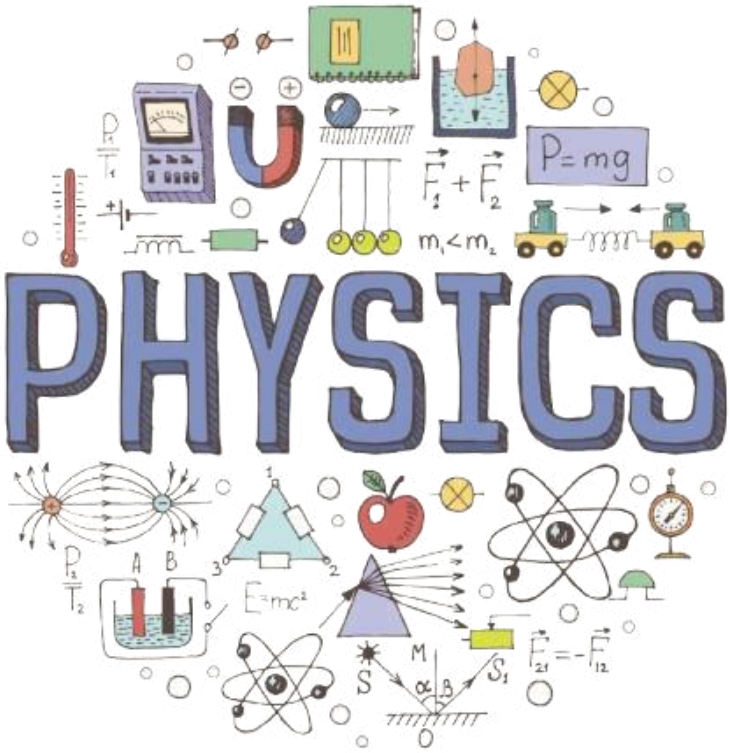
بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دفترچه سوالات مرحله اول المپیاد فیزیک 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 هدلیت‌به صفحه نمره کف قبولی المپیاد چیست؟ بر روی این متن کلیک کنید

سایر مطالب مرتبط:

- آشنایی با المپیاد فیزیک
- تاریخچه المپیاد فیزیک در ایران و جهان
- دانلود سوال و پاسخ‌نامه آزمون‌های مرحله اول و مرحله دوم المپیادهای فیزیک ایران
- آزمون های آنلاین مرحله اول المپیاد فیزیک
- منبع، مراجع و سوالات مرحله اول و دوم المپیاد فیزیک

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۳

سی و هشتمین دورهٔ المپیاد فیزیک

تعداد سؤالات		مدّت آزمون
چهارگزینه‌ای	مسئله کوتاه	
۳۰	۷	۲۴۰ دقیقه

نام: نام‌خانوادگی: شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هرنوع ماشین‌حساب ممنوع است.

۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطّلع کنید.

۲- یک برگ پاسخ‌برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌برگ را با مداد مشکی بنویسید.

۳- برگهٔ پاسخ‌برگ توسط دستگاه تصحیح می‌شود، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۴- دفترچه سؤال باید همراه پاسخ‌برگ تحویل داده شود.

۵- در سؤال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. در مسئله‌های کوتاه، هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت دارد و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

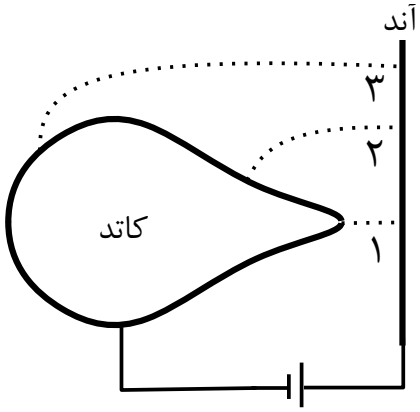
۶- شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.

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

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

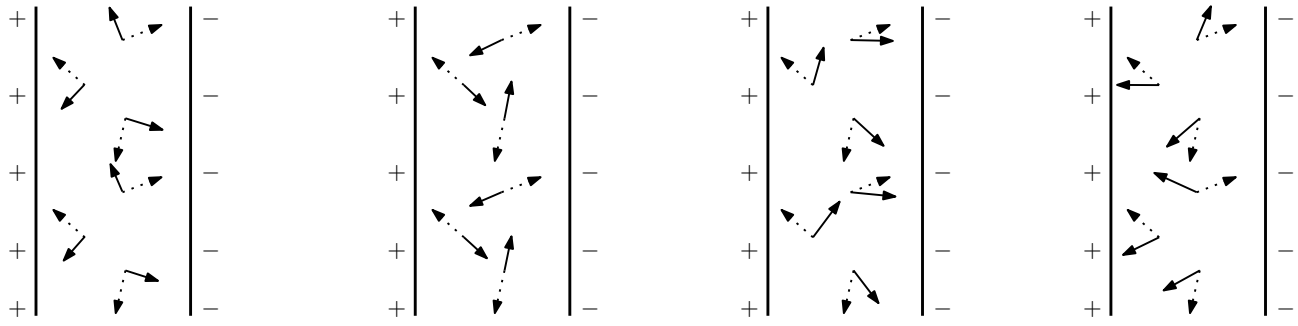
۱) در فرایند تخلیهٔ الکتریکی در خلاء، به واسطهٔ اختلاف پتانسیل معینی که بین کاتد و آند برقرار می‌شود، الکترون‌ها از کاتد کنده شده و به آند می‌رسند. کاتد و آند هر کدام رساناهای هم‌پتانسیلی هستند که به ترتیب به قطب‌های منفی و مثبت یک منبع با ولتاژ بالا وصل شده‌اند. با توجه به شکل، کدام گزینه در مورد سرعت الکترون‌هایی که به ترتیب از مسیرهای ۱، ۲ و ۳ به آند رسیده‌اند درست است؟



۱) $v_1 > v_2 > v_3$ **۲)** $v_1 = v_2 = v_3$ **۳)** $v_1 < v_2 < v_3$ **۴)** $v_2 > v_3 > v_1$

---

۲) در بین صفحات یک خازن نوعی دی‌الکتریک قرار داده‌ایم که مولکول‌های آن قطبی است. هر مولکول دوقطبی را با برداری که از مرکز بار منفی به مرکز بار مثبت وصل می‌شود نشان می‌دهیم. فرض کنید در شکل‌های زیر بردارهای خط‌چین، مولکول‌های قطبی قبل از آن که صفحات خازن بار داشته باشند را نشان دهند و بردارهای با خطوط سیاه نشان‌دهندهٔ مولکول‌ها بعد از گذاشتن بار روی صفحات خازن باشند. برای سهولت فرض کنید مولکول‌ها جابه‌جا نمی‌شوند و فقط می‌توانند سر جای خود بچرخند. کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهندهٔ آرایهٔ مولکول‌ها بعد از گذاشتن بار روی صفحات خازن باشد؟



۱) الف **۲)** ب **۳)** ج **۴)** د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) چراغ‌های جلوی یک خودرو بعد از خاموش کردن خودرو (بر اثر اشتباه راننده و یا اختلال در سامانهٔ کنترل خودرو) روشن مانده‌اند. این امر در صورت ادامه باعث تخلیهٔ کامل باتری می‌شود. تصاویر روبه‌رو نوع باتری و لامپ‌های جلو را نشان می‌دهد. واحد Ah که روی باتری نوشته شده مخفف Amper-hour به معنی آمپر ـ ساعت است. فرض کنید باتری تا قبل از خاموش شدن خودرو کاملاً شارژ شده و در طی مدت تخلیه، ولتاژ ثابتی برقرار می‌کند. همچنین از انرژی تلف شده در چراغ‌های عقب و سایر قسمت‌های خودرو چشم بپوشید. با توجه به اطلاعات تصاویر، معلوم کنید راننده حداکثر چند ساعت فرصت دارد تا قبل از تخلیهٔ کامل باتری، چراغ‌ها را خاموش کند؟





۱) ۶٫۵ ۲) ۳٫۵ ۳) ۱۱ ۴) ۱۳

---

۴) چنانچه می‌دانید، هر گاه جسمی در داخل یک شاره سقوط کند پس از مدتی به سرعت ثابت حدی می‌رسد. پس از آن، شاره با آهنگ ثابتی انرژی مکانیکی جسم را تلف می‌کند و باعث گرم شدن جسم و محیط می‌شود. این آهنگ ثابت را توان اتلافی شاره می‌نامیم و با P_f نشان می‌دهیم. فرض کنید $P_f = a(P_g)^n$ که P_g توان انجام کار توسط نیروی گرانش بر روی جسم است. کدام گزینه در سرعت حدی درست است؟

۱) $P_f = a^{n-1}$ ۲) $P_f = a^{1-n}$ ۳) $P_f = a^{\frac{1}{1-n}}$ ۴) $P_f = a^{\frac{1}{n-1}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) دیواره‌های ظرف بسته‌ای عایق حرارت و غیر قابل جابه‌جایی هستند. این ظرف محتوی هوا و چند قطره آب است. فشار اولیهٔ ظرف کم است و تمام قطرات آب تبخیر می‌شوند. کدام گزینه در مورد کار انجام شده روی دستگاه متشکل از هوا، ظرف و آب درون آن و نیز تغییر انرژی داخلی این دستگاه در فرایند یاد شده درست است؟

۱) $W < 0$ و $\Delta U < 0$

۲) $W < 0$ و $\Delta U = 0$

۳) $W = 0$ و $\Delta U = 0$

۴) $W = 0$ و $\Delta U < 0$

---

۶) کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟

۱) پیچه‌ای در میدان مغناطیسی متغیر خارجی قرار دارد و در آن جریان القایی ایجاد می‌شود. میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی، در مرکز پیچه، ممکن است همسو با میدان خارجی باشد.

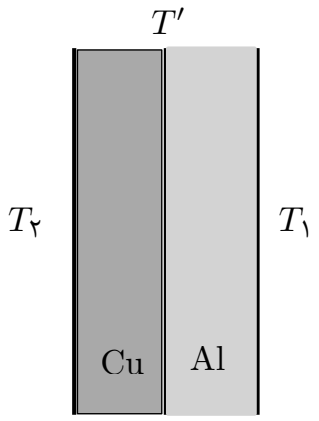
۲) یک حلقه رسانا در جایی که میدان مغناطیسی یکنواخت و ثابت برقرار است، می‌چرخد. تحت هر شرایطی در حلقه جریان القایی ایجاد می‌شود.

۳) الکترونی در میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. تحت هر شرایطی میدان مغناطیسی به آن نیرو وارد می‌کند.

۴) میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقهٔ جریان یکنواخت و موازی محور حلقه است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

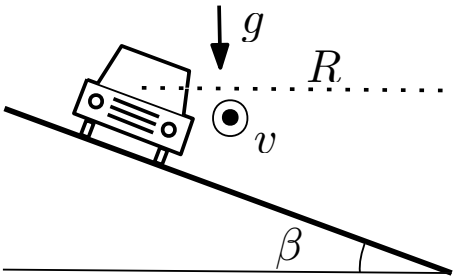
۷) در شکل روبه‌رو لایه‌هایی از مس و آلومینیوم به ضخامت‌های یکسان بین دو منبع گرمایی به دماهای $T_۲$ و $T_۱$ قرار گرفته‌اند و $T_۲ > T_۱$. در حالت پایا گرما از چپ به راست شارش می‌یابد و دمای همهٔ نقاط در طول زمان ثابت است. با توجه به آن که رسانایی گرمایی مس بیشتر از آلومینیوم است، کدام گزینه در مورد دمای سطح تماس دو لایه، T'، درست است؟



۱) $T' < \frac{T_۱ + T_۲}{۲}$ ۲) $T' = \frac{T_۱ + T_۲}{۲}$ ۳) $T' > \frac{T_۱ + T_۲}{۲}$ ۴) $T' = \frac{T_۲ - T_۱}{۲}$

---

۸) شکل روبه‌رو مقطعی از یک جاده در سر یک پیچ را نشان می‌دهد که برای سهولت حرکت خودروها آن را با شیب عرضی به زاویهٔ شیب β ساخته‌اند. پیچ جاده را می‌توان قسمتی از یک دایره به شعاع R دانست. خودرویی که ابعاد آن از شعاع پیچ خیلی کوچکتر است با تندی v در این جاده حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌ها و جاده μ_s و شتاب گرانش g است. اگر سرعت خودرو از مقدار مشخصی بیشتر شود سُر می‌خورد. این مقدار بیشینه کدام گزینه است؟

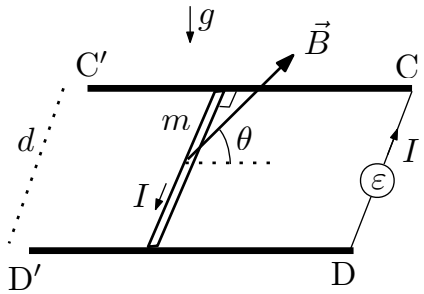


۱) $\sqrt{Rg\left(\frac{\sin\beta + \mu_s\cos\beta}{\cos\beta - \mu_s\sin\beta}\right)}$ ۲) $\sqrt{Rg\left(\frac{\sin\beta - \mu_s\cos\beta}{\cos\beta + \mu_s\sin\beta}\right)}$

۳) $\sqrt{Rg\cos\beta(\sin\beta + \mu_s\cos\beta)}$ ۴) $\sqrt{Rg\cos\beta(\sin\beta - \mu_s\cos\beta)}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹) ریل‌های رسانای CC' و DD' به فاصلهٔ d از یکدیگر در صفحهٔ افقی قرار دارند. میله‌ای به جرم m و مقاومت الکتریکی معین، مطابق شکل روبه‌رو بر روی ریل‌ها می‌تواند جابه‌جا شود. مولد ε جریان ثابت I را در مدار برقرار می‌کند.



میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ در صفحهٔ عمود بر میله قرار دارد و با امتداد موازی با ریل‌ها زاویهٔ θ می‌سازد. شتاب گرانش $\vec{g}$ و ضریب اصطکاک ایستایی میله با ریل‌ها μ_s است. اندازهٔ B چقدر باشد تا میله در آستانهٔ حرکت قرار گیرد؟

۱) $\dfrac{\mu_s mg}{Id(\cos\theta - \mu_s \sin\theta)}$

۲) $\dfrac{\mu_s mg}{Id(\cos\theta + \mu_s \sin\theta)}$

۳) $\dfrac{\mu_s mg}{Id(\sin\theta - \mu_s \cos\theta)}$

۴) $\dfrac{\mu_s mg}{Id(\sin\theta + \mu_s \cos\theta)}$

---

۱۰) عکس روبه‌رو توسط گوشی همراه از ماه در کنار دست عکاس گرفته شده است. می‌دانیم که قطر ماه تقریباً ۳۵۰۰ کیلومتر است. فرض کنید گوشی در کنار چشم عکاس است و دست وی کاملاً کشیده است. با استفاده از این عکس و حدس‌های مناسب تخمین بزنید نسبت فاصلهٔ زمین تا ماه به فاصلهٔ شمال تا جنوب ایران به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۱) دویست **۲)** ده هزار **۳)** دویست هزار **۴)** ده میلیون

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱) چنانچه می‌دانید نماد ${}^{A}_{Z}X_{N}$ معرف هسته‌ای است که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن به ترتیب Z و N و عدد جرمی آن A است. در یک مدل ساده رابطهٔ زیر را می‌توان برای جرم هسته پیشنهاد داد

$$m({}^{A}_{Z}X_{N}) = Zm_p + Nm_n + \alpha A + \beta A^{\frac{2}{3}} + \gamma(Z^2 - Z)A^{-\frac{1}{3}} + \frac{\lambda}{A}(Z-N)^2$$

که در آن m_p و m_n به ترتیب جرم پروتون و نوترون و α، β، γ و λ ضرایب ثابتی هستند. هسته‌های ایزوبار به هسته‌هایی گفته می‌شود که عدد جرمی آن‌ها یکسان است. برای چند هستهٔ ایزوبار به عدد جرمی A، عدد اتمی (Z) کدام گزینه باشد تا انرژی بستگی بیشینه شود؟ (راهنمایی: کمیت‌های Z و N را متغیرهای پیوسته فرض کنید.)

۱) $\dfrac{2\lambda + \gamma A^{\frac{1}{3}}}{4\lambda A + 2\gamma A^{\frac{2}{3}}}$

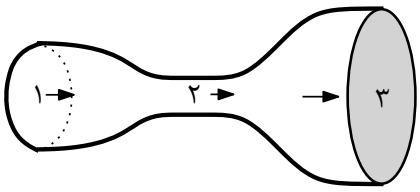
۲) $\dfrac{2\lambda A + \gamma A^{\frac{1}{3}}}{4\lambda + 2\gamma A^{\frac{1}{3}}}$

۳) $\dfrac{8\lambda A + \gamma A^{\frac{2}{3}}}{4\lambda A + 2\gamma A^{\frac{1}{3}}}$

۴) $\dfrac{4\lambda A + \gamma A^{\frac{2}{3}}}{8\lambda + 2\gamma A^{\frac{2}{3}}}$

---

۱۲) شاره‌ای آرمانی در یک لولهٔ افقی بدون اصطکاک در جریان است. سطح مقطع لوله متغیر است، به طوری که مطابق شکل روبه‌رو $A_2 < A_1 < A_3$. در تمام قسمت‌ها شاره کاملاً لوله را پر کرده است. فشار و سرعت در منطقهٔ ۱ را با P_1 و v_1 نشان می‌دهیم و به همین ترتیب برای مناطق بعدی نام‌گذاری می‌کنیم. کدام گزینه درست است؟



۱) $A_1v_1 = A_2v_2 = A_3v_3$

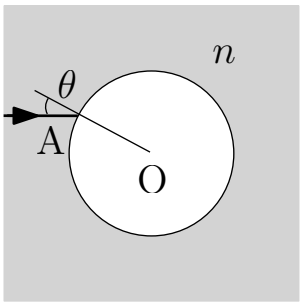
۲) $v_2 < v_1 < v_3$

۳) $P_1v_1 = P_2v_2 = P_3v_3$

۴) $P_2 > P_1 > P_3$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۳) در شکل روبرو حبابی کروی محتوی هوا به ضریب شکست ۱ در داخل محیط شفافی به ضریب شکست n نشان داده شده است. پرتو نوری که در داخل محیط شفاف به نقطهٔ A تابیده با راستای شعاع در آن نقطه زاویهٔ θ می‌سازد. اگر امتداد پرتو خروجی از حباب بر پرتو فرودی عمود باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $\cot\theta = \sqrt{۲}n + ۱$

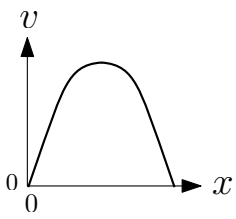
۲) $\cot\theta = n + \sqrt{۲}$

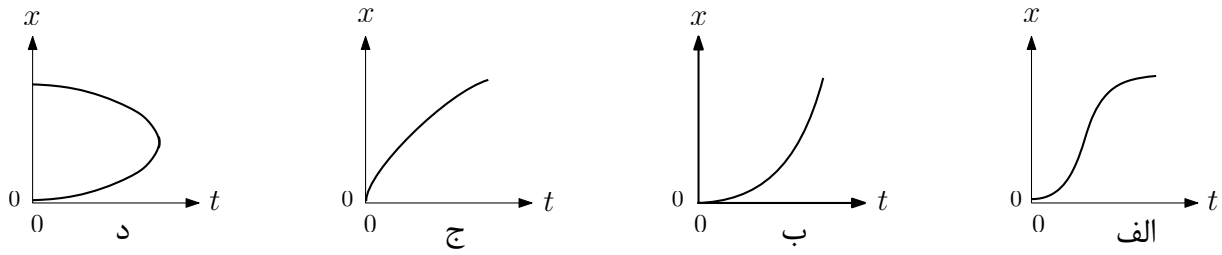
۳) $\cot\theta = \sqrt{۲}n - ۱$

۴) $\cot\theta = n - \sqrt{۲}$

---

۱۴) نمودار سرعت ـ مکان متحرکی به شکل روبه‌رو است. متحرک در لحظهٔ $t = ۰$ در نقطهٔ $x = ۰$ بوده است. کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار مکان ـ زمان متحرک در کل این حرکت باشد؟

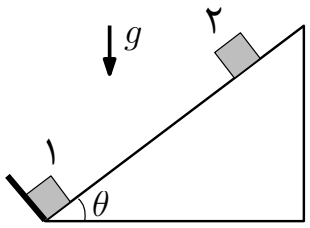




۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) در شکل مقابل جرم دو جسم ۱ و ۲ یکسان است و هر دو بار الکتریکی $+q$ دارند. جسم ۱ در پایین سطح شیب‌دار ساکن نگه داشته شده و جسم ۲ در فاصلهٔ معینی از جسم ۱ روی سطح شیب‌دار ساکن است. ضریب اصطکاک ایستایی جسم ۲ با سطح شیب‌دار μ_s و زاویهٔ شیب θ است.



برای آن که جسم ۲ ساکن بماند باید بار الکتریکی q بین مقدار کمینهٔ (غیر صفر) $q_{\min}$ و مقدار بیشینهٔ $q_{\max}$ باشد. نسبت $q_{\max}/q_{\min}$ کدام گزینه است؟

۱) $\sqrt{\dfrac{\tan\theta+\mu_s}{\tan\theta-\mu_s}}$

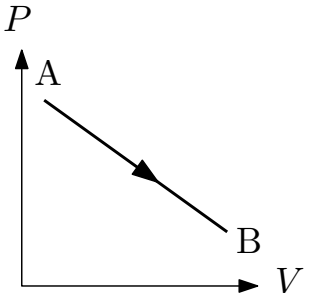
۲) $\sqrt{\dfrac{(1-\mu_s\tan\theta)(\tan\theta+\mu_s)}{(1+\mu_s\tan\theta)(\tan\theta-\mu_s)}}$

۳) $\sqrt{\dfrac{\tan\theta-\mu_s}{\tan\theta+\mu_s}}$

۴) $\sqrt{\dfrac{(1+\mu_s\tan\theta)(\tan\theta-\mu_s)}{(1-\mu_s\tan\theta)(\tan\theta+\mu_s)}}$

---

۱۶) یک مول گاز آرمانی در یک تحول ترمودینامیکی از حالت A در نمودار $P-V$ شکل مقابل به حالت B می‌رود به طوری که مسیر تحول با رابطهٔ $P=-aV+b$ داده می‌شود. ضرایب ثابت a و b در این رابطه مثبت هستند.

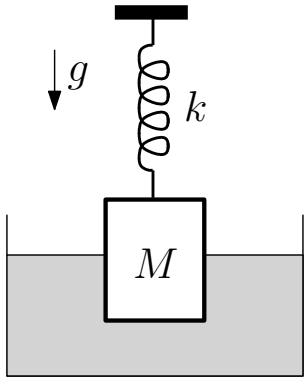


شرط لازم و کافی برای این که در این فرایند دما همواره کاهشی باشد کدام گزینه است؟

۱) $V_{\rm A}\geq\dfrac{b}{4a}$ ۲) $V_{\rm A}\geq\dfrac{b}{2a}$ ۳) $V_{\rm B}\geq\dfrac{b}{4a}$ ۴) $V_{\rm B}\geq\dfrac{b}{2a}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) در شکل روبه‌رو استوانه‌ای به جرم M و حجم V از بالا از فنری با ثابت k آویزان است و از پایین نیمی از آن در مایعی با چگالی ρ فرو رفته است. در این حالت طول فنر به اندازهٔ d از طول عادی آن بیشتر است. حال جرم m را بر روی استوانه می‌گذاریم تا این بار $\frac{۲}{۳}$ آن در مایع فرو رود و بازشدگی فنر d' شود. جرم m بر حسب کمیت $y = \frac{d'}{d}$ و سایر داده‌های مسئله کدام گزینه است؟



۱) $M(y-۱) + \frac{\rho V}{۲}\left(\frac{۴}{۳} - y\right)$

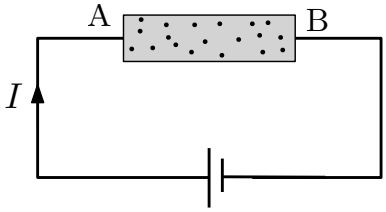
۲) $M\left(\frac{۱-y}{y}\right) + \frac{\rho V}{۲}\left(\frac{۳-۴y}{۳y}\right)$

۳) $M(y-۱) + \frac{\rho V}{۲}\left(\frac{۲}{۳} - y\right)$

۴) $M\left(\frac{۱-y}{y}\right) + \frac{\rho V}{۲}\left(\frac{۳-۲y}{۳y}\right)$

---

۱۸) بر اثر حل شدن نمک طعام در آب یون‌های Na^+ و Cl^- می‌توانند آزادانه در محلول حرکت کنند. لولهٔ باریک AB در شکل روبه‌رو محتوی محلول آب نمک است. دو میلهٔ رسانا که به قطب‌های یک باتری متصل‌اند در دو سر این لوله جای گرفته‌اند.



