

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دفترچه سوالات مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو 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:

- [منابع و مراجع المپیاد علوم و فناوری نانو](#)
- [آزمون های آنلاین مرحله اول المپیاد علوم و فناوری نانو](#)
- [آزمون های آنلاین مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو](#)

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 سؤالات مرحله دوم

شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (چند گزینه ای - تستی)

سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تاریخ: ۱۴۰۴/۱/۲۴ - ساعت: ۱۴:۰۰ - مدت: ۶۰ دقیقه - نوع: چندگزینه ای

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

- ۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه های دفترچه سؤالات 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 می کند؛ پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۴- دفترچه سؤال باید همراه پاسخ برگ تحویل داده شود.
- ۵- پاسخ درست به هر پرسش ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه های دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.
- ۷- از مخدوش کردن بارکدها و مربع ها 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 لپتاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- ۹- این دفترچه شامل ۲۰ 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

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۱- پژوهشگری به کمک روش لایه نشانی تبخیری، لایه نازکی از فلز مس را روی یک زیرلایه فلزی به ابعاد ۵ در ۵ سانتی متر مربع می نشانند. در طول فرآیند جوانه زنی و رشد، سرعت رشد جانبی جوانه ها، x نانومتر بر ثانیه و سرعت رشد عمود بر زیرلایه، y نانومتر بر ثانیه است. چنانچه فاصله بین مراکز هسته ها به طور متوسط حدود ۲۰۰ نانومتر باشد، نسبت x به y برای تشکیل فیلمی به ضخامت ۵۰ نانومتر با بیشترین تراکم چقدر خواهد بود؟ (قطر اولیه هسته ها را برابر با ۱۰ نانومتر، ضخامت اولیه را دو لایه اتمی و چگالی فلز مس را $۸/۹۶$ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید.)

(۱) ۱/۵

(۲) ۱/۹

(۳) ۲/۲

(۴) ۳/۳

۲- یک شرکت الکترونیکی به دنبال توسعه یک باتری هوشمند است که بتواند میزان شارژ خود را به صورت بصری (قابل دیدن) نشان دهد. کدام یک از مواد هوشمند زیر برای ساخت چنین باتری استفاده می شود و چه مکانیزمی برای نشان دادن میزان شارژ پیشنهاد می کنید؟

(۱) مواد الکتروکرومیک - نوار رنگی روی باتری

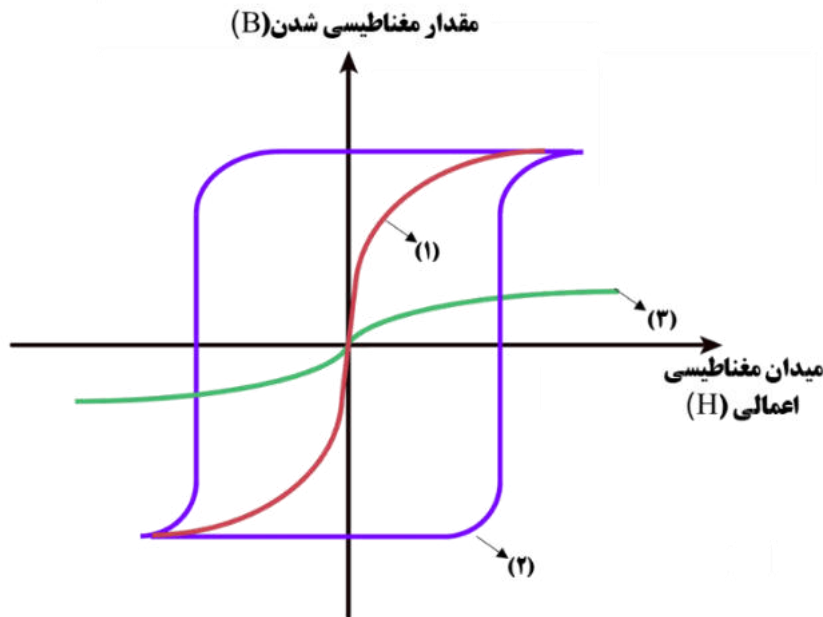
(۲) مواد مکانوکرومیک - خم شدن خودکار باتری

(۳) مواد فوتوکرومیک - نوار رنگی روی باتری

(۴) مواد حافظه شکلی - خم شدن خودکار باتری

۳- دانش آموزی به دنبال سنتز نانوذراتی است که از خود رفتار ابرپارامغناطیس نشان دهند. وی سه نانوماده مختلف را سنتز کرده و با استفاده از نتایج آزمون VSM (آزمون بررسی خواص مغناطیسی مواد)، منحنی های نشان داده شده در شکل زیر بدست آمده است. به نظر شما، او موفق به سنتز نانوذرات ابرپارامغناطیس شده است؟

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)



(۱) بله - نمودار شماره (۱) مربوط به نانوذرات ابرپارامغناطیس است.

(۲) بله - نمودار شماره (۲) مربوط به نانوذرات ابرپارامغناطیس است.

(۳) بله - نمودار شماره (۳) مربوط به نانوذرات ابرپارامغناطیس است.

(۴) خیر - هیچ یک از نانوماده های سنتز شده خاصیت ابرپارامغناطیس ندارند.

۴- یک گروه تحقیقاتی موفق به تولید نوعی از سلول های خورشیدی نسل چهارم شده است. این گروه برای ایجاد کارایی مناسب، نیاز به بهبود انتقال حفرات در این سلول ها دارند. بدین منظور لایه نازک نانومتری طلا، روی سلول ها پوشش داده اند. ضخامت این لایه نازک در حدود ۵۰ نانومتر است. کدامیک از عبارات زیر، نقش طلا را در بهبود انتقال حفرات برای سلول ها به درستی بیان می کند؟

(۱) لایه نازک نانومتری اعمال شده، منجر به بهبود انتقال حفرات می شود.

(۲) طلا توانایی بالایی برای انتقال حفرات ندارد و باید از نانولوله های کربنی استفاده شود.

(۳) اگرچه طلا توانایی بالایی برای انتقال حفرات دارد، اما باید از لایه ای ناپیوسته برای این کار استفاده شود.

(۴) با توجه به توانایی محدود طلا در انتقال حفرات، افزایش ضخامت لایه های نانومتری در حدود ۱۰ نانومتر، کارایی سلول را بهبود می بخشد.

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۵- کدام یک از نانوساختارهای زیر همزمان سه خاصیت فوتوکاتالیستی، پیزوالکتریکی و پیروالکتریکی را داراست؟

(۱) نانوساختار اکسید تیتانیوم با شبکه بلوری آناتاز (Anatase)

(۲) نانوساختار اکسید روی با شبکه بلوری روی بلند (Zincblende)

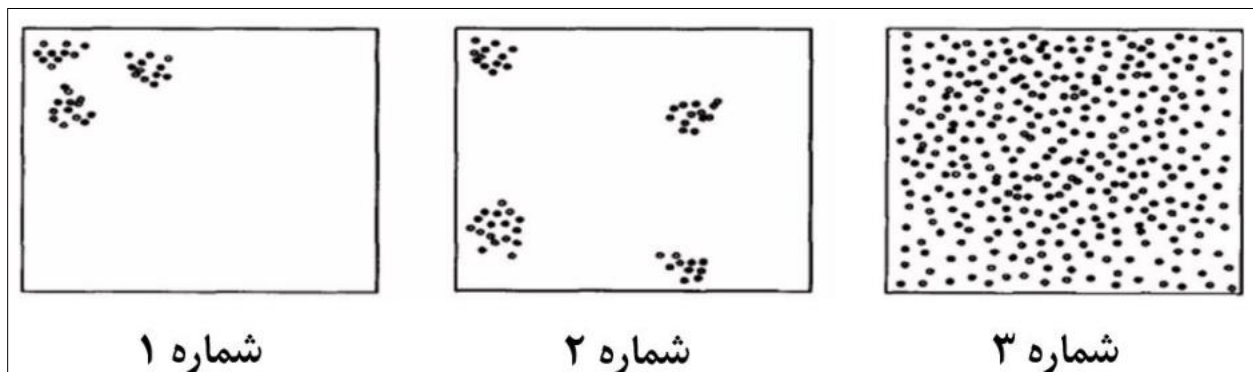
(۳) نانوساختار اکسید تیتانیوم با شبکه بلوری روتایل (Rutile)

(۴) نانوساختار اکسید روی با شبکه بلوری ورتزیت (Wurtzite)

۶- در شکل های شماره ۱، ۲ و ۳ نحوه قرارگیری نانوذرات در زمینه پلیمری نشان داده شده است. نقطه های

مشکی رنگ، معرف نانوذرات و زمینه سفید رنگ، معرف زمینه پلیمری است. چند عبارت زیر درست است؟

- شکل شماره ۱ می تواند مربوط به قرارگیری نانو ذرات سیلیکا در بستر پلی اتن باشد.
- شکل شماره ۲ می تواند مربوط به قرارگیری نانو لوله های کربنی در بستر پلی آمید باشد.
- شکل شماره ۳ می تواند مربوط به قرارگیری نانو ذرات سیلیکا در بستر پلی آمید باشد.



(۱) صفر

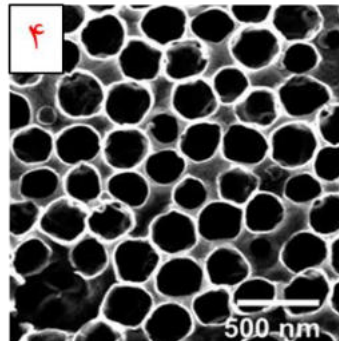
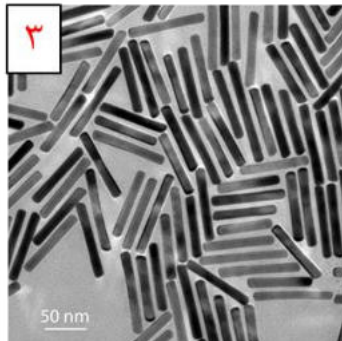
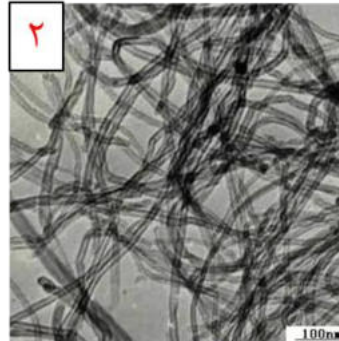
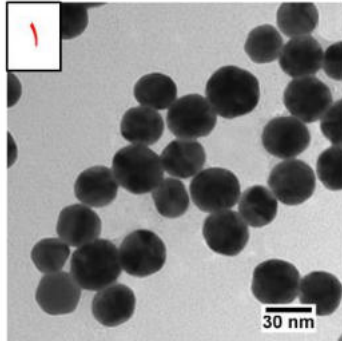
(۲) یک

(۳) دو

(۴) سه

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۷- در چه تعداد از حالت های ریخت شناسی (مورفولوژی) در نانومواد فلزی (در شکل های ۱ تا ۴)، الکترون ها فقط با یک طول موج مشخص جفت می شوند و پلاسمون سطحی ایجاد می کنند؟



۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۸- در روش سنتز کندوپاش لیزری بدون استفاده از کاتالیزور، کدامیک از نانومواد کربنی زیر به عنوان محصول نهایی مورد انتظار نیست؟

(۱) فولرین

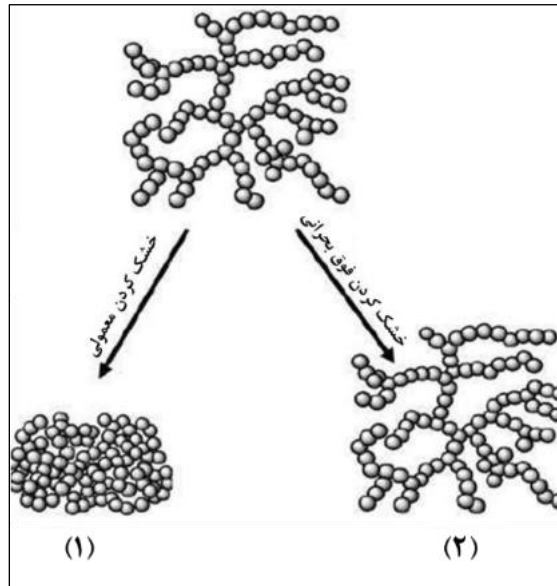
(۲) نانولوله کربنی

(۳) گرافن

(۴) اکسید گرافن

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

- ۹- دانش آموزی به کمک یکی از روش های مرسوم و ارزان قیمت سنتز نانوذرات اکسید فلزی، محصولات شماره ۱ و ۲ ارائه شده در شکل شماتیک زیر را تولید کرده است. باتوجه به این شکل، کدام مورد درست است؟



- (۱) این روش سنتز، سل-ژل نام دارد و محصول متراکم تر، زیروژل نامیده می شود.
- (۲) این روش سنتز، سالووترمال نام دارد و محصول متراکم تر، زیروژل نامیده می شود.
- (۳) این روش سنتز، سل-ژل نام دارد و محصول متراکم تر، آئروژل نامیده می شود.
- (۴) این روش سنتز سالووترمال نام دارد و محصول متراکم تر، آئروژل نامیده می شود.
- ۱۰- در روش انفجار الکتریکی سیم، می توان از سیم های آلیاژی رسانا نیز برای سنتز نانوذرات فلزی استفاده کرد. برای سنتز نانولوله های آلیاژی مس-آلومینیوم، از دو نوع میله آلیاژی زیر استفاده شده است:

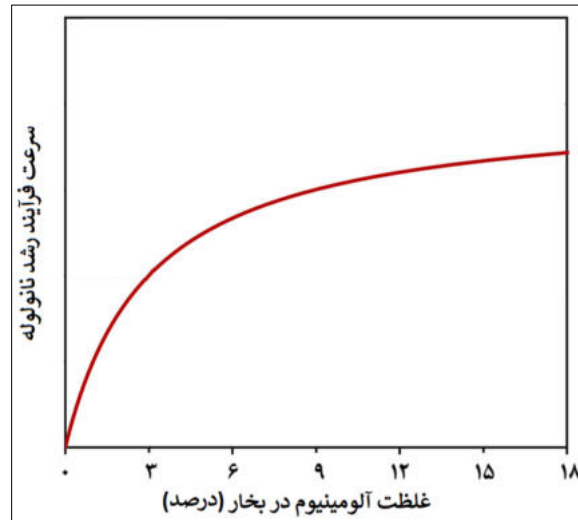
- میله مسی اول حاوی ۵ درصد وزنی آلومینیوم
- میله مسی دوم حاوی ۱۰ درصد وزنی آلومینیوم

مشاهدات نشان می دهند که غلظت آلومینیوم در بخار حاصل از تبخیر میله مسی (C) از رابطه زیر به دست می آید:

$$C = \alpha TR^2 \left(\frac{x}{x_0 + x} \right)$$

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

در این رابطه، T دمای سیم، R مقاومت الکتریکی سیم، x_0 و x به ترتیب غلظت مس و آلومینیوم در سیم آلیاژی و α ثابت معادله است. به نظر شما، کدام گزینه، مقایسه درستی از طول متوسط نانولوله‌های سنتز شده توسط سیم اولی (L_1) و دومی (L_2) ارائه می‌دهد؟ شکل زیر نمودار سرعت رشد ذرات بر حسب غلظت بخار را در این فرآیند نشان می‌دهد.



$$L_2 = 2L_1 \quad (1)$$

$$2L_1 > L_2 > L_1 \quad (2)$$

$$2L_1 \gg L_2 \gg L_1 \quad (3)$$

$$L_1 = 2L_2 \quad (4)$$

۱۱- در چه شرایطی استفاده از تکنیک پراش نوترونی به جای XRD توصیه می‌شود؟

(۱) زمانی که نمونه از عناصر بسیار سنگین تشکیل شده باشد.

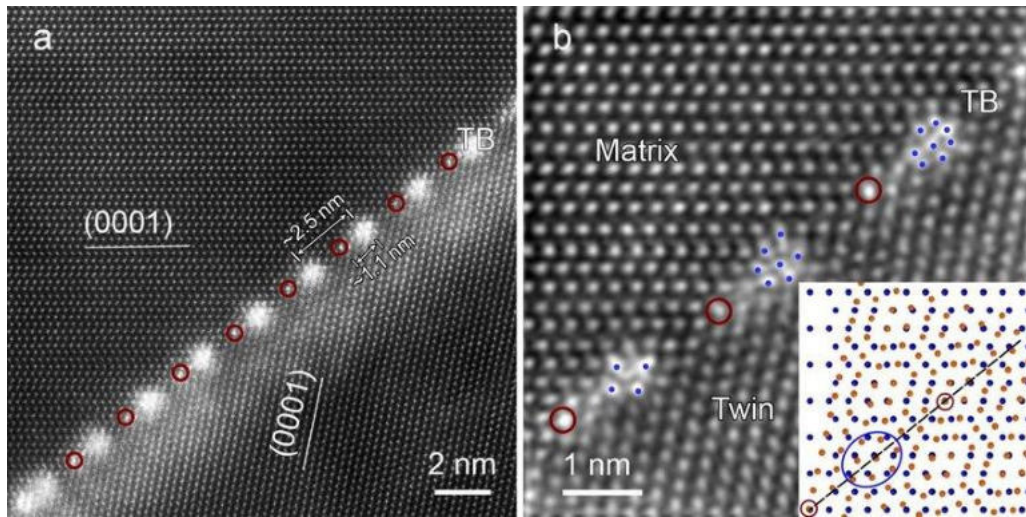
(۲) زمانی که نمونه از عناصر بسیار سبک تشکیل شده باشد.

(۳) زمانی که نیاز به بررسی ساختار سطحی نمونه باشد.

(۴) زمانی که نمونه دارای خواص مغناطیسی قوی باشد.

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۱۲- سه پژوهشگر برای بهبود خواص مکانیکی و حرارتی آلیاژ منیزیم-روی-ایتريوم، ریزساختار آن را مطالعه می‌نمایند. این پژوهشگران برای بررسی نانوخوشه‌ها و فاصله صفحات اتمی در ساختار این آلیاژ، تصاویر میکروسکوپی زیر را تهیه کرده‌اند. به نظر شما این تصاویر چگونه تهیه شده است؟



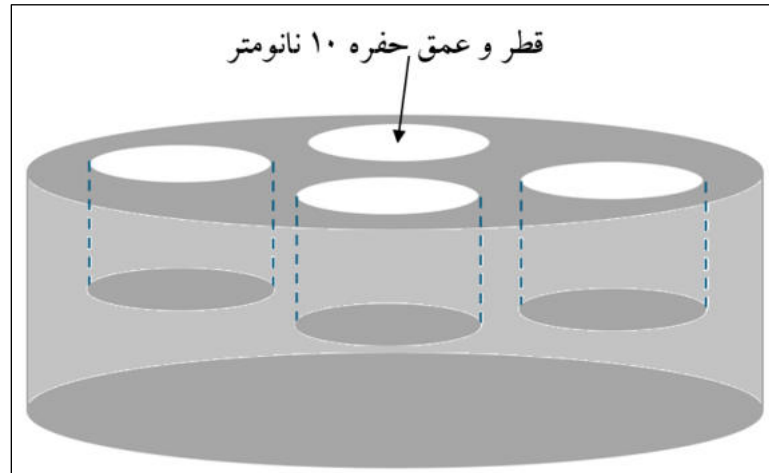
- ۱) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
- ۲) میکروسکوپ الکترونی روبشی - تصویربرداری الکترون‌های برگشتی (BSE-SEM)
- ۳) میکروسکوپ نیروی اتمی - تصویربرداری تماسی (Contact mode-AFM)
- ۴) میکروسکوپ الکترونی عبوری روبشی - تصویربرداری میدان تاریک حلقوی زاویه بالا (HAADF-STEM)

۱۳- پوششی به ضخامت ۵۰ نانومتر روی سطح یک قطعه اعمال شده و سپس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، مورد بررسی قرار گرفته است. با فرض برهم‌کنش غیرالاستیک الکترون‌های برخورد کننده با سطح، تعداد کدام نوع از الکترون‌های تولید شده با تعداد فوتون‌های پراثری X گسیل شده برابر است؟

- ۱) الکترون‌های برگشتی
- ۲) الکترون‌های ثانویه
- ۳) الکترون‌های اوژه
- ۴) الکترون‌های عبوری

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۱۴- آرمان و کامران قصد دارند به کمک تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، به تخمین قطر حفرات ماده متخلخل زیر پردازند. سوزن AFM مورد استفاده توسط آرمان، زاویه راس ۲۰ درجه و سوزن AFM مورد استفاده توسط کامران، زاویه راس ۱۵ درجه دارد. قطر حفرات برآورد شده توسط آرمان چه تفاوتی با قطر حفرات برآورد شده توسط کامران دارد؟ (طول سوزن‌های مورد استفاده بیشتر از ۲۰ نانومتر است).



- ۱) قطر حفرات برآورد شده توسط هر دو نفر برابر است.
- ۲) قطر حفرات برآورد شده حدود ۰/۴۵ نانومتر تفاوت دارد.
- ۳) قطر حفرات برآورد شده حدود ۰/۹۵ نانومتر تفاوت دارد.
- ۴) قطر حفرات برآورد شده حدود ۱/۴۵ نانومتر تفاوت دارد.

۱۵- همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، دیواره‌ی مویرگ‌های خونی بدن انسان توسط سلول‌های اندوتلیال (Endothelial) پوشیده شده است. این سلول‌ها با فاصله‌ی مشخصی نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند و منافذی در میان آن‌ها وجود دارد. قطر این منافذ در بافت‌های مختلف، متفاوت است. شناخت قطر این منافذ در انواع مختلف تومورهای سرطانی، کمک به استفاده از نانوذرات در تشخیص این تومورها می‌کند. تشخیص تومورهای سرطانی به کمک نانوذرات عبور کرده از این منافذ صورت می‌گیرد.

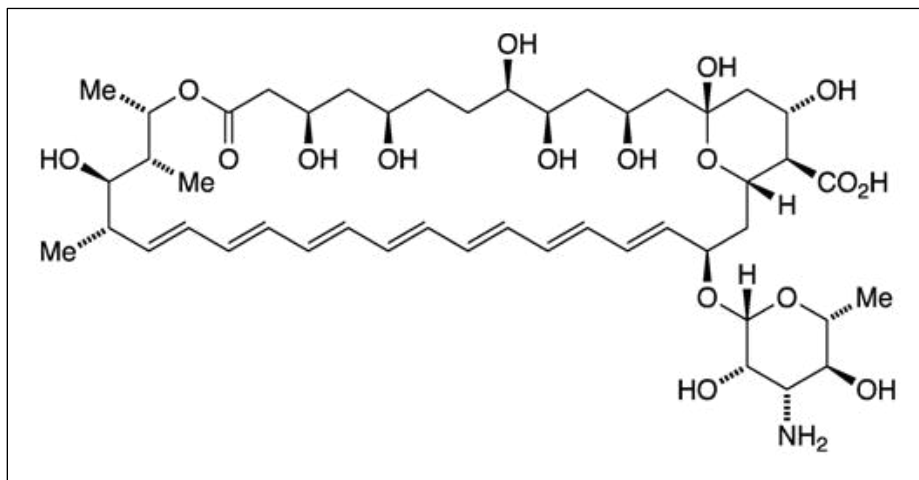
مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)



در صورتی که بدانید در نوعی از سرطان شبکه چشم انسان، میانگین قطر منافذ مویرگ‌های خونی حدود ۸ نانومتر است و قصد داشته باشید از نقاط کوانتومی برای تشخیص این سرطان در مراحل اولیه‌ی بیماری استفاده کنید، کدام یک از انواع نقاط کوانتومی زیر کاربرد کم‌تری دارد؟ (فرض کنید که نقاط کوانتومی مورد استفاده با قطر ۷/۷ نانومتر، قله نشی ۵۶۸ نانومتر داشته باشند.)

- ۱) نقاط کوانتومی با قله جذب در طول موج ۴۸۰ نانومتر و قله نشر در ۵۲۰ نانومتر
- ۲) نقاط کوانتومی با قله جذب در طول موج ۵۴۰ نانومتر و قله نشر در ۵۸۰ نانومتر
- ۳) نقاط کوانتومی با قله جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر و قله نشر در ۵۵۰ نانومتر
- ۴) نقاط کوانتومی با قله جذب در طول موج ۵۸۰ نانومتر و قله نشر در ۶۱۰ نانومتر

۱۶- یکی از انواع بیماری‌های پوستی طولانی مدت که عامل آن نوعی انگل است، سالک نامیده می‌شود. برای غلبه بر این انگل از مولکولی دارویی به نام آمفوتریسین B (شکل زیر) استفاده می‌شود. در حالت عادی، جذب این مولکول از طریق پوست بسیار پایین است. با توجه به این مشکل، پس از تحقیقات انجام شده توسط محققان کشورمان، پماد سیناآمفولیش تولید شد. این ژل موضعی، با اثرات مؤثرتر و عوارض جانبی کمتر، بیماری سالک را پس از سه تا چهار هفته درمان می‌کند. با توجه به ساختار شیمیایی این ماده دارویی، به نظر شما این دارو در کدام نانوحامل قرار گرفته است؟



مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

(۱) نانومیسل

(۲) نانوذرات لپیدی جامد

(۳) درختسان

(۴) نانولیپوزوم

۱۷- فرض کنید می خواهید در یک زمین کشاورزی نزدیک به رودخانه، انواع گیاهان تزئینی را کاشته و از آنها بهره برداری کنید. با آنالیز خاک این زمین، متوجه وجود مقادیر بالای یون های سرب می شوید که می تواند با جذب شدن توسط گیاهان، آنها را تخریب کند. این در حالی است که زمین های کشاورزی اطراف، چنین مشکلی ندارند و حجم بالایی از محصولات کشاورزی را فرآوری می کنند. شما چه روشی را برای تصفیه سریع خاک آلوده زمین کشاورزی با کمترین آسیب های زیست محیطی پیشنهاد می دهید؟

(۱) فناوری تصفیه الکتروکینتیک

(۲) فناوری شستشوی شیمیایی

(۳) فناوری واجذب حرارتی

(۴) فناوری تصفیه زیستی

۱۸- فرض کنید ماده جاذبی با ساختار هسته - پوسته (Core-Shell) سنتز کرده اید که هسته آن از جنس نانوذرات آهن صفر ظرفیتی و پوسته آن از جنس ماده مغناطیسی اکسید آهن متخلخل تشکیل شده است. در تصفیه خاک آلوده با استفاده از این ماده، فرایند تصفیه کدامیک از فلزات زیر با بقیه موارد تفاوت دارد؟

(۱) یون های کروم

(۲) یون های آرسنیک

(۳) یون های مس

(۴) یون های کادمیوم

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تستی)

۱۹- آتش گرفتن باتری لیتیم - یون یکی از مواردی است که ایمنی این نوع باتری ها را کاهش می دهد. افزایش دما و وجود ناخالصی دو علت عمده آتش گرفتن این نوع باتری ها است. کدامیک از موارد زیر می تواند راه حلی برای این مشکل باشد؟

(۱) استفاده از نانو ساختار گرافن در قسمت آند باتری

(۲) استفاده از نانو صفحه های اکسید کبالت در قسمت کاتد باتری

(۳) استفاده از نانو سیم های سیلیکونی در قسمت آند باتری

(۴) استفاده از نانوالیاف اکسید تیتانیوم در قسمت کاتد باتری

۲۰- کدام دسته از ویژگی های بیان شده برای نانوذرات، بیشترین سمیت را در بدن انسان ایجاد می کنند؟

(۱) فعالیت فوتوکاتالیستی بالا - جذب سطحی بالا - زبری سطحی بالا - آبدوستی نسبت به مایعات بدن

(۲) حضور گروه های عاملی سطحی - فراهمی زیستی پایین - تمایل به آگلومراسیون بالا - سطح ویژه بزرگ

(۳) اندازه کوچک در مقیاس نانو - آبگریزی نسبت به مایعات بدن - فعالیت بیوشیمیایی بالا - نسبت سطح به حجم بالا

(۴) اندازه کوچک در مقیاس نانو - آبدوستی نسبت به مایعات بدن - کشش سطحی بالا - نسبت سطح به حجم بالا

تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴

المپیاد علوم و فناوری نانو



کد ملی: _____
 نام و نام خانوادگی: _____
 استان: _____
 جنسیت داوطلب: _____
 منطقه حوزه: _____
 کد حوزه: _____
 کد داوطلبی:

مهر حفاظت آزمون

لطفاً داخل کادر چیزی ننویسید و گزینه‌ها را با مداد مشکی نرم و به طور کامل پر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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"/>

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"/>
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"/>
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"/>

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"/>
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"/>
۸۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

امضا و اثر انگشت:

اینجانب به کد ملی دفترچه‌ی سوالات المپیاد علوم و فناوری نانو شامل سوال را به طور کامل دریافت نمودم.

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 سؤالات مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (تشریحی) سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تاریخ: ۱۴۰۴/۱/۲۴ - ساعت: ۱۵:۰۰ - مدت: ۱۸۰ دقیقه - نوع: تشریحی

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 پاسخ‌نامه 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 نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- ۳- با توجه به آنکه برگه‌های پاسخ‌نامه به نام شما صادر شده است امکان ارائه هیچ‌گونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می‌شود ابتدا سوالات را در برگه چرک‌نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخ‌برگ پاک‌نویس نمایید.
- ۴- عملیات تصحیح توسط مصححین پس از برش سربرگ به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هر گونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایی؛ در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- ۵- از مخدوش کردن پارکدها و مربع‌ها در چهارگوشه صفحه در دفترچه پاسخ‌برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۶- همراه داشتن هرگونه 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 ۵ برگ است.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس پایگاه اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

سوال تشریحی ۱ (۱۴/۵ نمره) - پژوهشگری به کمک یکی از فرایندهای سنتز پایین به بالا، نانوذرات با شبکه‌های بلوری SC، BCC و FCC را سنتز می‌کند. فرض کنید این نانوذرات، قاعده مربعی شکل به ضلع ۱۰۰ نانومتر داشته باشند. در این فرایند سنتز، نانوذرات از چیدن صفحات فشرده در هر شبکه بلوری روی هم تشکیل می‌شوند. صفحه فشرده در هر شبکه بلوری به صفحه‌ای گفته می‌شود که تمام اتم‌های موجود در صفحه، به یکدیگر مماس باشند. به عبارت دیگر صفحات بلوری با بیشترین درصد مساحت اشغال شده توسط اتم‌ها را صفحات فشرده می‌نامند. با توجه به این توضیحات به سوالات زیر پاسخ دهید.

