دما و فشار یکسان گازی که دارای بیشترین جرم مولی باشد دارای بیشترین چگالی می باشد. انرژی جنبشی گازها هم در شرایط یکسان برابر می باشد

۳۲-گزینه ج

چگالی گاز دی اکسید کربن بدلیل داشتن جرم مولی بیشتر از هوا بیشتر می باشد به همین دلیل سنگین تر از هوا بوده و در ته ظرف جمع می شود. برای گاز هیدروژن این شرایط برعکس می باشد

۳۳-گزینه الف

تعداد کل مول های گاز  $6 \times 10^6$  می باشد. بعد از باز شدن شیرها، گاز در ۳ محفظه با حجم های یکسان به طور مساوی تقسیم می شود. پس در هر محفظه  $2 \times 10^6$  مول گاز خواهیم داشت. فشار ظرف A نیز (به دلیل یکسان بودن شرایط با ظرف C) برابر  $750 \text{ mm Hg}$  می باشد. پس فشار کل  $1500 \text{ mm Hg}$  است که بعد از باز شدن شیرها به طور مساوی در ۳ ظرف پخش می شود و فشار هر ظرف  $500 \text{ mm Hg}$  خواهد بود

۳۴-گزینه ب

در فشار ثابت طبق قانون شارل بین حجم و دما گازها رابطه مستقیم وجود دارد

۳۵-گزینه ب

گرمای جذب شده در طی روز

$$500 \times 10^3 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}{322 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} \times \frac{354 \text{ kJ}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 549689.441 \text{ kJ}$$

گرمای آزاد شده در طی شب:

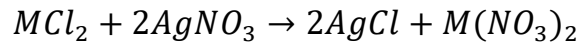
پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

$$549689.441 \text{ kJ} \times \frac{80}{100} \approx 4.4 \times 10^5 \text{ kJ}$$

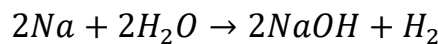
۳۶-گزینه ج

۳۷-گزینه ب



$$\frac{0.2 \text{ mol } MCl_2}{L \text{ محلول}} \times 50 \times 10^{-3} L \text{ محلول} \times \frac{2 \text{ mol } AgCl}{1 \text{ mol } MCl_2} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } AgCl} = 2.87 \text{ g } AgCl$$

۳۸-گزینه الف



در شرایط استاندارد ۱ مول از هر گازی حجمی معادل ۲۲.۴ لیتر دارد

$$70 \text{ ml } H_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22.4 \text{ L } H_2} \times \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2} = 6.25 \times 10^{-3} \text{ mol } NaOH$$

$$\text{مولاریته: } \frac{6.25 \times 10^{-3} \text{ mol } NaOH}{0.125 \text{ L}} = 0.05 \text{ M}$$

۳۹-گزینه ج

$$1.5 \text{ g خاک تر} \times \frac{4.5 \text{ g } H_2O}{100 \text{ g خاک تر}} = 0.0675 \text{ g } H_2O$$

$$\text{خاک خشک } 1.5 - 0.0675 = 1.4325 \text{ g}$$

$$0.83 \text{ g } SiO_2 \times \frac{28 \text{ g } Si}{60 \text{ g } SiO_2} = 0.3873 \text{ g } Si \rightarrow \%Si = \frac{0.3873}{1.4325} \times 100 = 27\%$$

۴۰-گزینه د

فرض می کنیم ۱۰۰ گرم محلول داریم

$$100 \text{ g محلول} \times \frac{0.1 \text{ g } Na_3PO_4}{100 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } Na_3PO_4}{164 \text{ g } Na_3PO_4} \times \frac{3 \text{ mol } Na^+}{1 \text{ mol } Na_3PO_4} \times \frac{23 \text{ g } Na^+}{1 \text{ mol } Na^+} = 0.042 \text{ g } Na^+$$

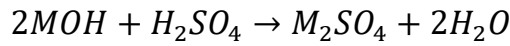
$$ppm = \frac{0.042 \text{ g } Na^+}{100 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 420.7 \text{ ppm } Na^+$$

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

۴۱-گزینه الف

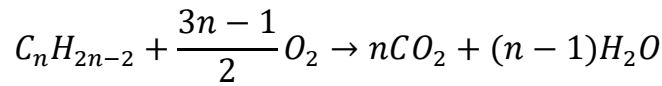
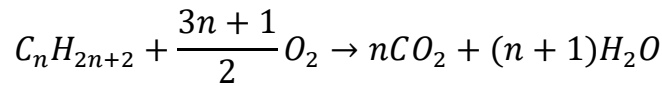
۴۲-گزینه الف



$$4 \text{ g } MOH \times \frac{1 \text{ mol } MOH}{(x + 17) \text{ g } MOH} \times \frac{1 \text{ mol } M_2SO_4}{2 \text{ mol } MOH} \times \frac{(2x + 96) \text{ g } M_2SO_4}{1 \text{ mol } M_2SO_4} = 7.1 \text{ g } M_2SO_4$$