فرض کنید در داخل لوله و دور از میله‌های رسانای دو سر آن، تعداد یون‌های Na^+ و Cl^- در واحد حجم با هم برابر باشند. اگر اندازهٔ سرعت یون‌های سدیم و کلر در این منطقه به ترتیب v_{Na} و v_{Cl} باشد، جریان I با کدام گزینه متناسب است؟

۱) $\frac{v_{Na} v_{Cl}}{v_{Na} + v_{Cl}}$

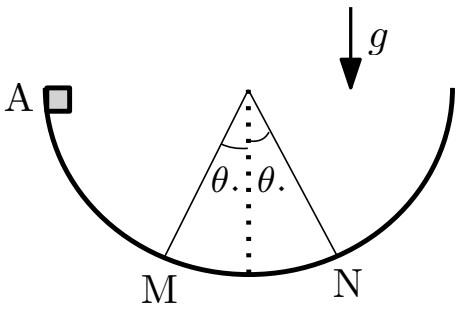
۲) $\sqrt{v_{Na}^۲ + v_{Cl}^۲}$

۳) $|v_{Na} - v_{Cl}|$

۴) $v_{Na} + v_{Cl}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۹) یک ترن هوایی شهر بازی در بخشی از حرکت خود از حال سکون از نقطهٔ A شکل مقابل در مسیری نیم‌دایره به پایین حرکت می‌کند. در طی مسیر نیروی ترمزی ثابت F در خلاف جهت حرکت ترن به آن وارد می‌شود و آن را در نقطه‌ای بر روی کمان MN متوقف می‌کند.



این فرایند در همان حرکت اول رخ می‌دهد و ترن رفت و برگشت ندارد. کمان MN مقابل زاویهٔ $۲\theta_{\circ}$ است. شتاب گرانش g است. کدام گزینه در مورد نسبت F/mg درست است؟

۱) $\frac{۱-\cos\theta_{\circ}}{\pi/۲+\theta_{\circ}} < \frac{F}{mg} < \frac{۱-\cos\theta_{\circ}}{\pi/۲-\theta_{\circ}}$

۲) $\frac{\cos\theta_{\circ}}{\pi/۲+\theta_{\circ}} < \frac{F}{mg} < \frac{\cos\theta_{\circ}}{\pi/۲-\theta_{\circ}}$

۳) $\frac{۱}{\pi/۲+\theta_{\circ}} < \frac{F}{mg} < \frac{۱}{\pi/۲-\theta_{\circ}}$

۴) $\frac{۲}{\pi} - \frac{\sin\theta_{\circ}}{\pi/۲-\theta_{\circ}} < \frac{F}{mg} < \frac{۲}{\pi} + \frac{\sin\theta_{\circ}}{\pi/۲-\theta_{\circ}}$

---

۲۰) در کشوری گرمسیر محل عبور عابر پیاده را با خطوط موازی در عرض خیابان نشان می‌دهند. شکل زیر که از عرض خیابان، یعنی از زاویهٔ دید عابران، گرفته شده نشان می‌دهد که بر اثر حرکت اتوبوس‌های سنگین در نزدیکی یک ایستگاه، خطوط تغییر شکل داده‌اند. با توجه به این شکل معین کنید چه نوع حرکتی می‌تواند باعث این تغییر شکل باشد؟



۱) حرکت یکنواخت به سمت راست تصویر

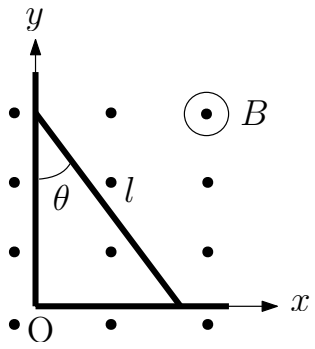
۲) حرکت کندشونده به سمت چپ تصویر

۳) حرکت تندشونده به سمت چپ تصویر

۴) حرکت تندشونده به سمت راست تصویر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۱) میله‌ای رسانا به طول l مطابق شکل روبه‌رو به دو میلهٔ ثابت و رسانا که بر محورهای x و y قرار دارند، تکیه دارد و همواره با آن‌ها در تماس می‌ماند. دستگاه در صفحه‌ای افقی قرار دارد که میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ بر آن عمود است. هنگامی که میله با محور y زاویهٔ θ دارد، در بازهٔ زمانی بسیار کوچک Δt زاویهٔ θ به مقدار بسیار کوچک $\Delta\theta$ اضافه می‌شود.



اندازهٔ نیروی محرکهٔ متوسط القایی ایجاد شده در مدار طی این مدت کدام گزینه است؟

راهنمایی: $\Delta(\sin ۲\theta) \approx ۲(\cos ۲\theta)\Delta\theta$ و $\Delta(\cos ۲\theta) \approx -۲(\sin ۲\theta)\Delta\theta$.

۱) $\left|\frac{Bl^۲}{۴}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\cos ۲\theta\right|$

۲) $\left|\frac{Bl^۲}{۴}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\sin ۲\theta\right|$

۳) $\left|\frac{Bl^۲}{۲}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\cos ۲\theta\right|$

۴) $\left|\frac{Bl^۲}{۲}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\sin ۲\theta\right|$

---

۲۲) دانشمندی برای شوخی از نمادهای نامعمول برای نشان دادن کمیت‌های فیزیکی استفاده می‌کند. مثلاً از علامت $\diamond$ برای نشان دادن نیرو و از علامت $\natural$ برای نشان دادن کمیتی از جنس سرعت استفاده می‌کند. در نوشته‌های او هر گاه نمادها دنبال هم بیایند در هم ضرب شده‌اند و علامت‌های $+$ و $=$ معنای معمول خود را دارند. در نوشته‌ای از این دانشمند معادلهٔ زیر آمده است

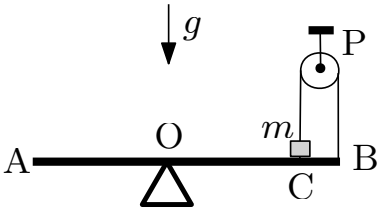
$$\diamond\flat + \flat\flat\natural = *$$

یکای کمیتی که در معادلهٔ فوق با علامت $*$ نشان داده شده در دستگاه SI کدام گزینه است؟

۱) $\mathrm{kg.m^۲/s^۳}$ ۲) $\mathrm{kg^۲.m/s^۳}$ ۳) $\mathrm{kg.m/s^۲}$ ۴) بدون یکا

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) در شکل مقابل اهرم AB میله‌ای یکنواخت به جرم M است که در نقطهٔ O بر روی تکیه‌گاه قرار دارد. جرم نقطه‌ای m نیز در نقطهٔ C با اهرم در تماس است و به کمک یک نخ بدون جرم از قرقرهٔ ثابت P آویخته است. نخ در سمت دیگر به نقطهٔ انتهایی B اهرم متصل است. از جرم قرقره و اصطکاک در محور آن چشم بپوشید. می‌دانیم که نیروی وزن یک میلهٔ یکنواخت به طور مؤثر بر نقطهٔ وسط آن اثر می‌کند. پیکربندی دستگاه طوری است که $\mathrm{AO} = \mathrm{OC} = ۳\mathrm{CB}$ و در این حالت اهرم افقی است. نیروی کشش نخ کدام گزینه است؟



۱) $\frac{M+۶m}{۱۴}g$ ۲) $\frac{M+۳m}{۱۴}g$ ۳) $\frac{M+۶m}{۴}g$ ۴) $\frac{M+۳m}{۴}g$

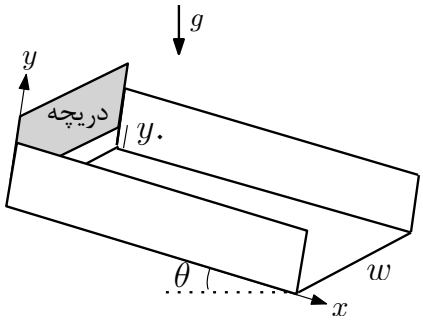
---

۲۴) فشار پیمانه‌ای آب (افزونی فشار نسبت به فشار هوا) در لوله‌های شبکهٔ آبرسانی شهر اصفهان، در یک محل خاص، ۲ bar است. چگالی آب را $۱۰۰۰\ \mathrm{kg/m^۳}$ و شتاب گرانش را $۹/۸\ \mathrm{m/s^۲}$ بگیرید. اگر ارتفاع هر طبقهٔ ساختمان در یک برج مسکونی ۳ m باشد، آب شهری حداکثر چند طبقه از سطح زمین بالا می‌رود؟ یادآوری می‌شود $۱\ \mathrm{bar} = ۱۰^۵\ \mathrm{Pa}$.

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵) مقطع یک کانال آب، مستطیلی به عرض w است. این کانال، بر روی سطح شیب‌داری به زاویهٔ شیب θ آب را به پایین منتقل می‌کند. دریچه‌ای که مطابق شکل عمود بر امتداد شیب کانال (محور x) است، می‌تواند مسیر آب را ببندد. فرض کنید این دریچه به اندازهٔ $y_\circ$ که از طول کانال بسیار کوچکتر است باز شده و آب با سرعت $v_\circ$ از زیر آن جاری است.



در هر نقطهٔ دلخواه از کانال مقطع آب در سطح عمود بر امتداد سرعت، مستطیلی به عرض w و ارتفاع y است که در ابتدای کانال همان $y_\circ$ است. سطح کانال را بدون اصطکاک فرض کنید به طوری که در یک x معین، سرعت آب در تمام مقطع عمود بر محور x یکسان باشد. مقدار y پس از آن که آب طول l را در امتداد کانال طی کرد، کدام گزینه است؟

۱) $\dfrac{y_\circ(v_\circ^2 + 2gl\sin\theta)}{v_\circ^2}$

۲) $\dfrac{y_\circ\sqrt{v_\circ^2 + 2gl\sin\theta}}{v_\circ}$

۳) $\dfrac{y_\circ v_\circ^2}{v_\circ^2 + 2gl\sin\theta}$

۴) $\dfrac{y_\circ v_\circ}{\sqrt{v_\circ^2 + 2gl\sin\theta}}$

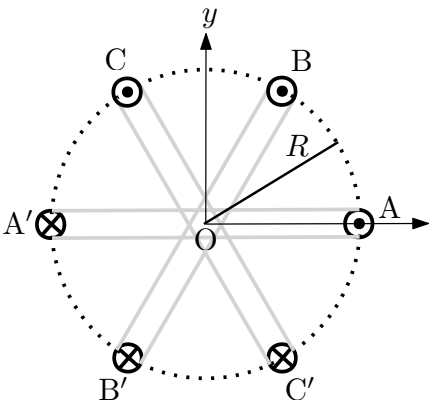
---

۲۶) با حدس‌های مناسب تخمین بزنید تعداد دانه‌های برنج پخته شده (پلو) که کل ایرانی‌ها در یک سال می‌خورند به کدام گزینه نزدیک‌تر است. فرض کنید هر ایرانی به طور میانگین روزانه در یک وعدهٔ غذایی برنج مصرف می‌کند.

۱) 10^{16} ۲) 10^{14} ۳) 10^{11} ۴) 10^{9}

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۷) سه حلقه به شعاع R هر کدام حامل جریان I هستند. حلقه‌ها از سیم‌های نازک با روکش نارسانا ساخته شده‌اند. فرض کنید این سه حلقه بر روی کره‌ای نامرئی به شعاع R قرار گرفته‌اند و مرکز آن‌ها بر مرکز کره منطبق است. شکل مقابل برشی از این دستگاه را نشان می‌دهد. صفحات حلقه‌ها بر صفحهٔ شکل عمود هستند و با یکدیگر زاویهٔ ۶۰° می‌سازند.



نخستین حلقه در نقاط A و A′ صفحهٔ شکل را قطع کرده است به طوری که جریان از نقطهٔ A از صفحهٔ شکل بیرون می‌آید و در نقطهٔ A′ داخل می‌شود. به همین ترتیب حلقهٔ بعدی در نقاط B و B′ و حلقهٔ سوم در نقاط C و C′ صفحهٔ شکل را قطع کرده‌اند. اگر $B_\circ = \frac{\mu_\circ I}{۲R}$ اندازهٔ میدان مغناطیسی حلقه در مرکز آن باشد (که در آن $\mu_\circ$ ضریب تراوایی مغناطیسی خلاء است)، میدان برایند سه حلقه در نقطهٔ O کدام گزینه است؟

۱) $-B_\circ(\hat{\mathbf{i}} + \sqrt{۳}\hat{\mathbf{j}})$

۲) $B_\circ(-\sqrt{۳}\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}})$

۳) $B_\circ(\hat{\mathbf{i}} + \sqrt{۳}\hat{\mathbf{j}})$

۴) $B_\circ(\sqrt{۳}\hat{\mathbf{i}} - \hat{\mathbf{j}})$

---

۲۸) در حرکت دایره‌ای یکنواخت نسبت اندازهٔ شتاب متوسط در یک سوم دورهٔ تناوب به اندازهٔ شتاب مرکزگرا کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۳}{۲\pi}$

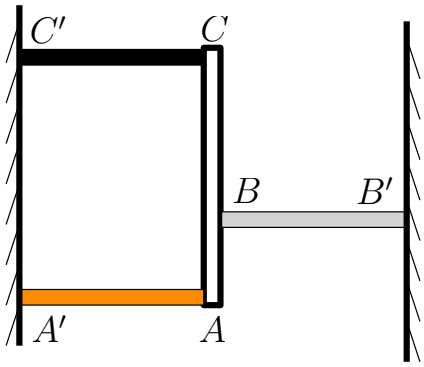
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲\pi}$

۳) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۲\pi}$

۴) $\frac{۳\sqrt{۳}}{۲\pi}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۹) سه میلهٔ افقی AA'، BB' و CC' در شکل مقابل دارای طول‌های برابر و به ترتیب ضرایب انبساط طولی α_1، α_2 و α_3 هستند. این سه میله همواره بر دیوارها عمودند و از سمت نقاط A، B و C به میلهٔ ABC تکیه دارند، به طوری که $BC = 2AB$. میلهٔ ABC از جنس بسیار نرمی ساخته شده که به راحتی ممکن است خمیده شود. تمام میله‌ها در یک صفحهٔ افقی قرار دارند.



ضرایب α_1، α_2 و α_3 هیچ‌کدام صفر نیستند اما ممکن است مثبت یا منفی باشند. رابطهٔ بین این ضرایب چه باشد تا بر اثر تغییرات دما میلهٔ ABC همواره خط راست باقی بماند.

۱) $\alpha_1 + 3\alpha_2 + 2\alpha_3 = 0$

۲) $3\alpha_1 + 2\alpha_2 + \alpha_3 = 0$

۳) $\alpha_1 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3 = 0$

۴) $2\alpha_1 + 3\alpha_2 + \alpha_3 = 0$

---

۳۰) یک بالن در نزدیکی سطح زمین معلق است. بالن کاملاً بسته است و گازی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود. برای بالا بردن بالن، گاز درون آن را گرم می‌کنیم تا حجم آن ۱۰ درصد مقدار اولیه‌اش افزایش یابد. چگالی هوای بیرون بالن در محل اول ρ_1 و در محل بعدی ρ_2 است. از حجم سبد آویخته از بالن و چیزهای داخل آن چشم می‌پوشیم و فرض می‌کنیم در هر دو محل دستگاه در حالت تعادل است. نسبت $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{9}{10}$

۲) $\frac{10}{11}$

۳) $\frac{10}{9}$

۴) $\frac{11}{10}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

>

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

یکان	دهگان
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) در یک نیروگاه هسته‌ای سالانه ۱۸۲۵ کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ شکافت پیدا می‌کند. توان خروجی میانگین این نیروگاه ۱۲۰۰ مگاوات است. در فرایند شکافت هر هستهٔ اورانیوم ۲۳۵ به مقدار $۲۰۰\ \mathrm{MeV}$ انرژی آزاد می‌شود. بار الکتریکی الکترون $e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$ و عدد آووگادرو $N_A = ۶٫۰ \times ۱۰^{۲۳}$ است. بازده این نیروگاه چند **درصد** است؟

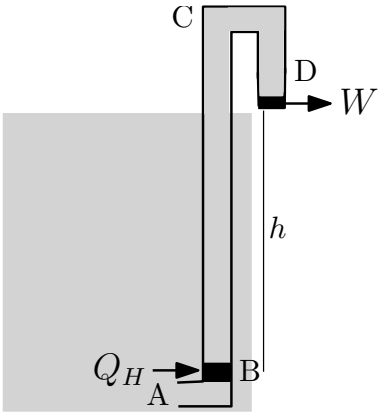
---

۲) لوله‌ای باریک و دراز که انتهای پایین آن بسته است، به سطح مقطع ثابت $۰٫۴\ \mathrm{cm}^۲$، به طور قائم قرار دارد. در این لوله ابتدا $۱۰\ \mathrm{cm}^۳$ روغن به چگالی $۸۵۰\ \mathrm{kg/m}^۳$ می‌ریزیم. سپس به آرامی همین حجم آب روی آن اضافه می‌کنیم. این دستگاه در نوعی حالت تعادل شبه‌پایدار قرار می‌گیرد، به این معنی که اگر لرزش قابل توجهی نداشته باشد در همین حالت می‌ماند. حال فرض کنید بر اثر یک حرکت کوچک دستگاه، روغن به آرامی رو بیاید و آب به زیر رود. چگالی آب را $۱۰۰۰\ \mathrm{kg/m}^۳$ و شتاب گرانش را $۹٫۸\ \mathrm{m/s}^۲$ بگیرید. در این فرایند مقدار انرژی مکانیکی کاهش یافته به صورت $\alpha \times ۱۰^{-۴}\ \mathrm{J}$ است. عدد α را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

راهنمایی: برای محاسبهٔ انرژی پتانسیل گرانشی یک استوانهٔ همگن می‌توان کل جرم آن را در مرکز آن فرض کرد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) در یک یخچال نسبت مقدار گرمای گرفته شده از منبع سرد به کار انجام شده در هر چرخه را ضریب عملکرد یخچال می‌نامند. یک سردخانهٔ میوه و تره‌بار اتاق بسته‌ای به ابعاد $۳/۰\ \mathrm{m} \times ۴/۰\ \mathrm{m} \times ۳/۰\ \mathrm{m}$ با دیواره‌های عایق گرما است که توسط یک یخچال با توان موتور $۲۳۰۰\ \mathrm{W}$ و ضریب عملکرد ۳ سردسازی می‌شود. برای این یخچال سردخانه منبع سرد و هوای بیرون منبع گرم است. هوای داخل سردخانه را هوای خشک با گرمای ویژهٔ $۷۲۰\ \mathrm{J/kg.K}$ و چگالی $۱/۲۰\ \mathrm{kg/m^3}$ بگیرید. یخچال چند **ثانیه** کار کند تا دمای سردخانه را از $۲۰\ ^\circ\mathrm{C}$ به $۵\ ^\circ\mathrm{C}$ برساند؟



۴) در شکل مقابل طرح‌وارهٔ یک ماشین گرمایی نشان داده شده است. در این ماشین لولهٔ عایق ABCD از پایین‌ترین نقطهٔ دریاچه‌ای به عمق h تا کمی بالای دریاچه کشیده شده است. آب دریاچه از نقطهٔ A وارد لوله می‌شود و در نقطهٔ B (مثلاً با استفاده از یک گرم‌کن الکتریکی) به آن گرمای Q_H می‌دهیم تا دمای آن به اندازهٔ ΔT بالاتر رود.

آب منبسط شده و در لوله بالا می‌رود تا به نقطهٔ C بالاتر از سطح دریاچه برسد. سپس مسیر CD را طی کرده و از آنجا سرریز می‌شود. یک پرهٔ مکانیکی در زیر خروجی D قرار می‌دهیم تا انرژی اضافه‌ای که آب به لحاظ بالاتر رفتن از سطح آزاد دریاچه به دست آورده تماماً به کار W بر روی پره تبدیل شود. ضریب انبساط حجمی آب را مقدار ثابت β و گرمای ویژهٔ آن را c بگیرید. از انبساط لوله چشم بپوشید. با استفاده از داده‌های زیر

$$h = ۱۰۰\ \mathrm{m}, \quad g = ۹/۸\ \mathrm{m/s^2}, \quad \beta = ۲/۸ \times ۱۰^{-۴}\ \mathrm{K^{-1}},$$
$$c = ۴۲۰۰\ \mathrm{J/kg.K}, \quad T_\circ = ۳۰۰\ \mathrm{K}, \quad \Delta T = ۵/۰\ \mathrm{K}$$

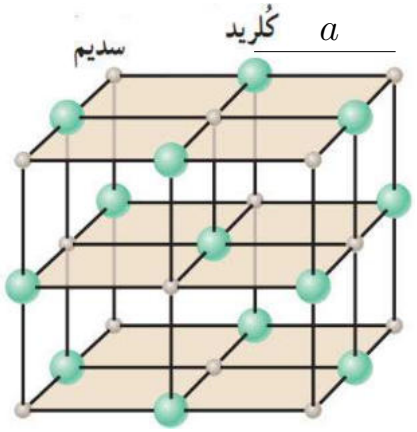
بازده این ماشین، η، را حساب کنید و مقدار عددی $\eta\ ^{۱۰^۶}$ را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) شخصی در حال قدم زدن مسافت مستقیم بین آنتن‌های A و B که امواج تلفن همراه گسیل می‌کنند را طی می‌کند. در نزدیکی فرستندهٔ A، به تدریج که شخص از فرستندهٔ A دور می‌شود آنتن‌دهی ضعیف‌تر می‌شود و از جایی به بعد با نزدیک شدن به فرستندهٔ B آنتن‌دهی بهتر می‌شود. توان دریافتی از هر فرستنده با رابطهٔ $P = \alpha \frac{P_s}{r^۲}$ داده می‌شود که P_s توان کل ارسال شده در محل فرستنده، r فاصله از فرستنده و α یک ثابت است. توان ارسالی P_s برای فرستندهٔ B هشت برابر توان ارسالی P_s برای فرستندهٔ A است. فرض کنید توان دریافت شده توسط گوشی مجموع توان‌های دریافت شده از دو فرستنده باشد. همچنین فرض کنید ارتفاع فرستنده‌ها از سطح زمین در مقایسه با فواصل افقی قابل چشم‌پوشی باشد. در نقطه‌ای که آنتن‌دهی از همه جا ضعیف‌تر است، توان دریافتی از فرستندهٔ A چند **درصد** توان کل دریافتی توسط گیرنده است؟

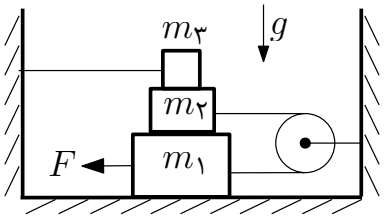
---

۶) در یک بلور خالص نمک طعام یون‌های کلرید و سدیم مطابق شکل روبه‌رو در گوشه‌های مکعب‌هایی به ضلع a قرار دارند. چگالی نمک بلوری $۲/۲\ \mathrm{g/cm^۳}$ و جرم مولی آن $۵۸/۵\ \mathrm{g/mol}$ است. عدد آووگادرو برابر $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \mathrm{1/mol}$ است. اگر حجم مکعبی به ضلع a به صورت $a^۳ = \beta \times ۱۰^{-۳۰}\ \mathrm{m^۳}$ به دست آید، عدد β را در پاسخ‌نامه وارد کنید.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) در دستگاه شکل روبه‌رو جرم‌ها به ترتیب $m_۳ = ۰/۵۰\,\mathrm{kg}$، $m_۲ = ۱/۰۰\,\mathrm{kg}$ و $m_۱ = ۲/۰۰\,\mathrm{kg}$ و ضریب اصطکاک ایستایی بین همهٔ سطوح $\mu_s = ۰/۵۱$ است. جرم نخ و قرقره ناچیز است و قرقره در محور آن اصطکاک ندارد. F چند **نیوتن** باشد تا جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ در آستانهٔ حرکت قرار گیرند؟ $g = ۹/۸\,\mathrm{m/s^۲}$.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

المپیاد فیزیک

تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

کد ملی: استان:

نام و نام خانوادگی: 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	۲۱	۴۱	۶۱	۸۰
۲	۲۲	۴۲	۶۲	
۳	۲۳	۴۳	۶۳	
۴	۲۴	۴۴	۶۴	
۵	۲۵	۴۵	۶۵	
۶	۲۶	۴۶	۶۶	
۷	۲۷	۴۷	۶۷	
۸	۲۸	۴۸	۶۸	
۹	۲۹	۴۹	۶۹	
۱۰	۳۰	۵۰	۷۰	
۱۱	۳۱	۵۱	۷۱	
۱۲	۳۲	۵۲	۷۲	
۱۳	۳۳	۵۳	۷۳	
۱۴	۳۴	۵۴	۷۴	
۱۵	۳۵	۵۵	۷۵	
۱۶	۳۶	۵۶	۷۶	
۱۷	۳۷	۵۷	۷۷	
۱۸	۳۸	۵۸	۷۸	
۱۹	۳۹	۵۹	۷۹	
۲۰	۴۰	۶۰		

سوال شماره ۱	سوال شماره ۲	سوال شماره ۳	سوال شماره ۴	سوال شماره ۵	سوال شماره ۶	سوال شماره ۷	سوال شماره ۸	سوال شماره ۹	سوال شماره ۱۰
یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان	یکان / دهگان

علیرضا نوروزی شاد

اینجانب ..... به کد ملی ..... دفترچه‌ی سوالات المپیاد فیزیک شامل ۳۷ سوال را به طور کامل دریافت نمودم.