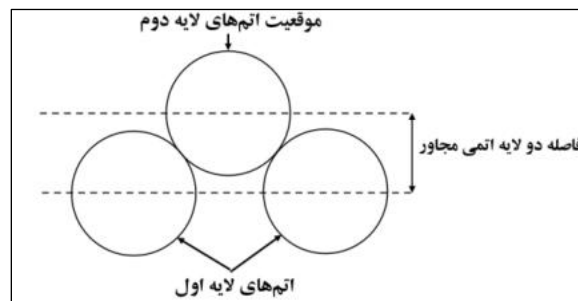
الف) نام هر یک از سلول‌های واحد را در محل تعبیه شده در پاسخ‌برگ وارد کنید؟ انتخاب از میان سلول‌های واحد SC یا BCC یا FCC صورت گیرد. (۵/۰ نمره)

ب) نام صفحات بلوری را در محل تعبیه شده در پاسخ‌برگ وارد کنید؟ انتخاب از میان صفحات (۱۰۰) یا (۱۱۰) یا (۱۱۱) صورت گیرد. (۵/۰ نمره)

ج) صفحه فشرده هر یک از شبکه‌های بلوری را بیابید؟ (۵/۵ نمره، با انجام محاسبات در کادر مشخص شده در پاسخ‌برگ)

د) صفحات فشرده شبکه‌های بلوری داده شده، کدامیک از چیدمان‌های اتمی A، B و C ارائه شده در پاسخ‌برگ را دارا هستند؟ (۵/۰ نمره)

ه) برای تشکیل نانوذرات، صفحات فشرده در هر شبکه بلوری، مطابق تصاویر ارائه شده در پاسخ‌برگ، روی هم چیده می‌شوند. چنانچه شعاع اتم‌های هر سه ماده با چیدمان‌های A، B و C به طور تقریبی برابر با R پیکومتر (pm) در نظر گرفته شود، فاصله دو لایه اتمی روی هم را برای چیدمان‌های مذکور بر حسب R بدست آورید؟ (راهنمایی: منظور از فاصله دو لایه اتمی روی هم در شکل زیر نشان داده شده است). (۳/۵ نمره، با انجام محاسبات در کادر مشخص شده در پاسخ‌برگ)



مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

و) در ادامه بخش د، چنانچه هر نانوذره، متشکل از N اتم باشد، طول این نانوذرات (nm) را بر حسب پارامترهای N و R بدست آورید؟ (۴ نمره، با انجام محاسبات در کادر مشخص شده در پاسخ برگ)

سوال تشریحی ۲ (۱۳ نمره) - فرض کنید بهبود عملکرد یک کاتالیست شیمیایی با درصد افزایش سطح ویژه فعال آن، رابطه خطی زیر را دارد:

$$(۰/۷۵ \times \text{درصد افزایش سطح ویژه فعال}) \propto \text{درصد بهبود عملکرد کاتالیست}$$

به منظور بهبود عملکرد این کاتالیست، سطح آن با نانومیله‌هایی از جنس فلز پلاتین (چگالی ۲۱/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) پوشش داده شده است. پوشش دهی به گونه‌ای است که هر نانومیله در نزدیک‌ترین همسایگی خود، شش نانومیله دارد. قطر نانومیله‌ها ۱۰۰ نانومتر بوده و ۱۵/۷۱ درصد از مساحت سطح کاتالیست را پوشانده‌اند. همچنین مقدار ۰/۱۳۵ میلی‌گرم پلاتین به ازای هر سانتی‌متر مربع پوشش دهی به این روش مورد نیاز است. با توجه به این توضیحات، به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) طرح‌واره‌ای از نحوه چیدمان نانومیله‌ها روی سطح کاتالیست ترسیم کنید. زاویه دید، عمود بر سطح کاتالیست در نظر گرفته شود (اتم‌ها را در قالب دایره‌هایی توپر نشان دهید). (۰/۵ نمره)

ب) فاصله بین مراکز دو نانومیله نزدیک به هم چند نانومتر است؟ (۳ نمره)

ج) با استفاده از این کاتالیست (حاوی نانومیله‌های پلاتینی)، عملکرد چند درصد افزایش می‌یابد؟ (۴/۵ نمره)

د) در یک کاتالیست جدید، قطر هر نانومیله ۱۰۰ نانومتر و طول آن ۲۰۰ نانومتر است. چنانچه در این کاتالیست، هر نانومیله در نزدیک‌ترین همسایگی خود، سه نانومیله داشته باشد، بالاترین میزان بهبود عملکرد، نیازمند چند میلی‌گرم پلاتین به ازای هر سانتی‌متر مربع از سطح کاتالیست است؟ (۵ نمره)

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

سوال تشریحی ۳ (۷ نمره) - لیتوگرافی یکی از روش های سنتز بالا به پایین نانو ساختارها است که به طور گسترده در صنایع الکترونیک مورد استفاده قرار می گیرد. تعدادی از روش های مختلف لیتوگرافی در کادر زیر نمایش داده شده است. با توجه به توضیحات هر سوال و روش های داخل کادر، به هر یک از موارد زیر پاسخ مناسب دهید. (۷ نمره)

لیتوگرافی نوری - لیتوگرافی قلم آغشته - لیتوگرافی مکانیکی - لیتوگرافی باریکه الکترونی

الف) این روش قدرت تفکیک بیشتر ولی سرعت کمتری نسبت به روش مورد (ج) دارد. همچنین توان عملیاتی (خروجی) این روش پایین است. نام این روش را بنویسید؟ (۰/۵ نمره)

ب) همانند مورد (د) از میکروسکوپ های نیروی اتمی (AFM) و میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) در این روش استفاده می شود. نام این روش را بنویسید؟ (۰/۵ نمره)

ج) این روش پرکاربردترین نوع لیتوگرافی در صنعت بوده و روشی مقرون به صرفه است؛ اما نیازمند محیطی عاری از گرد و غبار و قطرات مایع است. نام این روش را بنویسید؟ (۰/۵ نمره)

د) این روش مشابه نوشتن با دست است و نیازی به میدان الکترومغناطیس قوی و یا نیروی برشی ندارد. همچنین می توان از پروتئین ها به عنوان جوهر در آن استفاده کرد. نام این روش را بنویسید؟ (۰/۵ نمره)

ه) محدودیت اصلی روش (الف) چیست؟ (۰/۵ نمره)

و) در فرآیند لیتوگرافی با مهر زدن در ابعاد نانو، از یک قالب سخت برای حک کردن فیلم پلیمری و ایجاد الگوی نانومتری روی آن استفاده می شود. برای طراحی این قالب ها معمولا از کدام روش های لیتوگرافی استفاده می شود؟ (دو مورد نام ببرید). (۱ نمره)

ز) روش مورد (ج) به سه دسته تقسیم بندی می شود. این سه دسته را نام ببرید؟ (۱/۵ نمره)

م) کدام روش از دسته های مورد (ر) برای ایجاد طرح هایی در حد چند میکرومتر و همچنین استفاده در آزمایشگاه و صنایع کوچک مناسب است؟ (۰/۵ نمره)

ز) روش مورد (ج) برای لیتوگرافی در مقیاس نانو مناسب است؟ چرا؟ (۱/۵ نمره)

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفتر چه سوالات تشریحی)

سوال تشریحی ۴ (۳/۵ نمره) - یک شرکت تحقیقاتی، نمونه‌های ارسالی از شرکت‌های تولیدی را دریافت کرده و پس از انجام آزمون‌های مورد نیاز و بررسی نتایج بدست آمده از طریق واحد تحقیق و توسعه خود، راهکار مناسب برای بهینه‌سازی نمونه‌ها را ارائه می‌کند. کیانوش به عنوان کارشناس آزمایشگاه در این شرکت تحقیقاتی استخدام شده است. آزمایشگاه این شرکت تحقیقاتی مجهز به انواع میکروسکوپ‌های ذیل است:

- میکروسکوپ نوری (OM)
- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
 - آشکارساز الکترون‌های ثانویه (SE)
 - آشکارساز الکترون‌های برگشتی (BSE)
- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
 - حالت تصویربرداری تماسی
 - حالت تصویربرداری نیمه‌تماسی
 - حالت تصویربرداری غیر تماسی

نمونه‌های ارائه شده در جدول زیر، توسط این شرکت تحقیقاتی دریافت شده است. کیانوش آزمون‌های اولیه زیر را انجام داده و خوشبختانه واحد تحقیق و توسعه، موفق به ارائه راهکارهای مناسب شده است. جدول زیر را تکمیل کنید.

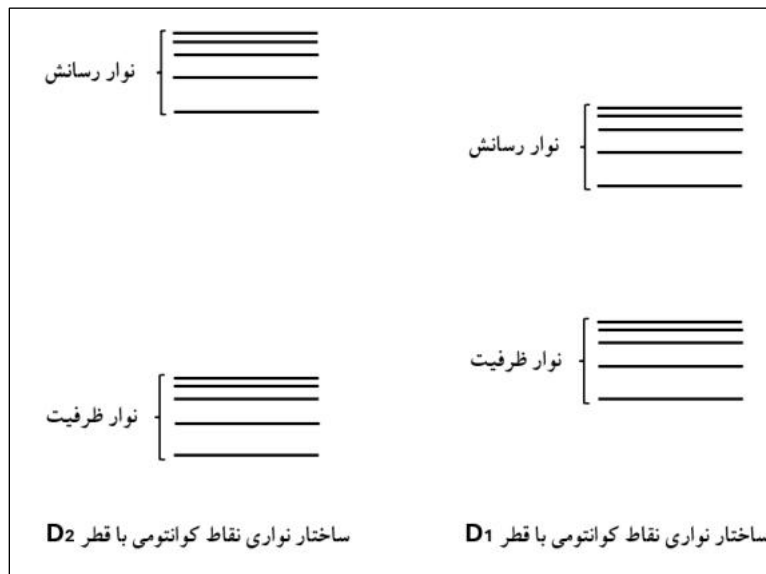
(۳/۵ نمره)

شماره	نمونه	آنالیز میکروسکوپی	حالت تصویربرداری یا نوع آشکارساز	راهکار مناسب بهینه‌سازی نمونه
۱	داروی ضد سرطان			تغییر اندازه نانولیپوزوم‌ها
۲	قطعه الکترونیکی پوشش داده شده			کاهش تغییر ارتفاع ناگهانی سطح
۳	پودر سیلیکای مزومتخلخل			افزایش قطر تخلخل
۴	نانو کامپوزیت			کاهش درصد نانوذرات کاربرد تنگستن
۵	ترکیب آلی			اصلاح ساختار مولکول آلی و پیوند کوالانسی

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

سوال تشریحی ۵ (۱۱ نمره) - استفاده از نانوسنسورها، یکی از استراتژی های مهم و پر کاربرد در تشخیص پزشکی است. در طراحی برخی از این نانوسنسورها، از نقاط کوانتومی به عنوان مواد نانو ساختار فلئوئورسنت با خواص نوری منحصر به فرد، استفاده می شود. در مطالعه صورت گرفته توسط گروهی از پژوهشگران، نانوسامانه ای متشکل از نقاط کوانتومی CdSe طراحی شده است. در طراحی این نانوسامانه از پدیده ای موسوم به FRET (Fluorescence resonance energy transfer) استفاده شده است. زمانی که دو ذره فلئوئورسنت که طیف نشر نور یکی با طیف جذب نور دیگری هم پوشانی بالایی دارد، در فاصله ای نزدیک نسبت به هم (کمتر از $1/5$ برابر شعاع فورستر) قرار گیرند، پدیده FRET رخ می دهد. با توجه به سوالات زیر، این پژوهشگران را در طراحی هرچه بهتر این سامانه یاری کنید.

الف) با توجه به ساختار نواری ارائه شده برای نقاط کوانتومی زیر، D_1 و D_2 را با هم مقایسه کنید؟ (۱ نمره، با بیان دلیل)

 D_2 برابر با D_1
 D_2 بزرگتر از D_1
 D_1 بزرگتر از D_2


ب) فرض کنید ظرف A، حاوی کلئوئید نقاط کوانتومی با قطر D_1 و ظرف B، حاوی کلئوئید نقاط کوانتومی با قطر D_2 است. ظروف A و B به صورت مجزا تحت تابش پرتوهای الکترومغناطیس با مشخصات ارائه شده در جدول زیر قرار می گیرند.

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

نماد پرتو	طیف موج پرتو تابیده شده (nm)
λ_1	۱۵۰-۲۵۰
λ_2	۴۵۰-۵۵۰
λ_3	۷۰۰-۸۰۰

با توجه به جدول آزمون زیر، انتظار انتشار چند پرتو با طیف موج مشخص از هر ظرف دارید؟ (۲/۵ نمره، با بیان دلیل)

ظرف	پرتو تابیده شده	ساعت انجام آزمون	انتشار پرتو
A	λ_1	۸ صبح	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>
	λ_2	۱۰ صبح	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>
	λ_3	۱۲ ظهر	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>
B	λ_1	۲ بعد از ظهر	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>
	λ_2	۴ بعد از ظهر	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>
	λ_3	۶ عصر	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>

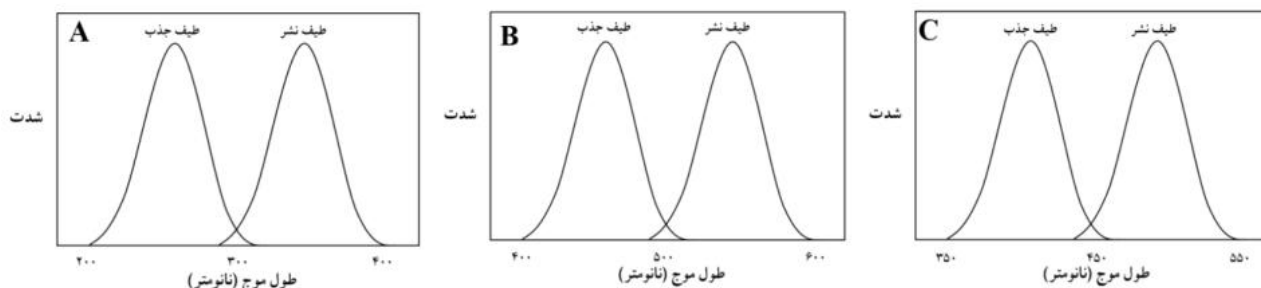
ج) فرض کنید ظرف C حاوی نقاط کوانتومی با قطر D_1 و قطر D_2 است. در صورتی که این نقاط کوانتومی در فاصله ای نزدیک به هم (کمتر از ۱/۵ برابر شعاع فورستر) قرار گیرند، کدامیک از عبارات زیر درست است؟ (۱ نمره، با بیان دلیل)

عبارت اول: طیف نشر نور نقاط کوانتومی با قطر D_1 با طیف جذب نور نقاط کوانتومی با قطر D_2 ، هم پوشانی دارد.

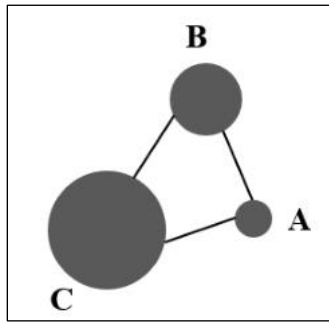
عبارت دوم: طیف نشر نور نقاط کوانتومی با قطر D_2 با طیف جذب نور نقاط کوانتومی با قطر D_1 ، هم پوشانی دارد.

د) طیف جذب و نشر نور برای سه دسته نقاط کوانتومی با قطر مختلف در شکل نشان داده شده است. کدام دسته از

نقاط کوانتومی در فاصله نزدیک به هم، پدیده FRET را ایجاد می کنند؟ (۲ نمره، با بیان دلیل)

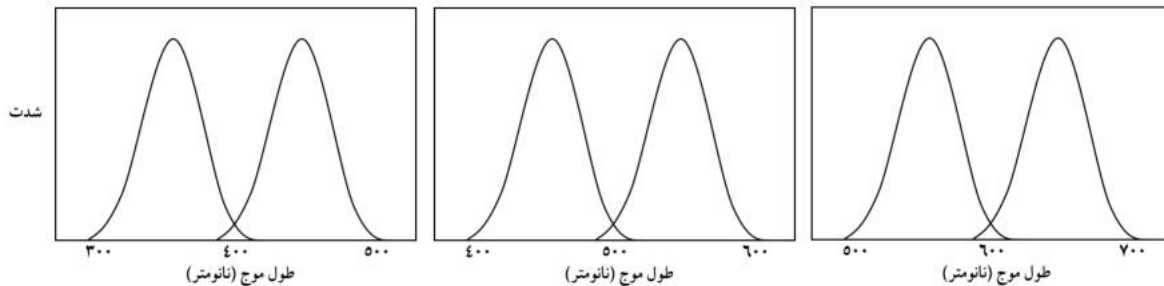


مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفتر چه سوالات تشریحی)

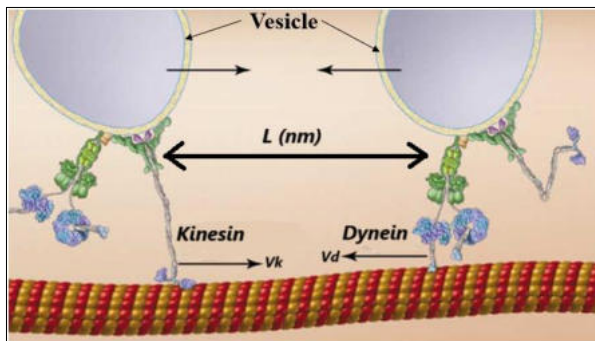


ه) نانوسامانه‌ای از سه نقطه کوانتومی کروی با قطرهای مختلف و بارهای الکتریکی هم‌نام تشکیل شده است. این نقاط کوانتومی، مطابق شکل با لینکرهای کووالانسی پیتیدی هم‌اندازه (اندکی کمتر از $1/5$ برابر شعاع فورستر) به هم متصل شده‌اند. سه طیف جذب و نشر زیر برای این نقاط موجود است. فرض کنید با افزودن پروتئاز فعال (آنزیم تجزیه‌کننده پیوندهای پیتیدی) به کلئید حاوی این نانوسامانه، حداقل

یک لینکر پیتیدی بین نقاط کوانتومی قطع شود. به نظر شما در چند حالت محتمل است با تابش پرتو فرابنفش با طول موج 350 نانومتر به این نانوسامانه، نشر طول موج 450 نانومتر از این سامانه ثبت شود؟ ($4/5$ نمره، بررسی حالات مختلف)



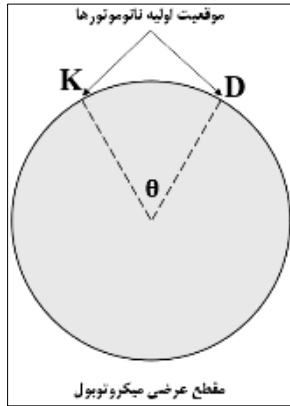
سوال تشریحی ۶ (۱۱ نمره) - موتورهای پروتئینی، نانوماشین‌های طبیعی هستند که با مصرف انرژی در سلول‌ها، انواع حرکت‌های ریز سلولی مانند حمل و نقل وزیکول‌ها (Vesicle) و نیز حرکت‌های بزرگی نظیر زنش تاژک و مژک‌ها را طی حرکاتی شبیه راه رفتن انسان انجام می‌دهند. داینین‌ها (Dynein) و کاینزین‌ها (Kinesin) از این دسته نانوموتورها هستند که روی لوله‌های پروتئینی میکروتوبولی در جهات مختلف راه می‌روند.



فرض کنید روی یک میکروتوبول (مطابق شکل روبرو)، داینینی حاوی وزیکول از سمت راست و کاینزینی حاوی وزیکول از سمت چپ به سوی یکدیگر حرکت می‌کنند و هر 2 میلی‌ثانیه روی محیط میکروتوبول یک دوازدهم محیط را می‌چرخند. شرط ادغام دو وزیکول با هم، چهره

مرحله دوم شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو (دفترچه سوالات تشریحی)

به چهره هم شدن و تلاقی این نانوماشین‌ها، دقیقا در یک نقطه است. سرعت داینتین، ۲ نانومتر بر میلی ثانیه و سرعت کاینزین، ۱ نانومتر بر میلی ثانیه است. با توجه به توضیحات به سوالات زیر پاسخ دهید.



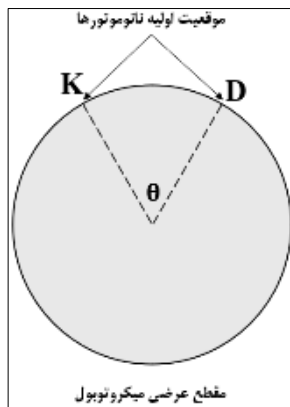
الف) دو نانوموتور نشان داده شده در شکل مقابل، پس از ۲ میلی ثانیه، ادغام و زیگولی می‌شوند. جهت حرکت این دو نانوموتور (ساعتگرد یا پادساعتگرد) را مشخص کنید ($\theta = 60^\circ$)؟ (۳/۵ نمره)

ب) داینتین و کاینزین در فاصله L از یکدیگر و در موقعیت مشابه روی محیط میکروتوبول (مطابق شکل زیر) قرار دارند. مقدار کمینه L برای ادغام و زیگولی را بدست آورید؟ (۲/۵ نمره)



ج) در شکل مقابل چنانچه هر ۲ میلی ثانیه، کاینزین یک دوازدهم محیط را بچرخد و سرعت چرخش داینتین دو برابر کاینزین باشد، مقدار کمینه L برای ادغام و زیگولی را بدست آورید؟ (۲ نمره)

د) چنانچه داینتین و کاینزین از یکدیگر فاصله ۱۹۲ نانومتری داشته باشند، مقدار θ برای ادغام و زیگولی چقدر است؟ (۳ نمره)

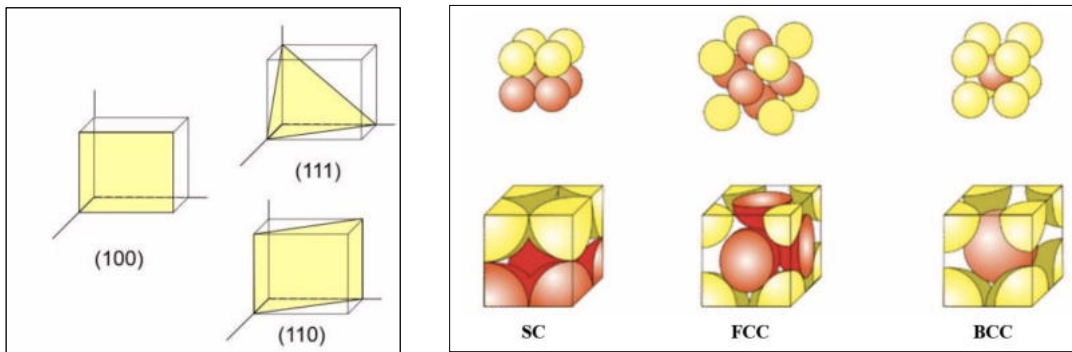


به نام خدا

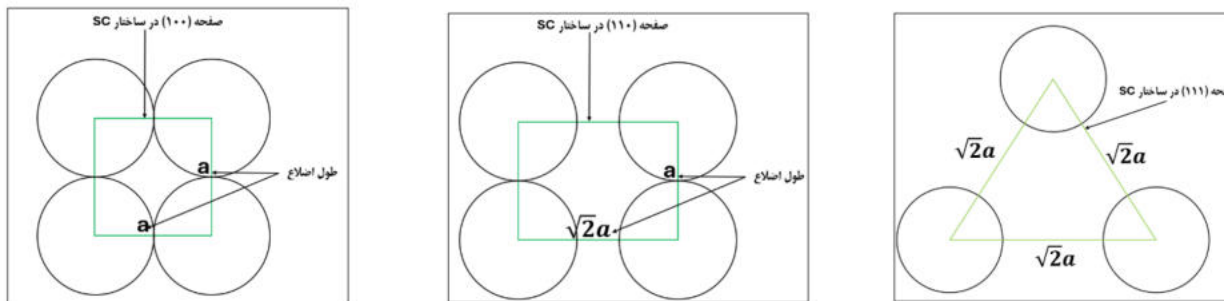
پاسخ نامه تشریحی آزمون تشریحی مرحله دوم دوره ۱۶

پاسخ تشریحی سوال ۱:

الف و ب)



ج) شبکه بلوری مکعبی ساده:



$$X_{(hkl)} = \frac{\text{مساحت اتمها}}{S_{(hkl)}} = \frac{n_{atom} \times S_{atom}}{S_{(hkl)}}$$

n_{atom} : تعداد اتمها

S_{atom} : مساحت اتمها

$S_{(hkl)}$: مساحت صفحه بلوری

$$X_{(100)} = \frac{1 \times S_{atom}}{a^2}$$

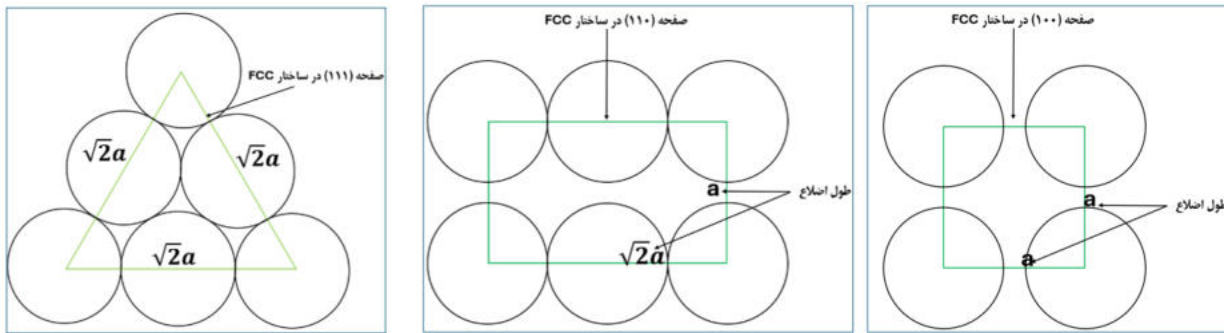
$$X_{(110)} = \frac{1 \times S_{atom}}{\sqrt{2}a^2}$$

$$X_{(111)} = \frac{0.5 \times S_{atom}}{\frac{\sqrt{3}}{2} a^2}$$

بنابراین داریم:

$$X_{(111)} < X_{(110)} < X_{(100)}$$

- شبکه بلوری مکعبی وجوه پر:



$$X_{(100)} = \frac{1 \times S_{atom}}{a^2}$$

$$X_{(110)} = \frac{2 \times S_{atom}}{\sqrt{2} a^2}$$

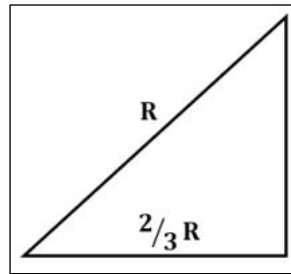
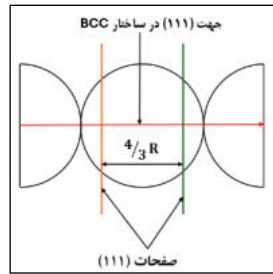
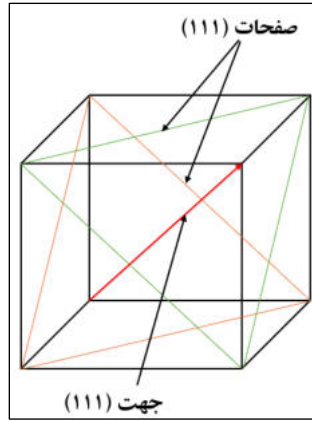
$$X_{(111)} = \frac{2 \times S_{atom}}{\frac{\sqrt{3}}{2} a^2}$$

بنابراین داریم:

$$X_{(100)} < X_{(110)} < X_{(111)}$$

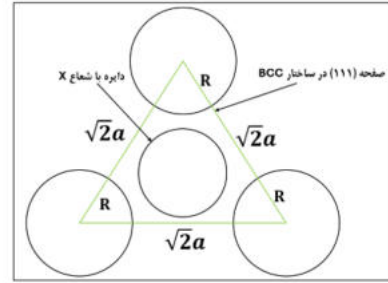
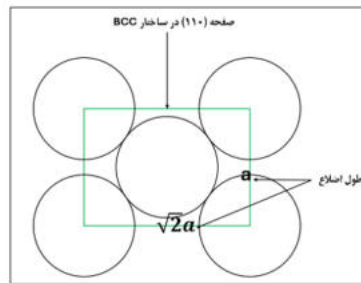
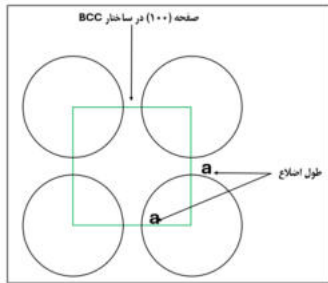
- شبکه بلوری مکعبی مرکز پر:

برای محاسبه مساحت اشغال شده صفحه (111) توسط اتمها در شبکه بلوری مکعبی مرکز پر باید نحوه برش اتم مرکزی سلول واحد توسط این صفحه بررسی شود.



$$\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + X^2 = R^2 \rightarrow X = \frac{\sqrt{5}}{3}R$$

در نتیجه داریم:



$$X_{(100)} = \frac{1 \times S_{atom}}{a^2} = \frac{\pi R^2}{a^2}$$

$$X_{(110)} = \frac{2 \times S_{atom}}{\sqrt{2}a^2} = \frac{2}{\sqrt{2}} \left(\frac{\pi R^2}{a^2}\right)$$

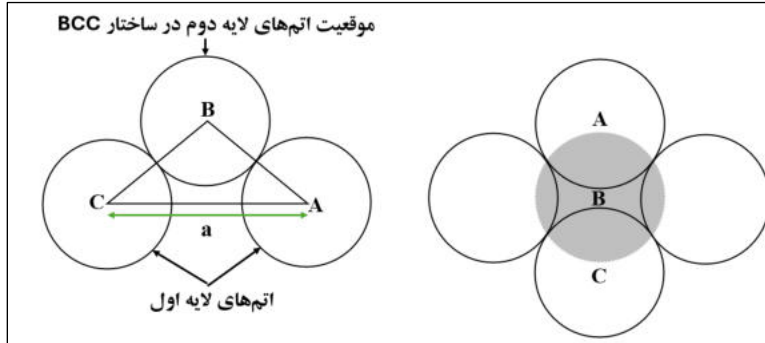
$$X_{(111)} = \frac{0.5 \times S_{atom}}{\frac{\sqrt{3}}{2}a^2} = \frac{(0.5 \times \pi(R)^2) + \pi\left(\frac{\sqrt{5}}{3}R\right)^2}{\frac{\sqrt{3}}{2}a^2} = \frac{(0.5 + 5/9) \times \pi(R)^2}{\frac{\sqrt{3}}{2}a^2} = \frac{19}{9\sqrt{3}} \left(\frac{\pi R^2}{a^2}\right)$$

بنابراین داریم:

$$X_{(100)} < X_{(111)} < X_{(110)}$$

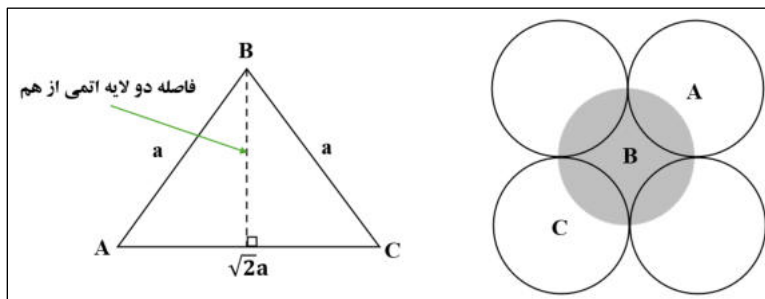
(د) با توجه به تصاویر و توضیحات بخش ج، چیدمان اتمی شبکه‌های بلوری FCC و BCC و SC به ترتیب A, B, C خواهد بود.