۴۳-گزینه ب

فرض می کنیم ۱ مول آلکان و ۱ مول آلکین داریم

جرم ۱ مول آلکین =  $14n - 2$ جرم آب =  $18 \times (n+1) + 18 \times (n-1) = 36n$ 

$$\rightarrow \frac{36n}{14n-2} = 2.7 \rightarrow n = 3$$

۴۴-گزینه ج

در شرایط متعارفی ۱ مول از هر گازی ۲۲.۴ لیتر حجم دارد.

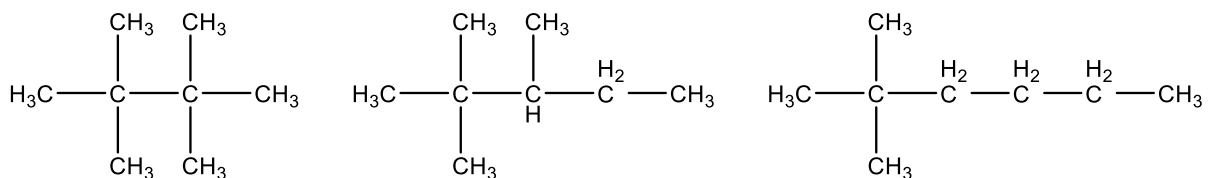
$$11.2 \text{ L } \times \frac{\text{مخلوط گازها } 1 \text{ mol}}{\text{مخلوط گازها } 22.4 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol } \text{مخلوط گازها}$$

هر مول اتیلن و استیلن به ترتیب به ۱ مول و ۲ مول گاز هیدروژن برای سیرشدن نیازمندند. فرض می کنیم X مول اتیلن و استیلن داریم در این صورت:

$$2x + x = 3x = 0.15 \rightarrow x = 0.05 \text{ mol}$$

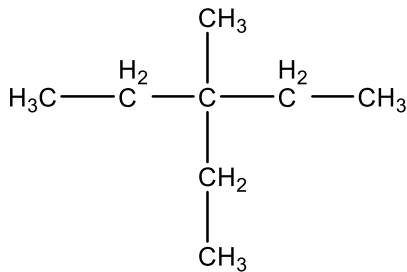
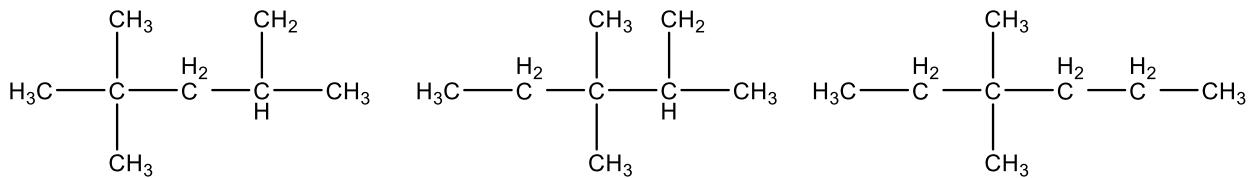
$$\rightarrow 0.5 - 0.05 - 0.05 = 0.4 \text{ mol } \text{اتان} \rightarrow \% \text{اتان} = \frac{0.4}{0.5} \times 100 = 80\%$$

۴۵-گزینه الف



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

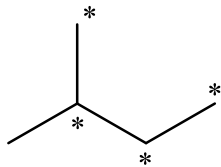


۴۶- گزینه ج

هر چقدر قدر مطلق گرمای هیدروژن دار شدن بیشتر باشد آلکن ناپایدار تر است

۴۷- گزینه ب

حالت های قرار گیری کلر در متیل بوتان با ستاره مشخص شده است



۴۸- گزینه الف

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$  به دلیل کوچک تر بودن گروه ناقطبی آلکیل و همچنین قطبیت بیشتر C-F دارای حلالیت بیشتری در آب می باشد

۴۹- گزینه د

با افزایش تعداد کربن و تقارن مولکول نقطه ذوب افزایش می یابد

۵۰- گزینه الف

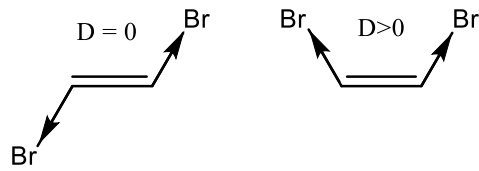
ترکیب C به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی درون مولکولی (بین OH و N-O) به دلیل نزدیک بودن این ۲ گروه در ترکیب C) امکان برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکولی را ندارد. لذا نقطه جوش کمتری نسبت به D دارد.