امضا و اثر انگشت:

۱۴۰۳/۱۱/۱۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۲

سی و هفتمین دورهٔ المپیاد فیزیک

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون
چهارگزینه‌ای	مسأله کوتاه	۲۱۰ دقیقه
۲۳	۱۰	

نام: نام‌خانوادگی: شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هرنوع ماشین‌حساب ممنوع است.

۱- کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید، در غیر این‌صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد.

۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید.

۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴- برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵- دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

۶- در سوال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. در مسئله‌های کوتاه، هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

۷- آزمون مرحلهٔ دوّم برای دانش‌آموزان پایهٔ دهم، صرفاً جنبهٔ آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم انتخاب می‌شوند.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) یک خودرو فاصلهٔ دو نقطه را که $۱۰۰/۰\ \mathrm{m}$ است با سرعت ثابت طی می‌کند. زمان این حرکت با یک زمان‌سنج اندازه‌گیری می‌شود که دقت آن $\pm ۰/۲۰\ \mathrm{s}$ است. اگر زمان حرکت را با این زمان‌سنج $(۵/۰ \pm ۰/۲)\ \mathrm{s}$ اندازه‌گیری کرده باشیم، کدام گزینه برای سرعت خودرو درست است؟

۱) $(۲۰/۰ \pm ۰/۲)\ \mathrm{m/s}$

۲) $(۲۰/۰ \pm ۰/۴)\ \mathrm{m/s}$

۳) $(۲۰/۰ \pm ۰/۸)\ \mathrm{m/s}$

۴) $(۲۰/۰ \pm ۱/۶)\ \mathrm{m/s}$

---

۲) قطاری در فاصلهٔ s از یک ایستگاه با سرعت $v_۰$ در حال حرکت است. اندازهٔ بیشینهٔ شتاب قطار هنگام افزایش سرعت $a_۱$ و هنگام کاهش سرعت $a_۲$ است. کمترین زمان برای آن که قطار به ایستگاه برسد و در آن توقف کند کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۱}{\sqrt{a_۱ a_۲}}\sqrt{۲s(a_۱+a_۲)+v_۰^۲} - \frac{v_۰}{a_۱}$

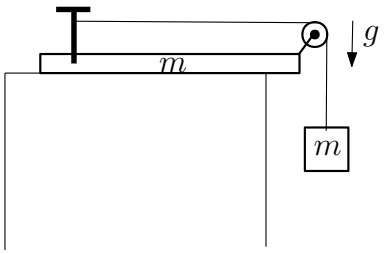
۲) $\frac{۱}{\sqrt{a_۱ a_۲}}\sqrt{۲s(a_۱+a_۲)+v_۰^۲} - \frac{v_۰}{a_۲}$

۳) $(\frac{۱}{a_۱}+\frac{۱}{a_۲})\sqrt{\frac{(v_۰^۲+۲sa_۱)a_۲}{a_۱+a_۲}} - \frac{v_۰}{a_۱}$

۴) $(\frac{۱}{a_۱}+\frac{۱}{a_۲})\sqrt{\frac{(v_۰^۲+۲sa_۲)a_۱}{a_۱+a_۲}} - \frac{v_۰}{a_۲}$

---

۳) تخته‌ای به جرم m مطابق شکل بر روی میز افقی بدون اصطکاکی قرار دارد. جسم آویخته‌ای با همان جرم m به نخی بسته شده که پس از عبور از روی قرقره‌ای سبک به میخ ثابتی که بر روی تخته کوبیده شده بسته شده است. شتاب گرانش g است. دستگاه را از حالت سکون رها می‌کنیم. شتاب جسم آویخته کدام گزینه است؟



۱) صفر

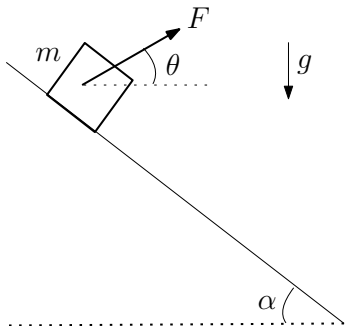
۲) $\frac{g}{۴}$

۳) $\frac{g}{۲}$

۴) g

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

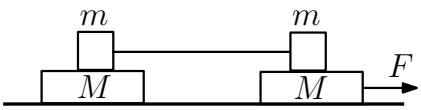
۴) جسمی به جرم m روی یک سطح شیب‌دار دارای اصطکاک با زاویهٔ شیب α نسبت به افق ساکن است. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح شیب‌دار μ_s است. حال جسم را مطابق شکل با نیرویی که با امتداد افق زاویهٔ θ می‌سازد، می‌کشیم. با انتخاب مناسب زاویهٔ θ می‌توان با کمترین نیروی ممکن، F، جسم را در آستانهٔ حرکت قرار داد. نسبت کمینهٔ F به وزن جسم کدام گزینه است؟



۱) $\frac{\mu_s\cos\alpha+\sin\alpha}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$ ۲) $\frac{\mu_s\cos\alpha-\sin\alpha}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$ ۳) $\frac{\mu_s\cos\alpha-\sin\alpha}{\mu_s\sin\alpha+\cos\alpha}$ ۴) $\frac{\mu_s\cos\alpha+\sin\alpha}{\mu_s\sin\alpha+\cos\alpha}$

---

۵) مطابق شکل دو جسم به جرم M بر روی یک میز افقی بدون اصطکاک قرار دارند. بر روی این دو جسم، دو جسم کوچکتر به جرم m قرار دارند که ضریب اصطکاک ایستایی هر یک از آن‌ها با جسم زیر خود μ_s است. این دو جسم با یک نخ بدون جرم افقی به یکدیگر متصل هستند. جسم M سمت راستی را با نیروی ثابت F می‌کشیم. با فرض $M=2m$ بیشینهٔ F برای این که جرم‌های m روی جرم‌های M نلغزند، کدام گزینه است؟



۱) $6\mu_s mg$ ۲) $3\mu_s mg$ ۳) $2\mu_s mg$ ۴) $\frac{3}{2}\mu_s mg$

---

۶) جسمی به جرم m تحت تأثیر شتاب گرانش g و نیروی مقاومت هوا از حال سکون و از ارتفاع h نسبت به سطح زمین شروع به سقوط می‌کند. وقتی جسم به زمین می‌رسد سرعت آن تقریباً برابر سرعت حد است. فرض کنید برای جسمی که با سرعت v در هوا حرکت می‌کند اندازهٔ نیروی مقاومت هوا با رابطهٔ $f=bv^2$ داده می‌شود که در آن b ضریب ثابتی است. جهت نیروی مقاومت هوا مخالف جهت سرعت جسم است. انرژی تلف شده توسط نیروی مقاومت هوا در این فرایند کدام گزینه است؟

۱) mgh ۲) $mgh\left(1-\frac{m}{2bh}\right)$ ۳) $mgh\left(1-\frac{m}{bh}\right)$ ۴) $mgh\left(1-\frac{2bh}{m}\right)$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) یک قطعه کش از قانون هوک تبعیت می‌کند و ثابت فنری آن k است. جرم واحد طول کش در حالت آزاد μ است. این کش را به صورت دایره‌ای به شعاع $r_\circ$ در می‌آوریم. سپس آن را با سرعت زاویه‌ای ω حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد و بر صفحهٔ دایره عمود است به دوران در می‌آوریم. از گرانش و هر نوع اصطکاک صرف‌نظر کنید. شعاع دایرهٔ حاصل کدام گزینه است؟
راهنمایی: کمان کوچکی از دایره مقابل به زاویهٔ کوچک $\Delta\theta$ را در نظر بگیرید و نیروهای وارد بر آن را رسم کنید. سپس قانون دوم نیوتن را برای این قطعه از کش به کار ببرید. لازم به ذکر است برای زوایای کوچک سینوس زاویه با اندازهٔ زاویه بر حسب رادیان تقریباً برابر است.

۱) $r_\circ\left(1+\sqrt{1-\frac{2\mu\omega^2}{\pi k}}\right)$

۲) $r_\circ\left(1-\sqrt{1-\frac{2\mu\omega^2}{\pi k}}\right)$

۳) $\left(\frac{1}{r_\circ}-\frac{\mu\omega^2}{2k}\right)^{-1}$

۴) $\left(\frac{1}{r_\circ}-\frac{\mu\omega^2}{2\pi k}\right)^{-1}$

---

۸) در یک بازی تفریحی، موسوم به پرش بانجی، شخصی در حالی که طناب کش‌مانندی به طول l را به کمر خود بسته، خودش را از صخره‌ای به ارتفاع h بالای سطح آب، بدون سرعت اولیه، رها می‌کند. سر دیگر طناب به نقطه‌ای از صخره بسته شده است.



ثابت کشسانی طناب طوری است که شخص در پایین‌ترین نقطه از مسیر سقوطش با سطح آب تماس پیدا می‌کند. بیشینهٔ سرعت شخص در طول مسیرش کدام گزینه است؟ شخص را مانند جرم نقطه‌ای در نظر بگیرید.

۱) $\sqrt{\frac{g}{hl}}(h^2-l^2)$

۲) $\sqrt{\frac{g}{2hl}}(h^2-l^2)$

۳) $\sqrt{\frac{g}{h}}(h+l)$

۴) $\sqrt{\frac{g}{2h}}(h+l)$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

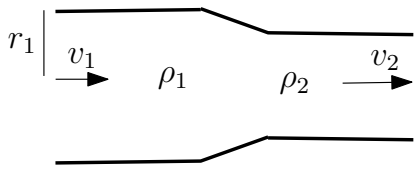
۹) جسمی از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌شود. با فرض ثابت بودن شتاب جاذبه، g، سرعت رسیدن جسم به سطح زمین $\sqrt{۲gh}$ است. زمین را کره‌ای به جرم M و شعاع R در نظر بگیرید و متغیر بودن شتاب جاذبه را به حساب آورید. در این صورت اگر جسم را از ارتفاع H نسبت به سطح زمین رها کنیم هنگام رسیدن به زمین همان سرعت را خواهد داشت. کدام گزینه رابطهٔ بین کمیت‌های h، H و R را به درستی بیان می‌کند؟

راهنمایی: انرژی پتانسیل گرانشی جسمی به جرم m به فاصلهٔ r $(r > R)$ از مرکز زمین برابر $-\frac{GMm}{r}$ است.

۱) $\frac{۱}{h} = \frac{۱}{H} - \frac{۱}{R}$ ۲) $\frac{۱}{h} = \frac{۱}{H} + \frac{۱}{R}$ ۳) $\frac{۱}{h^۲} = \frac{۱}{H^۲} + \frac{۱}{R^۲}$ ۴) $\frac{۱}{h^۲} = \frac{۱}{H^۲} - \frac{۱}{R^۲}$

---

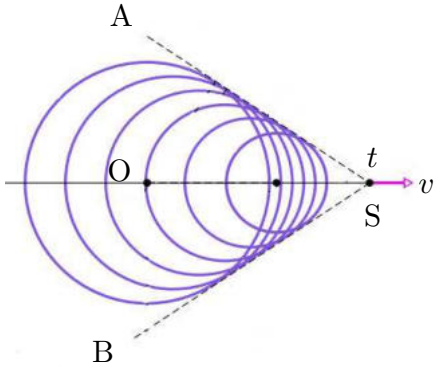
۱۰) گازها به ویژه در سرعت‌های بالا تراکم‌پذیر هستند. در شکل مقابل شعاع ناحیهٔ سمت چپ لوله $r_۱$ و شعاع ناحیهٔ سمت راست لوله $r_۲$ است. در حالت پایا سرعت و چگالی گاز در ناحیه سمت چپ لوله به ترتیب $v_۱$ و $\rho_۱$ و در ناحیهٔ سمت راست لوله به ترتیب $v_۲$ و $\rho_۲$ است. فرض کنید $\frac{r_۱}{r_۲} = \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۳}{۲}$. نسبت $\frac{\rho_۲}{\rho_۱}$ کدام گزینه است؟



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲۷}{۸}$

---

۱۱) شکل روبرو منطقهٔ حرکت یک قایق بر روی دریاچه‌ای آرام را از بالا نشان می‌دهد. قایق با سرعت ثابت v به سمت راست حرکت می‌کند. سرعت انتشار امواج سطحی روی آب c است که از v کوچکتر است.



قایق در لحظهٔ $t = ۰$ در نقطهٔ O قرار دارد و در لحظهٔ t به نقطهٔ S رسیده است. در این لحظه جبهه‌های موج پشت سر قایق نیم‌خط‌های SA و SB را تشکیل می‌دهند. کدام گزینه زاویهٔ بین این دو نیم‌خط را نشان می‌دهد؟

۱) $۲\sin^{-۱}(\frac{c}{v})$ ۲) $۲\sin^{-۱}(\frac{v}{c})$ ۳) $۲\tan^{-۱}(\frac{c}{v})$ ۴) $۲\tan^{-۱}(\frac{v}{c})$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) فرض کنید در یک فرایند ترمودینامیکی دما و حجم یک گاز آرمانی مطابق معادلهٔ $T = T_۰(۱ + \frac{V^۲}{V_۰^۲})$ تغییر کند. n مول گاز در این فرایند متحول می‌شود. در طی این تحول کمترین فشار گاز کدام گزینه است؟

۱) $\frac{nRT_۰}{۲V_۰}$ ۲) $\frac{nRT_۰}{V_۰}$ ۳) $\frac{۲nRT_۰}{V_۰}$ ۴) $\frac{۴nRT_۰}{V_۰}$

---

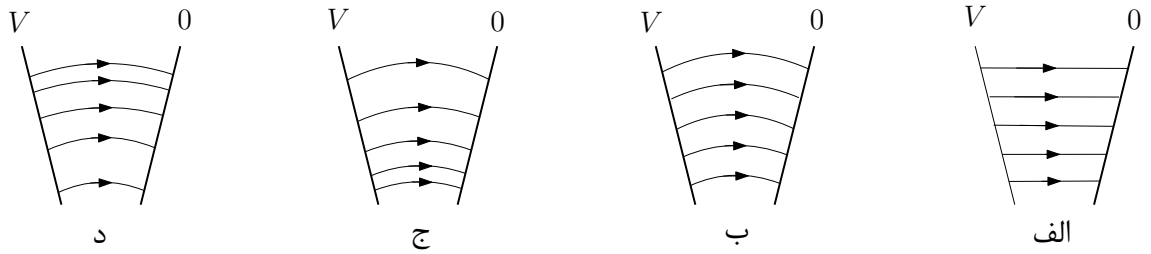
۱۳) سرعت صوت در یک گاز آرمانی که چگالی آن ρ و فشار تعادلی آن P است از رابطهٔ $\sqrt{\gamma\frac{P}{\rho}}$ به دست می‌آید که γ ضریب اتمیسیته نام دارد و به تعداد اتم‌ها در یک مولکول گاز مربوط است. مخلوطی از دو گاز آرمانی با γ یکسان در نظر بگیرید که جرم مولی آن‌ها $M_۱$ و $M_۲$ است و نسبت جرم‌های آن‌ها $\frac{m_۱}{m_۲} = x$ است. سرعت صوت در این مخلوط در دمای T کدام گزینه است؟

۱) $\sqrt{\frac{\gamma RT}{۲x+۱}(\frac{x}{M_۱}+\frac{x+۱}{M_۲})}$ ۲) $\sqrt{\frac{\gamma RT}{x+۱}(\frac{۱}{M_۱}+\frac{x}{M_۲})}$

۳) $\sqrt{\frac{\gamma RT}{۲x+۱}(\frac{x+۱}{M_۱}+\frac{x}{M_۲})}$ ۴) $\sqrt{\frac{\gamma RT}{x+۱}(\frac{x}{M_۱}+\frac{۱}{M_۲})}$

---

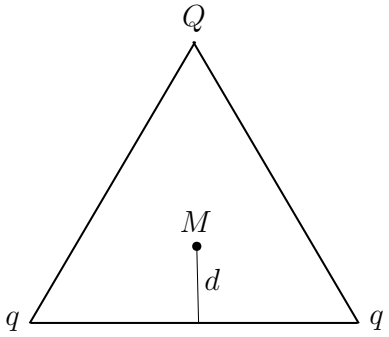
۱۴) دو صفحهٔ فلزی مطابق شکل با هم زاویهٔ کوچکی می‌سازند. بین این دو صفحه اختلاف پتانسیل V برقرار کرده‌ایم. کدام شکل آرایش خطوط میدان الکتریکی این دستگاه را نشان می‌دهد؟



۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) بارهای الکتریکی نقطه‌ای Q، q و q مطابق شکل بر رئوس مثلث متساوی‌الاضلاعی به ضلع $۲a$ قرار دارند. میدان الکتریکی در نقطهٔ M به فاصلهٔ d از قاعده بر روی ارتفاع وارد بر قاعده صفر است. نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام گزینه است؟



۱) $\frac{a(\sqrt{۳}a-d)^۲}{(a^۲+d^۲)^{۳/۲}}$ ۲) $\frac{d(\sqrt{۳}a-d)^۲}{(a^۲+d^۲)^{۳/۲}}$ ۳) $\frac{۲a(\sqrt{۳}a-d)^۲}{(a^۲+d^۲)^{۳/۲}}$ ۴) $\frac{۲d(\sqrt{۳}a-d)^۲}{(a^۲+d^۲)^{۳/۲}}$

---

۱۶) خازن مسطحی را در نظر بگیرید که مساحت صفحات آن A است و فضای بین صفحات آن از هوا با ضریب گذردهی $\epsilon_۰$ پر شده است. فاصلهٔ صفحات خازن با زمان به صورت $d = d_۰ + a\cos\omega t$ تغییر می‌کند، به طوری که دامنهٔ نوسان a از $d_۰$ بسیار کوچکتر است. این خازن به یک باتری با ولتاژ V و مقاومت درونی ناچیز وصل است. فرض کنید I_T جریان الکتریکی میانگین بین لحظات t و $t+\frac{T}{۲}$ باشد که T دورهٔ تناوب تابع $\cos\omega t$ است. اگر $I_{\rm m}$ بیشینهٔ I_T باشد، a کدام گزینه است؟

راهنمایی: اگر x عددی بسیار کوچکتر از ۱ باشد $\frac{۱}{۱-x} \approx ۱+x$.

۱) $\frac{\pi I_{\rm m} d_۰^۲}{۲\epsilon_۰ AV\omega}$ ۲) $\frac{I_{\rm m} d_۰^۲}{\epsilon_۰ AV\omega}$ ۳) $\frac{\pi I_{\rm m} d_۰^۲}{\epsilon_۰ AV\omega}$ ۴) $\frac{۲I_{\rm m} d_۰^۲}{\pi\epsilon_۰ AV\omega}$

---

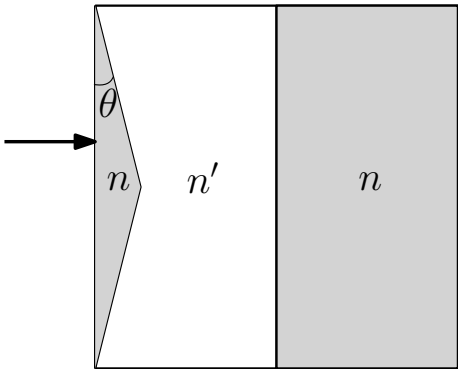
۱۷) حلقه‌ای به شعاع R و پوسته‌ای استوانه‌ای به شعاع r و طول l مفروضند. شعاع استوانه از طول آن بسیار کوچکتر است. روی هر دو آن‌ها بار الکتریکی q را به طور یکنواخت توزیع می‌کنیم. استوانه را حول محور تقارن خود و حلقه را حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد و بر صفحهٔ حلقه عمود است با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخانیم. میدان مغناطیسی در مرکز حلقه را $B_۱$ و در مرکز استوانه را $B_۲$ می‌نامیم. نسبت $B_۲/B_۱$ چقدر است؟

راهنمایی: استوانه را مشابه سیملوله آرمانی بگیرید.

۱) $\frac{۲R}{l}$ ۲) $\frac{l}{۲R}$ ۳) $\frac{R}{r}$ ۴) $\frac{r}{R}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸) یک محیط شفاف مطابق شکل از سه قسمت تشکیل شده است که در هوا به ضریب شکست ۱ قرار دارند. محیط سمت راست یک تیغهٔ متوازی‌السطوح به ضریب شکست n است. در مجاورت آن تیغهٔ متوازی‌السطوح دیگری به ضریب شکست n' قرار دارد که منشور متساوی‌الساقینی از آن جدا شده و به جای آن منشور مشابهی با ضریب شکست n چسبانده شده است. زاویهٔ مجاور به قاعدهٔ منشور زاویهٔ بسیار کوچک θ است.



یک پرتو نور مطابق شکل به سطح تخت منشور می‌تابد. زاویهٔ انحراف پرتو نور خروجی از تیغهٔ متوازی‌السطوح با ضریب شکست n نسبت به پرتو فرودی کدام گزینه است؟

راهنمایی: برای زوایای کوچک سینوس زاویه با اندازهٔ زاویه بر حسب رادیان تقریباً برابر است.

۱) $\left(\frac{n'-n}{n'+n}\right)\theta$ ۲) $(\frac{n'}{n}-۱)\theta$ ۳) $n(n'-n)\theta$ ۴) $(n'-n)\theta$

---

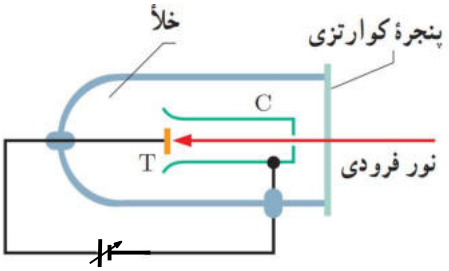
۱۹) یک کرهٔ منزوی به شعاع $۱/۸\,\mathrm{cm}$ از فلزی که تابع کار آن $۲/۹\,\mathrm{eV}$ است ساخته شده و در معرض تابش فوتون‌هایی با انرژی $۴/۵\,\mathrm{eV}$ قرار دارد. بر اثر کنده شدن فوتوالکترون‌ها پتانسیل الکتریکی کره تغییر می‌کند، در نتیجه انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌ها در دوردست کاهش می‌یابد. اگر بعد از کنده شدن n فوتوالکترون انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌ها نصف این کمیت در آغاز آزمایش باشد، n به کدام گزینه نزدیکتر است؟

راهنمایی: پتانسیل الکتریکی روی سطح کره‌ای به شعاع R که بار الکتریکی Q به طور یکنواخت روی سطح آن توزیع شده $\frac{Q}{۴\pi\epsilon_۰R}$ است. همچنین $\frac{۱}{۴\pi\epsilon_۰} = ۹\times ۱۰^۹\,\mathrm{N.m^۲/C^۲}$ و بار الکتریکی الکترون $e = -۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\,\mathrm{C}$ است.