(ه) شبکه بلوری مکعبی مرکز پر (چیدمان A):



$$(فاصله دو لایه اتمی)^2 = (\sqrt{2}R)^2 - \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2 = (\sqrt{2}R)^2 - \left(\frac{\sqrt{2}R}{\sqrt{3}}\right)^2 = (\sqrt{2}R)^2 \times \left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow فاصله دو لایه اتمی = \sqrt{\frac{2}{3}}R$$

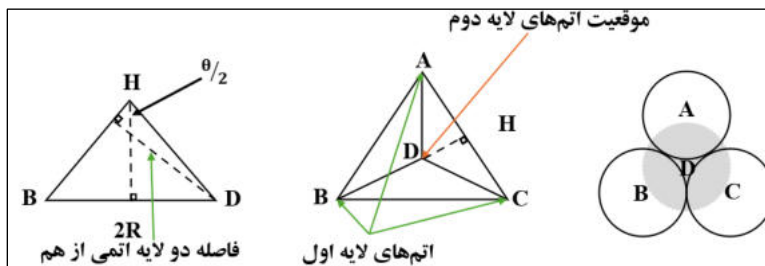
شبکه بلوری مکعبی ساده (چیدمان B):



$$(فاصله دو لایه اتمی)^2 = (\sqrt{2}R)^2 - \left(\frac{\sqrt{2}a}{\sqrt{2}}\right)^2 = (\sqrt{2}R)^2 - (\sqrt{2}R)^2 = 2R^2$$

$$فاصله دو لایه اتمی = \sqrt{2}R$$

شبکه بلوری مکعبی وجوه پر (چیدمان C):



$$BH = DH = DAC \text{ مثلث ارتفاع } = \sqrt{3}R \rightarrow \sin(\theta/\sqrt{2}) = \frac{R}{DH} = \frac{R}{\sqrt{3}R} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos(\pi/\sqrt{2} - \theta) = \frac{\text{فاصله دو لایه اتمی}}{DH}$$

$$\cos(\pi/\sqrt{2} - \theta) = \sin(\theta) = \sqrt{2} \sin(\theta/\sqrt{2}) \cos(\theta/\sqrt{2}) = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$\text{فاصله دو لایه اتمی} = DH \times \cos(\pi/\sqrt{2} - \theta) = \sqrt{3}R \times \frac{2\sqrt{2}}{3} = \sqrt{\frac{2}{3}}R$$

(و) طول هر نانوذره از رابطه زیر بدست می آید:

شعاع اتم لایه آخر + (فاصله دو لایه اتمی مجاور \times تعداد لایه ها) + شعاع اتم لایه اول = طول نانوذره

به عبارت دیگر برای هر سه نانوذره با شبکه های بلوری مختلف داریم:

$$L_{SC} = 2R + n_{SC} \times (\sqrt{2}R)$$

$$L_{BCC} = 2R + n_{BCC} \times \left(2\sqrt{\frac{3}{2}}R\right)$$

$$L_{FCC} = 2R + n_{FCC} \times \left(2\sqrt{\frac{2}{3}}R\right)$$

تعداد لایه های اتمی از رابطه زیر بدست می آید:

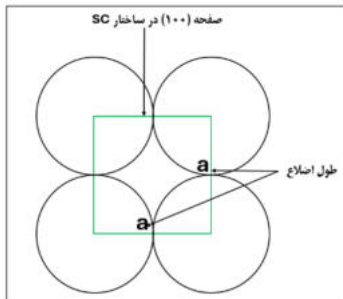
$$N = \frac{\text{تعداد اتم های یک لایه}}{\text{تعداد لایه های اتمی}}$$

$$n_{SC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم های یک لایه}}$$

$$n_{BCC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم های یک لایه}}$$

$$n_{FCC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم های یک لایه}}$$

تعداد اتم های اشغال کننده سطح 100×100 نانومتر در 100×100 نانومتر ($N_{100 \times 100}$) برابر است با:



$$N_{100 \times 100, SC} = \frac{(100)^2}{a^2} \times 1 = \frac{(100)^2}{(2R \times 10^{-3})^2} = \frac{10^{10}}{(2R)^2} = \frac{10^{10}}{4R^2}$$

$$N_{100 \times 100, BCC} = \frac{(100)^2}{\sqrt{2}a^2} \times 2 = \frac{(100)^2}{\sqrt{2} \left(\frac{4R}{\sqrt{3}} \times 10^{-3}\right)^2} = \frac{10^{10}}{\sqrt{2} \left(\frac{4R}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

$$= \frac{3 \times 10^{10}}{16\sqrt{2}R^2}$$

$$N_{100 \times 100, FCC} = \frac{(100)^2}{\frac{\sqrt{3}}{2}a^2} \times 2 = \frac{(100)^2}{\frac{\sqrt{3}}{2} \left(\frac{4R}{\sqrt{2}} \times 10^{-3}\right)^2} = \frac{10^{10}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \left(\frac{4R}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$= \frac{10^{10}}{4\sqrt{3}R^2}$$

$$n_{SC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم های یک لایه}} = \frac{N}{\frac{4R^2}{10^{10}}} = \frac{4R^2 N}{10^{10}}$$

$$n_{BCC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم های یک لایه}} = \frac{N}{\frac{3 \times 10^{10}}{16\sqrt{2}R^2}} = \frac{16\sqrt{2}R^2 N}{3 \times 10^{10}}$$

$$n_{FCC} = \frac{N}{\text{تعداد اتم‌های یک لایه}} = \frac{N}{\frac{10^{10}}{4\sqrt{3}R^2}} = \frac{4\sqrt{3}R^2 N}{10^{10}}$$

$$L_{SC} = \left[2R + \frac{4R^2 N}{10^{10}} \times (\sqrt{3}R) \right] \times 10^{-7} \text{ nm}$$

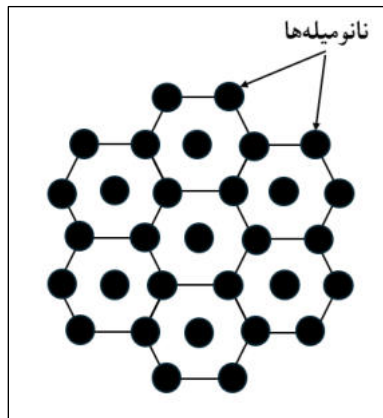
$$L_{BCC} = \left[2R + \frac{16\sqrt{3}R^2 N}{3 \times 10^{10}} \times \left(2\sqrt{\frac{2}{3}}R \right) \right] \times 10^{-7} \text{ nm}$$

$$L_{FCC} = \left[2R + \frac{4\sqrt{3}R^2 N}{10^{10}} \times \left(2\sqrt{\frac{2}{3}}R \right) \right] \times 10^{-7} \text{ nm}$$

لازم به ذکر است که مقدار R در روابط فوق بر حسب پیکومتر است.

پاسخ تشریحی سوال ۲:

(الف)



(ب)

تعداد نانومیله‌های موجود در یک سانتی‌متر مربع از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد نانومیله‌ها} = \frac{0.1571 \text{ cm}^2}{\pi \times (50 \times 10^{-7} \text{ cm})^2} = \frac{5\pi \times 10^{-2}}{\pi \times 25 \times 10^{-12}} = \frac{10^{-2}}{10^{-12}} = \frac{10^{10}}{5}$$

با توجه به طرح‌واره ارائه شده در بخش الف، هر شش ضلعی حاوی ۳ نانومیله (یک نانومیله در مرکز، ۲ نانومیله در گوشه‌ها)

است. در نتیجه تعداد شش ضلعی‌های اشغال شده توسط میله‌ها برابر است با:

$$\text{تعداد شش ضلعی‌ها} = \frac{10^{10}/5}{3} = \frac{10^{10}}{15}$$

مساحت هر شش ضلعی:

$$\text{مساحت هر شش ضلعی} = \frac{10^{14} \text{ nm}^2}{10^{10}/15} = 15 \times 10^4 \text{ nm}^2$$

برای محاسبه طول ضلع شش ضلعی داریم:

$$\text{طول ضلع} = \sqrt{\frac{2 \times 15 \times 10^4 \text{ nm}^2}{3\sqrt{3}}} \rightarrow (\text{طول ضلع})^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \text{مساحت هر شش ضلعی}$$

$$= \sqrt{\frac{10 \times 10^4}{\sqrt{3}}} \text{ nm} \cong 240 \text{ nm}$$

ج) عملکرد کاتالیست با توجه به درصد افزایش سطح آن بهبود می یابد. محاسبه افزایش سطح ناشی از اعمال نانومیله های پلاتینی به سطح کاتالیست از طریق زیر صورت می گیرد:

$$\text{تعداد نانومیله} \times \text{سطح نانومیله} = \text{افزایش سطح}$$

برای تعیین سطح نانومیله باید ارتفاع میانگین نانومیله ها نیز محاسبه شود. با توجه به مقدار پلاتین مصرف شده به ازای هر سانتی متر مربع از سطح کاتالیست، حجم پلاتین مصرفی بدست می آید:

$$\text{حجم پلاتین مصرفی} = \frac{0.135 \times 10^{-3} \text{ gr}}{21.45 \text{ gr/cm}^3} = 6.2937 \times 10^{-6} \text{ cm}^3$$

با توجه به پوشانده شدن ۱۵/۷۱ درصد از سطح کاتالیست ارتفاع میانگین نانومیله ها برابر است با:

$$\text{ارتفاع میانگین} = \frac{6.2937 \times 10^{-6} \text{ cm}^3}{0.1571 \text{ cm}^2} \cong 4 \times 10^{-5} \text{ cm} = 400 \text{ nm}$$

در نتیجه سطح در دسترس هر نانومیله برابر است با:

$$\text{سطح در دسترس نانومیله} = [\pi \times (50 \times 10^{-7})^2] \text{ cm}^2 + [2\pi \times 50 \times 10^{-7} \times 400 \times 10^{-7}] \text{ cm}^2$$

$$= 4.25 \times 10^{-10} \text{ cm}^2$$

سطح حاصل از کل نانومیله ها برابر است با:

$$\text{سطح حاصل از کل نانومیله ها} = 4.25 \times 10^{-10} \text{ cm}^2 \times \frac{10^{10}}{5} = 0.85 \text{ cm}^2$$

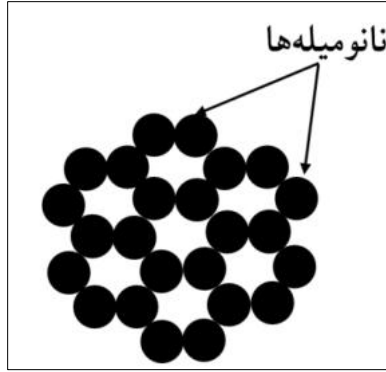
در نتیجه سطح در دسترس کاتالیست جدید برابر است با:

$$\text{سطح در دسترس کاتالیست جدید} = 1 \text{ cm}^2 - 0.157 \text{ cm}^2 + 0.85 \text{ cm}^2 = 1.693 \text{ cm}^2$$

$$\alpha \approx 52\% \quad (\frac{69}{3\%} \times \frac{0}{75})$$

در نهایت می توان نتیجه گرفت که حدود ۵۲ درصد، عملکرد بهبود می یابد.

د) در این حالت طرحواره چیدمان نانومیله ها به شکل زیر است:



بیشترین میزان بهبود عملکرد زمانی رخ می‌دهد که بیشترین افزایش سطح ناشی از نانومیله‌های پلاتین را داشته باشیم. در این حالت طول ضلع شش ضلعی برابر با قطر نانومیله (۱۰۰ نانومتر) می‌شود و داریم:

$$\text{مساحت هر شش ضلعی} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times (\text{طول ضلع})^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times (10^{-5})^2 \text{ cm}^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^{-10} \text{ cm}^2$$

تعداد شش ضلعی‌ها در هر سانتی‌متر مربع برابر است با:

$$\text{تعداد شش ضلعی‌ها} = \frac{1 \text{ cm}^2}{\frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^{-10} \text{ cm}^2} = \frac{2}{3\sqrt{3}} \times 10^{10}$$

با توجه به طرحواره ارائه شده، هر شش ضلعی حاوی ۲ نانومیله در گوشه‌ها است. در نتیجه تعداد نانومیله‌های موجود در یک سانتی‌متر مربع از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد نانومیله‌ها} = \text{تعداد شش ضلعی‌ها} \times 2 = \frac{4}{3\sqrt{3}} \times 10^{10}$$

مقدار پلاتین مورد نیاز برابر است با:

چگالی پلاتین \times حجم نانومیله \times تعداد نانومیله = مقدار پلاتین

$$= \frac{4}{3\sqrt{3}} \times 10^{10} \times \pi (5 \times 10^{-6})^2 \times 2 \times 10^{-5} \times 21.45$$

$$= \frac{4}{3\sqrt{3}} \times 10^{10} \times \pi \times 25 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^{-5} \times 21.45$$

$$= \frac{4}{3\sqrt{3}} \times \pi \times 50 \times 21.45 \times 10^{-7} = 7.78 \times 10^{-4} \text{ gr} = 0.778 \text{ mgr}$$

مقدار پلاتین مورد نیاز ۰/۷۷۸ میلی‌گرم است.

پاسخ تشریحی سوال ۳:

الف) لیتوگرافی باریکه الکترونی

ب) لیتوگرافی مکانیکی

ج) لیتوگرافی نوری

د) لیتوگرافی قلم آغشته

ه) دشواری تولید منابع باریکه الکترونی

و) لیتوگرافی نوری، لیتوگرافی باریکه الکترونی

ر) چاپ تماسی، چاپ مجاورتی، چاپ پرتوافکنی

م) تماسی، مجاورتی

ز) خیر، در لیتوگرافی نوری از امواج الکترومغناطیس با طول موج مشخص استفاده می شود. به همین دلیل، این روش وضوح محدودی داشته و برای لیتوگرافی در مقیاس نانو مناسب نیست.

پاسخ تشریحی سوال ۴:

شماره	نمونه	آنالیز میکروسکوپی	حالت تصویربرداری یا نوع آشکارساز	راهکار مناسب بهینه سازی نمونه
۱	داروی ضد سرطان	TEM	-	تغییر اندازه نانولیپوزومها
۲	قطعه الکترونیکی پوشش داده شده	AFM	تصویربرداری تماسی	کاهش تغییر ارتفاع ناگهانی سطح
۳	پودر سیلیکای مزومتخلخل	TEM SEM	- SE	افزایش قطر تخلخل
۴	نانو کامپوزیت	SEM	BSE	کاهش درصد نانوذرات کاربرد تنگستن
۵	ترکیب آلی	AFM	تصویربرداری غیر تماسی	اصلاح ساختار مولکول آلی و پیوند کوالانسی

پاسخ تشریحی سوال ۵:

الف) کاهش اندازه نانوذرات، منجر به شکافته شدن هر چه بیشتر نوارهای انرژی می شود. این امر موجب می گردد تا شکاف انرژی با کاهش اندازه ذرات بزرگتر شود. در نتیجه $D_2 < D_1$.

ب) هر نقطه کوانتومی، بسته به اندازه خود، طیف انرژی مجزایی داشته و توسط فوتون‌هایی با انرژی مشخص برانگیخته می‌شود. در حالت آسایش الکترون‌های برانگیخته، انرژی که با بازگشت الکترون به حالت پایه به شکل فوتون منتشر می‌شود، برابر شکاف انرژی است. از این رو هر نقطه کوانتومی، متناسب با اندازه خود پرتویی با طول موج خاص منتشر می‌کند. در نتیجه چنانچه از بین سه طیف پرتو تابیده شده به هر یک از کلونیدها، انرژی مشخصه برای برانگیختن الکترون‌های نوار ظرفیت تامین شود، پرتویی با طول موج خاص از کلونید منتشر می‌شود و در غیر این صورت برانگیختگی اتفاق نیفتاده و پرتویی ساطع نمی‌شود.

تعداد پرتو منتشر شده از ظرف A: صفر یا یک؛

تعداد پرتو منتشر شده از ظرف B: صفر یا یک.

ج) با توجه به ساختار نواری ارائه شده برای نقاط کوانتومی با قطر D_1 بدیهی است که انرژی آسایش الکترون‌های برانگیخته در این ذرات (شکاف انرژی) کمتر از انرژی لازم برای برانگیختن الکترون‌های نوار ظرفیت نقاط کوانتومی با قطر D_2 است و در نتیجه تاباندن پرتو فرابنفش به نقاط کوانتومی با قطر D_1 ، نمی‌تواند منجر به انتشار نور از نقاط کوانتومی با قطر D_2 شود و عبارت دوم درست است.

د) طیف نشر نور A با طیف جذب نور C هم‌پوشانی بالایی دارد ولی با طیف جذب نور B هم‌پوشانی ندارد. در نتیجه در حالتی که ذرات A و C به هم نزدیک باشند (کمتر از $1/5$ برابر شعاع فورستر)، پدیده FRET رخ می‌دهد.

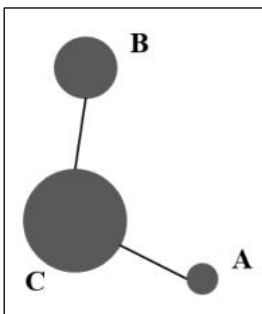
ه) با توجه به هم‌نام بودن بار الکتریکی ذرات، در صورت بریده شدن پیوند پپتیدی، ذرات از هم فاصله گرفته و فاصله آن‌ها بیشتر از $1/5$ برابر شعاع فورستر می‌شود و در نتیجه پدیده FRET رخ نمی‌دهد.

یک برش:

برش پپتید بین A و B: نشر پرتو با طول موج ۴۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

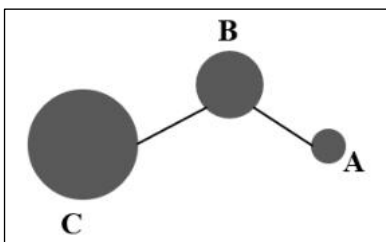
فاصله زیاد از B و عدم رخداد پدیده FRET



برش پپتید بین A و C: نشر پرتو با طول موج ۶۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

جذب ۴۵۰ توسط B و نشر ۵۵۰



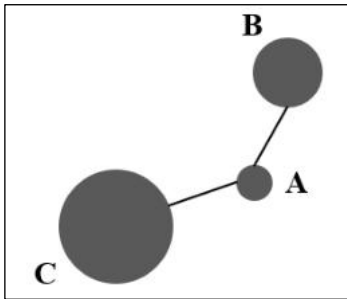
جذب ۵۵۰ توسط C و نشر ۶۵۰

برش پیتید بین B و C: نشر پرتو با طول موج ۵۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

جذب ۴۵۰ توسط B و نشر ۵۵۰

فاصله زیاد از C و عدم رخداد پدیده FRET

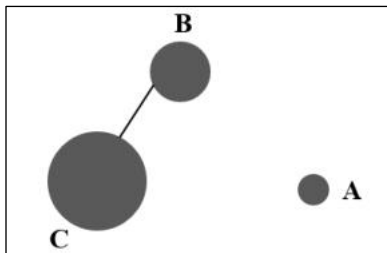


دو برش:

برش دو پیوند مجاور A: نشر پرتو با طول موج ۴۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

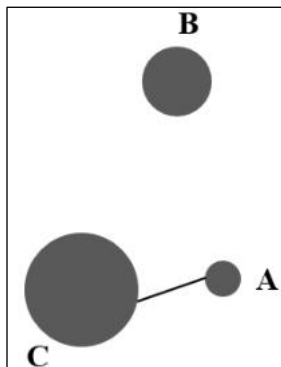
فاصله زیاد از B و عدم رخداد پدیده FRET



برش دو پیوند مجاور B: نشر پرتو با طول موج ۴۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

فاصله زیاد از B و عدم رخداد پدیده FRET

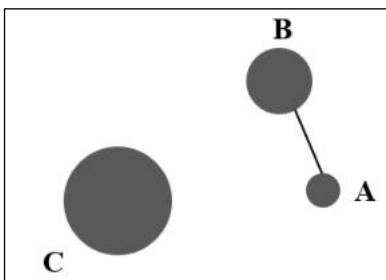


برش دو پیوند مجاور C: نشر پرتو با طول موج ۵۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

جذب ۴۵۰ توسط B و نشر ۵۵۰

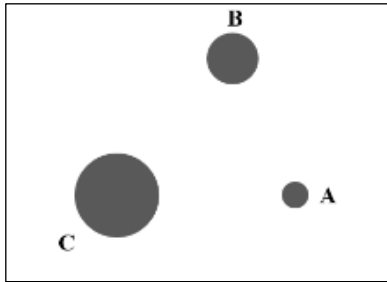
فاصله زیاد از C و عدم رخداد پدیده FRET



سه برش: نشر پرتو با طول موج ۴۵۰ نانومتر

جذب ۳۵۰ توسط A و نشر ۴۵۰

فاصله زیاد از B و عدم رخداد پدیده FRET

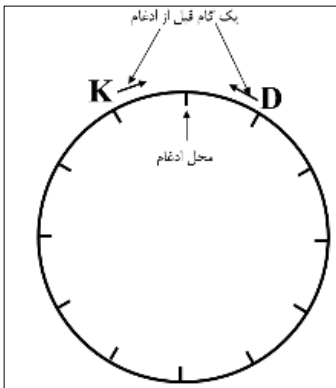


نهایتاً می توان نتیجه گرفت در **۴ حالت برش** پیوندهای پپتیدی، نشر ۴۵۰ نانومتر را خواهیم داشت.

پاسخ تشریحی سوال ۶:

الف) با توجه به چرخش یک دوازدهمی هر نانوموتور در ۲ میلی ثانیه، می توان محیط دایره را به ۱۲ ناحیه مساوی تقسیم کرد (مشابه ساعت). از آنجایی که زاویه بین دو نانوموتور ۶۰ درجه است، بنابراین اختلاف موقعیت این دو نانوموتور به طریق زیر محاسبه می شود:

$$\text{اختلاف موقعیت} = \frac{60}{360} \times 12 = 2$$

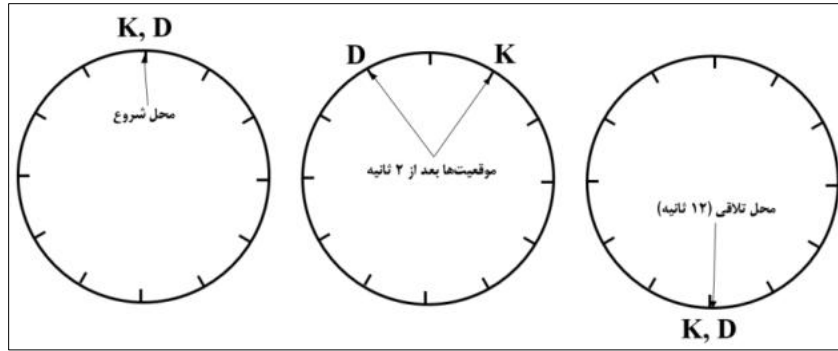


به طور مثال اگر داینین در موقعیت ساعت ۱ قرار داشته باشد، کاینزین در موقعیت ساعت ۱۱ قرار دارد (مطابق شکل).

از طرفی با توجه به اینکه بعد از ۲ میلی ثانیه دو نانوموتور به هم رسیده و ادغام می شوند، در نتیجه هر دو نانوموتور با یک تغییر موقعیت به هم رسیده و ادغام می شوند. بنابراین راستای حرکت دو نانوموتور مشابه شکل می شود.

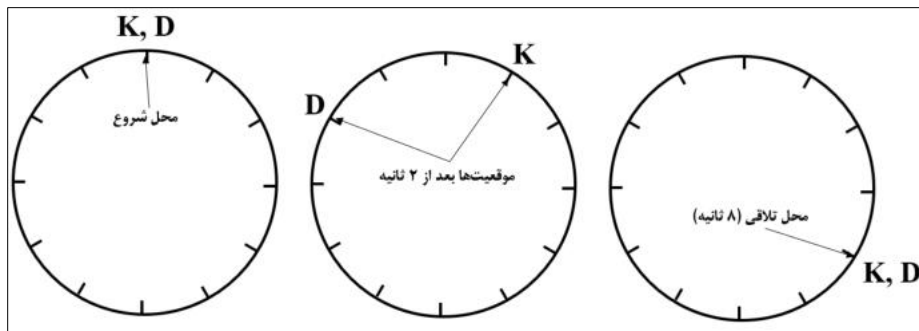
بنابراین نانوموتور داینین پادساعتگرد و نانوموتور کاینزین ساعتگرد می چرخند.

ب) با توجه به موقعیت مشابه دو نانوموتور و سرعت چرخش برابر به دور میکروتوبول، امکان تلاقی این دو با یکدیگر پس از چرخش به میزان نیم دور می رود.



در نتیجه پس از ۱۲ میلی ثانیه امکان تلاقی این دو می‌رود. از طرف دیگر از مطالب فیزیک دبیرستان می‌دانیم که سرعت نسبی دو متحرک که به سوی یکدیگر حرکت می‌کنند، جمع آن دو است؛ پس می‌توان کاینزین را ثابت در نظر گرفت و داینین را با سرعت ۳ نانومتر بر میلی ثانیه به سویش گسیل داشت. در نتیجه کمترین فاصله‌ای که امکان ادغام دو نانوموتور می‌رود، ۳۶ نانومتر است.

(ج) با توجه به شکل زیر پس از ۸ ثانیه دو نانوموتور به هم رسیده و امکان ادغام وجود دارد. همچنین با توجه به سرعت نسبی ۳ نانومتر بر میلی ثانیه، فاصله کمینه در این حالت ۲۴ نانومتر به دست می‌آید.



(د) فاصله ۱۹۲ نانومتری از یکدیگر، با توجه به سرعت نسبی (۳ نانومتر بر میلی ثانیه) نانوموتورها معادل ۶۴ میلی ثانیه است. از طرفی با توجه به اینکه هر ۲ میلی ثانیه نانوموتورها یک دوازدهم محیط میکروتوبول را می‌چرخند، بنابراین به ازای هر ۲۴ ثانیه یک دور کامل می‌چرخند و در موقعیت اولیه خود قرار می‌گیرند. در نتیجه ۶۴ میلی ثانیه معادل ۲ دور چرخش کامل (۴۸ میلی ثانیه) و ۱۶ میلی ثانیه باقیمانده است. در نتیجه برای اینکه پس از طی این زمان باقیمانده، نانوموتورها در هم ادغام شوند، باید اختلاف موقعیت هشت دوازدهم (معادل ۱۶ میلی ثانیه) داشته باشند. بنابراین داریم:

$$\theta = \frac{8}{12} \times 360 = 240$$



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 (۷ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

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

دفترچه سوالات چهارگزینه ای پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو تاریخ: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۲۰	۱۴:۰۰	۹۰



نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

شماره سندلی

کد دفترچه

-

حوزه:

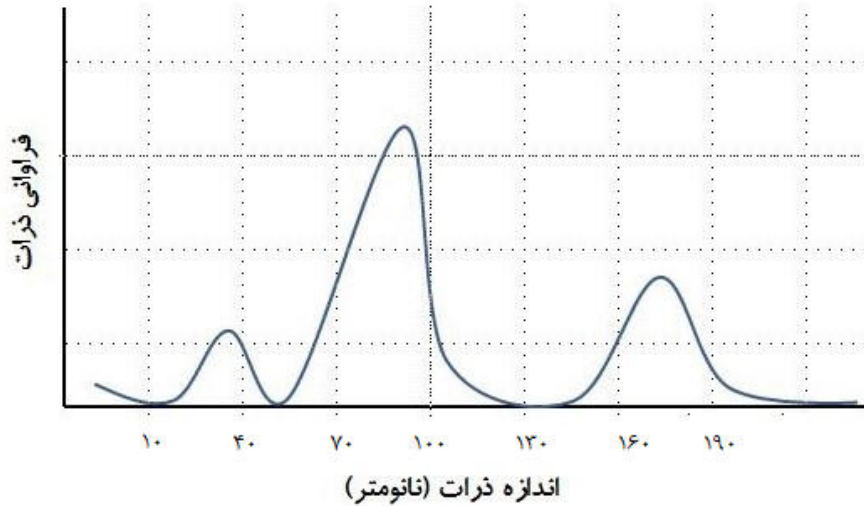
توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوالات این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده اند، این دو دفترچه جداگانه در اختیار شرکت کنندگان قرار می گیرد.
- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوال و پاسخ نامه چهارگزینه ای بنویسید.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نماید 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.
- یک برگه پاسخ نامه چهارگزینه 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.
- کلیه جواب ها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن ها هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- برگه پاسخ نامه شما را دستگاه تصحیح می کند. 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 خانه مورد نظر را کاملاً با مداد مشکی نرم، سیاه کنید.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می شود.
- دفترچه ها باید همراه با پاسخ نامه ها به مسئولین جلسه تحویل شود.
- پاسخ درست به هر سوال چهارگزینه ای ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱- تابع توزیع اندازه ذرات یک ماده به صورت نمودار زیر است. به نظر شما این ماده یک نانوماده محسوب می‌شود و چرا؟



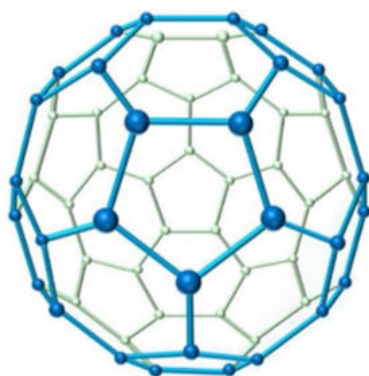
- (۱) بله - زیرا کلیه ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر هستند.
- (۲) بله - زیرا بیش از ۵۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر هستند.
- (۳) خیر - زیرا کمتر از ۵۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۵۰ نانومتر هستند.
- (۴) خیر - زیرا بیش از ۲۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای بزرگتر از ۵۰ نانومتر هستند.

۲- فرض کنید ماده‌ای دارای ساختار بلوری مکعبی مرکز پر (BCC) است و کلیه اتم‌های تشکیل دهنده آن جنس یکسانی دارند. اگر اتم مرکزی سلول‌های واحد با عنصری جایگزین شود که قطر آن ۴۰ درصد از قطر اتم‌های فلز زمینه کوچکتر باشد، در صورت کاهش شدید دمای ماده تا حد ممکن، ثابت شبکه سلول واحد حداکثر چند درصد تغییر خواهد کرد؟

- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد
- (۲) ۵۰ درصد افزایش می‌یابد
- (۳) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد
- (۴) ۵۰ درصد کاهش می‌یابد

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



۳- همانطور که می‌دانید؛ اتم‌های کربن موجود در ساختار فولرین با پیوندهای یگانه و دوگانه به یکدیگر متصل شده و یک شبکه با حلقه‌های حاوی پنج تا هفت اتم تشکیل می‌شود. پژوهشگری با استفاده از حذف ۲ اتم کربن از ساختار C_{60} ، فولرین C_{58} را تولید کرده است. در این فولرین اختلاف تعداد حلقه‌های ۶ضلعی و ۵ضلعی چه تعداد است؟

(راهنمایی: با توجه به فرایند تولید این فولرین‌ها، لزومی به ثابت بودن تعداد حلقه‌های ۵ضلعی نیست.)

(۱) ۲

(۲) ۴

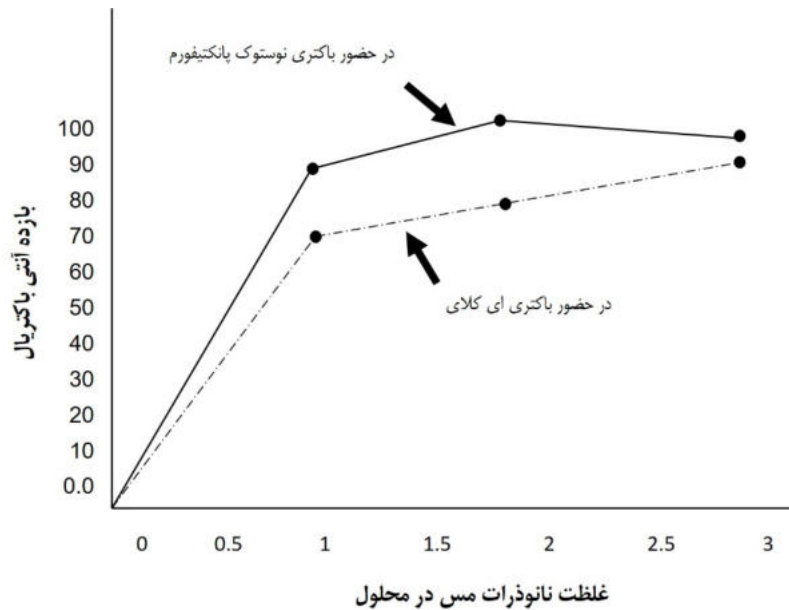
(۳) ۶

(۴) ۸

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۴- شرکتی به دنبال ساخت نانوذرات آلیاژی پایه مس با استفاده از فناوری انفجار الکتریکی سیسم است تا از آن در ساخت ابزارهای زیست پزشکی استفاده کند. مهندسان این شرکت برای این کار، از دو سیسم آلیاژی در هم تنیده به شکل سیسم پیچ استفاده می کنند. سیسم اول، آلیاژی با ترکیب $80wt\%Zn-20wt\%Cu$ و سیسم دوم، دارای ترکیب عنصری $90wt\%Zn-10wt\%Cu$ است. شما چه راهکاری برای دستیابی به بالاترین خاصیت آنتی باکتریال در نانوذرات سنتز شده پیشنهاد می کنید؟ بازده حذف باکتری های ای کلای و نوستوک پانکتیفورم توسط محلول های حاوی نانوذرات مس در نمودار زیر ارائه شده است.



(۱) افزایش قطر سیسم اول و کاهش قطر سیسم دوم

(۲) به جای گاز آرگون از محیط خلا استفاده کند.