در ترکیب B برآیند بردارهای گشتاور قطبی صفر می باشد و مولکول ناقطبی است. اما ترکیب A قطبی می باشد.

لذا نقطه جوش ترکیب A بیشتر می باشد

پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

## بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

-۱

(الف-۱)

(الف-۱)

ترکیب کووالانسی:  $OF_2$  ترکیب یونی:  $MgF_2$

(ب-۱)

ترکیب کووالانسی:  $N_2O_3$  ترکیب یونی:  $Al_2O_3$

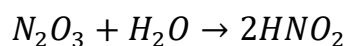
(ج-۱)

ترکیب کووالانسی:  $H_3N$  ترکیب یونی:  $Na_3N$

(د-۱)

ترکیب کووالانسی:  $NF_3$  ترکیب یونی:  $AlF_3$

(ب-۱)

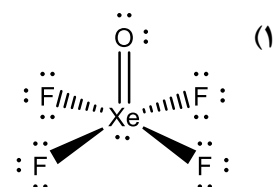


-۲

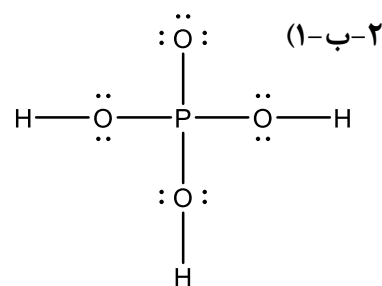
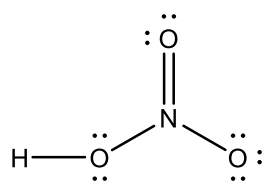
(الف-۲)

(۳) قطبی است

(۲) هرم مربع القاعده



(ب-۲)



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم : صادق یعقوب نژاد

۲-ب-۲)

I) الکترونگاتیوی نیتروژن بیشتر از فسفر می باشد و با جذب بیشتر الکترون های پیوندی با اکسیژن، شرایط را برای تولید  $H^+$  آسوده تر می کند II) در نیتریک اسید تعداد اکسیژن های کمتری نسبت به فسفریک اسید به اتم مرکزی متصل است و این امر شرایط را برای نیتروژن نسبت به فسفر برای جذب بیشتر الکترون های پیوندی با اکسیژن و تولید راحت تر  $H^+$  مهیا می کند III) آنیون نیترات نسبت به آنیون دی هیدروژن فسفات به دلیل داشتن رزونانس پایدارتر می باشد در نتیجه باز ضعیف تری می باشد. لذا اسید مربوط به آن قوی تر می باشد

۳-

۳- قسمت اول-الف :

$$E_{\infty} - E_1 = -2.18 \times 10^{-18} \times 80^2 \times \left( \frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 1.3952 \times 10^{-14} J$$

$$= 1.3952 \times 10^{-17} kJ$$

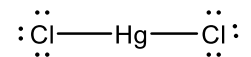
انرژی بدست آمده برای یک یون می باشد برای ۱ مول یون خواهیم داشت:

$$1.3952 \times 10^{-17} \times 6.022 \times 10^{23} = 8.40 \times 10^6 kJ$$

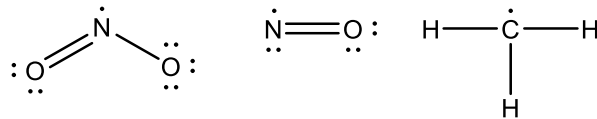
۳- قسمت اول-ب :

جیوه (II) کلرید

۳- قسمت اول-پ :



۳- قسمت دوم-الف :



۳- قسمت دوم-ب :

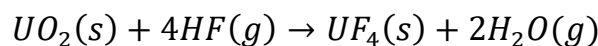
$$NO_2 > 120^\circ$$

$$NO = 180^\circ$$

$$CH_3 > 109.5^\circ$$

۴-

۴-الف)



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

(ب-۴)

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ها فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ها واکنش دهند ه}$$

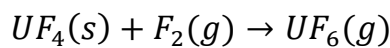
$$\Delta H_f^0 = 2 \times -242 + 1 \times -1915 - (4 \times -271 + 1 \times -1085) = -230 \frac{kJ}{mol}$$

(پ-۴)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -230 - \frac{400 \times -246}{1000} = -131.6 \text{ kJ}$$

چون  $\Delta G < 0$  می باشد. واکنش خود به خودی است.