۱) $۱۰^۹$ ۲) $۱۰^۸$ ۳) $۱۰^۷$ ۴) $۱۰^۶$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) شکل مقابل چیدمان آزمایش اثر فوتوالکتریک را نشان می‌دهد. فرض کنید در این آزمایش پرتو فرابنفش با طول موج ۲۲۰ nm بر هدف T که از جنس سدیم با تابع کار ۲٫۲۸ eV است، می‌تابد.



اگر پتانسیل هدف T صفر باشد، پتانسیل الکتریکی رسانای C چه باشد تا جریان فوتوالکتریک صفر شود. لازم به یادآوری است که $hc = ۱۲۴۰\ \text{eV}\cdot\text{nm}$.

۱) $-۳٫۳۶\ \text{V}$ ۲) $۳٫۳۶\ \text{V}$ ۳) $-۲٫۲۸\ \text{V}$ ۴) $۲٫۲۸\ \text{V}$

---

۲۱) در فیزیک کوانتومی ترازهای انرژی یک نوسانگر هماهنگ سادهٔ یک‌بعدی با بسامد f به صورت $E_n = hf(n+\frac{۱}{۲})$ است که h ثابت پلانک و n یک عدد صحیح نامنفی $(n = ۰, ۱, ۲, ۳, ۴, \cdots)$ است. فرض کنید نوسانگر در یک حالت برانگیخته با انرژی E_N است. اگر این نوسانگر به حالت انرژی پایه برود امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

۱) ۱ ۲) N ۳) $N+۱$ ۴) $\frac{۱}{۲}N(N+۱)$

---

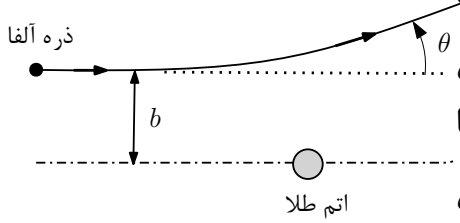
۲۲) یک اتم هیدروژن‌گونه اتمی است که یک الکترون دارد و هستهٔ آن به جای یک پروتون دارای Z پروتون است. طول موج فوتون‌ها در طیف گسیلی اتم‌های هیدروژن‌گونه از رابطهٔ $\frac{۱}{\lambda} = RZ^۲(\frac{۱}{n_{\text{L}}^۲} - \frac{۱}{n_{\text{U}}^۲})$ به دست می‌آید که R ثابت ریدبرگ است.

در سری بالمر طیف گسیلی اتم هیدروژن چهار طول موج که کوچکترین آن ۴۱۰ nm و بزرگترین آن ۶۵۶ nm است در ناحیهٔ مرئی وجود دارد. اتم لیتیم دو بار یونیده یک اتم هیدروژن‌گونه با $Z = ۳$ است. در طیف گسیلی این اتم برای حالت $n_{\text{L}} = ۶$ از طول موج ۴۱۰ nm تا طول موج ۶۵۶ nm چند طول موج گسیلی وجود دارد؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۳

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) در پراکندگی رادرفورد ذرات آلفا هنگام برخورد به ورقهٔ طلا وابستگی زاویهٔ پراکندگی θ و پارامتر b به صورت $b = \frac{Ze^۲}{۴\pi\epsilon_۰ K}\cot(\frac{\theta}{۲})$ است که Z عدد اتمی طلا، e بار الکتریکی الکترون، $\epsilon_۰$ ثابت گذردهی خلأ و K انرژی جنبشی ذرات آلفا است وقتی در فاصلهٔ دوری از ورقهٔ طلا هستند. انرژی جنبشی همهٔ ذرات آلفا که به ورقهٔ طلا برخورد می‌کنند، یکسانند.



از آنجا که ذرات آلفا به صورت کاتوره‌ای به یک اتم طلا اصابت می‌کنند، احتمال پراکندگی آن‌ها از یک اتم طلا با زاویهٔ بزرگتر از θ، متناسب با $\pi b^۲$ است. فرض کنید تعدادی ذرهٔ آلفا با زاویهٔ بیش از ۳۰° منحرف شده باشند. از میان این ذرات به طور میانگین چند درصد با زاویهٔ بیش از ۶۰° منحرف شده‌اند؟ $\sqrt{۳} \approx ۱/۷$

۱) ۸ ۲) ۲۴ ۳) ۳۳ ۴) ۵۰

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

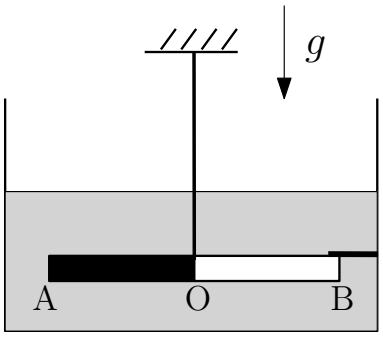
پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

یکان	دهگان
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

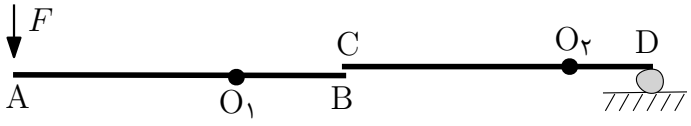
۱) میله‌ای مطابق شکل از دو قسمت با طول‌ها و سطح مقطع‌های یکسان تشکیل شده است. نیمهٔ AO از آلومینیوم به چگالی $۲/۷۰\ \mathrm{g/cm^3}$ و نیمهٔ OB از چوب به چگالی $۰/۹۰\ \mathrm{g/cm^3}$ ساخته شده است. این دستگاه را از نقطهٔ O که مرکز دو قسمت است به سقف آویخته‌ایم. در عین حال میله در داخل آب به چگالی $۱/۰۰\ \mathrm{g/cm^3}$ غوطه‌ور است. در لبهٔ B نگهدارنده‌ای در بالای میله از چرخش آن جلوگیری می‌کند. نیروی کشش نخ چند **درصد** نیروی وزن میله است؟



راهنمایی: فرض کنید نیروی وزن یک میلهٔ یکنواخت به نقطهٔ وسط آن وارد می‌شود.

---

۲) از دو میلهٔ AB و CD به جرم ناچیز دستگاهی مطابق شکل ساخته‌ایم. میلهٔ AB حول لولای بدون اصطکاک و ثابت $O_۱$ و نیز میلهٔ CD حول لولای بدون اصطکاک و ثابت $O_۲$ می‌توانند بچرخند.



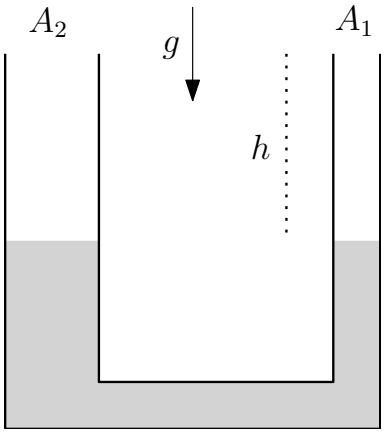
فاصلهٔ نقاط یاد شده از هم به قرار زیرند

$$O_۱A = ۱۰\ \mathrm{cm}, \qquad O_۱B = ۶\ \mathrm{cm}, \qquad O_۲C = ۱۰\ \mathrm{cm}, \qquad O_۲D = ۵\ \mathrm{cm}.$$

لبهٔ B از میلهٔ اول درست زیر لبهٔ C از میلهٔ دوم قرار دارد و می‌تواند آن را به بالا براند. در زیر لبهٔ D از میلهٔ دوم یک گردو قرار دارد که با نیروی ۱۰۰ N می‌شکند. نیروی F را به تدریج بر لبهٔ A وارد می‌کنیم تا گردو در آستانهٔ شکستن قرار گیرد. در این وضعیت نیروی وارد بر لولای $O_۱$ چند **نیوتن** است؟

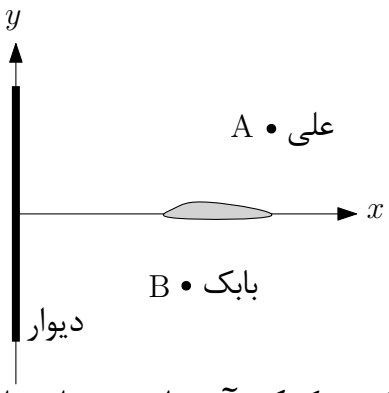
---

۳) در یک ظرف U شکل مقداری مایع با چگالی $\rho_۱ = ۱/۰۰\ \mathrm{g/cm^3}$ ریخته‌ایم، به گونه‌ای که در هر دو سمت ارتفاع $h = ۴۰/۰\ \mathrm{cm}$ از سر ظرف خالی است. سطح مقطع لولهٔ سمت راست این ظرف برابر $A_۱ = ۱/۰۰\ \mathrm{cm^2}$ و سطح مقطع لولهٔ سمت چپ این ظرف $A_۲ = ۴/۰۰\ \mathrm{cm^2}$ است. حداکثر چند **گرم** از مایعی با چگالی $\rho_۲ = ۰/۷۵۰\ \mathrm{g/cm^3}$ به آرامی در لولهٔ سمت راست این ظرف بریزیم که مایع از ظرف سرریز نکند؟



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

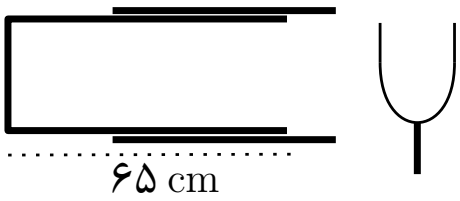
۴) علی و بابک دو سرباز وظیفه مشغول گشت‌زنی هستند. علی در موقعیت مکانی $(۱۴۰\ \mathrm{m}, ۶۰\ \mathrm{m})$ و بابک در موقعیت مکانی $(۱۰۰\ \mathrm{m}, -۴۰\ \mathrm{m})$ در دستگاه مختصات $x-y$ شکل مقابل قرار دارند. بین این دو سرباز مانعی است که باعث می‌شود یکدیگر را نبینند و صدای یکدیگر را مستقیماً نشنوند. سرعت صوت در هوا $۳۴۰\ \mathrm{m/s}$ است.



در آن حوالی یک دیوار بازتابندهٔ صوت در روی محور y قرار دارد که به کمک آن علی می‌تواند با ایجاد یک تپ صوتی حضور خودش را به بابک اطلاع دهد. بابک چند **صدم ثانیه** بعد از تولید تپ صوتی علی آن را می‌شنود؟

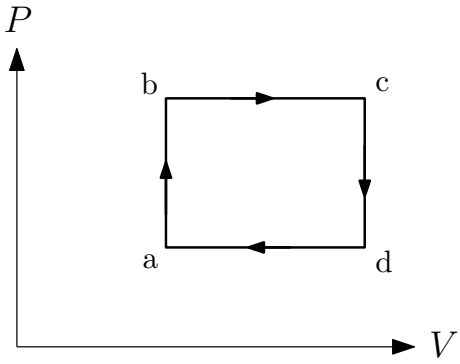
---

۵) یک لولهٔ صوتی یک سر بسته به طول $۶۵\ \mathrm{cm}$ دارای غلافی به همان طول است. در ابتدا لوله کاملاً داخل غلاف قرار دارد. غلاف را می‌توان به طوری که از لوله جدا نشود، از لوله بیرون کشید. دیاپازونی که بسامد آن $۴۴۰\ \mathrm{Hz}$ است را مقابل لوله به نوسان درمی‌آوریم. سرعت صوت در هوا $۳۴۰\ \mathrm{m/s}$ است. غلاف را چند **سانتی‌متر** جابجا کنیم تا صدای دیاپازون تشدید شود؟



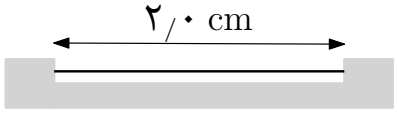
---

۶) گازی آرمانی و تک‌اتمی در یک ماشین گرمایی چرخهٔ ترمودینامیکی شکل مقابل را طی می‌کند. انرژی درونی گاز آرمانی تک‌اتمی از رابطهٔ $U = \frac{۳}{۲}PV$ به دست می‌آید. اگر $\frac{T_{\mathrm{c}}}{T_{\mathrm{a}}} = \frac{۵}{۳}$ و $\frac{V_{\mathrm{c}}}{V_{\mathrm{a}}} = \beta$ باشد، به ازای هر مقدار قابل قبول برای بازدهٔ چرخه، η، دو امکان برای β وجود دارد. η چند **درصد** باشد تا این دو مقدار یکی شوند.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) نوار آلومینیومی نازکی به طول $۲/۰\ \mathrm{cm}$ را مطابق شکل ۱ در یک قاب فولادی قرار داده‌ایم به گونه‌ای که دو سر آن به قاب فولادی تکیه دارند و کناره‌های آن آزاد هستند. ضریب انبساط طولی فولاد $۱۱ \times ۱۰^{-۶}\ /\mathrm{K}$ و ضریب انبساط طولی آلومینیوم $۲۳ \times ۱۰^{-۶}\ /\mathrm{K}$ است.



شکل ۱


شکل ۲

دمای این دستگاه به اندازهٔ $۸/۰\ \mathrm{K}$ افزایش می‌یابد. آلومینیوم به دلیل نرمی نمی‌تواند شکل قاب فولادی که سخت است را تغییر دهد. در نتیجه نوار آلومینیومی مطابق شکل ۲ به صورت قسمتی از سطح جانبی یک استوانه در می‌آید که نمای کناری آن به شکل قطاعی از یک دایره است. شعاع انحنای این قطاع (استوانه) چند **سانتی‌متر** است؟

راهنمایی: در زاویه‌های کوچک می‌توانید از رابطهٔ تقریبی $\sin\theta \cong \theta - \frac{\theta^۳}{۶}$ استفاده کنید.

---

۸) توپی با هوای داخل آن $۵۰۰\ \mathrm{g}$ جرم دارد. این توپ حاوی $۱/۰۰\ \mathrm{L}$ هوا به چگالی $۱/۵\ \mathrm{g/L}$ است. این توپ از ارتفاع $۲۰۰\ \mathrm{cm}$ و از حال سکون در راستای قائم به سمت زمین سقوط می‌کند و تا ارتفاع $۱۲۰\ \mathrm{cm}$ از زمین بالا می‌آید. در نقطهٔ اوج جدید دمای پوستهٔ توپ همان دمای محیط است اما دمای هوای داخل آن نسبت به لحظهٔ سقوط $۲/۰۰\ \mathrm{K}$ بالاتر است. حجم توپ نیز تغییر نکرده است. گرمای ویژهٔ هوا در این فرایند $۰/۷۲۳\ \mathrm{J/g.K}$ است. اگر در این فرایند توپ به محیط اطراف مقدار x **ژول** انرژی داده باشد $۱۰x$ چقدر است؟ در این مسئله شتاب جاذبه را $۹/۸\ \mathrm{m/s^۲}$ بگیرید.

---

۹) مقاومت الکتریکی یک ترمیستور به دمای آن بستگی دارد. برای یک ترمیستور معین از نوع PTC رابطهٔ تجربی $R = ۱۰۰ + ۰/۴۰\theta$ برقرار است که در آن θ دما در مقیاس سلسیوس و R مقاومت بر حسب اهم است. اگر دمای این مقاومت θ و دمای هوای اطراف آن $\theta_۰$ باشد، توان گرمایی خارج شده از مقاومت به علت انتقال گرما برابر با $\alpha(\theta - \theta_۰)$ خواهد بود که $\theta_۰ = ۱۰\ ^\circ\mathrm{C}$ ضریب انتقال گرما است. فرض کنید که دمای هوای اطراف آن $\alpha = ۰/۶۰\ \mathrm{W/^\circ C}$ است. اگر این ترمیستور را به منبع جریانی با جریان ثابت $I = ۰/۵۰\ \mathrm{A}$ متصل کنیم ، دمای تعادل ترمیستور چند درجهٔ **سلسیوس** خواهد بود؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۰) هر گاه میدان الکتریکی بین دو الکترود در هوای خشک به مقدار $۲/۰۰ \times ۱۰^{۶}\ \mathrm{V/m}$ برسد، مولکول‌های هوا یونیده شده و تخلیهٔ الکتریکی صورت می‌گیرد. تخلیهٔ الکتریکی باعث کاهش بار روی الکترودها و در نتیجه کاهش میدان الکتریکی بین آن‌ها می‌شود. فرایند تخلیه تا رسیدن میدان الکتریکی به $۱/۵۰ \times ۱۰^{۶}\ \mathrm{V/m}$ ادامه می‌یابد و سپس قطع می‌شود. فاصلهٔ صفحات یک خازن تخت به ظرفیت $۲۴\ \mathrm{pF}$ برابر $۱/۰۰\ \mathrm{mm}$ است. ولتاژ بین صفحات را به تدریج بالا می‌بریم تا تخلیهٔ الکتریکی آغاز شود. به محض وقوع تخلیهٔ الکتریکی، فیوزی که با خازن سری شده ارتباط خازن را با منبع ولتاژ قطع می‌کند. تعیین کنید مقدار بار الکتریکی جابجا شده بین صفحات خازن در ضمن این تخلیه چند **نانوکولن** است؟ فرض کنید در این فرایند به خازن آسیبی نمی‌رسد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

لطفاً در این کادر و حاشیه پاسخنامه چیزی ننویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ۲

۱۴۰۲

سی و هفتمین دوره المپیاد فیزیک

کد دفترچه: ۱

لطفاً گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید. صحیح: ● غلط: ✓ ✗

۱	۲	۳	۴	
۵	۶	۷	۸	
۹	۱۰	۱۱	۱۲	
۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	
۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	
۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	
۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	
۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	
۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	
۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	
۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	
۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	
۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	
۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	
۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	
۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	
۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	
۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	
۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	
۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	

مسأله اول		مسأله دوم		مسأله سوم		مسأله چهارم		مسأله پنجم		مسأله ششم		مسأله هفتم		مسأله هشتم		مسأله نهم		مسأله دهم	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
۶۹ و ۷۰		۸۵		۷۵		۷۶ و ۷۷		۳۱ و ۳۲ و ۳۳		۶		۳۹ و ۴۰ و ۴۱ و ۴۲ و ۴۳ و ۴۴		۱۷ و ۱۸		۶۲		۱۲	

محل امضاء

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

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

CamScanner

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی(ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۱

سی و ششمین دورهٔ المپیاد فیزیک

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون
چهارگزینه‌ای	مسأله کوتاه	
۲۳	۸	۲۱۰ دقیقه

نام:	نام‌خانوادگی:	شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هرنوع ماشین‌حساب ممنوع است.

۱- کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید، در غیر این‌صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد.

۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید.

۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴- برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵- دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

۶- در سوال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. در مسئله‌های کوتاه، هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

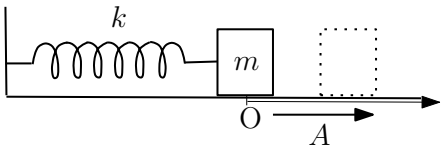
۷- آزمون مرحلهٔ دوّم برای دانش‌آموزان پایهٔ دهم، صرفاً جنبهٔ آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم انتخاب می‌شوند.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی: sampad.medu.ir

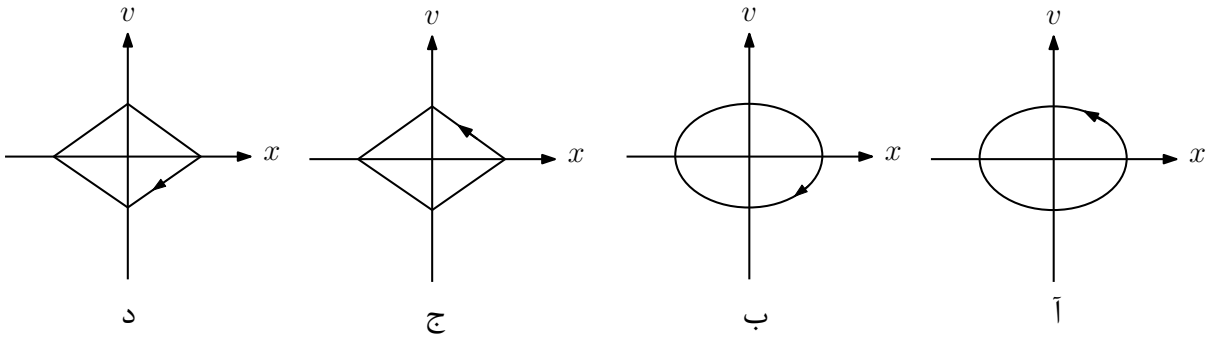
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۱) جرم m در انتهای فنری به ضریب k بسته شده است. مطابق شکل، جرم m را از نقطهٔ تعادل به اندازهٔ طول A می‌کشیم و آن را بر روی میز افقی بدون اصطکاکی رها می‌کنیم.



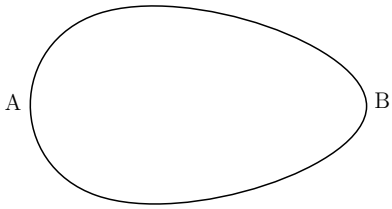
فرض کنید حالت لحظه‌ای دستگاه با نقطه‌ای به مختصات (x, v) در صفحهٔ $x - v$ داده می‌شود که x مکان و v سرعت ذره است. در طی زمان، نقطهٔ معرف دستگاه در صفحهٔ $x - v$ مسیری را طی می‌کند که به نمودار فاز معروف است. معمولاً با رسم یک پیکان بر روی نمودار فاز جهت حرکت نقطهٔ معرف دستگاه را مشخص می‌کنند. نمودار فاز نوسانگر فوق کدام گزینه است؟



۱) آ **۲)** ب **۳)** ج **۴)** د

---

۲) خودرویی در مسیری مطابق شکل دور می‌زند و اندازهٔ سرعت آن در طی حرکت ثابت است. کدام گزینه در مورد شتاب ذره درست است؟



۱) حرکت شتاب‌دار است و اندازهٔ شتاب خودرو در تمام مسیر یکسان است.

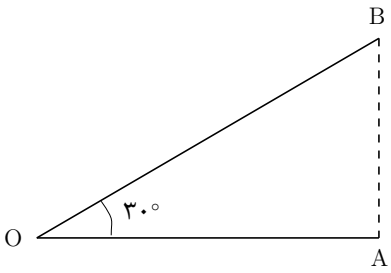
۲) حرکت شتاب‌دار است و اندازهٔ شتاب خودرو در نقطهٔ B بیشینه است.

۳) حرکت شتاب‌دار است و اندازهٔ شتاب خودرو در نقطهٔ A بیشینه است.