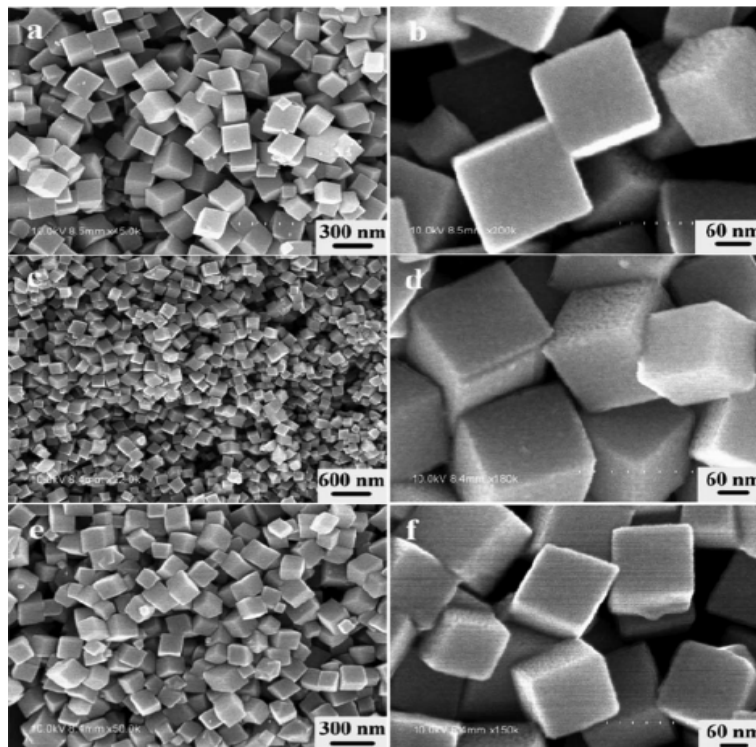
(۳) کاهش شدت جریان عبوری از سیسم اول نسبت به سیسم دوم

(۴) اتصال کامل دو سیسم فلزی به یکدیگر به جای ساختار سیسم پیچ

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۵- فلز مس در ساختار FCC متبلور شده و شعاع اتمی آن ۱۴۰ پیکومتر است. در پژوهشی با کنترل فرآیند جوانه زنی و رشد، امکان جوانه زنی مس از محلول فوق اشباع آن، به صورت جوانه های مکعبی شکل فراهم شده است (شکل زیر تصویر SEM این نانوذرات را بعد از رشد نشان می دهد)، طول ضلع بحرانی برای تشکیل جوانه مکعبی چقدر خواهد بود؟ این مقدار چند برابر شعاع بحرانی برای تشکیل یک جوانه کروی است؟ (۷ انرژی سطحی و $\Delta G v$ انرژی حجمی جوانه زنی است).



(۱) $\frac{4\gamma}{\Delta G v}$ ، دو برابر می شود

(۲) $\frac{2\gamma}{\Delta G v}$ ، دو برابر می شود

(۳) $\frac{4\gamma}{\Delta G v}$ ، نصف می شود

(۴) $\frac{2\gamma}{\Delta G v}$ ، نصف می شود

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۶- یکی از روش‌های نوین برای سنتز نانوذرات فلزی، استفاده از واکنش‌های احیای فوتوشیمیایی است که در طی آن، عامل احیاکننده با تحریک فوتون‌های پراثری فعال شده و در زنجیره واکنش‌های شیمیایی احیا مشارکت می‌کند. فرض کنید می‌خواهید با این روش، نانوذراتی از جنس نقره با اندازه متوسط ۵۰ نانومتر سنتز کنید. شما برای اینکار ابتدا ۱۰ گرم از ترکیب فرضی $C_3O_{10}H_4$ را به همراه مقدار کافی از نمک کلرید نقره تک ظرفیتی در اتانول بدون آب حل می‌کنید. اگر محصول تجزیه این ترکیب در حضور تابش نور پالسی، رادیکال آزاد OH^- و CO_2 باشد، چند گرم نانوذره نقره در این فرآیند سنتز می‌شود؟ (جرم مولی کربن، اکسیژن، نقره و هیدروژن به ترتیب برابر ۱۲، ۱۶، ۱۱۰ و ۱ گرم بر مول است)

(۱) ۱۱ گرم

(۲) ۲۲ گرم

(۳) ۴۰ گرم

(۴) ۵۲ گرم

۷- فرض کنید می‌توانید به کمک فرآیند هیدروترمال، نانوذراتی از جنس اکسید آهن مغناطیسی را با مورفولوژی‌های مختلف برفکی، شبه کروی، میله‌ای، و صفحه‌ای سنتز کنید. شما کدامیک از این نانوذرات را برای استفاده به عنوان نانوحامل (nanocarrier) جهت دارورسانی هدفمند به بافت‌های سرطانی پیشنهاد می‌دهید؟

(۱) نانوذرات صفحه‌ای با ضخامت ۱ نانومتر و مساحت سطحی ۱۰ نانومتر مربع

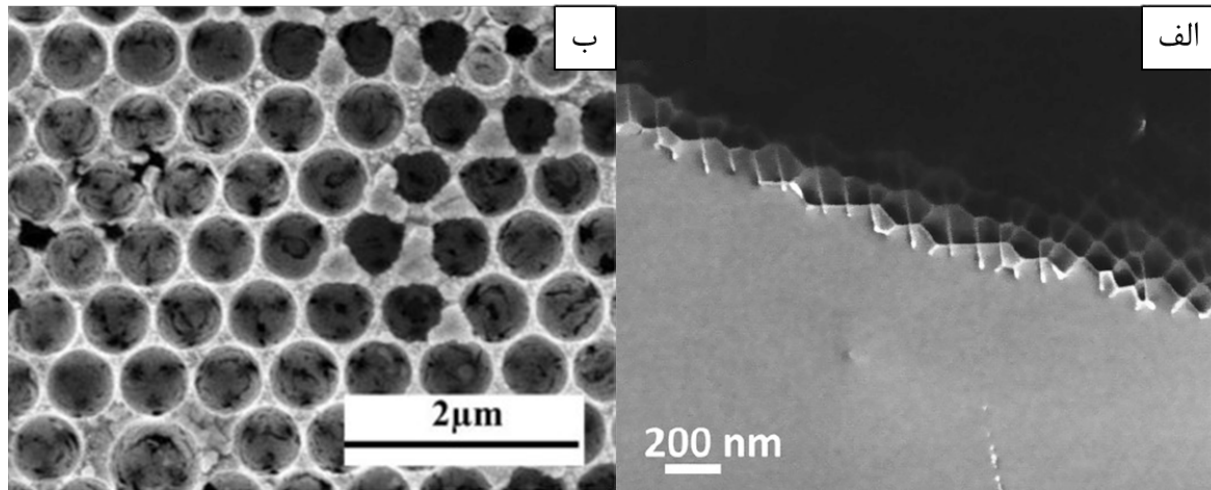
(۲) نانوذرات میله‌ای شکل به قطر ۴ نانومتر و طول ۲۰ نانومتر

(۳) نانوذرات برفکی شکل با زبری سطح بالا جهت قرارگیری بهتر دارو

(۴) نانوذرات شبه کروی با قطر معادل ۳۰ نانومتر

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳
(دفترچه سوالات چهارگزینه ای)

۸- تصویر(الف) با میکروسکوپ الکترونی عبوری و تصویر(ب) به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی تصویربرداری شده است. هرکدام از این تصاویر به ترتیب چه چیزی را نمایش می دهند؟

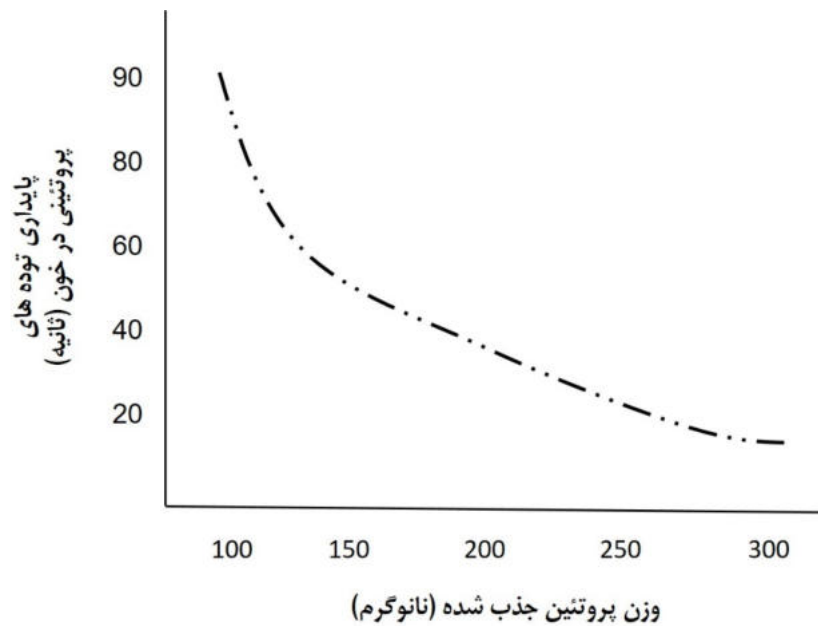


- (۱) نقص شاتکی-ماکروتخلخلها
- (۲) نقص شاتکی-میکروتخلخلها
- (۳) شبکه ای از نابجاییها-ماکروتخلخلها
- (۴) شبکه ای از نابجاییها-میکروتخلخلها

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۹- فرض کنید نانوذرات کروی شکلی به قطر ۲۰ نانومتر پس از ورود به بدن انسان از طریق استنشاق، مولکول‌های پروتئینی را به سطح خود جذب کرده و توده‌های بزرگی را تشکیل می‌دهند. اگر مولکول‌های پروتئینی را به صورت یک مولکول آلی بلند زنجیره با ممانعت فضایی ۱۵ نانومتر مربع و وزن ۲ نانوگرم فرض کنید که با ساختار مایسلی روی سطح نانوذرات تجمع می‌کنند، چند ثانیه طول می‌کشد تا توده تشکیل شده بر روی یک نانوذره به طور کامل توسط زنجیره‌های پروتئینی احاطه شده و در بافت کبدی تجمع کند؟ شکل زیر، زمان ماند توده در خون به صورت سوسپانسیون را به صورت تابعی از مقدار پروتئین جذب شده نشان می‌دهد.



(۱) ۲۲ ثانیه

(۲) ۴۷ ثانیه

(۳) ۶۵ ثانیه

(۴) ۸۵ ثانیه

۱۰- کدامیک از مواد ذکر شده، سمیت سلولی بیشتری ایجاد می‌کنند؟

(۱) نانولوله‌های کربنی

(۲) ساختارهای لیپوزومال

(۳) نانوذرات فلئوئور

(۴) نانوذرات طلا

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۱- DNA تک رشته بلند با توالی زیر را در اختیار داریم:

CCATCACGAGCGCGCTGG



با هدف ایجاد ساختار اورینگامی DNA به فرم هندسی تریگونال (سه تایی منتظم مطابق شکل روبرو) چند توالی تک رشته کوتاه به محلول حاوی تک رشته بلند اضافه شده است. کدام گزینه درست است؟

- (۱) توالی‌های CCATGG ، TGATCG ، TATGCT منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۲) توالی‌های CCATGG ، TATGCT ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۳) توالی‌های CCATGG ، TGATCG ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۴) توالی‌های TATGCT ، TGATCG ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

۱۲- چند عبارت درباره خواص نوری نانومواد نادرست است؟

- (الف) اصطلاح «اتم مصنوعی» به علت گسسته بودن ترازهای انرژی آنها، به نانوذرات اطلاق می‌شود.
- (ب) هرچه اندازه نانوذرات کوچکتر شود، فاصله بین ترازهای انرژی آنها نیز کوچک تر می‌شود.
- (ج) نانوذرات طلا در ابعاد حدود ۲۵ نانومتر برخلاف نانوذرات طلا در ابعاد ۱۲۵ نانومتر، آبی رنگ هستند.
- (د) کادمیوم سلنید (CdSe) در ابعاد بین ۲ تا ۸ نانومتر به علت پدیده رزونانس پلاسمون سطحی موضعی، طیف رنگی مختلفی از خود ارائه می‌دهد و به عنوان یک نقطه کوانتومی شناخته می‌شود.

(۱) یک

(۲) دو

(۳) سه

(۴) چهار

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۳- دانش آموزی با استفاده از فناوری لایه‌نشانی تبخیری، موفق به سنتز نانومیله‌های فلز طلا روی یک زیرلایه شیشه‌ای شده است. اگر جوانه‌های اولیه ایجاد شده روی سطح، دارای شعاع ۱ نانومتر (1 nm) بوده و با سرعت ۱۲۵ نانومتر مکعب بر دقیقه ($125 \frac{\text{nm}^3}{\text{min}}$) در حال رشد باشند، نسبت ابعادی طول به قطر ($\frac{\text{طول}}{\text{قطر}}$) نانومیله‌های تشکیل شده پس از ۵ دقیقه چقدر خواهد بود؟ (فاصله اولیه بین هر دو جوانه شکل گرفته ۱۰ نانومتر (10nm) است.)

(۱) ۰/۵۴

(۲) ۰/۶۸

(۳) ۰/۷۶

(۴) ۰/۸۳

۱۴- از روش کندوپاش مگنترون اسپاترینگ با منبع تغذیه DC در کدامیک از کاربردهای زیر می توان استفاده کرد؟

(۱) لایه نشانی کادمیم تلوراید (CdTe) روی شیشه

(۲) پوشش دهی یک چرخ دنده با لایه نشانی فیلم نازک تیتانیم (Ti)

(۳) لایه نشانی فیلم نازک پلیمری PEDOT روی یک زیرلایه شیشه ای

(۴) لایه نشانی فیلم نازک مس روی زیرلایه پلیمری

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۵- شرکت دانش بنیانی، برای لایه نشانی ترکیبات تیتانیومی خود بر روی بسترهای فولادی، دستگاه لایه‌نشانی تبخیری خود را به سیستمی موسوم به میکروبالانس کریستال کوارتز (Quartz crystal microbalance) مجهز کرده است. این سیستم می‌تواند ضخامت پوشش تشکیل شده در هر شرایط از محفظه را به صورت آنلاین و لحظه‌ای اندازه‌گیری کند. اصول اندازه‌گیری این تجهیز بیشترین شباهت را به کدامیک از تجهیزات زیر دارد؟

(۱) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)

(۲) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

(۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی با حد تفکیک بالا (FESEM)

(۴) میکروسکوپ الکترونی عبوری با حدتفکیک بالا (HRTEM)

۱۶- حد تفکیک یا رزولوشن در روش‌های مبتنی بر لیتوگرافی بسیار حائز اهمیت بوده و به نوعی تعیین‌کننده جزئیات قطعه‌ای است که با آن ساخته می‌شود. رابطه زیر برای تعیین بیشترین حد تفکیک در فرآیند لیتوگرافی نوری ارائه شده است:

$$2b_{min} = 3 \sqrt{\lambda \left(s + \frac{d}{2} \right)}$$

در این رابطه، s فاصله بین ماسک و سطح فتورزیست، λ طول موج نور مورد استفاده، d ضخامت لایه فتورزیست و b_{min} کمترین فاصله‌ای است که می‌توان در الگو ایجاد کرد. به نظر شما برای اینکه حد تفکیک فرآیند لیتوگرافی نوری ۲۰ درصد افزایش یابد کدامیک از تمهیدات زیر باید انجام شود.

(۱) طول موج پرتوی فرودی حدود ۱۷ درصد کاهش یابد

(۲) طول موج پرتوی فرودی حدود ۱۷ درصد افزایش یابد

(۳) ضخامت لایه فتورزیست حدود ۱۵ درصد کاهش یابد

(۴) ضخامت لایه فتورزیست حدود ۱۵ درصد افزایش یابد

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۷- فرض کنید در اثر فعالیت یک شرکت تولیدی نساجی، حدود ۱۰ استخر پساب به ابعاد ۱۰*۱۰*۱۰ مترمکعب تولید می‌شود و این شرکت به دنبال حذف برخی از آلاینده‌های موجود در پساب خود است. اگر ۳ نوع ماده تصفیه کننده زیر در اختیار واحد تصفیه این گروه صنعتی قرار داشته باشد، شما کدامیک از آنها را برای این امر پیشنهاد می‌کنید؟ مشخصات پساب و سه ماده تصفیه کننده در جدول زیر آمده است:

مشخصات ۳ ماده تصفیه کننده						مشخصات پساب	
ظرفیت جذب در دمای اتاق (لیتر پساب بر گرم جاذب)	قیمت تمام شده (دلار بر کیلوگرم)	تغییرات خاصیت فوتوکاتالیستی با افزایش دما در محدوده ۵۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد	ساختار ماده	محدوده دمای پایداری حرارتی	نوع ماده تصفیه کننده		
۲	۱۵	کاهشی	مزومتخلخل	۵۰۰ درجه سانتی گراد	ماده ۱	۸۰ درجه سانتی گراد	رنگ و بکتوریا، روغن آلی، نانوذرات TiO_2 و MnO_2
۱/۵	۲	افزایشی	کاملاً بالک (dense)	۸۰۰ درجه سانتی گراد	ماده ۲	حدود ۲ برابر فشار آب شهری	فشار پساب حین ورود به استخر
۲/۵	۰/۵	تقریباً بدون تغییر	دارای تخلخل سطحی	۳۵۰ درجه سانتی گراد	ماده ۳		

(۱) ماده ۱

(۲) ماده ۲

(۳) ماده ۳

(۴) فناوری نانوجاذب برای تصفیه کامل چنین پسابی کارآمد و به صرفه نیست.

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۸- برای جذب بهتر آلاینده‌های زیر در سیستم‌های توصیف شده، به ترتیب کدام نانوجاذب‌ها را پیشنهاد می‌دهید؟

(الف) حذف ذرات روغن غوطه ور در آب

(ب) جداسازی نانوذرات طلا از پساب ریخته‌گری شرکت‌های طلاسازی

(ج) جداسازی ترکیب دارویی دکسمدتومیدین با غلظت ۵ نانوگرم بر لیتر از پساب شرکت داروسازی

(د) رسوب‌دهی یون‌های فلزی و ایجاد امکان جمع‌آوری یون‌ها در قالب ذرات فلزی

(۱) نانولوله‌های کربنی عاملدار شده - جاذب‌های زیستی - هیدروژل‌ها - کربن فعال

(۲) زئولیت‌های طبیعی - کربن فعال - هیدروژل‌ها - نانوذرات رس

(۳) کربن فعال - هیدروژل‌ها - نانوذرات اکسید فلزی - زئولیت‌های آبگریز شده

(۴) نانولوله‌های کربنی عاملدار نشده - جاذب‌های مغناطیسی - جاذب‌های زیستی - ذرات آهن صفر ظرفیتی

۱۹- معمولاً از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی به منظور تصفیه خاک‌های آلوده استفاده می‌کنند. این نانوذرات در بستری‌های خاکی خشک، بازده بالایی برای جذب آلاینده‌ها از خود نشان می‌دهند اما با افزایش رطوبت خاک، عملکرد آنها به طور پیوسته کاهش می‌یابد. شما کدامیک از راهکارهای زیر را برای بهبود بازده تصفیه این مواد پیشنهاد نمی‌کنید؟

(۱) لایه نشانی نانوذرات با پلیمرهای بلند زنجیره

(۲) اصلاح سطح نانوذرات با اکسیدهای فلزی

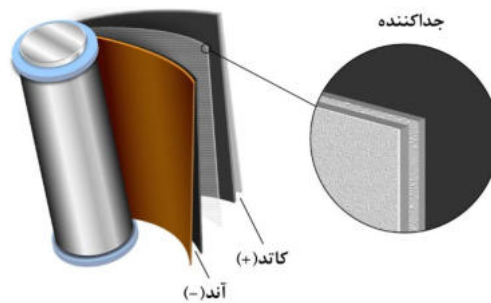
(۳) دوپ کردن نانوذرات با فلزات ویژه مانند پالادیوم

(۴) اصلاح سطح نانوذرات با سورفکتانت مناسب

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۲۰- جداکننده (Separator) بخشی غیر فعال در باتری لیتیم-یون است که وظیفه آن جدا کردن آند و کاتد از یکدیگر و جلوگیری از اتصال کوتاه است. باتوجه به مشخصات ذکرشده در جدول زیر، کدام مورد بهترین انتخاب برای باتری های لیتیم-یون است؟



مقاومت الکتریکی (ohm)	استحکام مکانیکی (Mpa)	میانگین اندازه تخلخل ها (nm)	شماره ماده
۱۰۱۶	۹۸	۱	۱
۱۵۹	۱۰۴	۵	۲
۴۱	۱۰۰	۰/۵	۳
۱۰۷۸	۶۹	۱/۵	۴

(۱) ماده ۱

(۲) ماده ۲

(۳) ماده ۳

(۴) ماده ۴



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 (۱۰ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

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

دفترچه سوالات تشریحی پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو تاریخ: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۶	۱۴:۰۰	۱۵۰



شماره صندلی

نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

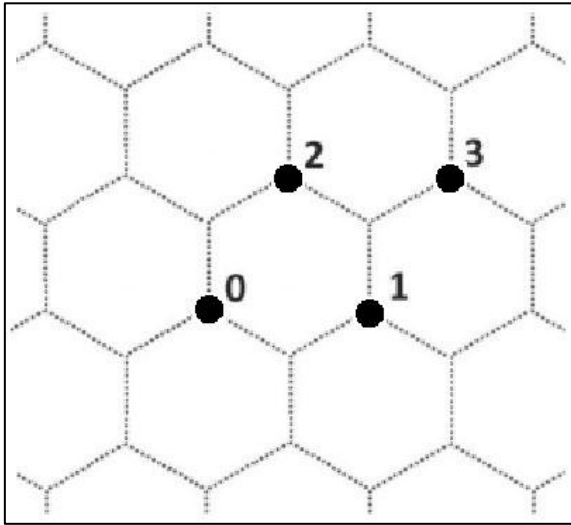
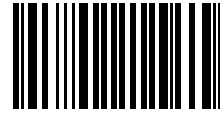
توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

۱. پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.
۲. مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه پاسخنامه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات با مشخصات شما هم خوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
۳. پاسخ هر سوال تشریحی را در محل تعیین شده خود در پاسخ برگ بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
۴. پاسخ های غلط در سوالات تشریحی، نمره منفی ندارد و هر سوال تشریحی ۱۰ نمره دارد.
۵. با توجه به این که برگه های پاسخنامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچ گونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چکر نویسی، حل کرده و آن گاه در پاسخنامه پاک نویسی نمایید.
۶. عملیات تصحیح دفترچه تشریحی 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.
۷. از مخدوش کردن بارکدها و دایره های چهار گوشه پاسخنامه خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
۸. 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.
۹. شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.
۱۰. دفترچه ها باید همراه پاسخنامه تحویل داده شوند.
۱۱. پاسخ نهایی سوالات تشریحی تنها بخشی از نمره کامل را شامل می شود، لذا روند نوشتن پاسخ تشریحی و درج تمام فرضیات، پیش نیازهای لازم و صحیح برای رسیدن به پاسخ نهایی ضروری است.
۱۲. برای پاسخ به سوالات تشریحی، به موارد خواسته شده دقت نمایید. هر کدام از موارد، نمره مختص به خود را دارد و در صورت عدم پاسخ دهی به موارد خواسته شده، امتیاز آن بخش کسر خواهد شد.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۱- کامبیز از طریق بازی با یک مهره روی صفحه گرافن، CNT های مختلف می‌سازد. او قبل از انجام هر حرکت، خانه‌ای که مهره روی راس آن قرار دارد (شماره صفر) و رئوس خانه‌های همسایه را به شکل مقابل شماره‌گذاری می‌کند. روی تاس، اعداد $\{1, 1, 2, 2, 3, 3\}$ درج شده است. با هر مرتبه انداختن تاس، مهره را روی راس متناظر با عدد تاس قرار می‌دهد. فرض کنید که بردار کایرال هر CNT، بردار واصل بین رئوس در شروع و خاتمه بازی است. (۱۱ نمره)

الف) چنانچه پس از ۴ مرتبه تاس انداختن، پیشامد $\{2, 3, 1, 3\}$ رخ دهد؛ بردار کایرال را بدست آورید؟ (۲ نمره)

ب) چنانچه تعداد رخداد اعداد ۱ تا ۳ در k بار تاس انداختن با پارامترهای n_1 تا n_3 نشان داده شود، بردار کایرال را بر حسب این پارامترها بدست آورید. (۱/۵ نمره)

ج) آیا ترتیب اعداد در تاس انداختن‌های متوالی روی بردار کایرال نهایی اثرگذار است؟ (۵/۰ نمره)

د) چقدر احتمال دارد که نانولوله ساخته شده با بردار کایرال حاصل از ۸ بار تاس انداختن، دسته‌سندلی باشد؟ (۳ نمره)

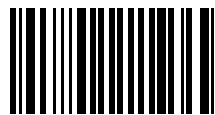
راهنمایی: تعداد جواب‌های ممکن برای معادله $x_1 + x_2 + \dots + x_n = r$ به شرط آنکه x_1 تا x_n همگی اعداد صحیح غیرمنفی باشند، برابر است با $\binom{n+r-1}{r-1}$

ه) چنانچه تعداد رخداد اعداد ۱ تا ۳ در k بار تاس انداختن با پارامترهای n_1 تا n_3 نشان داده شود، شرط رسانا بودن نانولوله را بدست آورید. (۱ نمره)

و) احتمال اینکه نانولوله ساخته شده با بردار کایرال حاصل از ۶ بار تاس انداختن، از نوع کایرال و رسانا باشد؛ چقدر است؟ (۳ نمره)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



پاسخ سوال ۱

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing the answer to question 1, featuring horizontal lines.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :

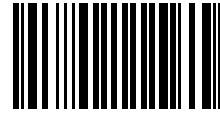


ادامه پاسخ سوال ۱ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing the answer to question 1.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۲- ذره‌ای از جنس A با مورفولوژی مکعبی و شبکه بلوری مکعبی ساده را فرض کنید. تعداد N اتم روی هر یال این ذره قرار دارد. (۹ نمره)

الف) تعداد اتم‌های داخلی، اتم‌های سطحی (به غیر از اتم‌های واقع روی یال‌ها) و اتم‌های واقع روی یال‌ها را بدست آورید. (۲ نمره)

ب) با توجه به اینکه انرژی پیوند در یک ذره با رابطه زیر بدست می‌آید:

$$E = \frac{1}{4} \times \text{تعداد پیوندها} \times E_{\text{پیوند}}$$

انرژی پیوند این ذره را بر حسب N و $E_{\text{پیوند}}$ بدست آورید. (۲ نمره)

ج) بر اساس تعریف زیر، رابطه انرژی پیوند را بر حسب پارامترهای E_0 و N بازنویسی کنید. (۱ نمره)

$$E_0 = 3N^3 E_{\text{پیوند}}$$

د) بر اساس تعریف زیر، رابطه بین دمای ذوب ماده بالک (T_{mb}) و دمای ذوب نانوذرات (T_{mn}) را بیابید. (۵/۰ نمره)

$$T_m = \frac{0.32}{k_B} E$$

ه) اگر دمای ذوب پودر بالک 1250 کلوین باشد، دمای ذوب پودر نانوذرات مکعبی شکل A به طول یال $30a$ را بدست آورید؟ (a پارامتر شبکه است) (۱ نمره)

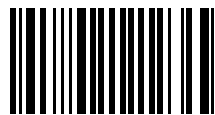
و) رابطه زیر برای محاسبه T_{mn} را در نظر بگیرید:

$$T_{mn} = T_{mb} \left[1 - 6\alpha \frac{r}{D} \right]$$

که در این رابطه، α فاکتور شکل ذره و بدون بعد، r شعاع اتم و D قطر ذره معادل است. اختلاف دمای ذوب بدست آمده برای نانوذرات مطابق روابط بخش‌های ج و د چقدر است؟ (۵/۲ نمره)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



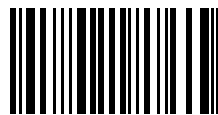
پاسخ سوال ۲

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing the answer to question 2, featuring horizontal dashed lines.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :

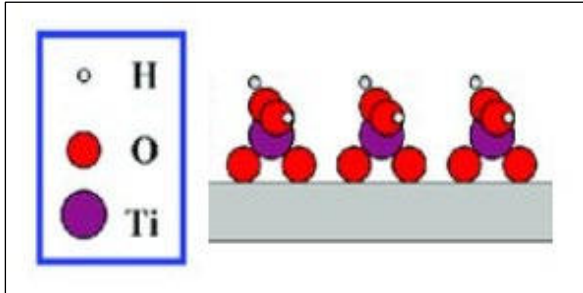


ادامه پاسخ سوال ۲ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing answers, featuring horizontal dashed lines.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۳- پژوهشگری قصد دارد با استفاده از روش رسوبدهی لایه اتمی (ALD)، به سنتز فیلم نازک TiO_2 بپردازد. چنانچه پس از یک سیکل رسوبدهی، فیلم سنتز شده روی زیرلایه دارای آرایش اتمی مقابل باشد: (۱۰ نمره)

الف) پیش ماده یا پیش ماده‌های استفاده شده در این فرایند سنتز را نام ببرید. (۱ نمره)

ب) فرایند رشد فیلم نازک TiO_2 را گام به گام با رسم شکل توضیح دهید. (ساده سازی با ترسیم مراحل) (۴ نمره)

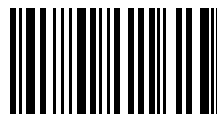
(راهنمایی: در این سنتز از مرحله تراکم صرف نظر کنید.)

ج) می دانیم که در ساختار چهاروجهی منتظم، زاویه بین اتم مرکزی و دو اتم مجاور 109° درجه است. برای تولید یک لایه نازک به ضخامت 50 نانومتر، چند سیکل رسوبدهی لازم است؟ (شعاع اتمی تیتانیوم و اکسیژن، به ترتیب 187 و 153 پیکومتر است.) (۳ نمره)

د) چنانچه دانسیته سطح فعال شده توسط OH ، $1 \text{ mole}/m^2$ باشد، برای تولید لایه نازک بخش قبل با سطح 10 cm^2 ، چقدر پیش ماده یا پیش ماده‌ها لازم است؟ (۲ نمره)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



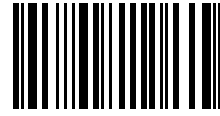
پاسخ سوال ۳

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

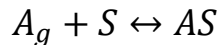
Blank area for writing answers, featuring horizontal lines.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۴- همانطور که می دانید، لانگمویر در تئوری جذب خود پیشنهاد کرد که جذب از طریق واکنش تعادلی زیر انجام می شود:



که در آن A_g مولکول های گاز با سطح موثر مشخص، S مکان های جذب و AS مکان های جذب پوشیده شده با مولکول های گاز است. (۱۲ نمره)

الف) رابطه ثابت تعادل را بر حسب فشار جزئی گاز (P)، تعداد مکان های جذب پوشیده شده با مولکول های گاز (n_{AS}) و تعداد کل مکان های جذب (n_S) بیابید؟ (۱/۵ نمره)

ب) چنانچه θ بیانگر نسبت مکان های جذب پوشیده شده باشد ($0 \leq \theta \leq 1$) و فشار جزئی گاز با P نشان داده شود، ثابت تعادل (K) را بر حسب پارامترهای θ و P بیابید؟ K دارای چه واحدی است؟ (۲ نمره)

ج) اگر میزان حجم گاز مصرفی برای تشکیل یک لایه در شرایط STP با V_{mon} نشان داده شود و در فشار جزئی P ، حجم V از گاز جذب شود، رابطه $K(P, \theta)$ را به صورت $K(P, V)$ بازنویسی کنید. (۱/۵ نمره)

د) برای نمونه پودر یک گرمی نانوذرات ZnO ، نتایج جدول زیر موجود است. با توجه به داده های ارائه شده، مقدار V_{mon} و K را بدست آورید؟ (۴ نمره)

P (kPa)	V (cm ³)
0.090916	40.976
0.1215	47.379
0.2186	58.134

(راهنمایی: از رابطه $\theta(P, K)$ کمک بگیرید.)

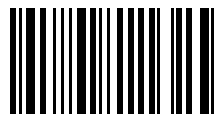
ه) چنانچه از مولکول های گاز با سطح موثر nm^2 ، برای مشخصه یابی این نمونه پودر استفاده شود؛ سطح ویژه را بدست آورید. (۲ نمره)

(راهنمایی: حجم اشغال شده توسط ۱ مول گاز در شرایط STP ، cm^3 ۲۲۴۰۰ است.)

و) در صورت انجام آزمون BET ، کدام ایزوترم جذب و واجذب مورد انتظار است؟ (۱ نمره)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



پاسخ سوال ۴

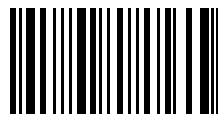
از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing the answer to question 4, featuring horizontal lines.