(ت-۴)



$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{ها فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{ها واکنش دهند ه}$$

$$\Delta H_f^0(UF_6(g)) = 1.12\Delta H_f^0(UF_4(s))$$

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= 1.12\Delta H_f^0(UF_4(s)) - (\Delta H_f^0(UF_4(s)) + 0) = -0.12\Delta H_f^0(UF_4(s)) \\ &= 0.12 \times -1915 = -229.8 \frac{kJ}{mol} \end{aligned}$$

-۵

(الف-۵)

آنتالپی تشکیل کربن دی اکسید همان آنتالپی سوختن کربن می باشد

$$0.235 \text{ g U} \times \frac{1 \text{ mol U}}{235 \text{ g U}} \times \frac{2 \times 10^{10} \text{ kJ}}{1 \text{ mol U}} = 2 \times 10^7 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} x \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{390 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}} &= 32.5 \times x \text{ kJ} \rightarrow 32.5 \times x \text{ kJ} = 2 \times 10^7 \text{ kJ} \rightarrow x \\ &= 615.4 \text{ kg C} \end{aligned}$$

(ب-۵)

در حجم ثابت مقدار کار صفر می باشد:

$$\Delta E = q \rightarrow q = C \times \Delta\theta = -641 \frac{J}{K} \times 7.793K = -4995.31 \text{ J}$$

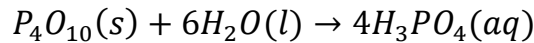
پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

$$\frac{-4995.31 J}{0.3212 g \text{ گلوکز}} \times \frac{180 g \text{ گلوکز}}{1 mol \text{ گلوکز}} \times \frac{1 kJ}{1000 J} = 2799.36 \frac{kJ}{mol}$$

-۶

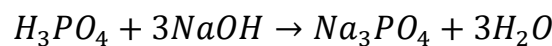
(۶-الف)



(۶-ب)

$$142 g P_4O_{10} \text{ ناخالص} \times \frac{80 g P_4O_{10}}{100 g P_4O_{10} \text{ ناخالص}} \times \frac{1 mol P_4O_{10}}{284 g P_4O_{10}} \times \frac{4 mol H_3PO_4}{1 mol P_4O_{10}} \\ \times \frac{98 g H_3PO_4}{1 mol H_3PO_4} = 156.8 g H_3PO_4$$

(۶-پ)



$$200 g \div 1.47 \frac{g}{ml} = 136.05 ml H_3PO_4 \\ \rightarrow 4 ml \times \frac{50 g H_3PO_4}{136.05 ml H_3PO_4} \times \frac{1 mol H_3PO_4}{98 g H_3PO_4} \times \frac{3 mol NaOH}{1 mol H_3PO_4} \\ = 0.045 mol NaOH$$

$$M \times V = 1 \times V = 0.045 \rightarrow V = 0.045 L NaOH = 45 ml NaOH$$

-۷

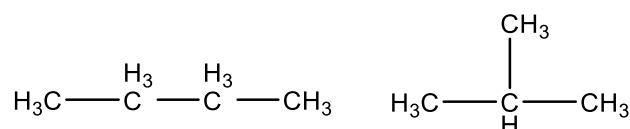
(۷-۱)

فرض می کنیم ۱۰۰ گرم از  $R - R'$  داریم :

$$17.24 g H \times \frac{1 mol H}{1 g H} = 17.24 mol H \quad 82.76 g C \times \frac{1 mol C}{12 g C} = 6.89 mol C$$

$$\frac{mol H}{mol C} = \frac{17.24}{6.89} = 2.5 = \frac{5}{2} \rightarrow \text{فرمول تجربی } R - R': C_2H_5$$

$C_2H_5$  فرمول تجربی یک آلکان است. تنها عددی که می توانیم در این ترکیب ضرب کنیم تا فرمول یک آلکان را به ما بدهد ۲ است. پس فرمول آلکان مورد نظر  $C_4H_{10}$  می باشد. از آنجاییکه که از اکسایش  $R' - OH$  یک کتون ایجاد می شود نتیجه می گیریم که  $R'$  یک آلکیل نوع دوم می باشد. ساختارهای  $A$ :



پاسخنامه تشریحی مرحله دوم هجدهمین المپیاد شیمی

تهیه و تنظیم: صادق یعقوب نژاد

(۷-۲)

از آنجاییکه که از اکسایش  $R' - OH$  یک کتون ایجاد می شود نتیجه می گیریم که  $R'$  یک آلکیل نوع دوم می باشد.