۴) حرکت بدون شتاب است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) در شکل مقابل، یک چشمهٔ صوتی در نقطهٔ O قرار دارد و در تمام جهات فضا صدا را به طور یکسان پخش می‌کند. اگر تراز شدت صوت در نقطهٔ A، برابر ۲۰٫۰ dB باشد، در نقطهٔ B تقریباً چقدر است؟ لگاریتم اعداد اول ۲ تا ۱۰ عبارتند از:

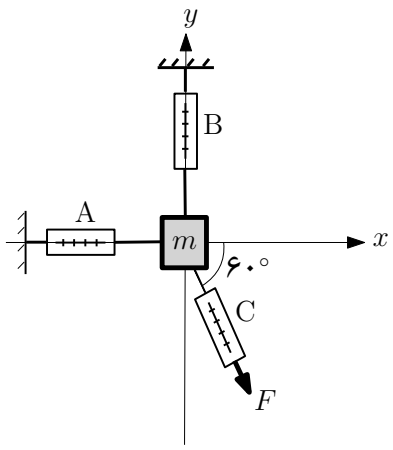


$\log ۲ = ۰٫۳۰۱$ $\log ۳ = ۰٫۴۷۷$ $\log ۵ = ۰٫۶۹۹$ $\log ۷ = ۰٫۸۴۵$

۱) ۱۵٫۰ dB **۲)** ۱۷٫۳ dB **۳)** ۱۸٫۸ dB **۴)** ۲۱٫۲ dB

---

۴) در شکل مقابل قطعهٔ مکعبی شکلی به جرم m بر روی میز افقی دارای اصطکاک قرار گرفته است. این جسم به سه نیروسنج متصل شده که نیروسنج‌های A و B بر روی محورهای x و y قرار دارند و به دو دیوار ثابت متصل‌اند. شکل، تصویر دستگاه را از بالا نشان می‌دهد. نیروسنج C در زاویهٔ ۶۰° نسبت به محور x قرار دارد. جسم m و نیروسنج‌ها همگی ساکن هستند. نیروسنج‌های A، B و C به ترتیب اعداد ۲۰ N، ۱۰ N و ۲۰ N را نشان می‌دهند. اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی جسم m با میز چند نیوتن است؟



۱) ۵۰ **۲)** $۱۰\sqrt{۲-\sqrt{۳}}$ **۳)** $۱۰(۲-\sqrt{۳})$ **۴)** $۱۰\sqrt{۵-۲\sqrt{۳}}$

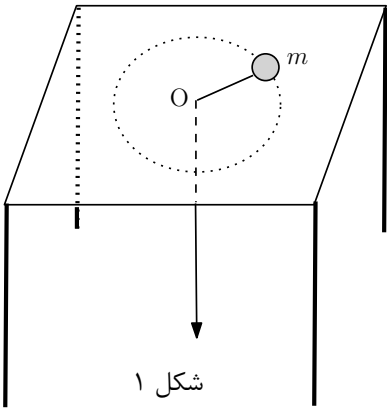
---

۵) فاصلهٔ کهکشان‌های مجاور از یکدیگر تقریباً ۱ Mpc (۱ مگا پارسک) است و هر کهکشان حدوداً $۱۰^{۱۱}$ ستاره با جرمی حدود جرم خورشید ($۲٫۰ \times ۱۰^{۳۰}$ kg) دارد. با فرض این که جرم همهٔ کهکشان‌ها را به طور یکنواخت در جهان توزیع کنیم چگالی آن تقریباً چند برابر چگالی هوا در شرایط متعارفی خواهد شد؟ جرم مولی و حجم مولی هوا در شرایط متعارفی به ترتیب ۲۹ g/mol و ۲۲٫۴ L/mol است. همچنین $۱ \text{ pc} = ۳٫۱ \times ۱۰^{۱۳}$ km.

۱) $۱۰^{-۳۹}$ **۲)** $۱۰^{-۲۶}$ **۳)** $۱۰^{-۸}$ **۴)** $۱۰^{۱۹}$

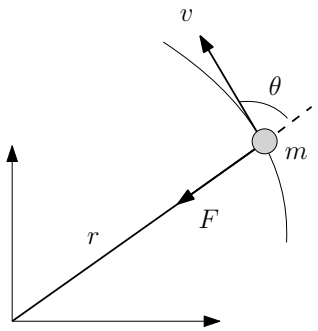
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۶) بر روی میز افقی بدون اصطکاکی جرم کوچک m را به انتهای یک نخ بسته‌ایم. نخ از سوراخ O بر روی میز عبور کرده و از زیر میز قابل کشیدن است. با حرکت دادن جرم m در امتداد عمود بر نخ به نحوی که طول نخ روی میز ثابت باشد و اعمال نیروی کشش T بر نخ زیر میز، می‌توان جرم m را در مسیری دایره‌ای حرکت داد. اگر نخ زیر میز را به آرامی به سمت پایین بکشیم، سرعت و شعاع حرکت جرم m تغییر می‌کند.



شکل ۱

بنا بر قانونی موسوم به قانون پایستگی تکانهٔ زاویه‌ای هرگاه مطابق شکل ۲ به جرم m نیروی F در راستای شعاعی r وارد شود، کمیت $L = mvr\sin\theta$ که به آن اندازه حرکت زاویه‌ای می‌گوییم، ثابت می‌ماند. فرض کنید در ابتدا جرم m بر روی دایره‌ای به شعاع ثابت r_1 می‌چرخد. نخ را به آرامی می‌کشیم تا طول نخ روی میز r_2 شود به طوری که $r_2 < r_1$. مجدداً نخ را ثابت نگه می‌داریم تا جرم m بر روی دایره‌ای به شعاع r_2 بچرخد. نسبت نیروی کشش نخ در وضعیت دوم به نیروی کشش نخ در وضعیت اول کدام گزینه است؟

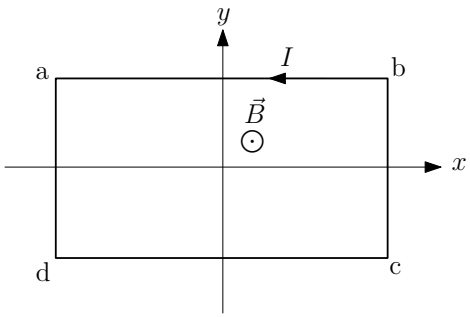


شکل ۲

۱) $\frac{r_2}{r_1}$ ۲) $\frac{r_1}{r_2}$ ۳) $(\frac{r_2}{r_1})^3$ ۴) $(\frac{r_1}{r_2})^3$

---

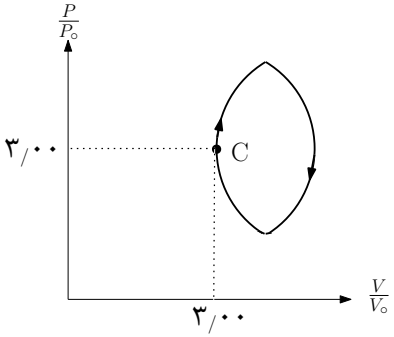
۷) در شکل مقابل، میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ عمود بر صفحهٔ شکل (در راستای محور z) و به سمت بیرون برقرار است. در سیم مستطیل شکل abcd به طور ناگهانی جریان I را برقرار می‌کنیم. کدام گزینه بعد از برقراری جریان صحیح است؟



۱) مستطیل حول محور x می‌چرخد.
۲) مستطیل حول محور y می‌چرخد.
۳) مستطیل حول محور z می‌چرخد.
۴) مستطیل نمی‌چرخد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸) در شکل مقابل یک چرخهٔ ترمودینامیکی در نمودار $P-V$ نشان داده شده است. فشارها بر حسب فشار معین $P_\circ$ و حجم‌ها بر حسب حجم معین $V_\circ$ اندازه‌گیری شده‌اند. به این ترتیب کمیت بدون یکای $P/P_\circ$ بر حسب کمیت بدون یکای $V/V_\circ$ رسم شده است.

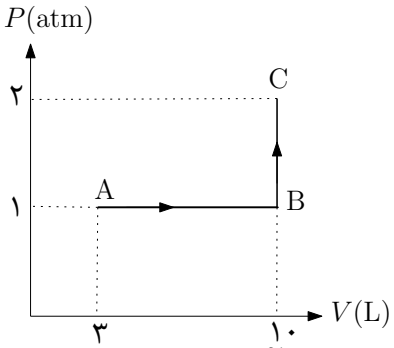


چرخه مورد نظر از تقاطع دو دایرهٔ یکسان به شعاع ۲/۰۰ تشکیل شده است که مرکز یکی از آن‌ها نقطهٔ $\mathrm{C}\,(۳/۰۰, ۳/۰۰)$ است. مرکز دایرهٔ دیگر نیز بر روی خط $P/P_\circ = ۳/۰۰$ و به فاصلهٔ ۲/۰۰ از نقطهٔ C قرار دارد. مقدار کار چرخه چقدر است؟

۱) $۲/۴۶\,P_\circ V_\circ$ ۲) $۳/۳۲\,P_\circ V_\circ$ ۳) $۴/۹۱\,P_\circ V_\circ$ ۴) $۶/۶۴\,P_\circ V_\circ$

---

۹) معادلهٔ حالت گاز آرمانی با فرض نقطه‌ای بودن ذرات گاز به دست می‌آید. اگر به جای آن فرض کنیم ذرات گاز کره‌های کوچکی هستند، معادلهٔ حالت گاز به صورت $P(V-nb)=nRT$ خواهد شد که n تعداد مول‌های گاز و b ثابتی است که به نوع گاز بستگی دارد.



فرض کنید یک گاز غیرآرمانی که برای آن $b = ۰/۰۴\ \mathrm{L/mol}$ است فرآیند $\mathrm{A}\to\mathrm{B}\to\mathrm{C}$ را مطابق شکل در نمودار $P-V$ طی کند. تغییر انرژی داخلی برای n مول از این گاز و نیز n مول گاز آرمانی مشابه آن، از رابطهٔ $\Delta U = \frac{۵}{۲}nR\Delta T$ به دست می‌آید. اگر گرمای مبادله شده در این فرایند برای یک مول از این گاز، Q و برای یک مول از گاز آرمانی مشابه، Q' باشد، $Q-Q'$ کدام گزینه است؟

۱) $-۱۰\ \mathrm{J}$ ۲) $-۶\ \mathrm{J}$ ۳) $۶\ \mathrm{J}$ ۴) $۱۰\ \mathrm{J}$

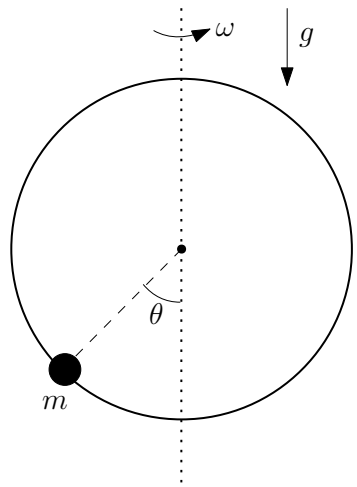
---

۱۰) برخی از ایزوتوپ‌های پرتوزا به چند طریق واپاشیده می‌شوند. ایزوتوپ پرتوزایی را در نظر بگیرید که از دو طریق مستقل با نیمه‌عمرهای ۶ روز و ۲ روز واپاشیده شود. بعد از ۶ روز چه کسری از هسته‌های این ایزوتوپ واپاشیده می‌شود؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۵}{۸}$ ۳) $\frac{۷}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۵}{۱۶}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱) سیم نازکی، به شکل حلقه‌ای دایره‌ای، مطابق شکل حول محور قائمی که از مرکز آن می‌گذرد با سرعت زاویه‌ای ثابت ω دوران می‌کند. محور دوران همواره منطبق بر قطر حلقه است. مهره کوچکی به جرم m همراه حلقه می‌چرخد، طوری که شعاع واصل به آن از مرکز حلقه با امتداد قائم همواره زاویهٔ ثابت θ می‌سازد. در سرعت زاویه‌ای ثابت، نیروی عمودی حلقه به مهره در صفحهٔ حلقه است. ضریب اصطکاک ایستایی بین حلقه و مهره μ_s است. نسبت بین بیشینه و کمینهٔ سرعت زاویه‌ای دوران $\omega_{\max}/\omega_{\min}$ برای این که مهره در امتداد حلقه به حرکت در نیاید، کدام است؟



۱) $\sqrt{\dfrac{\tan\theta+\mu_s}{\tan\theta-\mu_s}}$

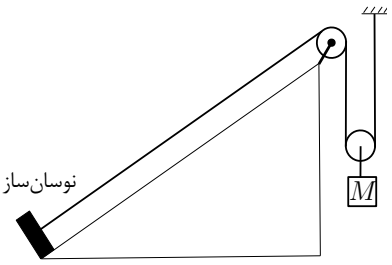
۲) $\sqrt{\left(\dfrac{1+\mu_s\tan\theta}{1-\mu_s\tan\theta}\right)\left(\dfrac{\tan\theta+\mu_s}{\tan\theta-\mu_s}\right)}$

۳) $\sqrt{\dfrac{1+\mu_s\tan\theta}{1-\mu_s\tan\theta}}$

۴) $\sqrt{\left(\dfrac{1-\mu_s\tan\theta}{1+\mu_s\tan\theta}\right)\left(\dfrac{\tan\theta+\mu_s}{\tan\theta-\mu_s}\right)}$

---

۱۲) در شکل مقابل ریسمانی که با سطح شیب‌دار موازی است توسط یک دستگاه نوسان‌ساز به طور عرضی به ارتعاش در آمده است. می‌خواهیم بسامد اولین هماهنگ وقتی جرم آویخته M است با بسامد دومین هماهنگ وقتی جرم آویخته $M+\Delta M$ است برابر باشد. ΔM کدام گزینه است؟ جرم قرقره‌ها را ناچیز بگیرید.



۱) $-\frac{۳}{۴}M$

۲) $-\frac{۲}{۳}M$

۳) $\frac{۲}{۳}M$

۴) $\frac{۳}{۴}M$

---

۱۳) در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) قانون کولن به صورت $F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$ است که نیرو بر حسب یکای N، بار الکتریکی بر حسب یکای C، فاصله بر حسب یکای m و $k=۹/۰\times۱۰^۹\ \mathrm{N\cdot m^۲/C^۲}$ است. در دستگاه یکاهای دیگری، قانون کولن را به صورت $F=\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$ می‌نویسند که نیرو بر حسب یکای dyne ($۱\ \mathrm{N}=۱۰^۵\ \mathrm{dyne}$)، بار الکتریکی بر حسب یکای esu و فاصله بر حسب یکای cm است. ۱ C معادل چند esu است؟

۱) $\sqrt{۹\times۱۰^{۱۱}}$

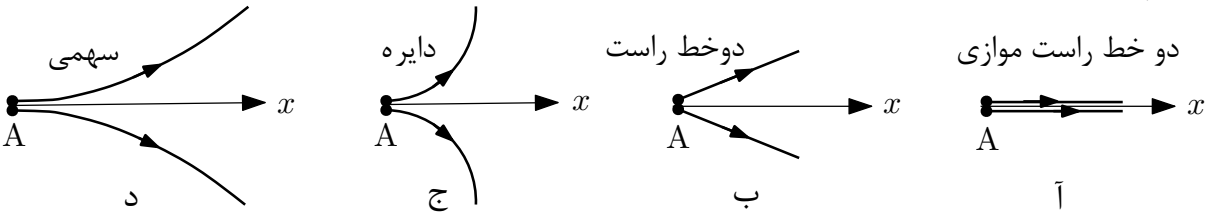
۲) $\sqrt{۹\times۱۰^{۱۳}}$

۳) ۳×۱۰^۷

۴) ۳×۱۰^۹

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) یکی از فرایندهای شناخته شده در فیزیک ذرات، فرایند تولید زوج نام دارد. در این فرایند یک فوتون پرانرژی در برهم‌کنش با یک هستهٔ سنگین از بین می‌رود و یک زوج الکترون ـ پوزیترون تولید می‌کند. به کمک دستگاهی موسوم به اتاقک ابر می‌توان مسیر الکترون و پوزیترون را ترسیم کرد. فرض کنید یک زوج الکترون ـ پوزیترون در نقطهٔ A روی محور x در فاصلهٔ کمی از یکدیگر تولید شده‌اند و سرعت اولیهٔ هر دو در جهت x و تقریباً مساوی است. میدان مغناطیسی B عمود بر صفحهٔ شکل است. کدام شکل، مسیر این زوج در اتاقک ابر را نشان می‌دهد؟ از نیروی جاذبهٔ الکتریکی بین الکترون و پوزیترون در مقایسه با نیروی ناشی از میدان مغناطیسی چشم‌پوشی کنید.



۱) آ **۲)** ب **۳)** ج **۴)** د

---

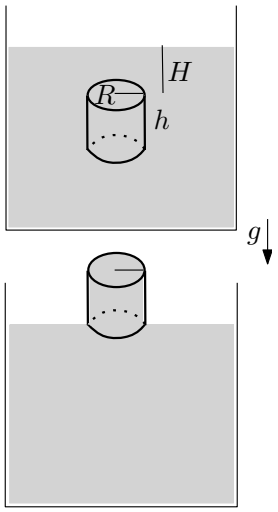
۱۵) یکی از بازی‌های رایج در برنامه‌های تفریحی ژانگولر نام دارد. در یکی از انواع این نمایش تفریحی، بازیگر هم‌زمان N توپ کوچک یکسان را به پرواز در می‌آورد؛ به طوری که هر توپ هنگام بازگشت توسط بازیگر دست به دست شده و مجدداً به بالا پرتاب می‌شود. فرض کنید بازهٔ زمانی بین پرتاب دو توپ متوالی T باشد.



انرژی جنبشی هر توپ ضمن برخورد با دست بازیگر تلف می‌شود و بازیگر برای پرتاب مجدد باید به آن انرژی بدهد. با چشم‌پوشی از نیروی مقاومت هوا، کمینهٔ توان میانگین لازم برای انجام این بازی متناسب با کدام گزینه است؟

۱) $(N-۱)T$ **۲)** $\frac{N-۱}{T}$ **۳)** $(N-۱)^۲T$ **۴)** $\frac{(N-۱)^۲}{T}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



۱۶) یک سطل استوانه‌ای به شعاع قاعدهٔ R و ارتفاع h دارای جرم و ضخامت ناچیز است. این سطل در ابتدا داخل یک استخر آب به حالت عمودی قرار دارد به طوری که فاصلهٔ لبهٔ بالایی آن از سطح آزاد آب استخر H است. شتاب گرانش g و چگالی آب ρ است. سطل را به آرامی و بدون ایجاد تلاطم به سمت بالا می‌کشیم تا جایی که سطل پر از آب، از استخر خارج شود و کف آن بر سطح آب مماس شود. در این فرایند چقدر باید روی سطل آب کار انجام دهیم؟

راهنمایی: برای محاسبهٔ انرژی پتانسیل سطل آب، آن را به صورت لایه‌های نازک آب در نظر بگیرید و با میانگین‌گیری، انرژی پتانسیل مجموع آن‌ها را به دست آورید.

۱) $\pi R^۲ \rho g h^۲$ **۲)** $\frac{۱}{۲}\pi R^۲ \rho g h^۲$ **۳)** $\pi R^۲ \rho g h(H+h)$ **۴)** $\pi R^۲ \rho g h(H+\frac{h}{۲})$

---

۱۷) گرمای تولید شده در خورشید ناشی از سوختن هیدروژن و تولید هلیوم است. سوختن هیدروژن در نتیجهٔ زنجیره‌ای از واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. این زنجیره را می‌توان به طور خلاصه با واکنش

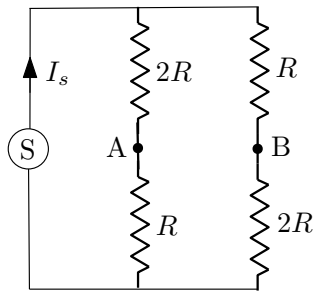
$$۴(^{۱}_{۱}\mathrm{H}) + ۲\mathrm{e}^- \rightarrow ^{۴}_{۲}\mathrm{He} + Q$$

بیان کرد که Q انرژی ایجاد شده در این واکنش به ازای تولید یک هستهٔ هلیوم است و مقدار تقریبی آن $Q \approx ۲۷\ \mathrm{MeV}$ است. توان تابشی خورشید معادل تغییر جرم خورشید به میزان ۴/۵ میلیون تن بر ثانیه است. تعداد پروتون‌های سوخته شده در خورشید در یک ثانیه کدام گزینه است؟

۱) ۴×۱۰^{۴۲} **۲)** ۴×۱۰^{۳۹} **۳)** ۴×۱۰^{۳۸} **۴)** ۴×۱۰^{۳۵}

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸) در مدار شکل مقابل، منبع جریان ثابت S جریان I_s تولید می‌کند. این جریان مستقل از آن که چه وسیله‌ای بین نقاط A و B وصل شود همواره ثابت است. اگر بین این دو نقطه ولت‌متر نصب کنیم ولتاژ V و اگر آمپرمتر وصل کنیم جریان I را نشان می‌دهد. نسبت V/I کدام گزینه است؟



۱) $\frac{۳}{۲}R$ ۲) $\frac{۳}{۴}R$ ۳) $۳R$ ۴) $۴R$

---

۱۹) دوقطبی الکتریکی، دستگاهی متشکل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ و $-q$ است که در فاصلهٔ کوچک d از یکدیگر قرار گرفته‌اند به طوری که حاصل ضرب qd کمیتی متناهی باشد. به این کمیت ممان دوقطبی الکتریکی گفته می‌شود. به این ترتیب اگر $\vec{d}$ را برداری از بار منفی به بار مثبت بگیریم، ممان دوقطبی با بردار $\vec{p} = q\vec{d}$ تعریف می‌شود. همان طور که می‌دانیم مولکول آب یک مولکول قطبی است که از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است. فرض کنید در یک مدل ساده شده، دوقطبی الکتریکی مربوط به مولکول آب از بارهای نقطه‌ای $+۲e$ و $-۲e$ تشکیل شده که به فاصلهٔ ۱۹ pm از هم قرار دارند. این مولکول در فاصلهٔ ۱ cm از یک بار الکتریکی نقطه‌ای ۲ pC قرار می‌گیرد به طوری که هر سه بار در یک خط قرار داشته باشند. در این حالت نیروی الکتریکی وارد بر مولکول آب ۲×۱۰^{-n} نیوتن است. n کدام گزینه است؟
$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$ و $k = ۹/۰ \times ۱۰^{۹}\ \mathrm{N \cdot m^۲/C^۲}$.

برای کمیت ϵ که قدرمطلق آن خیلی کوچک‌تر از عدد ۱ است می‌توانیم بنویسیم $(۱ + \epsilon)^m \approx ۱ + m\epsilon$.

۱) ۲۸ ۲) ۲۵ ۳) ۲۲ ۴) ۱۹

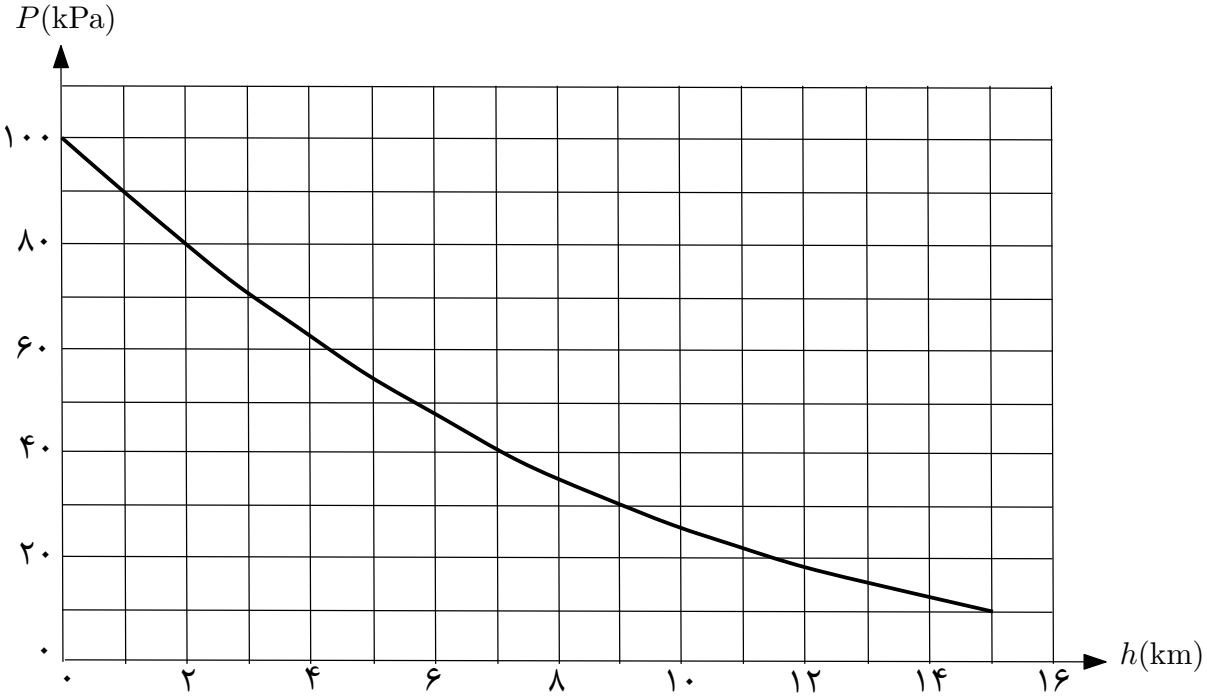
---

۲۰) سه گلولهٔ کوچک هر یک به جرم m و بار الکتریکی q از یک نقطهٔ مشترک به وسیلهٔ نخ‌های ابریشمی که طول هر کدام l است آویزان شده‌اند. شتاب گرانش g است. q چقدر باشد تا گلوله‌ها در گوشه‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع به طول ضلع d قرار گیرند؟ $k = ۱/۴\pi\epsilon_۰$

۱) $\sqrt{\frac{mgd^۳}{k\sqrt{۹l^۲ - ۳d^۲}}}$ ۲) $\sqrt{\frac{mgd^۳}{k\sqrt{۳l^۲ - d^۲}}}$ ۳) $\sqrt{\frac{mgd^۳}{\sqrt{۳}kl}}$ ۴) $\sqrt{\frac{mgd^۳}{۳kl}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

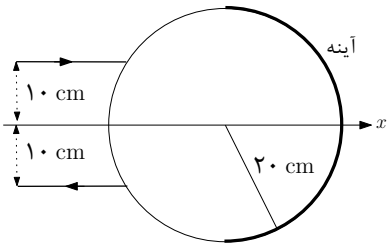
۲۱) در نمودار شکل زیر محور عمودی فشار هوا بر حسب کیلوپاسکال و محور افقی ارتفاع از سطح دریا را بر حسب کیلومتر نشان می‌دهد. با فرض ثابت بودن شتاب گرانش g، در فواصل کوتاه عمودی می‌توان از رابطهٔ $\Delta P = -\rho g \Delta h$ استفاده کرد که ρ چگالی، ΔP اختلاف فشار و Δh اختلاف ارتفاع است. نسبت چگالی هوا در ارتفاع ۱۵ کیلومتری به چگالی هوا در سطح دریا کدام گزینه است؟



۱) ۰/۹ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۱

---

۲۲) مطابق شکل نیمی از سطح جانبی یک استوانهٔ شفاف به شعاع ۲۰ cm نقره‌اندود شده و مانند یک آینه می‌تواند نور را بازتاب کند. یک پرتو نور تک‌فام به موازات محور x (عمود بر محور استوانه) و به فاصلهٔ ۱۰ cm از آن به استوانه می‌تابد و پس از یک بار بازتاب از سطح نقره‌اندود شده به موازات محور x و زیر آن به صورت متقارن از استوانه خارج می‌شود.