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



ادامه پاسخ سوال ۴ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

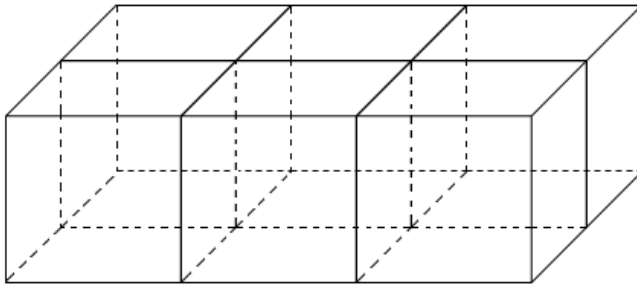
A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing answers.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۵- فلز M با شبکه بلوری FCC را در نظر بگیرید. (۱۲ نمره)



الف) در شکل مقابل، صفحات با اندیس میلر (۰۱۱) را مشخص کنید؟ (۱/۵ نمره)

ب) فاصله هر دو صفحه موازی با اندیس میلر (۰۱۱) را بدست آورید؟ با توجه به فاصله بدست آمده برای دو صفحه موازی، کدام یک از روابط زیر برای فاصله صفحات (hkl) صحیح است؟ (۱/۵ نمره)

$$d = \frac{a_0}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (۱)$$

$$d = a_0 \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \quad (۲)$$

ج) در آنالیز TEM، هنگامی که پرتویی از الکترون‌ها به یک نمونه بلوری برخورد می‌کند، بعضی از الکترون‌ها بدون برهمکنش از نمونه عبور کرده و به صفحه یا فیلمی که در فاصله L از نمونه در نقطه O قرار دارد؛ برخورد می‌کنند. دیگر الکترون‌ها با زاویه θ توسط صفحات بلوری با فاصله d پراش پیدا کرده و در نقطه A به فیلمی که به فاصله r از O قرار دارد؛ برخورد می‌کنند. با استفاده از قواعد هندسی و ترسیم شکل، رابطه معادل با رابطه براگ را برای پراش الکترون‌ها بدست آورید؟ (مفروضات اصلی بیان گردد). (۴ نمره)

د) فرض کنید نانوذرات هسته - پوسته‌ای با هسته M موجود است. اطلاعات شبکه بلوری ماده M در جدول زیر ارائه شده است.

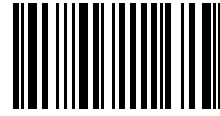
صفحات پراش	شعاع اتمی (pm)	شبکه بلوری	فلز
(۱۱۱)، (۲۲۰)، (۳۱۱)	۱۵۰	FCC	M

با فرض اینکه k ثابت دستگاه و برابر با مقدار $L\lambda$ باشد، جدول زیر را تکمیل نمایید. (۲ نمره)

پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - ۱۴۰۳/۰۱/۲۵



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



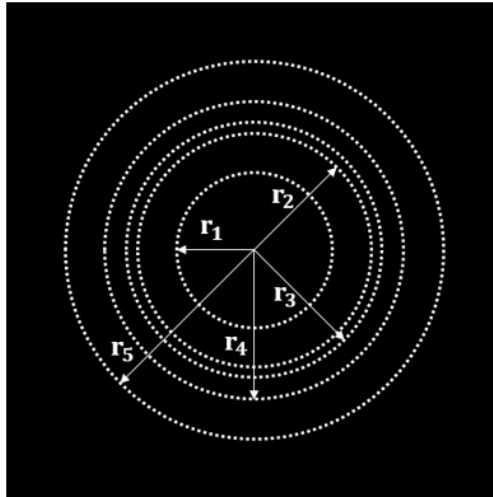
فلز	$r_{(220)}/r_{(111)}$	$r_{(311)}/r_{(111)}$
M		

ه) در آنالیز TEM صورت گرفته از این نانوذرات، طرح پراش الکترونی زیر بدست آمده است. کدام حلقه ها

متعلق به فلز M است؟

(۱/۵ نمره)

	شعاع (nm ⁻¹)
r_1	۱/۴۰
r_2	۲/۱۰
r_3	۲/۲۹
r_4	۲/۶۸
r_5	۳/۴۳



و) چنانچه داده های زیر برای فلزات A و B موجود باشد، کدام فلز پوسته را تشکیل می دهد؟ (۱/۵ نمره)

فلز	شبکه بلوری	شعاع اتمی (pm)	صفحات پراش
A	FCC	۱۰۰	(۱۱۱)، (۲۲۰)
B	FCC	۱۲۵	(۱۱۱)، (۳۱۱)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



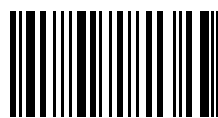
پاسخ سوال ۵

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing the answer to question 5, featuring horizontal dashed lines.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :

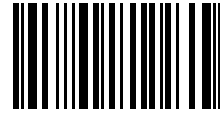


ادامه پاسخ سوال ۵ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

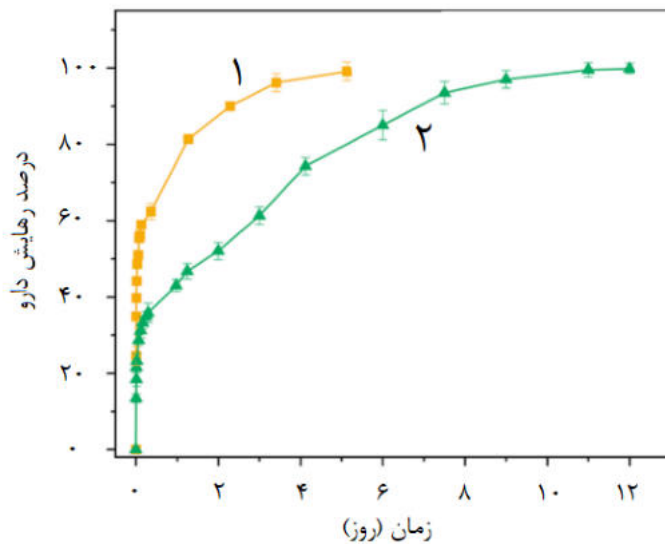
A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing answers.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



۶- در پژوهشی از نانوذرات زئولیت برای انتقال داروی داکاربازین استفاده شده است. پروفایل رهایش داروی (۱) توسط این نانوذره در شکل زیر نشان داده شده است. در مرحله بعد سطح این نانوذره با پلیمر پلی اتیلن گلیکول (PEG) اصلاح و مجدداً داروی داکاربازین درون آن بارگذاری شد. پروفایل رهایش داروی این نانوذره اصلاح شده، مطابق با نمودار (۲) است. اندازه نانوذرات زئولیت اولیه در حدود ۵۰ نانومتر و اندازه نانوذرات اصلاح شده در حدود ۸۰ نانومتر است. (۶ نمره)



الف) با توجه به اهداف رهایش داروی کنترل شده کدام یک از این دو نانوذره برای انتقال داروی داکاربازین مناسبتر است؟ (با ذکر دلیل) (۱/۵ نمره)

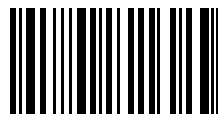
ب) مکانیسم انتقال دارو در این دو نانوذره را شرح دهید؟ (۱/۵ نمره)

ج) در صورتی که این دو نانوذره در داخل رگ تزریق شوند کدام یک مدت زمان بیشتری در گردش خون پایدار باقی می ماند؟ (با ذکر دلیل) (۱/۵ نمره)

د) به نظر شما سمیت کدام یک از این نانوذرات بیشتر است؟ (با ذکر دلیل) (۱/۵ نمره)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



پاسخ سوال ۶
از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Blank area for writing answers, featuring horizontal dashed lines.



لطفاً در این کادر چیزی ننویسید.

کلید دفترچه سوالات چهارگزینه ای مرحله دوم پانزدهمین المپیاد علوم و فناوری نانو

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه (۱) (۲)

غلط: (●) (○) (⊗) (✓)

صحیح: (●)

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

۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۲۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۴۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۶۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۱۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۲۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۳۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۳۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۴۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۵۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۵۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۶۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

۷۱	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۲	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۳	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۴	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۵	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۶	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۷	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۸	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۷۹	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۸۰	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)

محل امضاء

اینجانب فرزند با کد ملی

صحت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را یا مشخصات خود تأیید می‌نمایم.

به نام خدا

پاسخنامه سوالات تشریحی

– ۱

با توجه به شکل و توضیحات صورت سوال، بردار کایرال پس از k مرتبه تاس انداختن از فرمول زیر بدست می آید:

$$(m_k, n_k) = (m_{k-1}, n_{k-1}) + (a_k, b_k) \text{ و } (m_0, n_0) = (0, 0)$$

مقادیر a_k و b_k با توجه به عدد تاس در مرتبه k ، از جدول زیر بدست می آید.

عدد تاس	a	B
۱	۱	۰
۲	۰	۱
۳	۱	۱

(الف)

$$(m_1, n_1) = (m_0, n_0) + (a_1, b_1) \text{ و } (m_0, n_0) = (0, 0)$$

$$(m_2, n_2) = (m_1, n_1) + (a_2, b_2)$$

$$(m_3, n_3) = (m_2, n_2) + (a_3, b_3)$$

$$(m_4, n_4) = (m_3, n_3) + (a_4, b_4)$$

$$(m_1, n_1) = (0, 0) + (0, 1)$$

$$(m_2, n_2) = (0, 1) + (1, 1)$$

$$(m_3, n_3) = (1, 2) + (1, 0)$$

$$(m_4, n_4) = (2, 2) + (1, 1) = (3, 3)$$

(ب) با توجه به رابطه بالا برای k بار تاس انداختن داریم:

$$\begin{aligned}(m_k, n_k) &= (0, 0) + (a_1, b_1) + (a_2, b_2) + (a_{k-1}, b_{k-1}) + (a_k, b_k) \\ &= n_1(1, 0) + n_2(0, 1) + n_3(1, 1) = (n_1 + n_3, n_2 + n_3)\end{aligned}$$

ج) با توجه به رابطه زیر، جابجایی اعداد پیشامد منجر به تغییر بردار کایرال نخواهد شد.

$$(m_k, n_k) = (0, 0) + (a_1, b_1) + (a_2, b_2) + (a_{k-1}, b_{k-1}) + (a_k, b_k)$$

د) تعداد نانولوله‌های با بردار کایرال مختلف برابر است با تعداد جواب‌های صحیح غیرمنفی معادله زیر:

$$n_1 + n_2 + n_3 = 8$$

$$\binom{3+8-1}{8-1} = \binom{10}{7}$$

تعداد نانولوله‌های با بردار کایرال مختلف

برای نانولوله دسته‌بندی داریم:

$$n_1 + n_3 = n_2 + n_3 \rightarrow n_1 = n_2$$

n_1	n_2	n_3	بردار کایرال
۰	۰	۸	(8 و 8)
۱	۱	۶	(7 و 7)
۲	۲	۴	(6 و 6)
۳	۳	۲	(5 و 5)
۴	۴	۰	(4 و 4)
۵ حالت			

$$\text{احتمال تشکیل نانولوله دسته‌بندی} = \frac{5}{\binom{10}{7}}$$

ه) برای رسانا بودن نانولوله داریم:

$$(n_2 + n_3) - (n_1 + n_3) = 3q \rightarrow (n_2) - (n_1) = 3q$$

و) تعداد نانولوله‌های با بردار کایرال مختلف برابر است با تعداد جواب‌های صحیح غیرمنفی معادله زیر:

$$n_1 + n_2 + n_3 = 6$$

$$\binom{3+6-1}{6-1} = \binom{8}{5}$$

تعداد نانولوله‌های با بردار کایرال مختلف

n_1	n_2	n_3	بردار کایرال	نوع نانولوله
۶	-	-	(6 و 0)	زیگزاگ
۴	۱	۱	(5 و 2)	کایرال
۳	۰	۳	(6 و 3)	کایرال

۰	۳	۳	(3 و 6)	کایرال
۱	۴	۱	(2 و 5)	کایرال
+	۶	-	(0 و 6)	زیگراگ
۴ حالت				

$$\text{احتمال تشکیل نانولوله دسته صندلی} = \frac{4}{\binom{8}{5}}$$

- ۲

الف) برای یک ذره مکعبی با طول یال N ، تعداد کل اتمها N^3 خواهد بود. تعداد اتمهای داخلی این ذره برابر با $(N-2)^3$ خواهد بود. با توجه به اینکه مکعب دارای ۱۲ یال است، تعداد اتمهای روی یالها برابر است با:

$$12(N-2) + 8$$

با توجه به اینکه مکعب دارای ۶ وجه است، تعداد اتمهای سطحی (به غیر از اتمهای روی یالها) برابر است با:

$$6(N-2)^2$$

ب) اتمهای داخلی ذرات با ساختار مکعبی ساده دارای عدد همسایگی ۶ و در نتیجه ۶ پیوند هستند. اتمهای واقع روی هر سطح ۵ پیوند و اتمهای واقع روی هر یال ۴ پیوند دارد.

برای بدست آوردن انرژی پیوند در ذره‌ای با تعداد N اتم روی ضلع ذره داریم:

$$E = \frac{1}{2} \times \text{تعداد پیوندها} \times E_{\text{پیوند}}$$

$$= \frac{1}{2} \times [(5 \times \text{تعداد اتمهای سطحی}) + (6 \times \text{تعداد اتمهای داخلی}) + (4 \times \text{تعداد اتمهای روی یالها})] \times E_{\text{پیوند}}$$

$$E = \frac{1}{2} \times \text{تعداد پیوندها} \times E_{\text{پیوند}} = \frac{1}{2} \times [(5 \times 6(N-2)^2) + 6(N-2)^3 + 4(12N-16)] \times E_{\text{پیوند}}$$

$$= 3N^3 E_{\text{پیوند}} \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right]$$

(ج)

$$E_0 = 3N^3 E_{\text{پیوند}} \quad \rightarrow \quad E = E_0 \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right]$$

(د)

$$T_m = \frac{0.32}{k_B} E \quad \rightarrow \quad E = \frac{k_B}{0.32} T_m$$

$$E = E_0 \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right] \rightarrow \frac{k_B}{\cdot / \cdot 32} T_{mn} = \frac{k_B}{\cdot / \cdot 32} T_{mb} \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right] \rightarrow T_{mn}$$

$$= T_{mb} \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right]$$

ه) با توجه به اینکه طول ضلع ذرات، $30a$ است و ذرات ساختار بلوری مکعبی ساده دارند، تعداد 30 اتم روی یال این ذره مکعبی قرار دارد. در نتیجه دمای ذوب برابر است با:

$$T_{mn} = T_{mb} \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right] = T_{mb} \left[1 - \frac{3 \times (30^2) - 4}{3 \times (30^3)} \right] = T_{mb} \left[1 - \frac{2700 - 4}{81000} \right]$$

$$= T_{mb} \left[1 - \frac{2696}{81000} \right] \cong 1208$$

در نتیجه دمای ذوب پودر نانوذرات حدود 1208 کلوین خواهد بود.

و) برای هر ذره با مورفولوژی مکعبی شکل، یک ذره کروی معادل که حجم برابر با ذره مکعبی دارد، در نظر گرفته می شود. بر اساس تعریف، فاکتور شکل بدین صورت محاسبه می شود:

$$\alpha = \frac{\text{مساحت ذره مکعبی شکل}}{\text{مساحت ذره کروی شکل معادل}} = \frac{12\sqrt[3]{2}R^2}{4\pi R^2} = \sqrt[3]{2}$$

$$\text{مساحت ذره مکعبی شکل} = 6 \times \left[\sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi R^3} \right]^2 = 6 \times [R \sqrt[3]{4}]^2 = 12\sqrt[3]{2}R^2$$

$$T_{mn.2} - T_{mn.1} = T_{mb} \left[1 - 6\alpha \frac{r}{D} \right] - T_{mb} \left[1 - \frac{3N^2 - 4}{3N^3} \right] = T_{mb} \left[\frac{3N^2 - 4}{3N^3} - 6\sqrt[3]{2} \frac{r}{D} \right]$$

محاسبه قطر ذره کروی معادل:

$$V = [30a]^3 \rightarrow \frac{\pi D^3}{6} = [30a]^3 \rightarrow D = \sqrt[3]{\frac{6[30a]^3}{\pi}} = 30a \left(\sqrt[3]{\frac{6}{\pi}} \right)$$

$$T_{mn.2} - T_{mn.1} = T_{mb} \left[\frac{3N^2 - 4}{3N^3} - \frac{6^3 \sqrt{2} r}{30a \left(\sqrt[3]{\frac{6}{\pi}} \right)} \right] = T_{mb} \left[\frac{3N^2 - 4}{3N^3} - \frac{(2r) 3^3 \sqrt{2}}{30a \left(\sqrt[3]{\frac{6}{\pi}} \right)} \right]$$

$$= T_{mb} \left[\frac{2696}{81000} - \frac{1}{10 \left(\sqrt[3]{\frac{3}{\pi}} \right)} \right] = \frac{T_{mb}}{10} \left[\frac{2696}{8100} - \sqrt[3]{\frac{\pi}{3}} \right] = 125 \times (-0.68) = -85$$

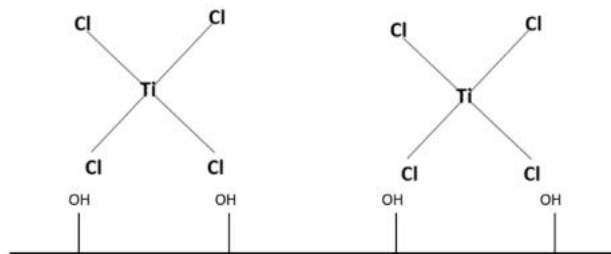
- ۳

الف) پیش ماده های مورد استفاده در این فرایند سنتز TiCl_4 و H_2O است. (چنانچه منطبق بر مراجع علمی، پیش ماده های دیگری معرفی شده باشد و کل بخش های سوال مبتنی بر آن ها حل شده باشد، قابل قبول است.)

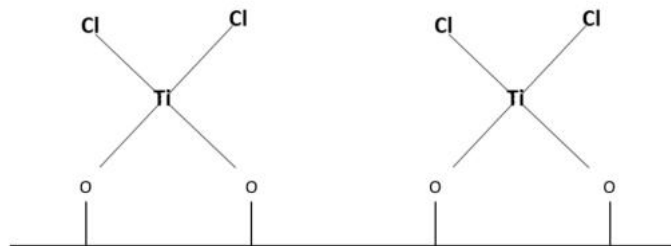
ب) ابتدا باید سطح مورد نظر توسط یون هیدروکسیل پوشش داده شود.



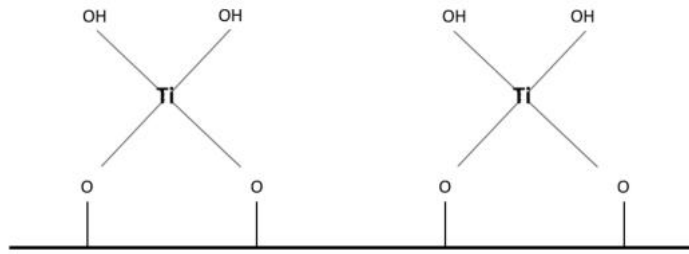
پیش ماده TiCl_4 افزوده شده و با لایه هیدروکسیدی وارد واکنش می شود.



سپس HCl تولید شده پاکسازی می شود.

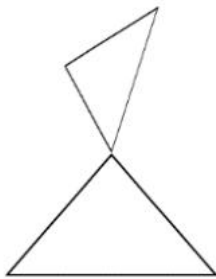


سپس پیش ماده H_2O افزوده شده و HCl تولید شده پاکسازی می شود.

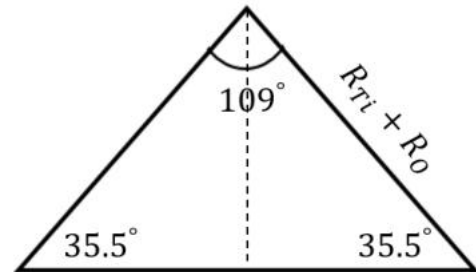


(ج)

ساختار چهاروجهی هر لایه تشکیل شده به صورت زیر است.



در نتیجه ضخامت هر لایه تشکیل شده برابر است با دو برابر ارتفاع مثلث.



$$\text{ضخامت یک لایه تشکیل شده} = 2H = 2(R_{Ti} + R_O) \sin(35.5) = 2(187 + 153) \times 0.581 \cong 395 \text{ pm}$$

با توجه به تصویر ارائه شده در صورت سوال، برای محاسبه تعداد سیکل رسوب دهی داریم:

$$\text{تعداد سیکل رسوب دهی} = n \quad \text{و} \quad \text{ضخامت لایه (pm)} = R_O + 395n$$

$$50 \times 1000 = 153 + 395n \rightarrow 49847 = 395n \rightarrow n \cong 126$$

(د)

$$\begin{aligned} \text{میلی مول } TiCl_4 \text{ مورد نیاز} &= 126 \text{ لایه} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{\text{یک لایه}} \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{1 \text{ cm}^2} \times \frac{0.01 \text{ mole OH}}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1000 \text{ mmole OH}}{1 \text{ mole OH}} \times \frac{1 \text{ mmole } TiCl_4}{2 \text{ mmole OH}} \\ &= 0.63 \end{aligned}$$

$$\text{میلی مول } H_2O \text{ مورد نیاز} = 0.63 \text{ mmole } TiCl_4 \times \frac{2 \text{ mmole } H_2O}{1 \text{ mmole } TiCl_4} = 1.26$$

نکته: مقدار آب مورد نیاز محاسبه شده با فرض تشکیل لایه هیدروکسیدی پس از آخرین مرحله رسوب‌دهی است. چنانچه بعد از آخرین مرحله رسوب‌دهی افزودن آب به منظور تشکیل لایه هیدروکسیدی نداشته باشیم از راه حل زیر استفاده می‌شود.

میلی مول H_2O مورد نیاز

$$= 125 \text{ لایه} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{\text{یک لایه}} \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{1 \text{ cm}^2} \times \frac{0.01 \text{ mole OH}}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1000 \text{ mmole OH}}{1 \text{ mole OH}} \times \frac{1 \text{ mmole TiCl}_4}{2 \text{ mmole OH}} \\ \times \frac{2 \text{ mmole H}_2\text{O}}{1 \text{ mmole TiCl}_4} = 1.25$$

بدیهی است که هر دو مقدار $1/26$ و $1/25$ میلی‌مول برای پیش‌ماده آب قابل قبول است.

– ۴

الف) ثابت تعادل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K = \frac{\text{تعداد مکان‌های جذب پوشیده شده با گاز}}{\left(\text{تعداد مکان‌های جذب پوشیده شده با گاز} - \text{تعداد کل مکان‌های جذب} \right) \times \text{فشار جزئی گاز}}$$

$$K = \frac{n_{AS}}{(n_S - n_{AS}) \times P}$$

ب) با توجه به توضیحات بخش الف داریم:

$$\theta = n_{AS}/n_S \quad \text{و} \quad K = \frac{n_{AS}}{(n_S - n_{AS}) \times P}$$

$$K = \frac{n_{AS}/n_S}{\left[(n_S - n_{AS})/n_S \right] \times P} = \frac{n_{AS}/n_S}{\left[n_S/n_S - n_{AS}/n_S \right] \times P}$$

$$K = \frac{\theta}{(1 - \theta)P}$$

با توجه به رابطه بدست آمده، ثابت تعادل K دارای واحد $1/\text{واحد فشار}$ است.

ج) با جذب مقدار V_{mon} از گاز A_g تمام مکان‌های جذب سطح ماده جاذب با تشکیل یک لایه (تئوری لانگمویر) پر می‌شوند. در نتیجه در صورتی که مقدار V از گاز جذب شود می‌توان نوشت:

$$\theta = \frac{V}{V_{\text{mon}}}$$

$$K = \frac{\left(\frac{V}{V_{\text{mon}}} \right)}{\left[1 - \left(\frac{V}{V_{\text{mon}}} \right) \right] P}$$

(د)

$$K = \frac{\theta}{(1 - \theta)P} \rightarrow \theta = \frac{KP}{KP + 1}$$

$$\theta = \frac{V}{V_{\text{mon}}} \rightarrow \frac{V}{V_{\text{mon}}} = \frac{KP}{KP + 1} \rightarrow \frac{1}{V} = \left(\frac{1}{KV_{\text{mon}}}\right) \frac{1}{P} + \frac{1}{V_{\text{mon}}}$$

لازم است تا جدول نتایج زیر تکمیل گردد.

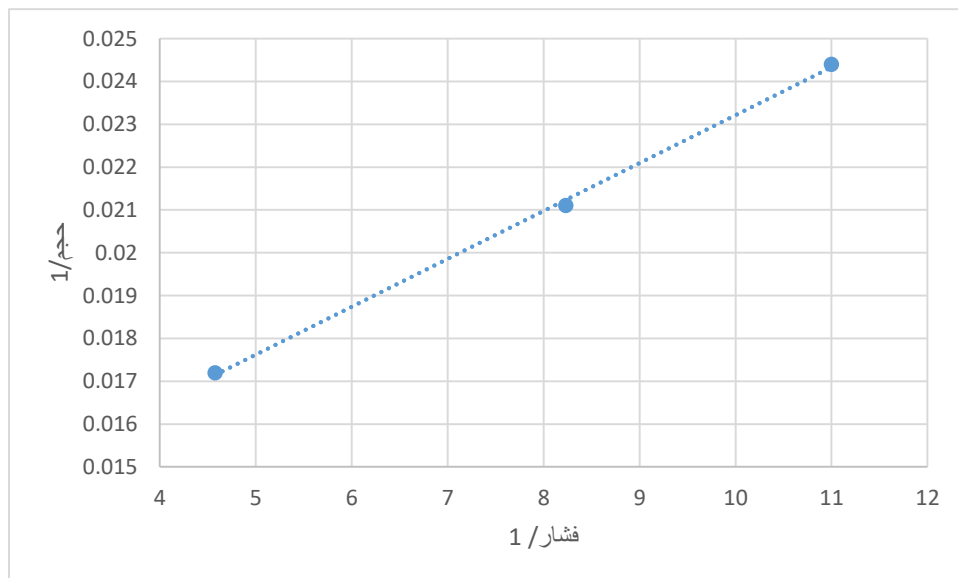
P (kPa)	V (cm ³)	1/V	1/p
0.090916	40.976	0.0244	11.000
0.1215	47.379	0.0211	8.230
0.2186	58.134	0.0172	4.574

با انتخاب دو ردیف از جدول فوق و بدست آوردن معادله خط حاصل، معادله زیر بدست می آید:

$$\frac{1}{V} = (0.0011) \frac{1}{P} + 0.012$$

$$\frac{1}{V} = \left(\frac{1}{KV_{\text{mon}}}\right) \frac{1}{P} + \frac{1}{V_{\text{mon}}}$$

$$\frac{1}{V_{\text{mon}}} = 0.012 \rightarrow V_{\text{mon}} \cong 83 \text{ cm}^3, \quad \frac{1}{KV_{\text{mon}}} = 0.0011 \rightarrow K \cong 10.95 \text{ 1/kPa}$$



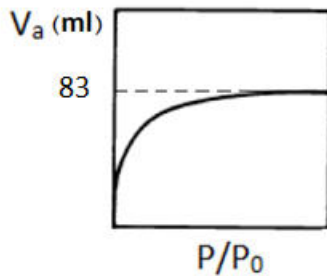
ه) با توجه به اینکه در تئوری لانگمویر، مقدار V_{mon} بیانگر کل سطح جاذب است، برای یک گرم از پودر ZnO داریم:

$$\text{سطح موثر مولکول } A_g \times \frac{A_g \text{ مولکول}}{1 \text{ mole } A_g} \times \frac{6.022 \times 10^{23} A_g \text{ مولکول}}{1 \text{ mole } A_g} \times \frac{1 \text{ mole } A_g}{22400 \text{ cm}^3} \times (V_{\text{mon}}) \text{ cm}^3 = (m^2) \text{ سطح ایجاد شده}$$

$$\begin{aligned} \text{سطح ایجاد شده } (m^2) &= 83 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ mole } A_g}{22400 \text{ cm}^3} \times \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ مولکول } A_g}{1 \text{ mole } A_g} \times \frac{0.2 \times 10^{-18} m^2}{A_g \text{ مولکول}} \\ &\cong 446(m^2) \end{aligned}$$

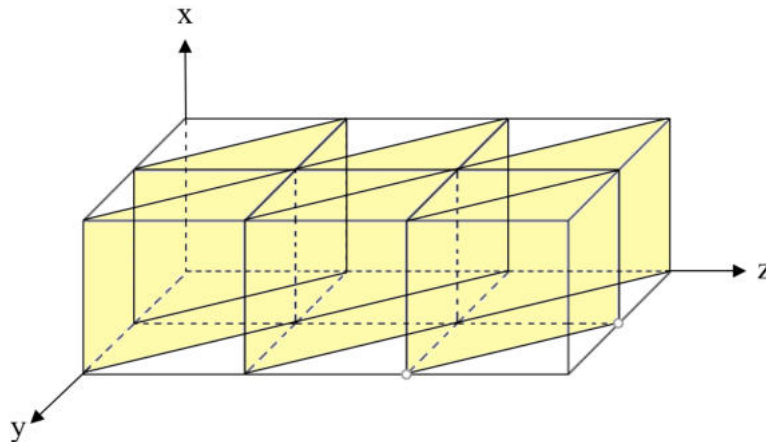
بنابراین سطح ویژه پودر ZnO برابر است با $446 (m^2/gr)$

و) با توجه به حاکم بودن تئوری لانگمویر برای این پودر، ایزوترم زیر مورد انتظار است.

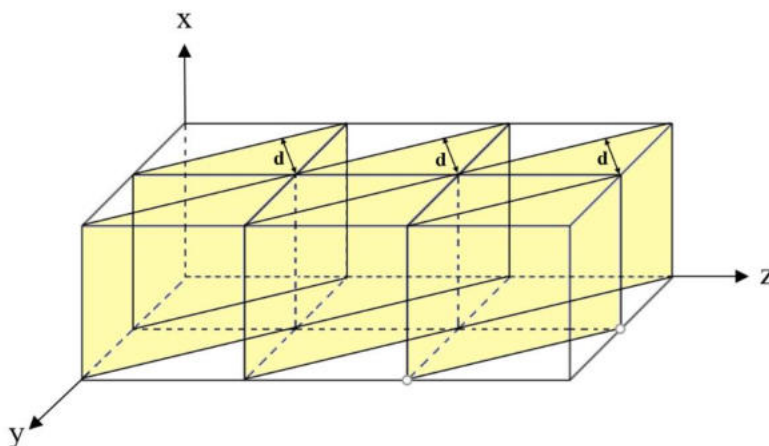


— ۵

(الف)



(ب)



$$d = \frac{\sqrt{2}}{2} a$$

طبق رابطه ۱، مقدار d برابر است با $\frac{\sqrt{2}}{2} a$ و طبق رابطه ۲، مقدار d برابر است با $\sqrt{2} a$. بنابراین رابطه ۱، برای فاصله صفحات صحیح است.