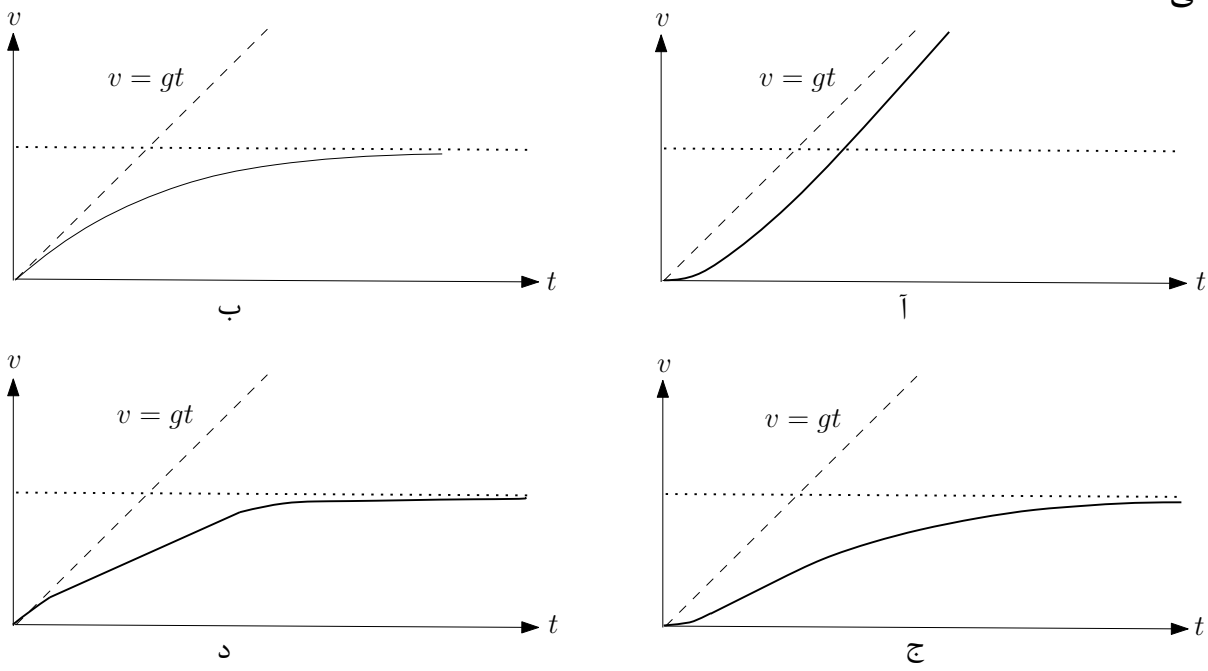


پرتو تابش و بازتاب در صفحه‌ای عمود بر محور استوانه واقع‌اند. بر روی شکل پرتوهای یاد شده فقط در بیرون استوانه رسم شده‌اند. ضریب شکست ماده‌ای که استوانه از آن ساخته شده کدام گزینه است؟

۱) $2\cos(\frac{\pi}{12})$ ۲) $2\cos(\frac{\pi}{6})$ ۳) $\cos(\frac{\pi}{12}) + 1$ ۴) $\cos(\frac{\pi}{6}) + 1$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) یک قطرهٔ باران از زمان شروع سقوط در لحظهٔ $t = ۰$ تحت اثر نیروی مقاومت $F = -\gamma v$ از طرف هوا قرار دارد، که v سرعت قطره و γ ثابت است. کدام نمودار سرعت قطره با زمان را نشان می‌دهد؟



۱) آ ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

یکان	دهگان
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

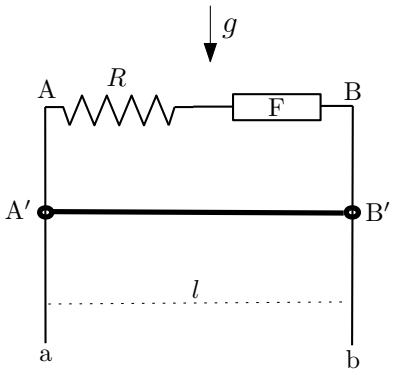
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) شخصی برای اندازه‌گیری عمق یک چاه، سنگ کوچکی را درست از لبهٔ چاه رها می‌کند. پس از T ثانیه از لحظهٔ رها کردن سنگ، صدای برخورد آن با کف چاه به گوش شخص، که در لبهٔ چاه است، می‌رسد. اگر سرعت صوت را مقدار معین ۳۳۰ m/s بگیریم عمق چاه h_1 به دست می‌آید و اگر سرعت صوت را نامتناهی بگیریم عمق چاه h_2 به دست می‌آید. نسبت این دو عمق ۰/۹۵ است. عمق واقعی چاه چند **متر** است؟ $g = 9/8\ \mathrm{m/s^2}$.

برای کمیت ϵ که قدرمطلق آن خیلی کوچک‌تر از عدد ۱ است می‌توانیم بنویسیم $\sqrt{1+\epsilon} \approx 1 + \frac{\epsilon}{2}$.

---

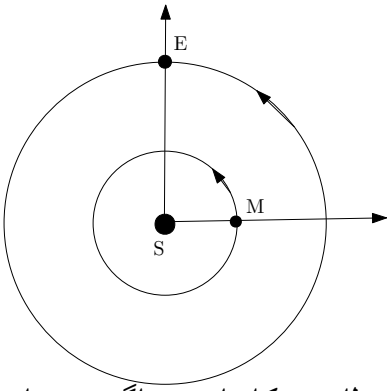
۲) دو میلهٔ رسانای بلند Aa و Bb در صفحهٔ قائم به موازات یکدیگر و به فاصلهٔ $l = 30\ \mathrm{cm}$ از هم قرار دارند. بین نقاط A و B مقاومت الکتریکی R و فیوز با مقاومت ناچیز F مطابق شکل متصل‌اند. میلهٔ رسانا و افقی $A'B'$ توسط دو حلقهٔ اتصال در تماس الکتریکی دائمی با میله‌های قائم است و می‌تواند بدون اصطکاک بر روی آن‌ها بلغزد. شتاب گرانش g است و میله از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. از مقاومت الکتریکی میله‌ها چشم‌پوشی کنید.



میدان مغناطیسی افقی و یکنواخت $B = 1/0\ \mathrm{T}$ عمود بر سطح این مجموعه برقرار است. فیوز F حداکثر می‌تواند اجازهٔ عبور جریان ۰/۵۰ A بدهد. حداکثر جرم میلهٔ $A'B'$ چند **گرم** باشد تا فیوز جریان مدار را قطع نکند؟

---

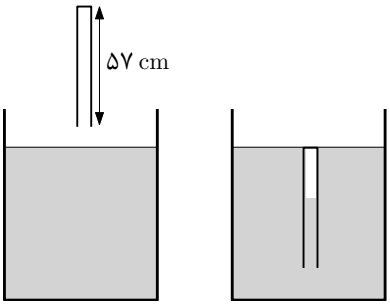
۳) در یک منظومه مشابه منظومهٔ شمسی سیاره‌های M و E به صورت هم‌جهت، مطابق شکل در مدارهایی با حرکت دایره‌ای یکنواخت به دور ستارهٔ S که در مرکز مدارها قرار دارد، می‌چرخند. مدارهای حرکت دو سیاره در یک صفحه قرار دارند. زمان یک دور چرخش سیارهٔ M به دور ستاره ۶۰ روز و زمان یک دور چرخش سیارهٔ E به دور ستاره ۳۶۰ روز است.



فرض کنید در زمان t_1 وضعیت قرار گرفتن سیاره‌ها در مدارهایشان مطابق شکل است. اگر در زمان t_2 سیاره‌ها برای اولین بار در دورترین فاصله از یکدیگر قرار گیرند، $t_2 - t_1$ چند **روز** است؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

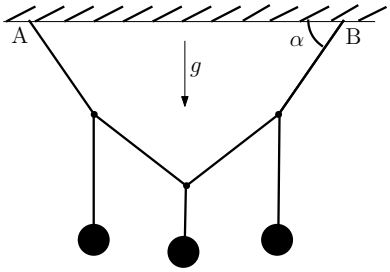
۴) لوله‌ای به ارتفاع ۵۷ سانتی‌متر که انتهای آن بسته است را وارونه کرده و از هوا به طور کامل داخل مایع جیوه می‌کنیم، به طوری که لوله در حالت قائم قرار گیرد و انتهای بستهٔ لوله هم‌تراز سطح آزاد مایع جیوه باشد. به این ترتیب مقداری جیوه داخل لوله می‌شود و حجم هوای محبوس شده را کاهش می‌دهد. از خاصیت مویینگی چشم‌پوشی کنید.



اگر آنقدر صبر کنیم که دمای هوای داخل لوله به دمای محیط برسد، طول ستون هوای داخل لوله چند **سانتی‌متر** است؟ فشار هوای محیط برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه است.

---

۵) ریسمانی را در نظر بگیرید که مطابق شکل به دو نقطهٔ A و B از سقف متصل است. سه جسم هر یک به جرم ۱۰۰ g را به سه نقطه از این ریسمان طوری آویزان کرده‌ایم که طول ریسمان به چهار قسمت مساوی تقسیم شود. اگر زاویهٔ α برابر ۶۰° و فاصلهٔ A تا B برابر ۵۰ cm باشد، طول کل ریسمان چند **سانتی‌متر** است؟ $\sqrt{۳} \cong ۱/۷۳$



---

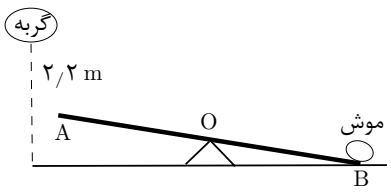
۶) یک بالن در هوای بالای سطح یک دریاچه که فشار هوا $۱/۰ \times ۱۰^۵$ Pa است قرار دارد. در این هوا حجم بالن ۰/۵۰ L است و از هوا با چگالی $۱/۳$ kg/m^۳ پر شده است. یک وزنهٔ آهنی به جرم ۲۴۰ g به آن می‌بندیم. اگر این مجموعه را روی سطح آب یک دریاچه رها کنیم به دلیل اثر نیروی شناوری کاملاً زیر آب نمی‌رود. اگر با وارد کردن نیروی خارجی این مجموعه را به زیر آب ببریم، به طوری که مرکز بالن از عمق $h_\circ$ پایین‌تر برود دیگر نیروی شناوری آن را به بالا برنمی‌گرداند. $h_\circ$ چند **متر** است؟ چگالی آهن را ۷۹۰۰ kg/m^۳، چگالی آب دریاچه را $۱/۰ \times ۱۰^۳$ kg/m^۳ و شتاب گرانش را $۹/۸$ m/s^۲ بگیرید. هوا را گاز آرمانی فرض کنید. همچنین فرض کنید دمای آب دریاچه با دمای هوا در سطح دریاچه یکسان است. در زیر آب، فشار هوای داخل بالن را با فشار آب هم‌تراز با مرکز بالن یکسان بگیرید.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) فرض کنید تمام الکترون‌های بدن یک انسان ۵۰ کیلوگرمی را از او جدا کنیم و در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۱۰۰ متری او قرار دهیم. اندازهٔ نیروی جاذبهٔ الکتریکی که به وی وارد می‌شود را بر حسب **نیوتن** حساب کنید. اگر جواب شما بین $۰/۳ \times ۱۰^{n}$ و ۳×۱۰^{n} باشد می‌گوییم مرتبهٔ بزرگی نیرو ۱۰^{n} است. عدد n در این مسئله چقدر است؟ فرض کنید عمدهٔ حجم بدن انسان از آب تشکیل شده است. جرم هر مول آب $18\ \mathrm{g}$، عدد اتمی اکسیژن ۸، عدد اتمی هیدروژن ۱، بار الکتریکی الکترون $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$، عدد آووگادرو $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \mathrm{mol^{-۱}}$ و $k = ۹/۰ \times ۱۰^{۹}\ \mathrm{N \cdot m^{۲}/C^{۲}}$ است.

---

۸) در کارتون معروف موش و گربه گاهی دیده‌اید که مثلاً گربه با پریدن بر روی یک سر آزاد الاکلنگ، موش را تا فراز ابرها به آسمان می‌پراند. برای بررسی درستی این پدیده فرض کنید الاکلنگ AB مطابق شکل ساکن است و تکیه‌گاه O در وسط آن قرار دارد.



موش در نقطهٔ B ساکن است و نقطهٔ A در فاصلهٔ یک متری از سطح زمین است. گربه از ارتفاع $۲/۲\ \mathrm{m}$ نسبت به سطح زمین بر روی نقطهٔ A فرود می‌آید. با استفاده از فرض‌های زیر معلوم کنید موش حداکثر چند **دسی‌متر** از سطح زمین بالاتر می‌رود؟

فرض‌ها:

۱) جرم موش در مقابل جرم گربه و الاکلنگ ناچیز است.

۲) هنگام برخورد گربه به الاکلنگ سرعت آن نصف می‌شود.

۳) در مدتی که الاکلنگ در حال حرکت است انرژی جنبشی آن با انرژی جنبشی گربه برابر است.

۴) الاکلنگ تغییر شکل نمی‌دهد و موقع رسیدن نقطهٔ A به زمین، گربه و الاکلنگ ناگهان ساکن می‌شوند.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

پاسخ سوالات مرحله اول سی و ششمین دوره المپیاد فیزیک (۱۴۰۱)

کد دفترچه: ۱	
چهار گزینه‌ای	پاسخ صحیح
۱	۲
۲	۲
۳	۳
۴	۴
۵	۲
۶	۴
۷	۴
۸	۳
۹	۱
۱۰	۴
۱۱	۲
۱۲	۱
۱۳	۴
۱۴	۳
۱۵	۳
۱۶	۲
۱۷	۳
۱۸	۱
۱۹	۲
۲۰	۱
۲۱	۳
۲۲	۱
۲۳	۲
کوتاه پاسخ	پاسخ صحیح
۱	۱۵
۲	۱۵
۳	۵۴
۴	۳۸
۵	۷۳ و ۷۴
۶	۱۴
۷	۲۴ و ۲۵
۸	۱۸

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست.

«امام خمینی (ره)»

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۰

سی‌و پنجمین دورهٔ المپیاد فیزیک

صبح- ساعت: ۰۹:۰۰

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون(دقیقه)
چندگزینه‌ای	مسأله‌کوتاه	
۲۴	۸	۲۱۰

نام: نام خانوادگی: شماره صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین‌حساب ممنوع است.

۱. کد دفترچهٔ سؤالات شما **۱** است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این‌صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد.

۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳. یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴. برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵. در سوال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. در مسأله های کوتاه هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.

۶. آزمون مرحلهٔ دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفا جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان یازدهم انتخاب می‌شوند.

۷. دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی:ysc-sampad.medu.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۱) فرض کنید در زمین چمن ورزشگاه آزادی در هر مربع به ضلع ۳ میلی‌متر یک دانه علف کاشته شده و از هر دانه فقط یک ساقه علف روییده است. اگر از دنبال هم قرار دادن ساقه‌ها در طول یکدیگر یک نوار ساخته شود، طول نوار ۱۰^n km خواهد بود. n به کدام گزینه نزدیک‌تراست؟

۱) ۱ ۲) ۵ ۳) ۹ ۴) ۱۳

---

۲) شخصی به جرم ۷۰ kg سوار بر دوچرخه‌ای به جرم ۱۰ kg پیچ جاده‌ای به شعاع ۲۵ m را با سرعت ۱۵ m/s طی می‌کند. در این وضعیت اندازهٔ نیرویی که از طرف زمین به دوچرخه اعمال می‌شود به کدام گزینه نزدیک است؟ $g = ۱۰\ \mathrm{m/s^۲}$



۱) ۶۳۰ N ۲) ۷۲۰ N ۳) ۹۴۰ N ۴) ۱۰۷۰ N

---

۳) در لحظهٔ $t = ۰$ توپ کوچکی را از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌کنیم. درست در همین لحظه توپ دیگری که در زیر توپ نخست قرار دارد را از سطح زمین به طور قائم با سرعت اولیهٔ $v_۰$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم. سرعت $v_۰$ چقدر باشد تا دو توپ در ارتفاع αh $(۰ < \alpha < ۱)$ از سطح زمین با هم برخورد کنند؟

۱) $\sqrt{\frac{۲gh}{(۱-\alpha)}}$ ۲) $\sqrt{\frac{gh}{۲(۱-\alpha)}}$ ۳) $\sqrt{۲\alpha gh}$ ۴) $\sqrt{\frac{gh(۱-\alpha)}{۲}}$

---

۴) قطاری از یک ایستگاه حرکتش را به صورت تندشونده با شتاب ثابت آغاز می‌کند و با این شتاب، $\frac{۱}{۳}$ مسافت تا ایستگاه بعدی را طی می‌کند. سپس با سرعت ثابت ۹۰ km/h به حرکت ادامه می‌دهد و در $\frac{۱}{۶}$ مسافت باقیمانده تا ایستگاه بعد ترمز می‌کند و با شتاب ثابت سرانجام متوقف می‌شود. سرعت متوسط آن کدام گزینه است؟ مسیر بین دو ایستگاه مستقیم است.

۱) ۳۰ km/h ۲) ۴۵ km/h ۳) ۶۰ km/h ۴) ۷۵ km/h

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) بر اثر نابودی یک فوتون یک الکترون و یک پوزیترون تولید می‌شود. پوزیترون دارای بار مخالف الکترون است ولی جرم آن مشابه الکترون است. به این فرایند تولید زوج گفته می‌شود. با توجه به این که برای الکترون، کمیت $m_e c^2$ که به آن انرژی سکون می‌گوییم برابر $0/511$ MeV است کدام گزینه صحیح است؟ ثابت پلانک $h = 6/63 \times 10^{-34}$ J·s، سرعت نور $c = 3/00 \times 10^8$ m/s و 1 eV $= 1/60 \times 10^{-19}$ J است.

۱) هر فوتون با طول موج کمتر از $1/21 \times 10^{-3}$ nm می‌تواند تولید زوج کند.

۲) هر فوتون با طول موج بیشتر از $1/21 \times 10^{-3}$ nm می‌تواند تولید زوج کند.

۳) هر فوتون با طول موج کمتر از $2/43 \times 10^{-3}$ nm می‌تواند تولید زوج کند.

۴) هر فوتون با طول موج بیشتر از $2/43 \times 10^{-3}$ nm می‌تواند تولید زوج کند.

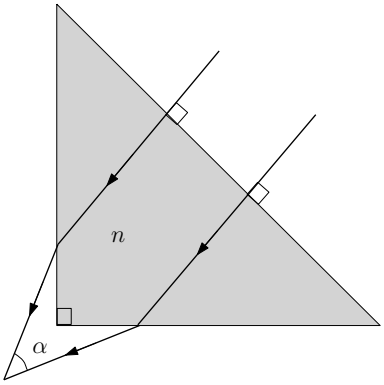
---

۶) اگر قطر یک جسم d و فاصلهٔ آن از ناظر r باشد برای dهای خیلی کوچک‌تر از r، $\frac{d}{r}$ را قطر زاویه‌ای آن جسم نسبت به ناظر می‌گویند. قطر زاویه‌ای ماه وقتی درست در امتداد بالای سر ناظر زمینی است α_z و وقتی در امتداد افق ناظر است α_h اندازه‌گیری شده است. فرض کنید در مدتی که ماه از بالای سر ناظر به افق ناظر می‌رسد فاصلهٔ مرکز ماه تا مرکز زمین تغییری نمی‌کند. همچنین اثر وجود جو زمین در محاسبهٔ قطر ظاهری ماه تصحیح شده است. اگر شعاع زمین R باشد، فاصلهٔ مرکز ماه تا مرکز زمین کدام گزینه است؟

۱) $\frac{\alpha_z^2 + \alpha_h^2}{\alpha_z^2 - \alpha_h^2} R$ **۲)** $\frac{\alpha_z}{\alpha_z - \alpha_h} R$ **۳)** $\frac{\alpha_h}{\sqrt{\alpha_z^2 - \alpha_h^2}} R$ **۴)** $\frac{\alpha_z}{\sqrt{\alpha_z^2 - \alpha_h^2}} R$

---

۷) در شکل مقابل مقطع یک منشور قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین با ضریب شکست n نشان داده شده است. فرض کنید $1 < n < \sqrt{2}$. دو پرتو موازی نور در صفحهٔ شکل، عمود بر وجه بزرگ منشور به آن می‌تابد. پرتوها مطابق شکل شکسته شده و از دو وجه دیگر خارج می‌شوند. پرتوهای خروجی یکدیگر را با زاویهٔ α قطع می‌کنند. کدام گزینه درست است؟



۱) $\cos\alpha = n^2 - 1$ **۲)** $\cos\alpha = \sqrt{n^2 - 1}$ **۳)** $\sin\alpha = n^2 - 1$ **۴)** $\sin\alpha = \sqrt{n^2 - 1}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸) چنانچه می‌دانید انبساط طولی میله‌ای به طول L بر اثر تغییر دمای ΔT از رابطهٔ تقریبی $\Delta L = L\alpha\Delta T$ به دست می‌آید، که α ضریب انبساط طولی نام دارد. این رابطه با فرض آن است که ضریب انبساط طولی بر حسب دما ثابت و مقدار $\alpha\Delta T$ خیلی کوچک‌تر از یک باشد. رابطهٔ دقیق‌تری را می‌توان به صورت $\Delta L = L(\alpha\Delta T + k(\alpha\Delta T)^۲ + \cdots)$ پیشنهاد داد. ضریب k را از این ملاحظه می‌توان به دست آورد که اگر دما را به اندازهٔ ΔT افزایش و سپس به همین مقدار کاهش دهیم طول میله تغییر نمی‌کند. ضریب k کدام گزینه است؟

۱) -۱ ۲) $-\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱

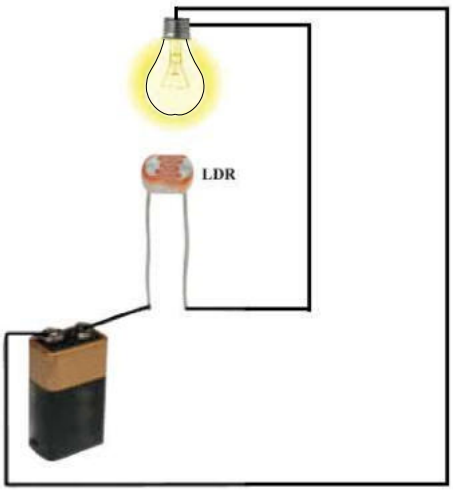


۹) مقداری از یک مایع را بر روی سطحی کاملاً افقی و صیقلی که دگرچسبی اندکی با مایع دارد می‌ریزیم تا توده‌ای یکپارچه روی سطح تشکیل شود، مثل توده‌ای از آب بر روی یک سطح روغن‌زده. عامل گرانش زمین سبب می‌شود توده پهن‌تر شود و عامل هم‌چسبی مایع باعث می‌شود توده متراکم‌تر و برآمده‌تر باشد. خاصیت اخیر با کمیتی موسوم به کشش سطحی مایع توصیف می‌شود که یکای آن ژول بر مترمربع است و با نماد γ نشان داده می‌شود.