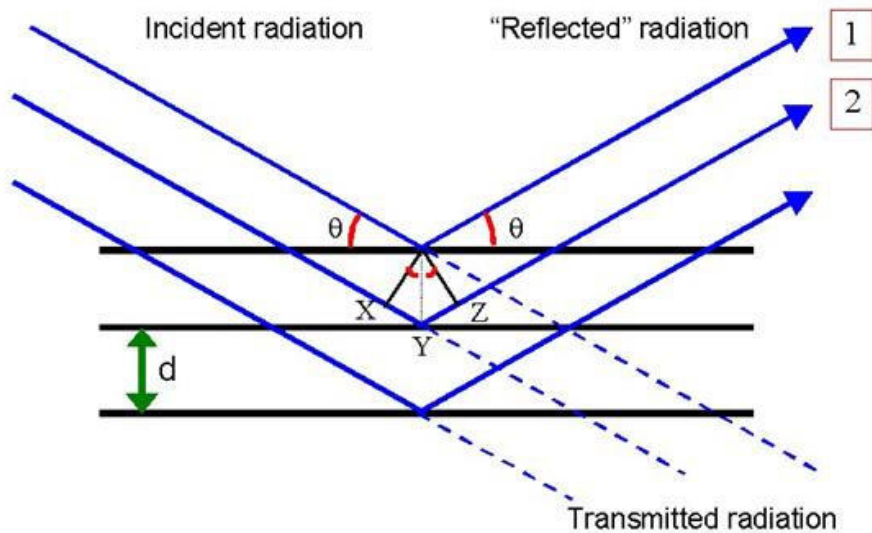
(ج)

برهمکنشی بین یک پرتو الکترونی با یک بلور کامل، که همه اتم‌های آن در شبکه سیستم مکعبی قرار دارند، را در نظر می‌گیریم.

$$n\lambda = 2d \sin\theta \quad \text{رابطه (۱)}$$

به رابطه (۱)، قانون براگ گفته می‌شود. در این رابطه d فاصله بین اتم‌هایی است که موجب پراکنش الکترون‌ها می‌شوند و در یک بلور سه بعدی فاصله بین صفحات اتمی است. عدد صحیح n در معادله براگ، نظم پراش می‌باشد و در یک صفحه بخصوص پراش زمانی رخ می‌دهد که $n=1, 2, 3, \dots$ باشد. در پراش الکترون مرسوم است که مرتبه اول پراش یا $n=1$ مورد استفاده قرار می‌گیرد (فرض اصلی):

$$\lambda = 2d \sin\theta \quad \text{رابطه (۲)}$$



شماتیکی از برهمکنش تشعشع و بلور با استفاده از قانون براگ

با توجه به اینکه پراش الکترون‌ها در زوایای کوچکی اتفاق می‌افتد، رابطه $\sin\theta = \theta$ را می‌توان بیان نمود و بنابراین معادله بالا به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\lambda = 2d\theta \quad \text{رابطه (۳)}$$

به دلیل اینکه θ خیلی کوچک است در عمل یک پرتو الکترونی فقط زمانی پراش شدید از صفحات اتمی خواهد داشت که تقریباً موازی با صفحات اتمی حرکت کند.

هنگامی که پرتویی از الکترون‌ها بر روی یک نمونه بلوری برخورد می‌کند، بعضی از الکترون‌ها بدون برهمکنش از نمونه عبور می‌نمایند و به صفحه یا فیلمی که در فاصله L از نمونه در نقطه O قرار دارد برخورد می‌نماید. دیگر الکترون‌ها با زاویه θ توسط سطح بلوری با فاصله d پراش پیدا کرده و این الکترون‌ها در نقطه A به فیلمی که به فاصله r از O قرار دارد برخورد می‌نماید. با استفاده از قواعد هندسی برای زاویه کوچک پراش می‌توان نوشت:

$$r/L = 2\theta \quad \text{رابطه (۴)}$$

با ترکیب روابط ۳ و ۴، رابطه زیر بدست می‌آید:

$$r/L = \lambda/d \quad \text{یا} \quad rd = L\lambda \quad \text{رابطه (۵)}$$

از آنجا که طول دوربین و طول موج پرتوی الکترونی λ مستقل از نمونه می‌باشد و برای دستگاه ثابت است، $L\lambda$ ثابت بوده و ثابت دوربین نامیده می‌شود. می‌توان دید که فاصله نقطه‌ای که توسط پرتو پراشیده بر روی صفحه

ایجاد می شود تا نقطه ای که توسط پرتویی که پراش نکرده است بوجود آمده است، π ؛ با فاصله صفحاتی که باعث ایجاد پراش شده اند، d ؛ نسبت معکوس دارد.

(د) با فرض اینکه مقدار k ثابت دستگاه باشد، داریم:

$$rd = k \rightarrow r = \frac{k}{d} \quad \text{و} \quad d = \frac{a_0}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

فلز	$d_{(111)}$	$d_{(220)}$	$d_{(311)}$	$r_{(111)}$	$r_{(220)}$	$r_{(311)}$	$r_{(220)}/r_{(111)}$	$r_{(311)}/r_{(111)}$
M	$\frac{a_{0.M}}{\sqrt{3}}$	$\frac{a_{0.M}}{\sqrt{8}}$	$\frac{a_{0.M}}{\sqrt{11}}$	$\frac{k\sqrt{3}}{a_{0.M}}$	$\frac{k\sqrt{8}}{a_{0.M}}$	$\frac{k\sqrt{11}}{a_{0.M}}$	$\sqrt{\frac{8}{3}} \cong 1.633$	$\sqrt{\frac{11}{3}} \cong 1.915$

(ه)

برای حلقه های ۱ تا ۵ در صورت سوال داریم:

r_1	r_2/r_1	r_3/r_1	r_4/r_1	r_5/r_1
1.4	$\frac{2.1}{1.4} = 1.5$	$\frac{2.29}{1.4} = 1.636$	$\frac{2.68}{1.4} = 1.914$	$\frac{3.43}{1.4} = 2.45$

✓ با توجه به اینکه نسبت شعاع دو حلقه ۳ و ۱ برابر با نسبت $\sqrt{\frac{8}{3}}$ و نسبت دو حلقه ۴ و ۱ برابر با $\sqrt{\frac{11}{3}}$ است، حلقه های ۱ و ۳ و ۴ مربوط به ماده M است.

(و)

فلز	$d_{(111)}$	$d_{(220)}$	$d_{(311)}$	$r_{(111)}$	$r_{(220)}$	$r_{(311)}$	$r_{(220)}/r_{(111)}$	$r_{(311)}/r_{(111)}$
A	$\frac{a_{0.A}}{\sqrt{3}}$	$\frac{a_{0.A}}{\sqrt{8}}$	-	$\frac{k\sqrt{3}}{a_{0.A}}$	$\frac{k\sqrt{8}}{a_{0.A}}$	-	$\sqrt{\frac{8}{3}} \cong 1.633$	-
B	$\frac{a_{0.B}}{\sqrt{3}}$	-	$\frac{a_{0.B}}{\sqrt{11}}$	$\frac{k\sqrt{3}}{a_{0.B}}$	-	$\frac{k\sqrt{11}}{a_{0.B}}$	-	$\sqrt{\frac{11}{3}} \cong 1.915$

نکته مهم: از آنجایی که M و A شعاع اتمی متفاوت و در نتیجه شعاع حلقه های متفاوتی دارند، امکان روی هم افتادن حلقه های مربوط به دو ماده وجود ندارد.

برای دو حلقه باقیمانده ۲ و ۵ داریم:

r_2	r_5/r_2
2.1	$\frac{3.43}{2.1} = 1.633$

✓ با توجه به اینکه نسبت شعاع دو حلقه ۵ و ۲ برابر با نسبت $\sqrt{\frac{8}{3}}$ است، این حلقه ها مربوط به فلز A است.

در نتیجه A تشکیل دهنده پوسته ماده است.

۶ -

الف) نانوذره اصلاح شده به دلیل اینکه دارو را با سرعت کمتری و در مدت زمان بیشتری رهاسازی می کند.

ب) در نانوذره اول مکانیسم های غالب رهایش دارو، آزاد سازی داروهای متصل شده به سطح و داروهای نفوذ کرده در داخل حفرات است. در نانو ذره دوم، علاوه بر مکانیسم های بالا، مکانیسم نفوذ از میان زمینه پلیمری نیز غالب است؛ بنابراین مدت زمان بیشتری نیاز است تا تمامی دارو رهاسازی شود.

ج) نانوذره اصلاح شده به دلیل اینکه سطح آن با یک پلیمر آبدوست اصلاح شده است.

د) در صورتی که از این دو نانوذره تست سمیت گرفته شود نمونه اصلاح نشده سمیت بیشتری نشان می دهد، ولی نمونه ای که با پلیمر اصلاح شده است سمیت کمتری به دلیل وجود پلیمر زیست سازگار از خود نشان می دهد.



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

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 چهارگزینه ای چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۲۰	۱۴:۰۰	۶۰



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

- سوالات این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده اند، این دو دفترچه جداگانه در اختیار شرکت کنندگان قرار می گیرد.
- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوال و پاسخنامه چهارگزینه ای بنویسید.
- 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.
- یک برگه پاسخنامه چهارگزینه 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.
- کلیه جوابها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن ها هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می کند. 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 خانه مورد نظر را کاملاً با مداد مشکی نرم، سیاه کنید.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می شود.
- دفترچه ها باید همراه با پاسخنامه ها به مسئولین جلسه تحویل شود.
- پاسخ درست به هر سوال چهارگزینه ای ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱- استحکام فصل مشترک ذره-زمینه ($\sigma_{interface}$) در یک کامپوزیت زمینه فلزی، تاثیر زیادی بر روی استحکام مکانیکی کامپوزیت نهایی (σ_c) دارد. استحکام نهایی در این کامپوزیت از رابطه زیر قابل محاسبه بوده:

$$\sigma_c = 2\sigma_{mass} + \sigma_{interface}$$

که در آن، σ_{mass} استحکام ناشی از جرم ذرات تقویت کننده است. فرض کنید استحکام فصل مشترک ذرات تقویت کننده، با مجذور سطح ویژه ذرات ارتباط مستقیم دارد و سطح ویژه ذرات دارای واحد $\frac{m^2}{m^3}$ است. دانش‌آموزی از نانوذرات یک ماده سرامیکی با کسر جرمی یکسان و دو مورفولوژی متفاوت برای ساخت این کامپوزیت استفاده کرده است: مورفولوژی ذرات نوع اول، مکعبی با ضلع ۵ نانومتر و مورفولوژی ذرات نوع دوم، کروی با قطر ۱۰ نانومتر است. به نظر شما، $\sigma_{interface}$ در کامپوزیت نوع اول چند برابر $\sigma_{interface}$ در کامپوزیت نوع دوم خواهد بود؟

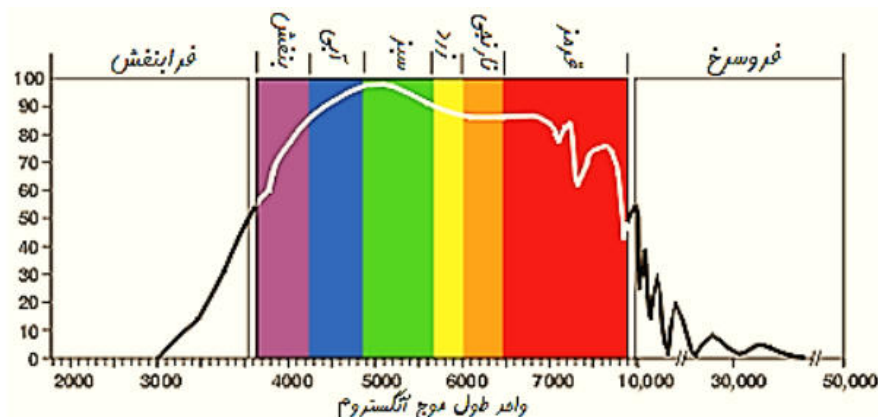
(۱) ۲ برابر

(۲) ۴ برابر

(۳) ۸/۳۸

(۴) ۷۰/۲۲ برابر

۲- در پژوهشی کلونید طلا با اندازه ذرات مختلف سنتز شده است. با افزایش اندازه ذرات طلا، تغییر رنگ کلونید از آبی کم‌رنگ به قرمز پررنگ مشاهده می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (طیف طول موج نور مرئی در شکل زیر نشان داده شده است).



(۱) کلونید آبی‌رنگ حاوی نقاط کوانتومی طلا است.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

- (۲) کلئید آبی‌رنگ حاوی نانوذرات طلا است.
- (۳) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نانوذرات طلا با اندازه‌های مختلف هستند.
- (۴) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نقاط کوانتومی طلا با اندازه‌های مختلف هستند.

۳- کارخانه‌ای برای افزایش استحکام یکی از قطعات خود، از افزودن نانوذرات فلزی در مرحله ذوب‌ریزی در دمای 1250°C بهره می‌گیرد. هرچه پودر نانوذرات مورد استفاده ریزتر بوده و در ساختار قطعه توزیع یکنواخت‌تری داشته باشند، قطعه استحکام بیشتری خواهد داشت. چنانچه رابطه بین دمای ذوب نانوذرات (ذوب T بر حسب $^{\circ}\text{C}$) و درصد اتم‌های سطحی ذره (سطحی $\%N$) به صورت زیر باشد، استفاده از کدام پودر نانوذرات کرومی شکل را پیشنهاد می‌کنید. (شبکه بلوری FCC و شعاع اتمی فلز 200 پیکومتر)

$$T_{\text{ذوب}} = 1350 - 24 \times \%N_{\text{سطحی}}$$

- (۱) پودر نانوذرات با قطر متوسط 20 nm
- (۲) پودر نانوذرات با قطر متوسط 40 nm
- (۳) پودر نانوذرات با قطر متوسط 60 nm
- (۴) پودر نانوذرات با قطر متوسط 100 nm

۴- در روش هیدروترمال، حرارت‌دهی محفظه حاوی پیش‌ماده‌ها، پارامتر بسیار مهمی در دستیابی به نانوذرات با اندازه و کیفیت مطلوب محسوب می‌شود. استفاده از کدام منبع گرمایش برای سنتز نانوذرات تک‌سایز را پیشنهاد می‌کنید؟

- (۱) کوره
- (۲) مایکروویو
- (۳) حرارت‌دهی با میدان مغناطیسی
- (۴) گزینه‌های ۲ و ۳

۵- دانش‌آموزی جهت مشارکت در یک پروژه تحقیقاتی، اقدام به سنتز نانوذرات نقره با روش احیای شیمیایی کرده است. او در این روش، ابتدا نمک نیترات نقره را در آب دیونیزه حل کرده و سپس عامل احیاکننده را به آن اضافه کرده است. با این وجود، نانوذرات سنتز شده توسط او ابعادی بسیار بزرگ‌تر از 100 نانومتر دارند. راهکار پیشنهادی شما برای حل این چالش چیست؟

- (۱) استفاده از نمک نقره نیترات با ابعاد کوچک‌تر
- (۲) کاهش غلظت عامل احیاکننده

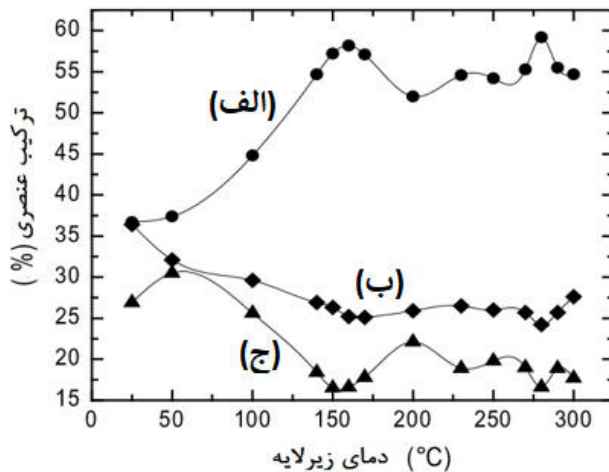
مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۳) افزودن پلی اتیلن آمین به محلول نهایی

۴) افزایش دمای واکنش به میزان ۲-۴ درجه سانتی گراد

۶- پژوهشگری از پیش ماده گازی با فرمول شیمیایی $W(CO)_x$ در روش لیتوگرافی باریکه یونی متمرکز استفاده کرده و در فرایندهای مختلف دمای زیرلایه را تغییر داده و نمونه برداری کرده است. سپس به کمک آنالیز EDS، ترکیب عناصر روی سطح زیرلایه را اندازه گیری و نمودار زیر را ترسیم کرده است. این نمودار نشان دهنده درصد وزنی عناصر روی سطح زیرلایه بر حسب دمای زیرلایه است. با توجه به شکل، نمودار (الف) مربوط به کدام عنصر است؟



W (۱)

O (۲)

C (۳)

WC (۴)

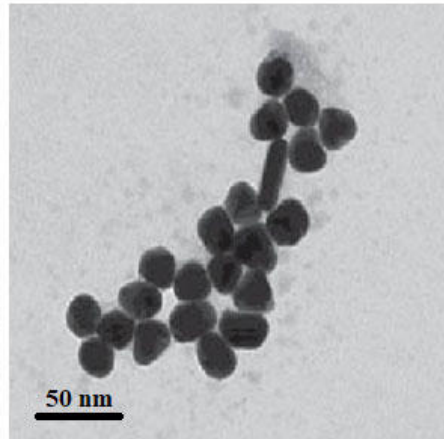
۷- فرض کنید برای ساخت یک نانومولسیون، مقداری از یک ماده نامعلوم را به همراه چند قطره سورفکتانت در داخل روغن نارگیل می ریزید. برای اینکه بتوانید به یک نانومولسیون پایدار و یکنواخت برسید، ماده نامعلوم چه ویژگی باید داشته باشد؟

- ۱) پایه آب باشد.
- ۲) نوعی روغن باشد.
- ۳) آلکوکسید فلزی باشد.
- ۴) دوگانه دوست باشد.

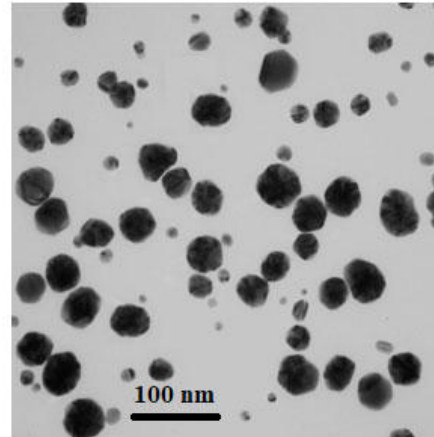
مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۸- دانش‌آموزی با استفاده از روش احیای شیمیایی موفق به سنتز نانوذرات نقره شده است. او همزمان در دو ظرف A (حاوی نمک نقره با غلظت c به عنوان پیش‌ماده) و B (حاوی نمک نقره با غلظت ۴c به عنوان پیش‌ماده) سنتز را انجام داده است. با فرض یکسان بودن سایر شرایط سنتز، هسته‌های نقره در کدام ظرف زودتر تشکیل می‌شود و با توجه به آنالیز میکروسکوپی صورت گرفته از کلئید نقره‌ی دو ظرف A و B، کدام تصویر مربوط به ظرف A است؟ (راهنمایی: به مقیاس اندازه داده شده در دو تصویر توجه شود).



تصویر ۲



تصویر ۱

(۱) ظرف A، تصویر ۱

(۲) ظرف A، تصویر ۲

(۳) ظرف B، تصویر ۱

(۴) ظرف B، تصویر ۲

۹- دانش‌آموزی با استفاده از فرآیند هیدروترمال، دو نوع نانوذره TiO_2 را سنتز کرده است. نتایج آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) نشان می‌دهد نانوذرات نوع اول و دوم به ترتیب دارای ساختار بلوری آناتاز و روتایل هستند. این دانش‌آموز، نمونه‌های یاد شده را با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار داد؛ اما کنتراست خاصی در تصاویر این دو ذره مشاهده نکرد. این تناقض را چگونه توجیه می‌کنید؟

(۱) احتمالاً از لامپ تیتانیومی برای انجام آزمون XRD استفاده شده است.

(۲) قطعا پارامترهای عملیاتی میکروسکوپ SEM برای تصویربرداری به درستی انتخاب نشده است.

(۳) نانوذرات به دلیل عدم رسانایی الکتریکی، توسط باریکه الکترونی دستگاه SEM شارژ شده‌اند.

(۴) میکروسکوپ SEM روش مناسبی برای بررسی ساختار بلوری مواد نیست.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه ای)

۱۰- پژوهشگری، ذرات میکرومتری آلومینیوم را در حضور گاز آرگون، تحت یک عملیات سری قرار داد و به منظور مطالعه تاثیر این عملیات بر روی پودر، از آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) و آزمون BET استفاده کرد. نتایج نشان دادند که این عملیات موجب افزایش عرض پیکهای XRD و افزایش سطح ویژه ماده شده است. او پودر به دست آمده را در یک دمای به اندازه کافی بالا تحت فرآیند تفجوشی قرار داد و متوجه زینترینگ و فشردگی آسان پودر فرآوری شده نسبت به پودر اولیه شد. اگر این پژوهشگر بتواند از روی تصاویر SEM نمونه زینتر شده، نمودار توزیع اندازه تخلخل ماده زینتر شده را رسم کند، به نظر شما، اندازه متوسط تخلخل برای این دو نمونه چگونه تغییر خواهد کرد؟ نمونه اول، با استفاده از پودر فرآوری شده و نمونه دوم با پودر فرآوری نشده ساخته شده است.

(۱) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول بزرگتر از نمونه دوم خواهد بود.

(۲) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول کوچکتر از نمونه دوم خواهد بود.

(۳) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول و دوم برابر خواهد بود.

(۴) نمی توان با اطلاعات به دست آمده، نظر قطعی داد.

۱۱- از یک نانومیل به قطر ۱۰ نانومتر و با نسبت طول به قطر (L/D) ۱۰، توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تصویربرداری شده است. اگر بزرگنمایی این تصویر ۲۰۰۰۰ برابر باشد، طول این نانومیل در تصویر چند سانتی متر است؟

(۱) ۱

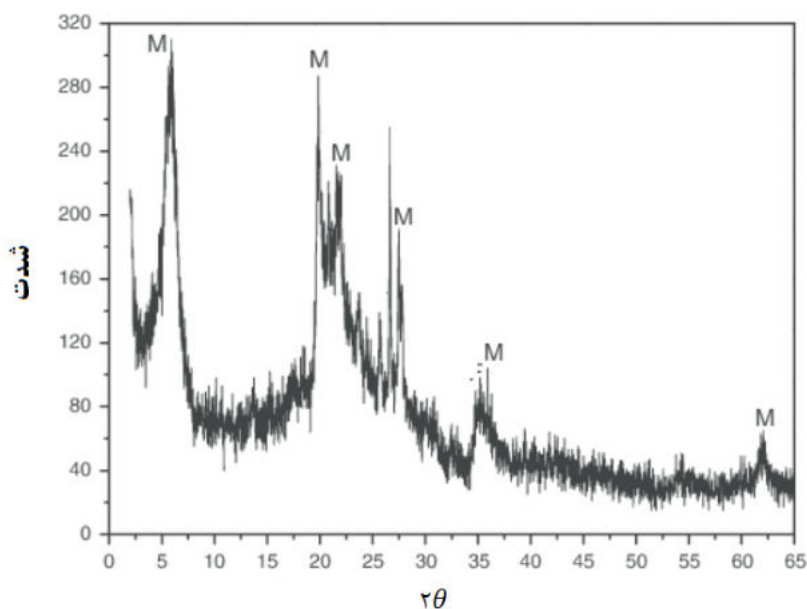
(۲) ۲

(۳) ۰/۲

(۴) ۰/۱

۱۲- در اثر باز شدن صفحات قاعده ساختار بلوری یک نوع خاک رس، پودر نانورس تولید می گردد. پژوهشگری با استفاده از فرایندهای مختلف به فرآوری این خاک رس پرداخته و چهار نوع پودر تولید کرده است. با توجه به طیف XRD خاک رس مورد استفاده و مطابق نتایج آنالیز ارائه شده در جدول برای ۴ پودر حاصل، چنانچه این پژوهشگر قصد ساخت نانوکامپوزیت زمینه پلیمری با استحکام بالا را داشته باشد، کدام پودر را توصیه می کنید؟

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



آنالیز XRD خاک رس مورد استفاده

زوایای مشخصه بدست آمده از آنالیز XRD پودرهای تولید شده

پودر	$2\theta_1$	$2\theta_2$	$2\theta_3$	$2\theta_4$
شماره ۱	۱۰	۲۰	۲۲	۲۷/۵
شماره ۲	۴/۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۲۶
شماره ۳	۲/۸	۱۵	۲۸	۳۵
شماره ۴	۴	۲۰	۲۲	۲۷/۵

(۱) پودر شماره ۱ (۲) پودر شماره ۲ (۳) پودر شماره ۳ (۴) پودر شماره ۴

۱۳- شرکتی برای حذف برخی از ترکیبات آلی معلق در چند نمونه از پساب خود، از یک نانوماده فوتوکاتالیستی به همراه تابش نور فرابنفش استفاده کرده است. کلیه شرایط انجام فرآیند تصفیه، برای نمونه‌های پساب یکسان بوده است. نتایج به دست آمده از آنالیز شیمیایی و فازی پساب‌ها به شرح زیر هستند:

- در نمونه پساب اول، تغییر قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها ایجاد نشده است.
- در نمونه پساب دوم، به جای کاهش سمیت، افزایش سمیت گزارش شده است.
- در نمونه پساب سوم، کاهش قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها مشاهده شده است.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

- کدامیک از احتمالات زیر در خصوص نتایج به دست آمده می‌تواند درست باشد؟
- (۱) گاف انرژی ماده فوتوکاتالیست بزرگتر از حد مجاز برای تابش نور فرابنفش است.
 - (۲) اندازه ذرات ماده فوتوکاتالیست به اندازه کافی کوچک نیست.
 - (۳) نوع آلاینده‌های آلی سه پساب با یکدیگر متفاوت بوده است.
 - (۴) طول موج نور تابشی به درستی انتخاب نشده است.

۱۴- یکی از چالش‌های اصلی در استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری دقیق مانند میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، نویزهای مزاحم محیط است؛ که می‌تواند خوانش اطلاعات توسط دستگاه را تحت تاثیر قرار دهد. برای رفع این معضل، از یک میز میراکننده ارتعاشات محیطی استفاده می‌شود. اگر بخواهید نانوحسگری طراحی کنید که قادر به اندازه‌گیری میزان ارتعاشات وارد شده به چنین میزی باشد، از چه نوع ماده‌ای استفاده می‌کنید و چرا؟

- (۱) مواد الکتروشیمیایی - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب شکستن برخی از پیوندهای شیمیایی آنها می‌شود.
- (۲) مواد فوتولومینیسانس - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب تغییر خواص نوری آنها می‌شود.
- (۳) مواد مکانوکرومیک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب افزایش یا کاهش دمای آنها می‌شود.
- (۴) مواد پیزوالکتریک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد، ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌کند.

۱۵- شرکتی برای حذف فلزات سنگین و رنگ‌های آلی از پساب خود، از یک جاذب پودری استفاده می‌کند. اندازه‌گیری‌های تجربی نشان می‌دهند که جرم آلاینده‌های آلی موجود در پساب اولیه (میلی گرم) به طرز قابل ملاحظه‌ای بیشتر از جرم آلاینده کاملاً بازیابی شده از ذرات جاذب پس از فرآیند تصفیه پساب است. به نظر شما، چه تعداد از دلایل زیر برای این پدیده قابل قبول است؟

- (الف) این ماده در عین جاذب بودن، یک ماده فوتوکاتالیست است.
- (ب) اندازه‌گیری غلظت پساب اولیه و غلظت آلاینده بازیابی شده از جاذب، با خطای زیادی همراه است.
- (ج) قدرت جذب این ماده به قدری بالاست که آلاینده‌ها را تا پایین‌تر از لایه سطحی خود می‌مکد.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۳ (۱)

۲ (۲)

۱ (۳)

۰ (۴)

۱۶- بخش تحقیق و توسعه یک شرکت دانش‌بنیان، از یک جاذب فوتوکاتالیست برای تصفیه پساب خود استفاده می‌کند. پساب این شرکت دارای غلظت بالایی از فلزات سنگین، رنگ‌های صنعتی، و انواع میکرواورگانوسم‌ها است. مهندس این واحد می‌خواهد تخمین بزند چه مقدار از بازده فرآیند تصفیه آب، مربوط به رفتار فوتوکاتالیستی این ماده است و چه مقدار آن، در اثر جذب سطحی آلاینده‌ها به دست آمده است. شما چه راهکاری را به او پیشنهاد می‌کنید؟

- ۱) فرآیند تصفیه آب را یک بار در حضور نور و یک بار در غیاب آن انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۲) فرآیند تصفیه آب را یک بار در پساب غلیظ و یک بار در پساب رقیق انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم مکانیزم جذب نسبت دهد.
- ۳) فرآیند تصفیه آب را یک بار با ماده خود و یک بار با یک جاذب صنعتی مشابه انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۴) نمی‌توان سهم این دو مکانیزم را به درستی تخمین زد.

۱۷- به نظر شما، یک ماده فوتوکاتالیست با چه مکانیزم‌هایی می‌تواند بار میکروبی، غلظت فلزات سنگین، و غلظت رنگ‌های آلی معلق را در پساب‌های صنعتی کاهش دهد؟

- ۱) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی است.
- ۲) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۳) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۴) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد، کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۸- در کدام گزینه، به ترتیب از راست به چپ، احتمال جذب سطحی نانوذرات از طریق پوست افزایش پیدا می‌کند؟

- ۱) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر
- ۲) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی
- ۳) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی، نانوذره پلی‌ساکاریدی
- ۴) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی

۱۹- فرض کنید شما یکی از کارشناسان بررسی ایمنی محصولات نانویی هستید. چنانچه در فرایند تولید محصولات زیر، تغییرات ذکر شده صورت گرفته باشد، ایمنی محصولات به ترتیب از سمت راست به چپ چه تغییری کرده است؟

- الف) برای ساخت کفپوش پلاستیکی ضد گرد و غبار، به جای استفاده از نانوذرات فلزی ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتری از نانولوله کربنی استفاده شده است.
- ب) در بسته‌بندی مواد غذایی به جای استفاده از نانوذرات نقره از نانوذرات نقره پوشش داده شده با کیتوسان استفاده شده است.
- ج) در ساخت نوعی از داروی ضدسرطان، از فناوری کپسوله کردن بر پایه نانولیپوزوم استفاده شده است.

- ۱) افزایش، کاهش، کاهش
- ۲) کاهش، افزایش، افزایش
- ۳) افزایش، افزایش، کاهش
- ۴) کاهش، کاهش، افزایش

۲۰- دانش‌آموزی با استفاده از روش رسوب‌گذاری فاز بخار توانسته است سه نوع نانوذره با مورفولوژی‌های کروی، میله‌ای و صفحه‌ای از یک فلز فعال را سنتز کند. به نظر شما، کدامیک از این سه نوع نانوذره، برای کاربردهای تشخیص طبی مناسب‌تر است؟

- ۱) نانوذرات کروی با قطر متوسط ۲۰ نانومتر
- ۲) نانومیله‌هایی با قطر ۳ نانومتر
- ۳) نانوصفحه‌هایی با عرض ۳ نانومتر
- ۴) نانوذرات سوزنی با قطر ۲۰ نانومتر

سوال (۱)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

می‌دانیم:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

لذا

$$V_1 = V_2$$

حجم نانوذره ۲ × تعداد نانوذره ۲ = حجم نانوذره ۱ × تعداد نانوذره ۱

$$N_1 \times a^3 = N_2 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$N_1 \times (5 \text{ nm})^3 = N_2 \times \frac{4}{3} \pi (5 \text{ nm})^3$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{4}{3} \pi$$

این عبارت بدین معنی است که در یک کسر حجمی یکسان، تعداد نانوذرات نوع اول (مورفولوژی مکعبی) حدود ۴ برابر تعداد نانوذرات نوع دوم (مورفولوژی کروی) است. حال باید سطح ویژه این نانوذرات را با توجه به تعداد ذرات محاسبه کنیم. داریم:

$$\frac{\text{مساحت سطح}}{\text{حجم}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} = \left(\frac{\text{m}}{\text{m}}\right)^2 = \text{سطح ویژه}$$

لذا نسبت سطح ویژه دو نوع ذرات برابر خواهد بود با:

$$\frac{\text{سطح ویژه نانوذرات مکعبی}}{\text{سطح ویژه نانوذرات کروی}} = \frac{\text{حجم نانوذرات مکعبی}}{\text{سطح نانوذرات کروی}} = \frac{\text{سطح نانوذرات مکعبی}}{\text{سطح نانوذرات کروی}} = \frac{N_1 \times 6a^2}{N_2 \times 4\pi r^2}$$

$$= \frac{N_1}{N_2} \times \frac{6 \times (5)^2}{4\pi \times (5)^2} = \frac{4}{3} \pi \times \frac{6}{4\pi} = 2$$

لذا با توجه به اینکه استحکام فصل مشترک ذرات تقویت‌کننده، با مجذور سطح ویژه ذرات ارتباط مستقیم دارد، افزایش استحکام مکانیکی ناشی از فصل مشترک ذرات مکعبی ۴ برابر ذرات کروی است.