فرض کنید ارتفاع بیشینهٔ یک تودهٔ آب خالص بر روی سطح افقی روغن‌زده $h_۰$ باشد. اگر حجم تودهٔ آب به اندازهٔ کافی بزرگ باشد $h_۰$ به حجم آن بستگی ندارد. همچنین $h_۰$ به فشار هوا نیز بستگی ندارد. فرض کنید با اضافه کردن مقدار بسیار کمی مادهٔ شوینده کشش سطحی آب نصف شود و ارتفاع آب $h_۱$ شود. همچنین افزودن مادهٔ شوینده چگالی آب را عوض نمی‌کند. با توجه به یکای کمیت‌های مؤثر، نسبت $\frac{h_۱}{h_۰}$ کدام گزینه است؟

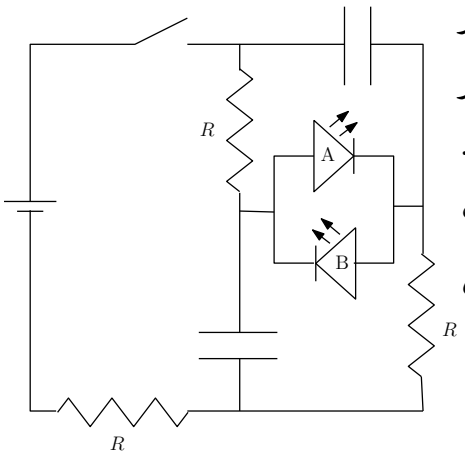
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



۱۰) مقاومت الکتریکی یک مقاومت نوری (LDR) با شدت نور تابیده شده بر آن رابطه‌ای معکوس دارد. در مداری مطابق شکل روبرو فرض کنید مقاومت الکتریکی یک مقاومت نوری دارای مقدار A/P است که P توان مصرفی لامپ و A کمیت ثابتی است. مقاومت لامپ برابر R و ثابت است. می‌توانید نشان دهید اگر در لحظهٔ اول لامپ خاموش باشد بعد از آن نیز خاموش خواهد ماند. اما اگر لامپ روشن باشد ممکن است جریان ثابتی در مدار برقرار بماند.
حداقل اندازهٔ نیروی محرکهٔ باتری چقدر باشد تا جریان غیر صفر باشد و لامپ همچنان روشن بماند. از مقاومت داخلی باتری صرفنظر کنید.

۱) $\sqrt{A}$ ۲) $۲\sqrt{A}$ ۳) A ۴) $۴A$



۱۱) دیودهای نورگسیل A و B مطابق شکل روبرو در مدار قرار دارند. ولتاژ باتری چنان است که در شرایط مناسب قادر به روشن کردن دیودها هست و در ضمن آن‌ها را نمی‌سوزاند. کدام گزینه در مورد رفتار دیودها پس از وصل کردن کلید درست است؟ قبل از وصل کردن کلید، خازن‌ها خالی از بار الکتریکی هستند.

۱) اول دیود B روشن می‌شود، سپس خاموش شده و دیود A روشن می‌شود.

۲) اول دیود A روشن می‌شود، سپس خاموش شده و دیود B روشن می‌شود.

۳) اول دیود B روشن می‌شود، سپس دیود A هم روشن می‌شود.

۴) اول دیود A روشن می‌شود، سپس دیود B هم روشن می‌شود.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) میانگین شدت نور خورشید در تابش عمودی به سطح زمین (انرژی تابش شده بر واحد سطح بر واحد زمان) برابر $۱۴۰۰\ \mathrm{W/m^2}$ است. این تابش عمدتاً در طول موج‌های نزدیک $۵۸۰\ \mathrm{nm}$ صورت می‌گیرد. برای سهولت فرض می‌کنیم تمام تابش در همین طول موج باشد. سطح ماه به طور میانگین ۱۳٫۶ درصد از فوتون‌های خورشیدی را منعکس می‌کند. تعداد فوتون‌های خورشیدی که در یک شب مهتابی کامل در یک ثانیه از سطح ماه به یک مترمربع از زمین بازتاب می‌شود از چه مرتبهٔ بزرگی است؟ لازم به ذکر است که اگر یک عدد بین $۰٫۳\times۱۰^n$ و ۳×۱۰^n باشد می‌گوییم مرتبهٔ بزرگی آن ۱۰^n است. برخی کمیت‌های مرتبط در این جا ذکر می‌شود که ممکن است همهٔ آن‌ها در حل مسئله به کار برده نشود.

حاصل‌ضرب ثابت پلانک در سرعت نور $hc = ۱۲۴۰\ \mathrm{eV\cdot nm}$

اندازهٔ بار الکترون $۱٫۶۰۲\times۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$

شعاع خورشید $۶٫۹۵۷\times۱۰^{۸}\ \mathrm{m}$

شعاع زمین $۶٫۳۷۱\times۱۰^{۶}\ \mathrm{m}$

شعاع ماه $۱٫۷۳۷\times۱۰^{۶}\ \mathrm{m}$

فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید $۱٫۴۹۶\times۱۰^{۱۱}\ \mathrm{m}$

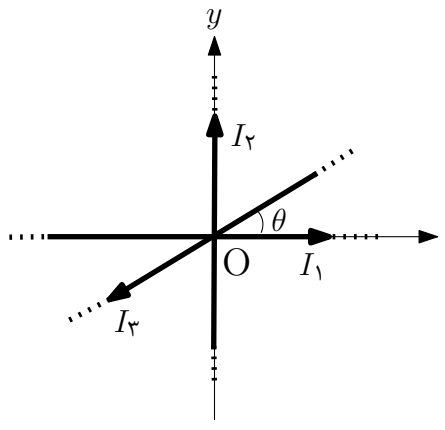
فاصلهٔ متوسط زمین تا ماه $۳٫۸۴۴\times۱۰^{۸}\ \mathrm{m}$

راهنمایی: برای محاسبهٔ مرتبهٔ بزرگی می‌توان اندازهٔ کمیت‌ها را تا جای ممکن گرد کرد.

۱) $۱۰^{۱۱}\ \mathrm{s^{-۱}\cdot m^{-۲}}$ **۲)** $۱۰^{۱۶}\ \mathrm{s^{-۱}\cdot m^{-۲}}$ **۳)** $۱۰^{۲۱}\ \mathrm{s^{-۱}\cdot m^{-۲}}$ **۴)** $۱۰^{۲۶}\ \mathrm{s^{-۱}\cdot m^{-۲}}$

---

۱۳) مطابق شکل سه سیم مستقیم بسیار طویل و نازک حامل جریان در صفحهٔ $x-y$ واقع‌اند به طوری که $I_۱ = ۱٫۰\ \mathrm{A}$ و $I_۲ = ۰٫۷۵\ \mathrm{A}$. محور z در نقطهٔ O بر صفحهٔ شکل عمود است. مقادیر $I_۳$ و $\tan\theta$ چقدر باشند تا میدان مغناطیسی ناشی از جریان‌های گذرنده از سیم‌ها در تمام نقاط واقع بر محور z و خارج از سیم‌ها صفر باشد؟ اندازهٔ میدان مغناطیسی ناشی از یک سیم مستقیم بسیار طویل حامل جریان I در نقطه‌ای به فاصلهٔ r از سیم $B = \dfrac{\mu_۰ I}{۲\pi r}$ است.



۱) $I_۳ = ۱٫۷۵\ \mathrm{A}$ و $\tan\theta = ۰٫۷۵$

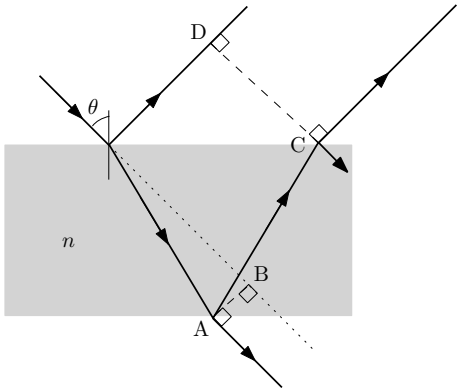
۲) $I_۳ = ۱٫۷۵\ \mathrm{A}$ و $\tan\theta = ۱٫۳$

۳) $I_۳ = ۱٫۲۵\ \mathrm{A}$ و $\tan\theta = ۰٫۷۵$

۴) $I_۳ = ۱٫۲۵\ \mathrm{A}$ و $\tan\theta = ۱٫۳$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) مطابق شکل یک پرتو نور با زاویهٔ تابش θ به وجه بالایی یک تیغهٔ متوازی‌السطوح شفاف به ضریب شکست n که در هوا قرار دارد برخورد می‌کند. بخشی از پرتو فرودی از وجه بالایی بازتاب می‌شود و بخشی از آن وارد تیغه می‌شود. بخشی از پرتو وارد شده به تیغه از وجه پایینی خارج می شود و بخشی از آن بازتاب شده و پس از شکست از وجه بالایی خارج می‌شود.



اگر AB جابه‌جایی پرتو خارج شده از وجه پایینی نسبت به امتداد اولیه پرتو فرودی و CD فاصلهٔ عمودی دو پرتو خروجی از وجه بالایی باشد نسبت $\frac{\text{CD}}{\text{AB}}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۲\cos\theta}{\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}-\cos\theta}$

۲) $\frac{۲\cos\theta}{\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}-\cos\theta}\ \frac{n}{\sin\theta\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}}$

۳) $\frac{۲\cos\theta}{\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}}$

۴) $\frac{۲\cos\theta}{\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}}\ \frac{n}{\sin\theta\sqrt{n^۲-\sin^۲\theta}}$

---

۱۵) مغزی یک مداد، استوانه‌ای به طول ۲۰ cm و قطر ۲٫۰ mm است. فرض کنید با این مداد خطوط مستقیمی رسم می‌کنیم که عرض آن‌ها برابر قطر مغزی و ضخامت متوسط آن‌ها ۵۰ nm است. اگر هشتاد درصد مغزی را صرف رسم خطوط کنیم، مجموع طول خطوط چند کیلومتر است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۰ ۳) ۶٫۲ ۴) ۵٫۱

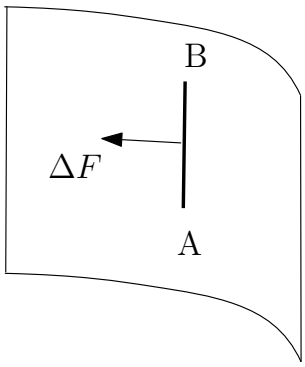
---

۱۶) در یک ظرف عایق‌بندی شده که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است m گرم آب ۰ °C وجود دارد. در مرحلهٔ اول M گرم آب ۹۹ °C به آن اضافه می‌کنیم. در مرحلهٔ دوم $۲M$ گرم آب $\frac{۹۹}{۲}$ °C به مخلوط اضافه می‌کنیم و این عمل را ادامه می‌دهیم تا مرحلهٔ دهم که مرحلهٔ آخر است $۱۰M$ گرم آب $\frac{۹۹}{۱۰}$ °C به آن اضافه می‌کنیم. بیشینهٔ دمای تعادل نهایی امکان‌پذیر برای این دستگاه چند درجهٔ سلسیوس است؟

۱) ۹۹ ۲) $\frac{۹۹}{۲}$ ۳) ۱۸ ۴) ۱۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) قطرهٔ شبنمی در نظر بگیرید که از انتهای یک برگ آویزان است. قسمت زیرین قطره را نیم‌کره‌ای به شعاع R بگیرید. فرض کنید این نیم‌کره تحت تأثیر نیروی وزن، نیروی ناشی از اختلاف فشار آب بالای آن با فشار هوا و نیروی ناشی از کشش سطحی در حال تعادل باشد.



تعریف کشش سطحی: فرض کنید سطح نشان داده شده در شکل مقابل سطح جدایی بین دو محیط، مثل آب و هوا، است. سطح واقع در سمت چپ پاره خط AB به طول ΔL سطح سمت راست را مطابق شکل با نیروی ΔF می‌کشد که با طول AB متناسب است، به طوری که $\Delta F = \gamma \Delta L$. به γ کشش سطحی گفته می‌شود که واحد آن نیوتن بر متر است.

می‌توان نشان داد که نیروی ناشی از فشار هوا بر نیم‌کره با حاصل‌ضرب فشار هوا در سطح قاعدهٔ نیم‌کره برابر است. فشار هوا P_0 و چگالی آب ρ است. فشار آب در سطح قاعدهٔ نیم‌کره کدام گزینه است؟

۱) $P = P_0 - \frac{2\gamma}{R} + \frac{4\rho g R}{3}$

۲) $P = P_0 + \frac{2\gamma}{R} - \frac{4\rho g R}{3}$

۳) $P = P_0 - \frac{2\gamma}{R} + \frac{2\rho g R}{3}$

۴) $P = P_0 + \frac{2\gamma}{R} - \frac{2\rho g R}{3}$

---

۱۸) فرض کنید در تمام سطح کرهٔ زمین، میدان الکتریکی به اندازهٔ $150\ \mathrm{N/C}$ در نزدیکی سطح زمین رو به پایین وجود داشته باشد. برای ایجاد چنین میدانی مرتبهٔ بزرگی اندازهٔ بار کرهٔ زمین کدام گزینه است؟ شعاع زمین $6/4 \times 10^6\ \mathrm{m}$ است. لازم به ذکر است که اگر یک عدد بین $0/3 \times 10^n$ و 3×10^n باشد می‌گوییم مرتبهٔ بزرگی آن 10^n است.

۱) $10^{26}\ \mathrm{C}$ ۲) $10^6\ \mathrm{C}$ ۳) $1\ \mathrm{C}$ ۴) $10^{-1}\ \mathrm{C}$

---

۱۹) انرژی الکترواستاتیکی دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 که در فاصلهٔ r از هم قرار دارند از رابطهٔ $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ به دست می‌آید. چنانچه می‌دانید نوترون از دو کوارک d هر یک با بار $-\frac{e}{3}$ و یک کوارک u با بار $\frac{2e}{3}$ تشکیل شده است که e اندازهٔ بار الکترون است. اگر فرض کنیم فاصلهٔ میانگین کوارک‌ها از یکدیگر در نوترون r است، انرژی الکترواستاتیکی نوترون چه ضریبی از $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ است؟

۱) $+\frac{1}{9}$ ۲) صفر ۳) $-\frac{4}{9}$ ۴) $-\frac{1}{3}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) در مدل اتمی بور حالت‌های مجاز اتم هیدروژن حالت‌هایی هستند که الکترون در مدار دایره‌ای تحت اثر جاذبهٔ الکتریکی هسته می‌چرخد و در حالت مجاز n ام داریم $mvr = n\hbar$. در این رابطه، m جرم الکترون، v اندازهٔ سرعت الکترون و r شعاع مدار است. همچنین $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ که h ثابت پلانک است. فرض کنید در حالت پایه $(n = 1)$ شعاع مدار و انرژی دستگاه به ترتیب r_1 و E_1 باشد. برای اتم‌های هیدروژن‌گونه بار هسته Z برابر می‌شود و کمیت‌های یاد شده به ترتیب r'_1 و E'_1 خواهند بود. کدام گزینه درست است؟

یادآوری می‌شود شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای $\frac{v^2}{r}$ است. همچنین لازم به ذکر است انرژی این دستگاه علاوه بر انرژی جنبشی، شامل انرژی پتانسیل است که از رابطهٔ $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ به دست می‌آید.

۱) $r'_1 = r_1$ و $E'_1 = ZE_1$

۲) $r'_1 = r_1$ و $E'_1 = Z^2 E_1$

۳) $r'_1 = Z^{-1} r_1$ و $E'_1 = ZE_1$

۴) $r'_1 = Z^{-1} r_1$ و $E'_1 = Z^2 E_1$

---

۲۱) یک قطعهٔ آلومینیومی به شکل مکعب مستطیل به درستی ریخته‌گری نشده و داخل آن حفره‌های کوچک هوا موسوم به مُک ایجاد شده است. این قطعه را از یک نیروسنج آویزان می‌کنیم. در حالت تعادل، نیروسنج نیروی وزن قطعه را F نشان می‌دهد. همین طور که قطعه آویزان است آن را کاملاً در آب فرو می‌بریم. نیروسنج نیروی $F' = \beta F$ را نشان می‌دهد. اگر چگالی آلومینیوم ρ و چگالی آب ρ' باشد، مجموع حجم حفره‌های این قطعه چه نسبتی از حجم مکعب مستطیل است؟

۱) $\frac{\rho(1-\beta) - \rho'}{\rho(1-\beta)}$

۲) $\frac{\rho'(1-\beta)}{\rho}$

۳) $\frac{\rho(1-\beta) - \rho'}{\rho}$

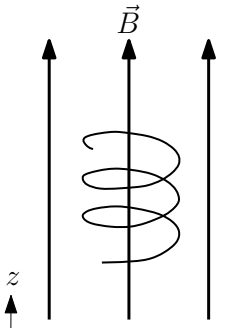
۴) $\frac{\rho'}{\rho(1-\beta)}$

---

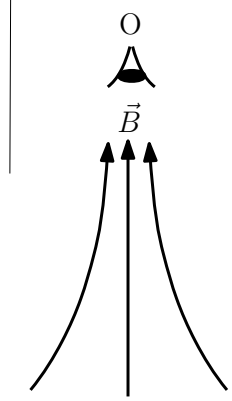
۲۲) هر گاه جسم جامدی در جهت محور x کشیده شود، در بیشتر موارد ابعاد آن در جهت y و z کاهش می‌یابد. تغییر طول نسبی جسمی به ابعاد اولیهٔ x_0، y_0 و z_0 در جهت‌های سه‌گانه را به ترتیب $\frac{\Delta x}{x_0}$، $\frac{\Delta y}{y_0}$ و $\frac{\Delta z}{z_0}$ بگیرید که کمیت‌های کوچکی هستند. اگر خواص جسم در هر سه جهت مشابه باشد و کشیدگی در جهت x باشد ضریب پواسون، ν، از رابطهٔ $\frac{\Delta y}{y_0} = \frac{\Delta z}{z_0} = -\nu\frac{\Delta x}{x_0}$ تعریف می‌شود. سیمی مسی به طول یک متر به اندازهٔ ۰٫۵ میلی‌متر کشیده می‌شود. ضریب پواسون برای مس را حدود $\nu = 0{,}3$ بگیرید. اگر مقاومت الکتریکی اولیه سیم یک اهم باشد و مقاومت ویژه ثابت فرض شود، مقاومت الکتریکی سیم کشیده شده چقدر تغییر می‌کند؟

۱) ۰٫۲ mΩ ۲) ۰٫۵ mΩ ۳) ۰٫۸ mΩ ۴) ۱ mΩ

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



شکل ۱



شکل ۲

۲۳) یک ذرهٔ باردار در میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل ۱ حرکت مارپیچی دارد. اگر خطوط میدان در راستای محور z باشد، این حرکت ترکیبی از حرکت دایره‌ای در صفحهٔ عمود بر محور z و حرکت انتقالی در امتداد محور z است.
حال وضعیتی را در نظر بگیرید که میدان مغناطیسی یکنواخت نیست و خطوط میدان مطابق شکل ۲ در سمت $+z$ به آرامی به هم نزدیک می‌شوند. ناظر O مطابق شکل از بالا حرکت الکترونی در این میدان را مشاهده می‌کند. الکترون از ناحیه‌ای که میدان ضعیف‌تر است وارد میدان می‌شود و حرکتی تقریباً مارپیچی دارد. مؤلفهٔ z سرعت الکترون، v_z، در ابتدا مثبت یعنی حرکت در جهت $+z$ است. کدام گزینه درست است؟

۱) ناظر حرکت الکترون را پادساعتگرد می‌بیند و سرعت v_z الکترون کم می‌شود تا به صفر برسد و سپس برگردد.

۲) ناظر حرکت الکترون را ساعتگرد می‌بیند و سرعت v_z الکترون کم می‌شود تا به صفر برسد و سپس برگردد.

۳) ناظر حرکت الکترون را پادساعتگرد می‌بیند و سرعت v_z الکترون افزایش می‌یابد.

۴) ناظر حرکت الکترون را ساعتگرد می‌بیند و سرعت v_z الکترون افزایش می‌یابد.

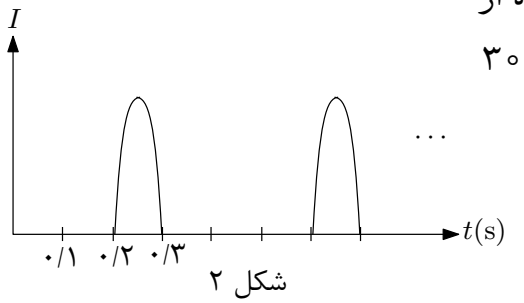
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱



شکل ۱

۲۴) سرعت سنج یک دوچرخه مطابق شکل ۱ از یک منبع نور لیزر کوچک و یک چشمی تشکیل شده که کنار یکدیگر بر روی دوشاخ فرمان نصب شده‌اند. یک آینهٔ کوچک بر روی یکی از پره‌ها نصب شده که هر بار که از جلوی لیزر عبور می‌کند نور آن را بر روی چشمی می‌اندازد و جریان کوچکی از مدار سرعت‌سنج عبور می‌کند. شکل ۲ جریان عبور کرده از مدار را نشان می‌دهد. اگر شعاع چرخ جلو دوچرخه ۳۰ cm باشد سرعت آن کدام گزینه است؟



شکل ۲

۱) ۲٫۷ m/s **۲)** ۳٫۸ m/s **۳)** ۶٫۳ m/s **۴)** ۴٫۷ m/s

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

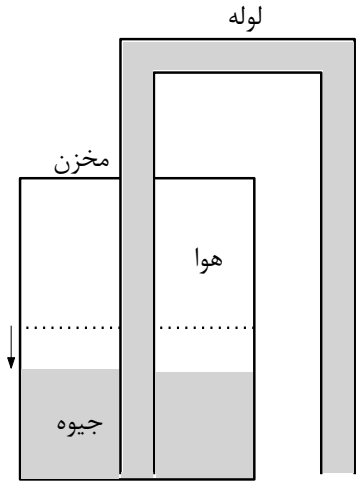
پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

یکان	دهگان
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۱) مخزنی استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۷۳٫۵ cm (تقریباً $۳۰\sqrt{۶}$ cm) در ابتدا تا نیمه پر از جیوه است و فشار هوای بالای آن با فشار جو برابر است. لوله‌ای به شکل ⊓ که پر از جیوه است از بالای مخزن عبور کرده و جیوهٔ داخل آن به جیوهٔ مخزن متصل شده است. اتصال لوله طوری است که هوای داخل مخزن کاملاً محبوس است. مقداری جیوه به آرامی از لولهٔ بیرونی تخلیه می‌شود و سطح جیوهٔ داخل مخزن پایین‌تر می‌رود. با فرض آن که دما ثابت است و فشار هوای بیرون ۷۵ cmHg است معلوم کنید جیوهٔ داخل مخزن چند **سانتی‌متر** پایین می‌رود؟



---

۲) مخزنی از آب را در نظر بگیرید که با هوای آزاد در تماس است. به کمک یک پمپ مکشی می‌توان آب را در یک لولهٔ قائم به سمت بالا کشید. فرض کنید انتهای پایینی لوله در آب مخزن فرو رفته و در بالا پمپ مکشی پس از تخلیهٔ هوا و کاهش فشار، آب را به بالا کشیده است. هرگاه فشار در یک مایع کاهش یابد و از مقداری موسوم به فشار بخار اشباع، که تابع دمای محیط است، کمتر شود، مایع به جوش می‌آید. این پدیده باعث می‌شود ارتفاع بیشینهٔ پمپاژ آب محدود باشد. به بیان دیگر اگر پمپ، فشار بالای لوله را از فشار بخار اشباع کمتر کند آب به جوش می‌آید و به جای آب، بخار آب تخلیه می‌شود.