سوال (۲)

پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

با توجه به تغییر رنگ از آبی به قرمز در اثر افزایش اندازه ذرات طلا، می توان نتیجه گرفت که تعدادی از کلوئیدهای سنتز شده حاوی نقاط کوانتومی طلا هستند. در مورد کلوئید قرمز رنگ با قطعیت نمی توان اظهار نظر کرد.

سوال (۳)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

فرض کنیم شعاع نانوذره R نانومتر و شعاع اتمی فلز r پیکومتر باشد.

تعداد اتم های کل ذره برابر است با:

$$\text{اتم کل ذره} = \frac{\frac{4}{3}\pi(R \times 10^{-9})^3}{(\frac{4}{\sqrt{2}} \times 10^{-12})^3} \times 4 = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \times \left(\frac{R}{r}\right)^3 \times 10^9$$

$$\text{اتم روی سطح ذره} = \frac{4\pi(R \times 10^{-9})^2}{\pi(r \times 10^{-12})^2} = \frac{4(R \times 10^{-9})^2}{(r \times 10^{-12})^2} = 4\left(\frac{R}{r} \times 10^3\right)^2 = 4\left(\frac{R}{r}\right)^2 \times 10^6$$

$$\frac{\text{تعداد اتم روی سطح ذره}}{\text{تعداد کل اتم ذره}} = \frac{4\left(\frac{R}{r}\right)^2 \times 10^6}{\frac{\pi}{3\sqrt{2}} \times \left(\frac{R}{r}\right)^3 \times 10^9} = \frac{12\sqrt{2}}{\pi\left(\frac{R}{r}\right) \times 10^3} = \frac{12\sqrt{2}}{\pi} \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3} = 5.4 \times \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3}$$

$$\frac{\text{تعداد اتم روی سطح ذره}}{\text{تعداد کل اتم ذره}} = 5.4 \times \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3} = 5.4 \times \left(\frac{200}{R}\right) \times 10^{-3} \approx \frac{1.08}{R}$$

شعاع ذره (nm)	نسبت اتم سطح به کل ذره	دمای ذوب نانوذرات (°C)
۱۰	۰/۱۰۸	۱۰۹۱
۲۰	۰/۰۵۴	۱۲۲۰
۳۰	۰/۰۳۶	۱۲۶۴

۱۲۹۸	۰/۰۲۱۶	۵۰
------	--------	----

با توجه به عبارت «هرچه پودر نانوذرات مورد استفاده ریزتر بوده و در ساختار قطعه توزیع یکنواخت تری داشته باشند، قطعه استحکام بیشتری خواهد داشت» به دنبال ذراتی با دمای ذوب بالاتر از 1250°C و اندازه ذرات ریزتر هستیم. با توجه به نتایج بدست آمده در صورت استفاده از ذرات با قطر ۶۰ نانومتر، این دو خواسته برآورده می شود.

سوال (۴)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

استفاده از کوره و انتقال حرارت رسانشی باعث ایجاد شیب دمایی زیاد در قسمت های مختلف محفظه واکنش، شرایط واکنش غیریکنواخت و در نتیجه، سنتز نانوذرات با اندازه های مختلف (تابع توزیع پهن) می شود. از این رو، امروزه از روش های دیگری برای حرارت دهی یکنواخت استفاده می شود. از جمله این روش ها می توان به حرارت دهی با مایکروویو و حرارت دهی با میدان مغناطیسی اشاره کرد.

سوال (۵)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

برای سنتز نانوذرات، ابتدا اتم های حاصل از احیای کاتیون ها به یکدیگر چسبیده و باعث تشکیل هسته می شوند. در ادامه هسته ها رشد کرده و نانوذرات را تشکیل می دهند. در صورتی که از رشد بیش از حد هسته ها جلوگیری نشود، نانوذرات به ابعادی بیش از صد نانومتر رسیده و طبق تعریف نانوذرات، دیگر نانوذره محسوب نمی شوند. برای ممانعت از رشد بیش از حد نانوذرات در حال رشد، از عوامل پایدارکننده استفاده می شود. عوامل پایدارکننده معمولاً از جنس پلیمر هستند و با قرارگیری در اطراف نانوذرات، از رشد آنها جلوگیری می کنند. گزینه های الف و د تغییر چندانی در ابعاد ذرات سنتز شده ایجاد نمی کنند. از طرف دیگر، کاهش غلظت عامل احیاکننده باعث افزایش اندازه نانوذرات می شود.

سوال (۶)

پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

در روش لیتوگرافی باریکه یونی، عناصر غیر فرار روی سطح رسوب می کنند. با توجه به اینکه پیش ماده استفاده شده در این پژوهش $\text{W}(\text{CO})_6$ بوده است، تنگستن روی سطح زیرلایه رسوب می کند. گزینه ۴ هم چون عنصر نیست و ترکیب است، پاسخ سوال نیست.

سوال (۷)

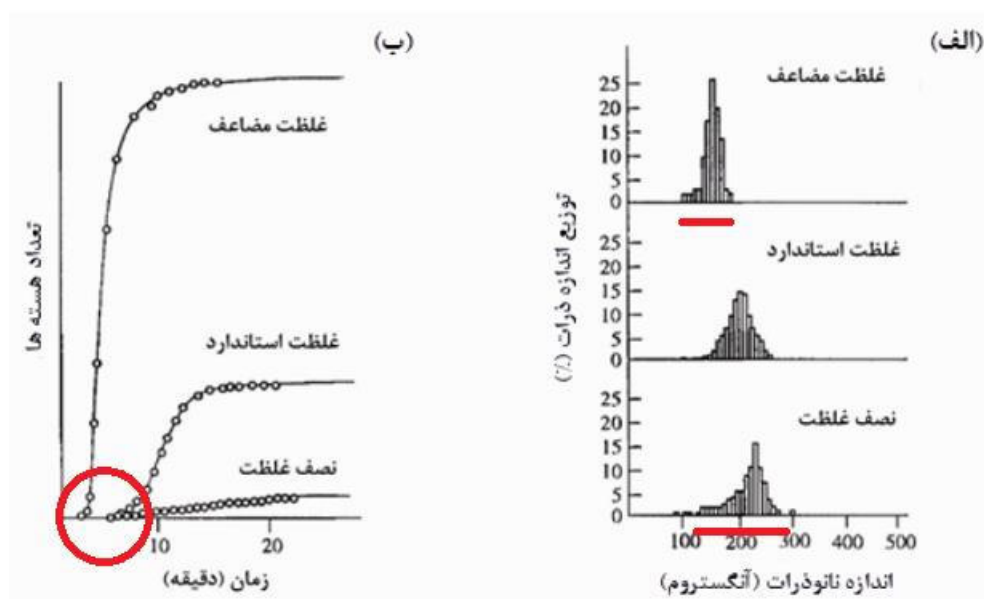
پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

از آنجایی که ماتریس امولسیون، یک روغن آبگریز است و از سوی دیگر، ملکولهای سورفکتانت یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارند، سر آبگریز ملکولهای سورفکتانت به سمت بیرون مایسل (که روغن زمینه است) جهت گیری خواهد کرد و سر آبدوست آن به سمت داخل خواهد بود. بنابراین ماده نامعلوم باید آبدوست و قطبی باشد.

سوال (۸)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

با توجه به نمودار، هسته‌های نقره در ظرف B (غلظت بیشتر پیش ماده نقره) زودتر شکل می‌گیرد. همچنین از آنجاییکه توزیع اندازه ذرات سنتز شده با افزایش غلظت پیش ماده باریک‌تر می‌شود، تصویر شماره ۱ مربوط به ظرف A است.



سوال (۹)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

اصلی‌ترین روش برای مطالعه ترکیب فازی یک ماده، آزمون XRD است و میکروسکوپ SEM روش مناسبی برای بررسی ساختار بلوری مواد نیست. این میکروسکوپ صرفاً براساس غلظت عنصری در نقاط مختلف ماده، کنتراست تصاویر خود را تعریف می‌کند. از آنجایی که هر دو فاز آناتاز و روتایل دارای ترکیب عنصری مشابه (یعنی TiO_2) هستند، کنتراست قابل توجهی مشاهده نشده است.

سوال (۱۰)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

مقایسه نتایج آزمون XRD نمونه فرآوری شده نسبت به پودر فرآوری نشده، نشانگر پهن تر شدن پیک های پراش است. این امر نشان می دهد که انجام عملیات سری موجب ریزتر شدن ذرات آلومینیوم می شود. این گزاره با نتایج آزمون BET نیز تایید می شود چرا که سطح ویژه ماده نیز پس از انجام عملیات سری افزایش یافته است. هرچه ذرات فلزی ریزتر باشند، زینترینگ آنها در دمای بالا به سهولت انجام می گیرد و ساختار ماده بالک به دست آمده، متراکم تر و چگال تر می شود. لذا اگر از نمونه های زینتر شده، تصویر SEM تهیه کنیم، کاهش تخلخل های ساختاری را برای نمونه فرآوری شده نشان خواهد داد. بنابراین نمودار توزیع اندازه تخلخل ها برای ماده فرآوری شده به سمت مقادیر کوچکتر جابجا خواهد شد.

سوال (۱۱)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

نسبت ابعادی برابر است با نسبت طول به قطر نانو میله، بنابراین:

$$\text{نسبت ابعادی} = \frac{\text{طول}}{\text{قطر}} \quad 10 = \frac{x}{10 \text{ nm}} \quad x = 100 \text{ nm}$$

$$\text{بزرگنمایی} = \frac{\text{طول تصویر}}{\text{طول شی}} \quad 20000 = \frac{y}{100 \text{ nm}}$$

$$y = 2 \times 10^6 \text{ nm} = 2 \times 10^6 \times 10^{-9} \text{ m} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.2 \text{ cm}$$

سوال (۱۲)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

پودر شماره ۴: با توجه به اینکه در فرآوری پودر میکرو، هدف تولید نانورس و باز شدن هرچه بیشتر صفحات قاعده از یکدیگر است و در نتیجه تنها در یک جهت و در واقع در یک زاویه پراش انتقال پیک به سمت چپ خواهیم داشت که تنها گزینه ۴ صادق است.

پودر شماره ۱: پیک مشخصه θ_1 به سمت راست شیفت پیدا کرده که بیانگر کاهش فاصله صفحات است و نه افزایش فاصله صفحات.

در پودرهای شماره ۳ و ۲ با توجه به اینکه به غیر از پیک مشخصه θ_1 سایر پیک ها نیز جابجا شده اند، بیانگر به هم ریختن ساختار ذره است و نمی توان انتظار کارکرد نانورس را داشت.

سوال (۱۳)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

گزینه اول صحیح نیست: زیرا اگر مشکل از بزرگ بودن شکاف انرژی باشد، نباید در نمونه پساب سوم، غلظت آلاینده‌ها به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد.

گزینه دوم صحیح نیست: زیرا اگر اندازه ذرات بزرگ باشد، باید خاصیت فوتوکاتالیستی برای هر سه پساب افت کند؛ این در حالی است که در نمونه پساب سوم، غلظت آلاینده‌ها به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

گزینه سوم صحیح است: ممکن است در نمونه پساب اول، آلاینده آلی به قدری از نظر ملکولی پیچیده باشد که رادیکال‌های آزاد تشکیل شده در اثر فعالیت فوتوکاتالیستی قادر به تجزیه آن نباشد و غلظت آلاینده‌ها تغییر نکند. در نمونه پساب سوم، آلاینده آلی از ملکول‌های ساده‌ای تشکیل شده باشد که می‌توانند در حضور ماده فوتوکاتالیست به سرعت تجزیه شوند (مانند رنگ‌های ساده متیلن بلو و متیلن اورنج) و غلظت آلاینده‌ها به سرعت کاهش پیدا کند. در نمونه پساب دوم نیز ممکن است تجزیه آلاینده آلی در حضور رادیکال‌های آزاد واکنش‌پذیر موجب تشکیل محصولات جانبی خطرناک‌تر و سمی‌تری نسبت به آلاینده اولیه شود. در این حالت، سمیت پساب به جای کاهش، افزایش خواهد یافت.

گزینه چهارم صحیح نیست: زیرا اگر طول موج نور تابشی به درستی انتخاب نشده باشد، نباید در نمونه سوم، شاهد کاهش قابل توجه غلظت آلاینده‌ها باشیم. همچنین دیگر دلیلی برای افزایش سمیت پساب دوم وجود نخواهد داشت.

سوال (۱۴)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

مواد الکتروشیمیایی موادی هستند که تمایل به انجام واکنش در صورت اعمال شرایط الکتریکی خاص (نظیر اعمال ولتاژ یا جریان) دارند. در این مواد اعمال نیروی مکانیکی لزوماً منجر به شکستن پیوند نمی‌شود. (نادرستی گزینه ۱)
مواد فوتولومینیسانس به موادی گفته می‌شوند که حساس به نور هستند به طوری که نوری با طول موج مشخص را جذب می‌کنند و نوری با طول موج دیگر را از خود ساطع می‌کنند. عملکرد این مواد ارتباط حتمی و قطعی با نیروی مکانیکی اعمال شده به آنها ندارد. (نادرستی گزینه ۲)

در مواد مکانوکرومیک، در اثر فشار یا تغییر شکل مکانیکی، خصوصیات بازتابی یا جذبی تغییر می‌کند و ماده از خود رنگ‌های متفاوتی را نشان می‌دهد. از این رو می‌توان از این ماده برای ساخت حسگر حساس به ارتعاش استفاده کرد اما دلیل ذکر شده در گزینه ب صحیح نیست زیرا وارد شدن نیروی مکانیکی در این مواد موجب تغییر دمای محسوس نمی‌شود. (نادرستی گزینه ۳)

مواد پیزوالکتریک موادی هستند که با اعمال نیروی مکانیکی، ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌کنند و برعکس. لذا وارد شدن نیروی ارتعاشی به این دسته از مواد، موجب تشکیل بازخورد الکتریکی شده و از این جریان می‌توان برای شناسایی و اندازه‌گیری شدت ارتعاشات محیطی استفاده کرد.

سوال (۱۵)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

ممکن است آلاینده‌های آلی پساب فرار بوده باشند و در طول فرآیند جذب، از سطح پساب آزاد شده باشند (درستی الف). از سوی دیگر، همواره ممکن است محاسبات یا اندازه‌گیری‌های تجربی در خصوص غلظت پساب با خطاهایی همراه بوده باشد (درستی ب). با توجه به اینکه در صورت سوال بازیابی کامل آلاینده از ذرات جاذب ذکر شده است، عبارت (ج) نادرست است.

سوال (۱۶)

پاسخ تشریحی گزینه ۱ پاسخ درست است.

اگر ماده‌ای هم جاذب باشد و هم فعالیت فوتوکاتالیستی از خود نشان دهد، می‌توان فرآیند تصفیه آب توسط این ماده را یک بار در حضور نور و یک بار در غیاب آن انجام داد و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد، زیرا پدیده جذب یک پدیده سطحی است و در حضور یا غیاب نور، به طور نسبتاً یکسان انجام می‌شود اما فعالیت فوتوکاتالیستی مستقیماً به نور تابشی وابسته است و در غیاب آن، متوقف می‌شود.

سوال (۱۷)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی با رادیکال‌های آزاد، کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق تخریب فوتوکاتالیستی است.

سوال (۱۸)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

در حالت کلی، نانوذرات اکسیدفلزی، به ویژه با اندازه ذره ای بزرگتر از ۴۵ نانومتر، نفوذ کمی در لایه های سطحی پوست دارند و در بین موارد کمترین میزان جذب سطح از طریق پوست را دارا می‌باشند (نادرستی گزینه‌های ۳ و ۴). اما نانوذرات پلی ساکارییدی و یا فلزی به آسانی می‌توانند از طریق پوست آسیب دیده یا بیمار، به لایه های داخلی پوست نفوذ نمایند. در نقطه مقابل نقاط کوانتومی به دلیل اندازه بسیار کوچکشان، ظرفیت بالایی برای نفوذ به پوست داشته و ظرف ۸ تا ۲۴ ساعت به ساختمان پوست سالم نفوذ میکنند (نادرستی گزینه ۱).

سوال (۱۹)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

از آنجایی که در بین انواع نانومواد، آئروسول ها و ذرات پودر جامد، نانوذرات زیر ۱۰ نانومتر و نانولوله های کربنی خطرناک ترین نوع نانومواد هستند، در نتیجه مورد (الف) نانوذرات نقره موجود در بسته بندی به دلیل در تماس مستقیم بودن با مواد غذایی، خطر بالایی دارند که در اثر پوشش دهی با ماده زیست سازگار کیتوسان، ایمنی محصول مورد (ب) افزایش می یابد. با کاهش ایمنی همراه است. با توجه به اینکه نانوذرات لیپیدی کم خطرترین نوع نانوذرات هستند، در نتیجه مورد (ج) با افزایش ایمنی همراه است.

سوال (۲۰)

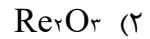
پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

در بین مورفولوژی های مختلف، نانوذرات کروی کمترین سمیت را دارند و نانومیله ها و نانوصفحه ها به ترتیب بیشترین سمیت را ایجاد می کنند.

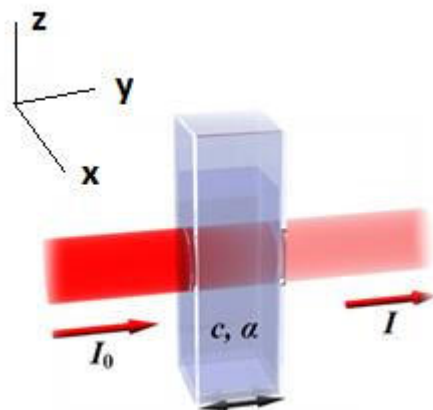
مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱- فرض کنید اکسید رونیوم با قرارگیری ۸ اتم رونیوم در رئوس یک سلول واحد و ۱۲ اتم اکسیژن در اضلاع آن متبلور می‌شود. فرمول شیمیایی این ترکیب چگونه خواهد بود؟



۲- یکی از روش‌های مرسوم برای تخمین غلظت یک محلول نامعلوم، استفاده از آزمون طیفسنجی نور مرئی - فرابنفش (UV-Vis) است. در این آزمون، محلولی با غلظت C درون یک محفظه شیشه‌ای با عرض L در معرض نوری با شدت I_0 قرار می‌گیرد و با استفاده از یک رابطه ساده ریاضی، غلظت محلول به میزان جذب نور تابیده شده



توسط ماده نسبت داده می‌شود. آزمایشگاهی، دو نمونه محلول با دو غلظت متفاوت C_1 و C_2 را مورد آزمایش قرار داد و میزان جذب نور در نمونه دومی را دو برابر نمونه اولی تخمین زد. اپراتور برای انجام آزمون بر روی نمونه اولی، محفظه نشان داده شده در شکل زیر را در جهت محور y و برای نمونه دومی، در جهت محور x در معرض پرتوی تابشی قرار داده است. اگر طول ضلع محفظه شیشه‌ای در جهت y ، چهار برابر طول ضلع محفظه در جهت x بوده و ضریب جذب هر دو محلول به صورت تابع $\alpha = 2C^2$ قابل تخمین زدن باشد، کدامیک از گزاره‌های زیر در مورد غلظت دو نمونه صحیح است؟

(۱) غلظت محلول اول بیشتر از محلول دوم است.

(۲) غلظت محلول اول تقریباً با محلول دوم برابر است.

(۳) غلظت محلول اول کمتر از محلول دوم است.

(۴) به دلیل یکسان نبودن ابعاد محفظه شیشه‌ای، نمی‌توان اظهار نظر کرد.

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۳- در روش هیدروترمال و لیتوگرافی، از قالب (template) برای اهداف مختلفی استفاده می‌شود تا محصول مورد نظر با دقت مطلوبی تهیه شود. کدام گزینه، نقش قالب را در روش هیدروترمال و لیتوگرافی به درستی بیان می‌کند (به ترتیب)؟

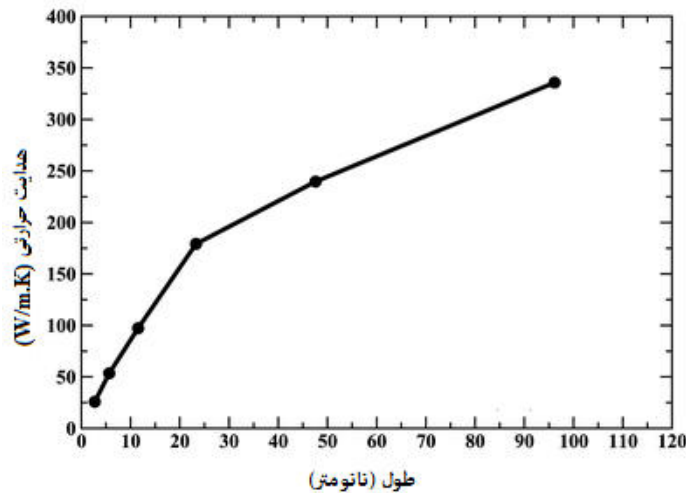
(۱) بستر مناسب برای شکل‌گیری نانوذرات و کنترل دقیق ابعاد و مورفولوژی آنها - محدود کردن رشد ذرات

(۲) قالب‌گیری محصول واکنش برای ایجاد شکل هندسی مورد نظر - ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح

(۳) بستر مناسب برای شکل‌گیری نانوذرات و کنترل دقیق ابعاد و مورفولوژی آنها - ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح

(۴) ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح - محدود کردن رشد ذرات

۴- دو گروه تحقیقاتی در شرکت تولید قطعات الکترونیکی، به منظور انتقال حرارت دستگاه و کاهش حرارت آن، از دو نوع نانو لوله کربنی A (با طول ۲۰ نانومتر) و B (با طول ۴۰ نانومتر) در بدنه قطعات تولیدکننده حرارت استفاده کرده‌اند. شکل روبرو میزان تاثیر طول نانولوله کربنی بر هدایت حرارتی (گرمایی) را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد عملکرد نانولوله‌های کربنی در دستگاه درست است؟



(۱) عملکرد بهتر نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۷) نسبت به نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۳)

(۲) عملکرد بهتر نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۷) نسبت به نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۳)

(۳) عملکرد بهتر نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۳) نسبت به نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۷)

(۴) عملکرد بهتر نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۳) نسبت به نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۷)

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۵- در یک شبکه بلوری، ارتباط معناداری بین غلظت جاهای خالی اتمی و دما وجود دارد به طوری که با افزایش دمای ماده، چگالی جاهای خالی اتمی به طور نمایی افزایش می‌یابد. رابطه زیر برای تخمین انرژی فعال سازی واکنش تشکیل جاهای خالی اتمی در دمای مشخص T ارائه شده است ($e=2.7$):

$$\frac{n_x}{n_{total}} = Ae^{-\frac{Q}{RT}}$$

که در این رابطه، n_x و n_{total} به ترتیب تعداد جاهای خالی و تعداد اتم‌های تشکیل دهنده شبکه بلوری، A ثابت معادله، R ثابت گازها، T دما بر حسب کلونین، و Q انرژی لازم برای تشکیل یک جالی خالی اتمی در شبکه بلوری است. سه شبکه بلوری مکعبی ساده، شبکه مکعبی مرکز پر (BCC)، و شبکه مکعبی وجوه پر (FCC) را در نظر بگیرید که در آنها، فاصله متوسط هر جای خالی از جای خالی مجاور خود، حدود ۱۰۰۰ برابر ثابت سلول واحد شبکه بلوری است. کدامیک از گزینه‌ها، مقادیر انرژی فعال سازی فرآیند تشکیل جای خالی را برای این سه شبکه بلوری به درستی با یکدیگر مقایسه می‌کند؟

(۱) SC<BCC<FCC

(۲) FCC<BCC<SC

(۳) BCC<FCC<SC

(۴) SC<FCC<BCC

۶- پژوهشگری برای تولید کلئوئید نانوذرات C، از واکنش بین دو ترکیب A و B به شرح زیر استفاده می‌کند.



جرم مولی دو ترکیب A و B برابر است و پیشروی واکنش تا زمانی که نسبت غلظت دو ترکیب A و B حل شده در آب به ۰/۳ برسد، ادامه خواهد داشت.

این پژوهشگر برای سنتز محصول، به ترتیب ۱۵ و ۶۰ میلی‌گرم از ترکیبات جامد A و B را به ۱۰۰ گرم آب داخل همزن با دمای ۸۰°C اضافه می‌کند. میزان حلالیت دو ماده A و B در ۱۰۰ گرم آب ۸۰°C، به ترتیب ۵ و ۱۰ میلی‌گرم است. پس از اتمام فرایند سنتز، محصول از فیلتر صافی عبور داده می‌شود. غلظت کلئوئید نانوذرات C بدست آمده و همچنین مقدار رسوب جدا شده توسط فیلتر صافی کدام است؟

(۱) ۱۵، ۶۰۰ ppm میلی‌گرم

(۲) ۱۴، ۴۸۰ ppm میلی‌گرم

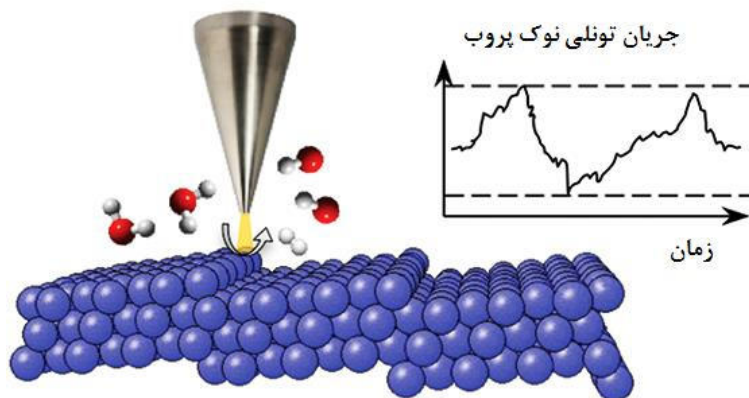
(۳) ۵، ۶۰۰ ppm میلی‌گرم

(۴) ۲۷، ۴۸۰ ppm میلی‌گرم

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۷- در برخی از کاربردهای پیشرفته نانوالکترونیکی لازم است واکنش شیمیایی خاصی در ابعاد ملکولی بر روی یک زیرلایه ویژه به صورت کاملا کنترل شده انجام شود. یکی از روش‌های مرسوم برای پیشبرد چنین واکنش‌هایی، استفاده از میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) است. برای این کار، جز آغازگر واکنش بر روی پروب میکروسکوپ قرار گرفته و به سطح نزدیک می‌شود تا در اثر جریان تونلی ایجاد شده بین نمونه و نوک پروب، واکنش مربوطه در ابعاد چند ملکول انجام شود (شکل زیر). به نظر شما، کدامیک از روش‌های زیر برای ارزیابی میزان پیشبرد چنین واکنش‌هایی مناسب‌تر است؟



(۱) آزمون طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR)

(۲) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

(۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

(۴) طیف سنجی نور مرئی-فرابنفش (UV-Vis)

۸- پژوهشگری با استفاده از فرآیند جوانه‌زنی و رشد توانسته است دو نوع ذره نقره با مورفولوژی یکسان سنتز کند. در سنتز نمونه اول، سرعت جوانه‌زنی بسیار بیشتر از سرعت رشد بوده و در نمونه دوم، سرعت رشد به طور قابل توجهی بیشتر از سرعت جوانه‌زنی بوده است. او برای مطالعه ترکیب فازی نمونه‌ها، از الگوی پراش الکترونی میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده کرد. به نظر شما، کدامیک از الگوهای پراش زیر نمی‌تواند به ترتیب مربوط به نمونه اول و دوم باشد؟

(۱) الگوی پراش نفوذی یا هاله‌های پخشیده (diffusive ring pattern) - الگوی پراش نقطه‌ای

(۲) الگوی پراش حلقه‌ای - الگوی پراش نفوذی یا هاله‌های پخشیده (diffusive ring pattern)

(۳) الگوی پراش حلقه‌ای - الگوی پراش نقطه‌ای

(۴) الگوی کیکوچی - الگوی حلقه‌ای

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۹- برخی از ملکول‌های پلیمری در اثر تحریک عامل خارجی، چیدمان فضایی خود را به طور خود به خودی تغییر می‌دهند و آرایش جدیدی به خود می‌گیرند. به این پدیده، تغییر کانفورماسیون فضایی ملکول (Conformation) گفته می‌شود. از این پدیده برای ایجاد ساختار پلیمری خود آرا استفاده می‌شود. سه نوع ملکول پلیمری A، B و C را در نظر بگیرید که اولی در حضور اشعه ایکس، دومی در اثر اعمال نیروی مکانیکی خارجی، و سومی در اثر عبور جریان الکتریکی پر قدرت، آرایش فضایی خود را تغییر می‌دهد. اگر بخواهید لایه نازک خود آرایی شده از این پلیمرها را روی یک سطح صلب به وجود آورید، استفاده از کدام تجهیز زیر را برای نمونه‌های A، B و C پیشنهاد می‌کنید (به ترتیب از راست به چپ)؟

- ۱) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) - میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) - میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- ۲) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) - میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) - میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)
- ۳) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) - میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) - میکروسکوپ نوری
- ۴) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) - میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) - میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

۱۰- در برخی از کاربردهای صنعتی، دمای یک قطعه یا ابزار باید در یک محدوده دمایی بسیار باریک قرار داشته باشد. به نظر شما، کدامیک از مواد زیر برای این دسته از کاربردها مناسب است؟

۱) مواد ترموالکتریک

۲) مواد تغییر فاز دهنده

۳) الکتروکرومیک

۴) مواد ترمومکانیک

۱۱- در حالت مذاب یا محلول، اتم‌ها به صورت شناور و بدون هیچ نظم خاصی در کنار یکدیگر قرار دارند اما به محض کاهش دما تا یک سطح بحرانی، تمایل به چسبیدن به یکدیگر و تشکیل جوانه‌های بسیار کوچک در مقیاس اتمی پیدا می‌کنند. به این خوشه‌های اتمی، نطفه (embryo) نیز گفته می‌شود. نطفه‌ها بسیار ناپایدار هستند و با کوچکترین تلاطمی در محیط پیرامونی، از یکدیگر گسسته می‌شوند. می‌توان یک شعاع بحرانی برای نطفه تعریف کرد که در آن، نطفه نه تنها پایدار خواهد بود بلکه می‌تواند با جذب اتم‌های اطراف خود، به رشد خود ادامه دهد. از نظر ترمودینامیکی، نطفه زمانی به اندازه بحرانی خود می‌رسد که انرژی حجمی آن (به عنوان نیروی پایدار کننده) بتواند بر انرژی سطحی خوشه اتمی (به عنوان نیروی ناپایدار کننده) غلبه کند و سطح انرژی آزاد سیستم را کاهش دهد. کدام گزینه شعاع بحرانی یک جوانه پایدار را به درستی نشان می‌دهد؟

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

$$\gamma : J/m^2$$

$$\Delta G_{\text{حجمی}} : J/m^3$$

$$(1) \frac{-2\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$$

$$(2) \frac{4\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$$

$$(3) \frac{-\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$$

$$(4) \frac{-2\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$$

۱۲- امروزه یکی از فناوری‌های مورد استفاده برای پاکسازی خاک و زمین‌های کشاورزی از حضور عناصر فلزی سنگین، افزودن آهن صفر ظرفیتی به خاک به شکل کلئوئید پایدار است. این ذرات می‌توانند با انجام واکنش‌های شیمیایی یا جذب فیزیکی - شیمیایی آلاینده، خاک را تصفیه کنند. با این حال، استفاده از این ماده چندین چالش مهم در پی دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(الف) اکسایش سریع پوسته بیرونی ذرات آهن صفر ظرفیتی در اثر رطوبت خاک و کاهش فعالیت گندزدایی آن؛
 (ب) آگلومراسیون سنگین ذرات آهن صفر ظرفیتی در حین کلئوئید سازی؛ و (ج) باقی ماندن رسوبات تشکیل شده در خاک پس از واکنش بین آهن صفر ظرفیتی و عناصر فلزات سنگین.

برای رفع این چالش‌ها به ترتیب چه راهکارهای عملی را پیشنهاد می‌کنید؟

(۱) اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتانت‌ها یا عوامل فعال سطحی - پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب - استفاده از فناوری میکروفیلتراسیون و نانوفیلتراسیون

(۲) ایجاد شرایط لازم برای واکنش آهن صفر ظرفیتی با فلزات نجیب قبل از افزودن به خاک - پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب - راهکار عملی خاصی وجود ندارد.

(۳) احیای پوسته اکسیدی با گاز نیتروژن قبل از افزودن به بستر خاک - اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتانت‌ها یا عوامل فعال سطحی - شستشوی عمقی خاک پس از پاکسازی آن با آهن صفر ظرفیتی

(۴) پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب - اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتانت‌ها یا عوامل فعال سطحی - راهکار عملی خاصی وجود ندارد.

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۳- شرکتی اقدام به تولید و عرضه کرم ضد آفتاب کرده است اما آثار سفیدی باقیمانده از آن بر روی پوست به سرعت موجب نارضایتی بسیاری از مشتریان شده است. این شرکت قصد دارد با بهینه‌سازی فرمولاسیون، کرم ضد آفتاب شفافی را تولید کند که هم ماندگاری بالاتری روی پوست داشته باشد و هم لکه‌های سفید بر روی آن به جای نگذارد. شما چه راهکاری را برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟

(۱) استفاده از ذرات اکسید روی به جای اکسید تیتانیوم

(۲) استفاده از پرکننده در فرمولاسیون

(۳) افزایش ابعاد ذرات مورد استفاده

(۴) استفاده از نانوذرات اکسید تیتانیوم

۱۴- در یک وسیله تفریحی در شهر بازی، دو سر یک سیم نازک فلزی به دیواره‌های روبرویی یک محفظه فلزی متصل شده است. در اثر وصل کردن کلید برق، سیم به یکباره از خود نور ساطع کرده و ناگهان پاره می‌شود. به نظر شما، دلیل این پدیده چیست؟

(۱) سیم در اثر عبور جریان داغ شده و دچار پارگی می‌شود.

(۲) سیم از جنس ماده الکتروکرومیک ساخته شده است.

(۳) سیم از جنس ماده تغییر فاز دهنده (PCM) ساخته شده است.

(۴) سیم از جنس آلیاژ حافظه‌داری با خاصیت فوتولومینیسانس ساخته شده است.

۱۵- یکی از کاربردهای لایه‌های نازک نیمه رسانا، ساخت حسگرهای گاز است. در این نوع از حسگرها، رسانایی الکتریکی لایه نازک در حضور گاز تغییر می‌کند و همین تغییر رسانایی مبنای سنجش و تشخیص گاز مورد نظر می‌شود. در واقع اگر گاز مورد نظر در محیط باشد، رسانایی لایه نازک بکاررفته در حسگر تغییر می‌کند و به ما اعلام می‌کند که گاز در محیط وجود دارد.

یکی از پارامترهایی که در ارزیابی عملکرد حسگرهای گاز اهمیت دارد، حساسیت حسگر است. در برخی از حسگرهای گاز که با استفاده از لایه‌های نازک نیمه رسانا ساخته می‌شوند، حساسیت حسگر بصورت نسبت رسانایی حسگر در حضور گاز به رسانایی حسگر در محیط مرجع (محیطی که گاز مورد نظر در آنجا وجود ندارد) تعریف می‌گردد. با این توضیح، استفاده از کدام گزینه موجب ساخت حسگرگازی با حساسیت بیشتر می‌گردد؟

(۱) استفاده از لایه نازک با ضخامت کمتر از طول پویس آزاد میانگین آن

(۲) استفاده از لایه نازک منسجم

(۳) استفاده از لایه نازک متخلخل

(۴) استفاده از لایه نازک با ضخامت میکرومتری

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۶- معمولا پساب‌های صنعتی حاوی غلظت‌های بالایی از ذرات معلق جامد، ترکیبات معدنی و آلی، رنگ‌ها و فلزات سنگین هستند که باید قبل از رهاسازی در طبیعت، تا حد خوبی تصفیه شوند. یکی از مراحل تصفیه این پساب‌ها، دمش هوا به داخل آنها است. به نظر شما هدف از این فرآیند چیست و برای چه نوع پساب‌هایی کاربرد دارد؟

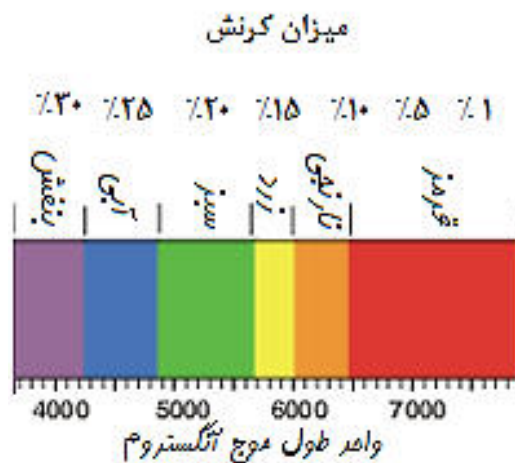
(۱) رشد باکتری‌های هوازی - پساب‌هایی با غلظت بالای آلاینده‌های آلی

(۲) رشد باکتری‌های هوازی - پساب‌هایی با غلظت بالای نانوذرات معدنی

(۳) جمع‌آوری آلاینده‌های معلق از سطح پساب - پساب‌هایی با غلظت بالای ذرات معلق

(۴) جمع‌آوری آلاینده‌های معلق از سطح پساب - پساب‌هایی با غلظت بالای فلزات سنگین

۱۷- یک میله پلیمری با خاصیت مکانوکرومیک را در نظر بگیرید که سطح مقطع آن دایره‌ای به قطر ۶ میلی‌متر است و با نیروی ۳ کیلونیوتن کشیده می‌شود. با توجه به شکل زیر که ارتباط بین میزان کرنش اعمال شده به این پلیمر و طیف نور رنگی ساطع شده از آن را نشان می‌دهد، میله پلیمری به چه رنگی در خواهد آمد؟ مدول الاستیک این پلیمر ۲ گیگاپاسکال است.



(۱) قرمز

(۲) زرد

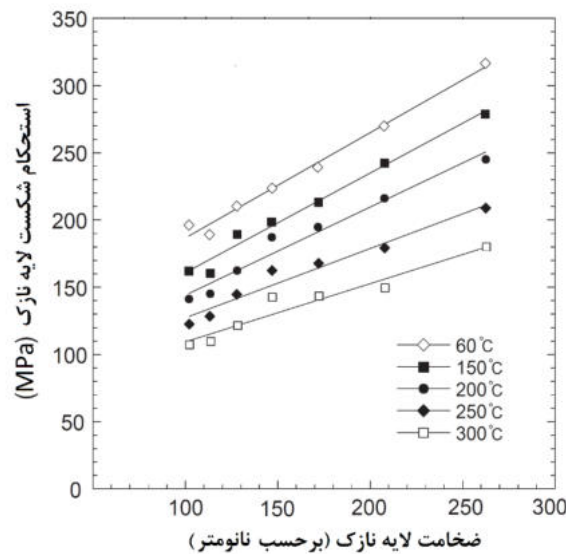
(۳) سبز

(۴) آبی

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۸- فرض کنید لایه نازکی از جنس یک ماده ترد با ضخامت ۲۰۰ نانومتر روی یک زیرلایه فلزی انعطاف پذیر لایه‌نشانی شده است. این پوشش قرار است در یک محیط گرم و در معرض نوسانات دمایی قابل توجه بین T_1 (۴۰ درجه سانتی گراد) و T_2 (دمای سرویس) قرار داده شود. تفاوت خواص انبساط حرارتی زیرلایه و پوشش می‌تواند منجر به وارد شدن تنش مکانیکی به لایه نازک و شکست آن شود. نمودار زیر، استحکام شکست این لایه نازک را در دماها و ضخامت‌های مختلف نشان می‌دهد. اگر ضریب انبساط حرارتی طولی زیرلایه و لایه نازک به ترتیب 20.5×10^{-6} و 5×10^{-7} بر درجه سانتی گراد بوده و مدول الاستیک لایه نازک حدود ۱۰۰ گیگاپاسکال باشد، بالاترین دمایی که این سیستم می‌تواند بدون شکست در سرویس ایفای نقش کند، چقدر است؟



(۱) ۶۰ درجه سانتی گراد

(۲) ۱۵۰ درجه سانتی گراد

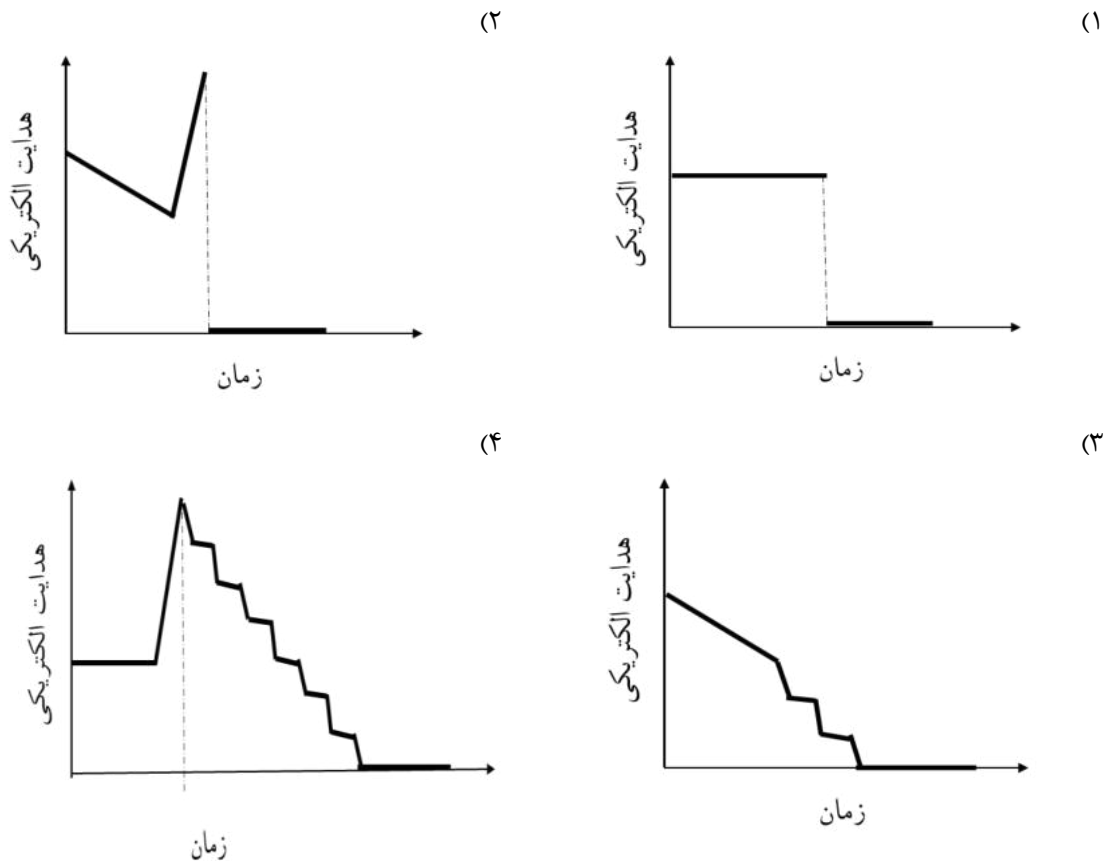
(۳) ۲۰۰ درجه سانتی گراد

(۴) ۲۵۰ درجه سانتی گراد

۱۹- یک سیم رسانای کاملاً انعطاف پذیر، با سرعت یکنواخت کشیده می‌شود، تا بتدریج نازک شده و در شعاع کمتر از یک نانومتری پاره شود. هدایت الکتریکی سیم در حین فرایند در ولتاژ مناسب و با دقت کافی اندازه گیری می‌شود. هدایت الکتریکی در حین فرایند کشش در محدوده نانومتری تا پاره شدن سیم چگونه تغییر می‌کند؟

مرحله دوم سیزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۰

(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



۲۰- روش‌های مختلفی برای تخمین خواص کامپوزیت‌های زمینه فلزی توسعه یافته است، که از معروف‌ترین آنها می‌توان به قانون مخلوط‌ها اشاره کرد. براساس این قانون، استحکام مکانیکی یک کامپوزیت، از حاصل جمع استحکام مکانیکی زمینه و ذره تقویت‌کننده به نسبت کسر حجمی آنها به دست می‌آید. به بیان ریاضی:

$$\text{استحکام مکانیکی کامپوزیت} = X_m \sigma_m + X_r \sigma_r$$

در این معادله، X_m و X_r به ترتیب کسر حجمی زمینه و ذره تقویت‌کننده، و σ_m و σ_r به ترتیب استحکام زمینه و ذره تقویت‌کننده است. پژوهشگری نانولوله کربنی تک جداره را در زمینه آلومینیومی توزیع کرده و با استفاده از روش‌های متراکم‌سازی، کامپوزیت یکپارچه‌ای به دست آورده است. نتایج استحکام مکانیکی نمونه ساخته شده به طور قابل توجهی پایین‌تر از مقدار محاسبه شده با استفاده از قانون مخلوط‌ها بوده است. به نظر شما کدامیک از موارد زیر نمی‌تواند دلیل این افت باشد؟

(۱) چسبندگی بسیار ضعیف در فصل مشترک ذره و زمینه

(۲) وجود تخلخل‌ها و حفره‌های متعدد در زمینه یا مجاورت ذرات تقویت‌کننده

(۳) وقوع واکنش‌های ناخواسته

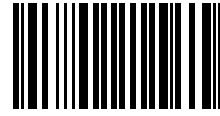
(۴) توزیع تصادفی ذرات تقویت‌کننده در زمین

سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :

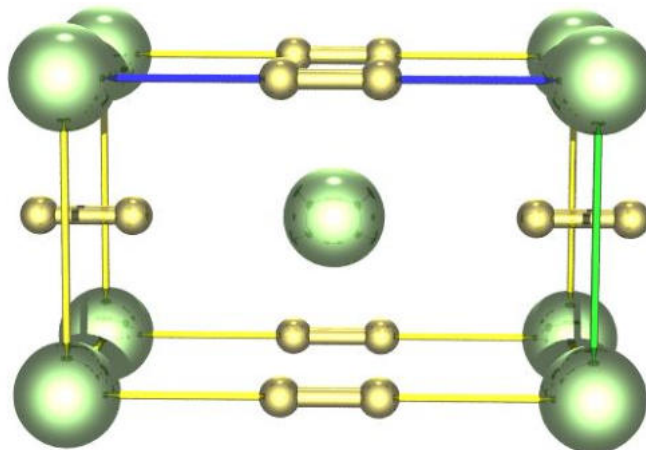
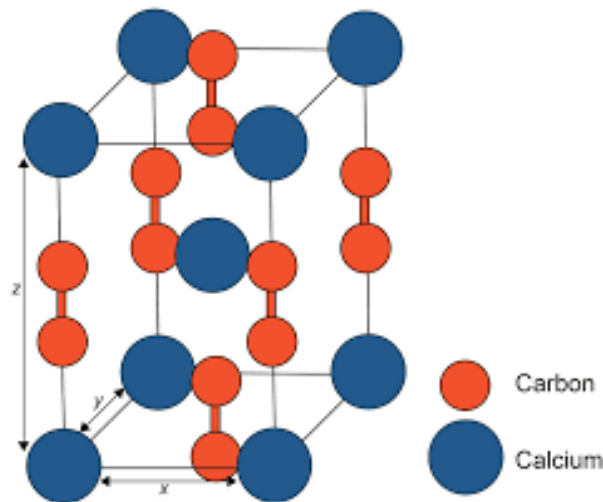


سوال ۱- شکل های زیر، سلول واحد و آرایش اتمی ترکیب کلسیم کاربید را از دو نمای مختلف نشان می دهد. همانطور که مشاهده می کنید، اتم های کلسیم در رئوس و مرکز سلول واحد قرار گرفته اند اما برخی از اتم های کربن روی اضلاع سلول واحد و برخی دیگر در دو سوی وجوه بالایی و پایینی قرار گرفته اند. این شبکه اتمی کاملاً فشرده بوده و اتم ها بر همدیگر مماس هستند.

(۱) تعداد اتم های کلسیم و کربن متعلق به یک سلول واحد را تخمین بزنید.

(۲) اگر شعاع اتمی کربن و کلسیم به ترتیب برابر 0.077 و 0.197 نانومتر باشد، طول ضلع سلول واحد در جهت محور x ، y ، و z را برحسب آنگستروم تخمین بزنید.

(۳) نسبت فضای اشغال شده توسط اتم های کربن به اتم های کلسیم در سلول واحد را محاسبه کنید.

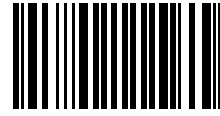


سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

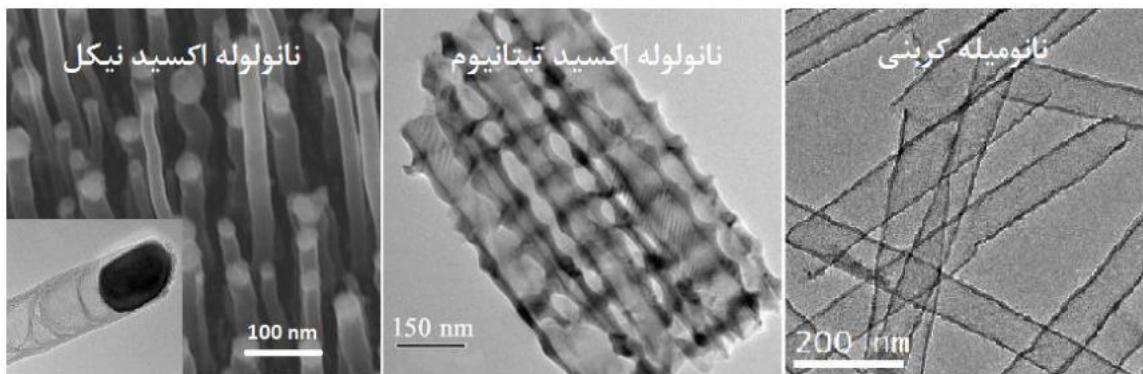
کد ملی :



سوال ۲- پژوهشگری قصد دارد نانولوله اکسید تیتانیوم را سنتز کرده و از آن به عنوان حامل در فرآیند دارورسانی استفاده نماید. تخلخل سطحی در این نانولوله می تواند مزیتی برای این کاربرد باشد. با توجه به اطلاعات خود از فرآیند دارورسانی، روش های سنتز نانومواد و دانش مشخصه یابی مواد، به سوالات زیر پاسخ دهید.

(۱) به نظر شما، چگونه می توان نانولوله اکسید تیتانیوم را سنتز کرد؟ مراحل سنتز را شرح دهید.

(۲) تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نانومیله کربنی، نانولوله اکسید تیتانیوم و نانولوله اکسید نیکل در شکل زیر ارائه شده است. اگر قرار باشد از این مواد در طول فرآیند سنتز استفاده کنید، کدام ماده را ترجیح می دهید؟ دلیل خود را بیان کنید.



(۳) اگر از پودر سنتز شده، آنالیز شیمیایی گرفته شود، انتظار دارید چه عناصری به عنوان ناخالصی شناسایی شوند؟ به نظر شما، خاستگاه این عناصر در پودر سنتز شده چیست؟

(۴) اگر بخواهید ناخالصی های موجود را به طور کامل از سیستم حذف کنید، چه راهکاری را پیشنهاد می کنید؟

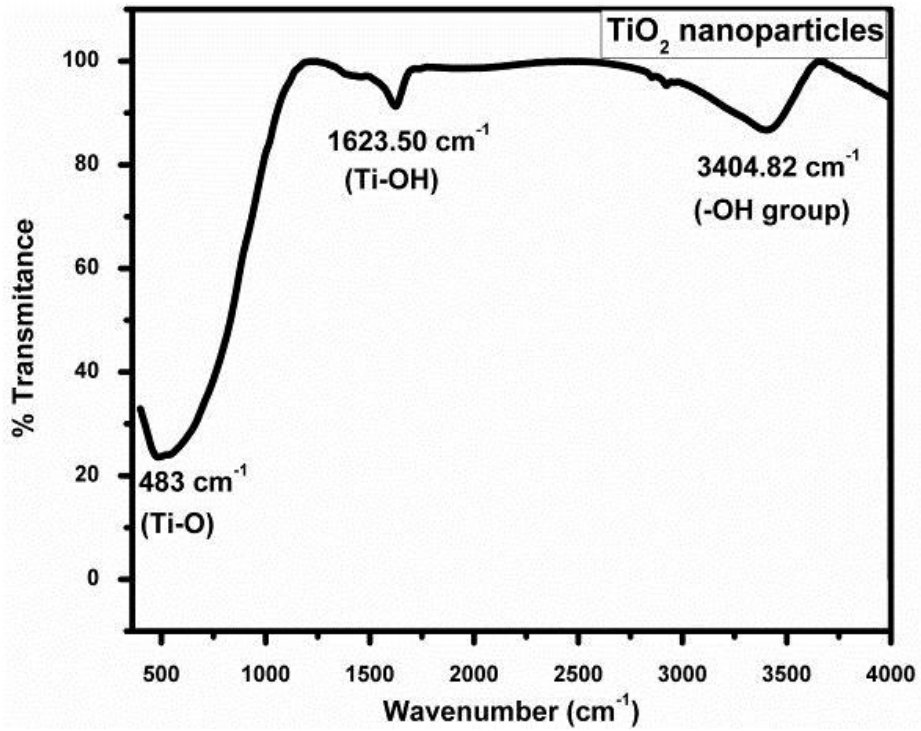
(۵) نتایج آزمون FTIR از پودر سنتز شده در نمودار صفحه بعد ارائه شده است که داده های به دست آمده از آنالیز شیمیایی را تایید نمی کند. توجیه شما برای این پدیده چیست و چه معنایی دارد؟

سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :

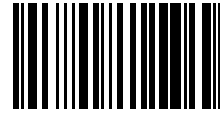


سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :

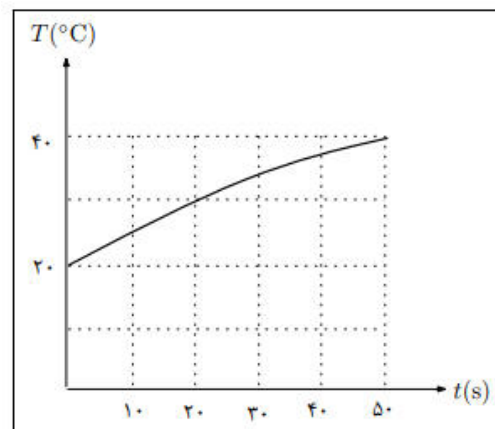
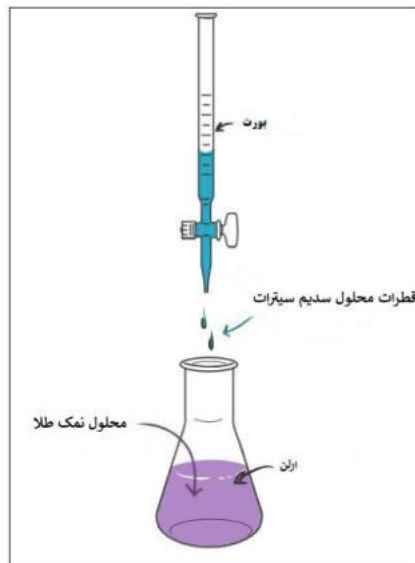


سوال ۳- در فرایند سنتز کلئوئید نانوذرات طلا به روش تورکویچ، سدیم سیترات (به عنوان عامل احیاکننده) را به آهستگی به محلول نمک طلا می‌افزاییم. ظرف حاوی محلول نمک طلا، دارای دمای T_0 است و از بالای ظرف، قطره‌های محلول سدیم سیترات با آهنگ ثابت در ظرف ریخته می‌شوند. فرض کنید دمای هر قطره موقع رسیدن به سطح محلول نمک طلا T_1 است و با ورود هر قطره، محلول درون ظرف به تعادل گرمایی می‌رسد (اختلاف ظرفیت گرمایی ویژه دو محلول نمک را ناچیز در نظر بگیرید). اگر شروع ریزش قطرات لحظه $t=0$ و تغییرات دمای محلول بر حسب زمان مطابق شکل باشد:

(۱) دمای T_0 را بیابید؟

(۲) دمای T_1 را بیابید؟

(۳) با رسیدن دمای محلول درون ظرف به 70°C ، سنتز ذرات طلا آغاز خواهد شد. پس از گذشت چه زمانی از شروع ریزش قطرات، فرایند سنتز آغاز می‌شود؟

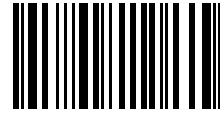


سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

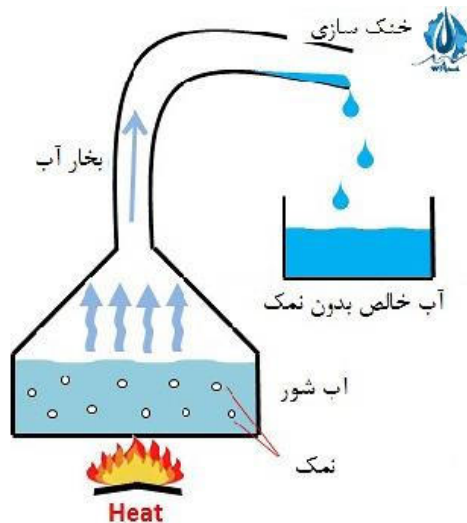
نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



سوال ۴- یکی از روش های شیرین سازی آب و حذف نمک محلول در آن، تبخیر آب در اثر حرارت دادن و میعان بعدی است. در این رویکرد، آب توسط یکی از منابع انرژی حرارت داده می شود تا به طور سطحی تبخیر شود. سپس توسط روش های مختلف، به فاز مایع تبدیل شده و در یک مخزن مجزا جمع آوری می شود. شمایی از این فرآیند در شکل زیر نشان داده شده است. امروزه یکی از اساسی ترین مشکلات زیست محیطی شهرهای جنوبی کشورمان، دسترسی به آب شیرین سالم و باکیفیت است. با توجه به اطلاعات خود در زمینه فناوری نانو و مهندسی سطح، به سوالات زیر پاسخ دهید.



۱) فرض کنید که می خواهید برای شهروندان جنوبی کشورمان، یک آب شیرین کن خورشیدی بسازید. این دستگاه باید چگونه طراحی شود؟ شمایی از طرح خودتان را ارائه کنید و اجزای آن و نقش هر کدام را توضیح دهید.

۲) اگر بخواهید از اصلاح سطحی در حوزه فناوری نانو برای ساخت این محصول استفاده کنید، چگونه می توانید بازده دستگاه خود را افزایش دهید؟

۳) استفاده از یک غشای نانومتخلخل در دستگاه چه تاثیری می تواند روی بازده دستگاه و کیفیت آب خروجی داشته باشد؟ به نظر شما، این غشا بهتر است در کدام بخش دستگاه تعبیه شود (با ذکر دلیل)؟

سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

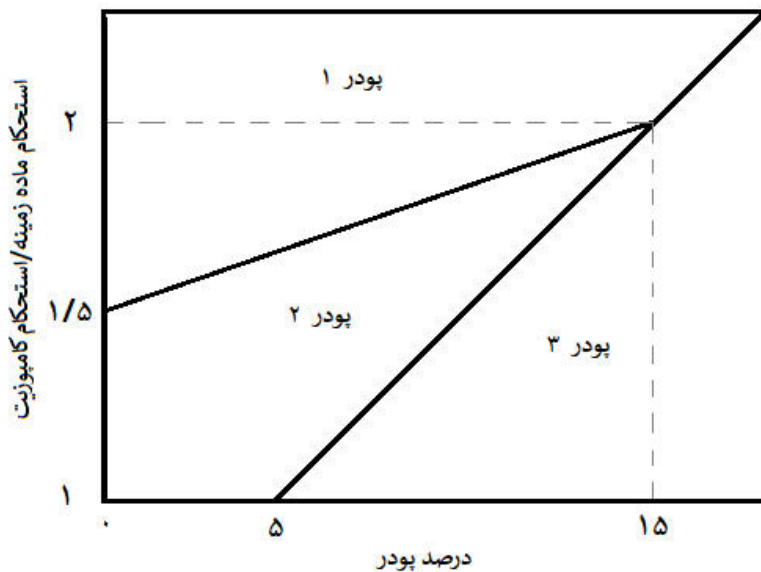
کد ملی :



سوال ۵- پژوهشگری به منظور تولید کامپوزیتی با فاز تقویت کننده مونت موری لونیت، مجاز به استفاده حداکثر ۲۰ درصد از فاز تقویت کننده است. این پژوهشگر پودر میکروذرات مونت موری لونیت را تهیه کرد و یکبار از طریق خردایش مکانیکی به پودر نانوذرات مونت موری لونیت و بار دیگر از طریق فرایند اصلاح شیمیایی و بازکردن صفحات قاعده شبکه بلوری مونت موری لونیت به پودر نانورس تبدیل نمود. او از این سه نوع نمونه پودری برای استحکام بخشی کامپوزیت خود استفاده کرد. بر اساس نتایج به دست آمده:

- افزودن کمتر از ۵ درصد میکروذرات، تاثیری بر افزایش استحکام نمونه کامپوزیتی ندارد.
- اگر مقدار پودر نانوذرات مصرف شده بیش از ۱۵ درصد باشد، میزان استحکام بخشی آن تفاوتی با همین مقدار میکروذرات ندارد.

(۱) در نمودار زیر، مناطق مربوط به پودر میکروذرات، نانوذرات و نانورس مونت موری لونیت را مشخص کنید (شرح مختصر دلیل)؟



- (۲) در صورت استفاده از ۱۰ درصد پودر نانوذرات، انتظار حداقل چه میزان افزایش استحکام نسبت به ماده زمینه را دارید؟
- (۳) به منظور افزایش استحکام به میزان ۷۵ درصد نسبت به ماده زمینه، چند درصد نانوذرات مونت موری لونیت برای تولید نانو کامپوزیت و چند درصد میکروذرات مونت موری لونیت برای تولید کامپوزیت نیاز است؟
- (۴) به منظور افزایش استحکام به میزان ۱۸۰ درصد از کدام پودر باید استفاده شود؟

سیزدهمین دوره المپیاد علوم و نانو فناوری تشریحی - ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

نام :

نام خانوادگی :

کد ملی :



سوال ۶- در روش های لایه نشانی فیزیکی یکی از روش های اندازه گیری ضخامت لایه ها استفاده از ضخامت سنج کوارتز است. در این ضخامت سنج از یک کریستال کوارتز برای اندازه گیری ضخامت استفاده می شود، کوارتز یک ماده پیزو الکتریک است که نوسانات آن تابع جرم است. با قرارگیری کریستال کوارتز در کنار زیرلایه از روی تغییرات نوسان می توان به میزان جرم ماده ای که روی آن نشسته و در نهایت ضخامت لایه پی برد.

در یک دستگاه لایه نشانی کندوپاش یونی (اسپاترینگ) از یک ضخامت سنج کوارتز برای اندازه گیری ضخامت لایه نازک مس استفاده شده است که در آن تغییرات نوسان کریستال کوارتز با معادله زیر به تغییرات جرم بستگی دارد.

$$\Delta m = c \cdot \Delta f$$

که در رابطه بالا Δf تغییرات نوسان کریستال کوارتز بر حسب هرتز، c عددی ثابت و برابر با $(2/6) \times 10^{-14} \text{ gr/cm}^2 \cdot \text{Hz}$ و Δm تغییرات جرم ماده در واحد سطح است، اگر در یک فرایند لایه نشانی لایه مس، تغییرات نوسان کریستال کوارتز برابر با ۵ گیگاهرتز باشد:

(۱) در هر سانتی متر مربع از زیرلایه چند گرم مس لایه نشانی شده است؟

(۲) ضخامت لایه نازک مس چند نانو متر است؟

(برای محاسبه فرض کنید که اتم های مس به صورت شبکه بلوری مکعبی وجوه پر متبلور می شوند.)

• شعاع اتمی مس = ۱۲۵ پیکومتر

• جرم اتمی مس = 10^{-22} گرم

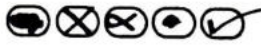
لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

کلید نهایی دفترچه تستی آزمون مرحله دوم
سیزدهمین المپیاد علوم و فناوری نانو

محمد
پایه نهم
۱۴۰۲/۲۱

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 checked="" type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 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.