اگر در شهری فشار هوا ۹۸٫۱ kPa باشد و پمپ مکشی حداکثر بتواند آب را تا ۹٫۷۷ m بالا بکشد، فشار بخار اشباع آب در شرایط دمایی آن شهر چقدر است؟ جواب را به صورت $P = a \times ۱۰^{۲}$ Pa در نظر بگیرید و مقدار a را در پاسخ‌نامه وارد کنید. شتاب گرانش را $g =$۹٫۸۱ m/s^{۲} در نظر بگیرید.

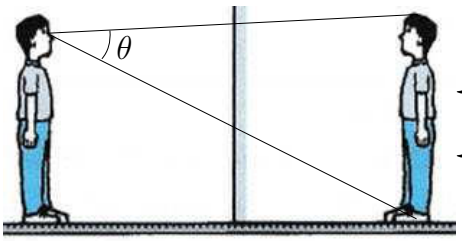
---

۳) فشار آب در کف یک دریاچه برابر ۹۸۱ کیلو پاسکال است. در کف این دریاچه یک بالن هلیوم به حجم ۱٫۰۰ لیتر وجود دارد که انتهای آن به زنجیر فولادی طویلی بسته شده که هر ۲۱٫۰ متر آن یک کیلوگرم جرم دارد و چگالی آن ۸۰۰۰ kg/m^{۳} است. اجازه می‌دهیم بالن از کف دریاچه به طور قائم بالا بیاید و بخشی از زنجیر را از کف دریاچه بلند کند. این بالن هلیوم چند **متر** از کف دریاچه بالا می‌آید؟

توجه کنید که در هر عمقی فشار هلیوم داخل بالن برابر فشار آب بیرون بالن است و در تمام مراحل بالا آمدن، دمای گاز هلیوم داخل بالن ثابت است. شتاب گرانش ۹٫۸۱ m/s^{۲} و چگالی آب ۱۰۰۰ kg/m^{۳} است. از نیروی وزن بالن و هلیوم داخل آن چشم‌پوشی کنید.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۴) یک آینهٔ تخت روی دیوار قائمی نصب شده است. شخصی که قدش ۱۶۰ cm است و چشم‌هایش ۱۶ cm پایین‌تر از نوک سرش قرار دارند در مقابل آینه ایستاده است و تصویر تمام قد خویش را در آینه می‌بیند.

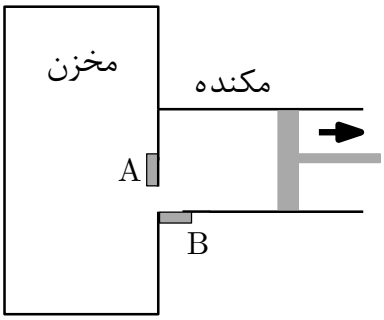


زاویهٔ بین پرتوهایی که از تصویر نوک سر و تصویر پایین پای شخص به چشم او می‌رسد را θ می‌نامیم. اگر $\tan\theta = \frac{۵}{۴}$ باشد، فاصلهٔ افقی شخص از آینه چند **سانتی‌متر** است؟

راهنمایی: $\tan(\theta_۱ + \theta_۲) = \frac{\tan\theta_۱ + \tan\theta_۲}{۱ - \tan\theta_۱ \tan\theta_۲}$.

---

۵) می‌خواهیم به کمک یک مکنده هوای داخل مخزنی به حجم $۱/۰۰ \times ۱۰^۳ \text{ cm}^۳$ را تخلیه کنیم. مطابق شکل، طرز کار مکنده طوری است که هر بار که پیستون به سمت راست حرکت می‌کند دریچه A باز و دریچهٔ B بسته است. برعکس، وقتی پیستون به سمت چپ حرکت می‌کند دریچهٔ A بسته و دریچهٔ B باز است. حجم لولهٔ مکنده وقتی پیستون تا انتهای سمت راست آمده باشد $۴۴۰ \text{ cm}^۳$ است.



مکنده حداقل چند بار عمل تخلیهٔ هوا را انجام دهد تا فشار هوای داخل مخزن از فشار اولیهٔ $۱/۰۰ \text{ atm}$ به فشاری کمتر از $۱/۰۰ \times ۱۰^{-۴} \text{ atm}$ برسد؟ فرض کنید هوا گاز کامل است و $\log(۱/۲۰) = ۰/۰۷۹۲$.

---

۶) بر اثر زلزله امواج طولی (P) و عرضی (S) منتشر می‌شوند. سرعت انتشار این امواج با هم متفاوت است و به همین دلیل زمان رسیدن آن‌ها به یک دستگاه لرزه‌نگار فرق دارند. زلزله‌ای در نقطهٔ O به وقوع پیوسته و امواج طولی و عرضی آن به دو لرزه‌نگار A و B رسیده است. لرزه‌نگار A اختلاف زمانی رسیدن این امواج را ۵۶ s و لرزه‌نگار B اختلاف زمانی رسیدن این امواج را ۳۵ s ثبت کرده‌اند. سرعت انتشار امواج طولی $۸/۰ \text{ km/s}$ و سرعت انتشار امواج عرضی $۴/۵ \text{ km/s}$ است. لرزه‌نگارهای A و B به فاصلهٔ ۳۶۰ km از یکدیگر نصب شده‌اند. اگر زاویهٔ OA با AB را θ بنامیم، $۱۰۰ \cos\theta$ چقدر است؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) یک مخزن نفت استوانه‌ای شکل در منطقه‌ای قرار دارد که کمترین و بیشترین دمای آن در طول سال $-۵٫۰\ ^\circ\mathrm{C}$ و $۴۵\ ^\circ\mathrm{C}$ است. اگر بخواهیم در سردترین زمان که شعاع قاعدهٔ مخزن $۵٫۰\ \mathrm{m}$ و ارتفاع مخزن $۱۴\ \mathrm{m}$ است مخزن را از نفت پر کنیم، حداقل چند **سانتی‌متر** از سر مخزن خالی باشد تا در گرم‌ترین زمان، نفت از مخزن سرریز نشود؟ ضریب انبساط طولی ورق آهنی که مخزن از آن ساخته شده $\alpha = ۱٫۲ \times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ\mathrm{C}}$ و ضریب انبساط حجمی نفت $\beta = ۹٫۵ \times ۱۰^{-۴}\ \frac{۱}{^\circ\mathrm{C}}$ است.

---

۸) در مخلوطی از چند گاز، فشار هر یک از گازها را فشار جزئی می‌نامند که برای گاز کامل از رابطهٔ $P_i V = n_i R T$ تبعیت می‌کند. در این رابطه n_i و P_i به ترتیب تعداد مول‌ها و فشار جزئی گاز i ام است. فشار مخلوط، حاصل جمع فشارهای جزئی است.

بخار اشباع بخاری است که در تعادل با مایع آن باشد. در این شرایط آهنگ تبدیل بخار به مایع با آهنگ تبدیل مایع به بخار برابر می‌شود. فشار بخار در این حالت فشار بخار اشباع نامیده می‌شود که به دمای بخار بستگی دارد.

رطوبت نسبی هوا عبارت است از نسبت چگالی بخار آب موجود در هوا به چگالی بخار اشباع شده در همان دما.

ظرفی به حجم $۲۰۰\ \mathrm{L}$ حاوی مخلوط بخار آب و هوا است. دمای مخلوط $۸۷٫۰\ ^\circ\mathrm{C}$ و رطوبت نسبی $۸۳٫۱$ درصد است. در این دما فشار بخار اشباع $۶۲٫۵\ \mathrm{kPa}$ است. اگر دما به $۲۷٫۰^\circ\mathrm{C}$ کاهش یابد، که در آن چگالی بخار اشباع $۲۵٫۸\ \mathrm{g/m^3}$ است، چند **گرم** آب تولید می‌شود؟ بخار را گاز کامل بگیرید. جرم مولی آب $M = ۱۸٫۰\ \mathrm{g/mol}$ و ثابت جهانی گازها $R = ۸٫۳۱\ \mathrm{J/mol.K}$ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کلید نهایی مرحله اول المپیاد فیزیک

۱۴۰۱ - ۱۴۰۰

کد ۱

لطفاً در این کادر چیزی ننویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه: ۲

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

صحیح: ● غلط: ✓ ✗ ◐ ▬

	۱	۲	۳	۴
۱		●		
۲				●
۳		●		
۴			●	
۵	●			
۶	●			
۷			●	
۸			●	
۹		●		
۱۰		●		

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

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

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

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

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

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

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

مسأله ۱		مسأله ۲		مسأله ۳		مسأله ۴		مسأله ۵		مسأله ۶		مسأله ۷		مسأله ۸		مسأله ۹		مسأله ۱۰	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۰	●	۰	۰	۰	۰	۰	●	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
●	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	●	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	●	●	۲	۲	●	۲	●	۲	۲	۲	●	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	●	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	●	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	●	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	●	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
●	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	●	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	●	۶	۶	۶	●	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	●	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	●	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	●	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

محل امضاء

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

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

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

معاونت دانش‌پژوهان جوان

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۳۹۹

سی‌وچهارمین دورهٔ المپیاد فیزیک

صبح- ساعت: ۰۹:۰۰

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون (دقیقه)
چندگزینه‌ای	مسأله‌کوتاه	
۲۲	۳	۱۵۰

نام: نام خانوادگی: شماره صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین‌حساب ممنوع است.

۱. کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچهٔ سؤالات شما که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.

۲. بلافاصله پس ازآغاز آزمون، تعدادسؤالات داخل دفترچه و وجود همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳. یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴. برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگهدارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵. در سوال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست۳ نمرهٔ مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. در مسأله‌های کوتاه هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.

۶. همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه ولپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

۷. آزمون مرحلهٔ دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفا جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان یازدهم انتخاب می‌شوند.

۸. داوطلبان نمی‌توانند دفترچهٔ سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.)

۹. در صورتی که به هر دلیل مثل قطعی برق و خرابی دستگاه تکثیر و...، آزمون با تأخیر شروع شد به همان اندازه، شما وقت اضافه خواهید داشت.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی : www.ysc-sampad.medu.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) دو بار نقطه‌ای یکسان Q در فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند. بار نقطه‌ای q را در حالت اول بین دو بار و در حالت دوم بیرون دو بار قرار می‌دهیم. در هر دو حالت بار q به فاصلهٔ x از یکی از بارها قرار دارد و $x < d/۲$. نسبت اندازهٔ نیروی خالص وارد بر بار q در حالت دوم به حالت اول کدام گزینه است؟

۱) $\frac{(d^۲ + ۲x^۲ + ۲xd)(d-x)^۲}{(d^۲ - ۲xd)(d+x)^۲}$

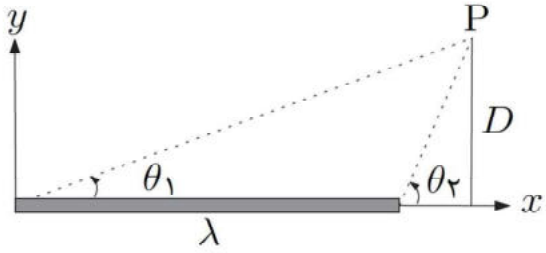
۲) $\frac{(d^۲ + ۲x^۲ + ۲xd)(d-x)}{d(d+x)^۲}$

۳) $\frac{(d^۲ + ۲x^۲ + ۲xd)(d+x)^۲}{(d^۲ + ۲x^۲ - ۲xd)(d-x)^۲}$

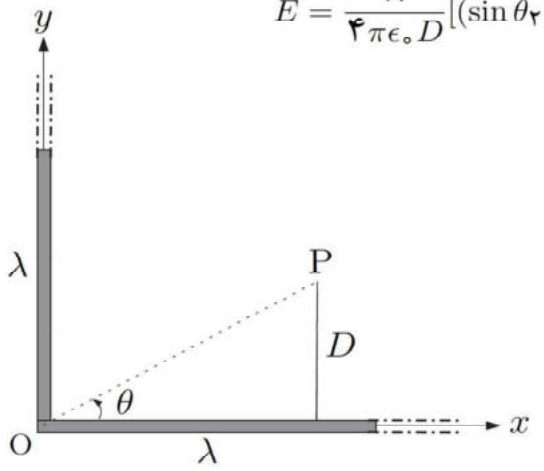
۴) $\frac{(d-x)^۲}{(d+x)^۲}$

---

۲) بار الکتریکی Q به طور یکنواخت بر روی میلهٔ نازکی به طول L توزیع شده است به طوری که بار واحد طول میله $\lambda = Q/L$ است. میدان الکتریکی این توزیع بار در نقطهٔ P به فاصلهٔ D از محور x از رابطهٔ زیر به دست می‌آید



$$\vec{E} = \frac{\lambda}{۴\pi\epsilon_۰ D}[(\sin\theta_۲ - \sin\theta_۱)\hat{\mathbf{i}} + (\cos\theta_۱ - \cos\theta_۲)\hat{\mathbf{j}}].$$



فرض کنید یک میلهٔ نازک و نامتناهی با چگالی بار الکتریکی یکنواخت λ از نقطهٔ O به اندازهٔ ۹۰° خم شده است. نقطهٔ P در جایی است که $\sin\theta = ۰/۶$. نسبت E_y/E_x در این نقطه کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۸}{۳}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) فرض کنید بارهای نقطه‌ای $q_۱$، ⋯، q_n به ترتیب در مکان‌های $\vec{r}_۱$، ⋯، $\vec{r}_n$ قرار داشته باشند. بنا به تعریف بردار $\vec{p} = \sum_{i=۱}^{n} q_i \vec{r}_i$ ممان دوقطبی الکتریکی این توزیع بار نامیده می‌شود. مدلی از مولکول آب به شکل یک مثلث متساوی‌الساقین به طول قاعدهٔ a و زاویهٔ رأس θ در نظر بگیرید که در آن یک اتم اکسیژن با بار $-۲e$ در رأس مثلث و دو اتم هیدروژن با بار $+e$ در دو رأس دیگر قرار گرفته‌اند. می‌توان دید اگر مجموع بارها صفر باشند بردار ممان دوقطبی الکتریکی به انتخاب مبدأ مختصات بستگی ندارد. اندازهٔ بردار ممان دوقطبی الکتریکی مولکول آب کدام گزینه است؟

۱) $ea\cot\frac{\theta}{۲}$ ۲) $ea\tan\frac{\theta}{۲}$ ۳) $۲ea\cot\frac{\theta}{۲}$ ۴) $۲ea\tan\frac{\theta}{۲}$

---

۴) یک جفت سیم تلفن زیرزمینی در جایی از مسیر به هم اتصال پیدا کرده‌اند.

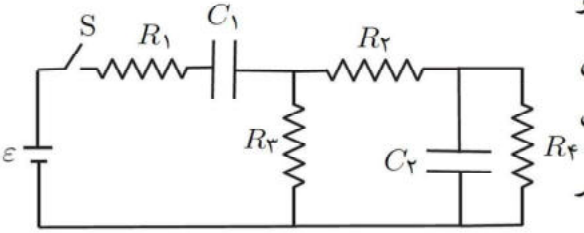


طول کل هر یک از این جفت سیم ۹٫۱ km است. با استفاده از مقاومت‌سنج، مقاومت دو سرِ A و B و همچنین دو سرِ C و D را اندازه‌گیری می‌کنیم. فرض کنید مقاومت محل اتصال ناچیز است. اگر $R_{AB} = ۴۵۰\ \Omega$ و $R_{CD} = ۷۲۰\ \Omega$ باشد، فاصلهٔ محل اتصال از سرِ AB چقدر است؟

۱) ۱٫۸ km ۲) ۲٫۸ km ۳) ۳٫۵ km ۴) ۵٫۶ km

---

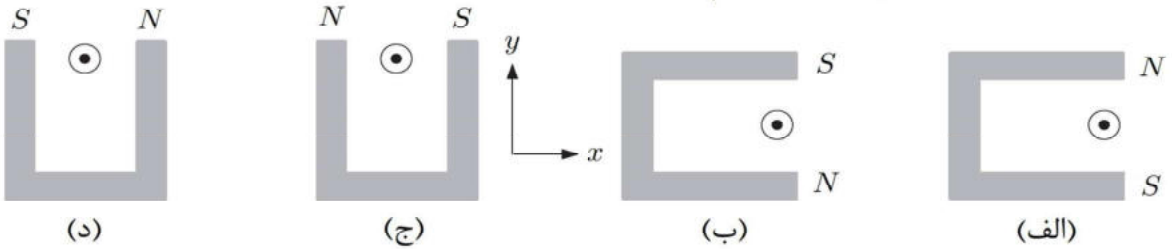
۵) در مدار شکل مقابل کلیه مقاومت‌ها برابرند و خازن‌ها نیز یکسان هستند. در لحظهٔ $t = ۰$ در حالی که خازن‌ها خالی هستند، کلید S را می‌بندیم. مقاومت داخلی باتری ناچیز است. نسبت ولتاژ دو سر $R_۲$ در لحظهٔ $t = ۰$ به ولتاژ دو سر $C_۱$ در زمان بسیار طولانی بعد از بستن کلید، کدام گزینه است؟



۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

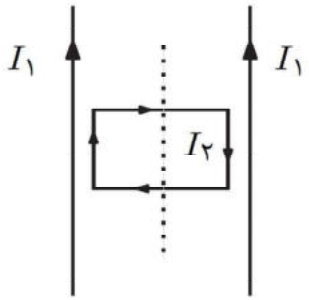
۶) یک سیم حامل جریان مطابق شکل، عمود بر صفحهٔ کاغذ و جریان در آن به سمت بیرون است. این سیم بین دو قطب یک آهن‌ربای U شکل قرار دارد. در کدام یک از حالت‌های نشان داده شده نیروی مغناطیسی وارد بر سیم در جهت $+y$ است؟



۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

۷) دو سیم بلند موازی مطابق شکل حامل جریان‌های I_1 در یک سو هستند. قاب مستطیل شکلی حامل جریان I_2 بین دو سیم قرار دارد و جریان در آن ساعتگرد است. بر اثر نیروی مغناطیسی سیم‌های موازی کدام اتفاق می‌افتد؟



۱) قاب مستطیل شکل به سمت چپ کشیده می‌شود

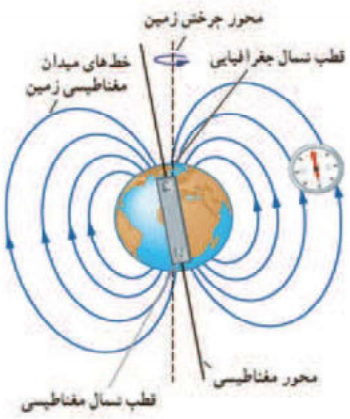
۲) قاب مستطیل شکل به سمت راست کشیده می‌شود

۳) قاب مستطیل شکل هیچ حرکتی نمی‌کند

۴) قاب مستطیل شکل حول محور تقارن خود می‌چرخد

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸) میدان الکتریکی در سطح زمین ۱۵۰ V/m و جهت آن به سمت مرکز زمین است. در استوای مغناطیسی در سطح زمین، میدان مغناطیسی ۵۰ μT است. ذره‌ای به جرم 10^{-15} g و بار الکتریکی $+1/6\times10^{-19}$ C تحت اثر نیروهای گرانش، الکتریکی و مغناطیسی روی دایره‌ای نزدیک سطح زمین یک بار به سمت شرق و یک بار به سمت غرب می‌چرخد. تفاوت اندازهٔ سرعت ذره در حرکت شرق‌سو و غرب‌سو چقدر است؟ شعاع زمین ۶۴۰۰ km است و شتاب گرانش را ۱۰ m/s^2 بگیرید.



۱) ۵۱ m/s ۲) ۲۶ m/s ۳) ۳۰ km/s ۴) ۱۵ km/s

---

۹) ویروس کووید ۱۹، کره‌ای به شعاع حدود ۱۰۰ نانومتر است. این ویروس از آب و چربی تشکیل شده است و می‌توان چگالی متوسط آن را ۰/۹۵ g/cm^3 در نظر گرفت. تا زمان طرح این سؤال حدود ۹۰ میلیون نفر در جهان به این ویروس مبتلا شده‌اند. فرض کنید حدود ۱/۰ میلیارد ویروس وارد بدن هر فرد مبتلا شده باشد. جرم کل ویروس وارد شده به بدن مبتلایان حدوداً چقدر است؟

۱) ۳/۶ g ۲) ۳۶ g ۳) ۳۶۰ g ۴) ۳۶۰۰ g

---

۱۰) بسامد لرزش یک قطرهٔ آب می‌تواند تابعی از شعاع قطره R، چگالی جرمی ρ و کشش سطحی σ باشد. با توجه به یکای کشش سطحی که یکای نیرو بر طول است و یکای دو کمیت دیگر، می‌توان بسامد لرزش قطره را به صورت $f = k\sqrt{\frac{\sigma}{\rho}\frac{1}{R^n}}$ گرفت که k بدون یکا است. عدد n کدام گزینه است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۳

---

۱۱) جرم نوترون $1/67\times10^{-27}$ kg و شعاع آن حدود 10^{-15} m است. جرم خورشید $1/5\times10^{30}$ kg است. اگر خورشید به ستارهٔ نوترونی تبدیل شود، به طوری که چگالی آن با چگالی نوترون برابر شود، شعاع آن به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) 10^3 m ۲) 10^4 m ۳) 10^5 m ۴) 10^6 m

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) سرعت لحظه‌ای دو ذره در شروع حرکت v_0 است. هر دو ذره بر روی یک خط راست حرکت می‌کنند. ذرهٔ اول حرکت تندشونده با شتاب ثابت a دارد و ذرهٔ دوم حرکت کندشونده با شتاب ثابت $-a$ دارد و سرانجام متوقف می‌شود. در لحظهٔ توقف ذرهٔ دوم، نسبت مسافت طی شدهٔ ذرهٔ دوم به مسافت طی شدهٔ ذرهٔ اول چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱

---

۱۳) یکی از ابرپروژه‌های سال‌های اخیر کشور، طرح انتقال آب دریای عمان به استان‌های شرقی کشور است. بر اساس این طرح، بناست خط لوله‌ای به طول ۱۵۱۰ km آب شیرین شدهٔ دریای عمان را به استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی برساند. مطابق بررسی‌های هیدرولیکی و مسیریابی، قطعهٔ اول خط انتقال آب به طول ۵۸۵ km و قطر ۲۲۰۰ mm در استان سیستان و بلوچستان واقع است. فرض کنید این کار به وسیلهٔ چند ایستگاه پمپاژ با مجموع توان مصرفی ۱۴۰ MW انجام شود. اگر این ایستگاه‌ها در هر ثانیه ۴٫۸ m^3 آب را با سرعت ثابت از بندر چابهار به انتهای قطعهٔ اول که در ارتفاع ۱۳۵۲ m از سطح دریا واقع است برساند نسبت توان اتلافی به دلیل اصطکاک آب در حال حرکت با جداره داخلی لوله، به توان مصرفی کدام است؟ داده‌های فوق جهت معرفی پروژه ذکر شده است، ممکن است همهٔ آن‌ها به کار نیایند. چگالی آب را ۱۰۰۰ kg/m^3 و شتاب گرانش را ۱۰ m/s^2 بگیرید.

۱) ۰٫۳۵ ۲) ۰٫۴۶ ۳) ۰٫۵۴ ۴) ۰٫۶۵

---

۱۴) توپی را از ارتفاع معین رها می‌کنیم. توپ در هر برخورد به زمین نوزده درصد از انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. حداقل بعد از چند بار برخورد به زمین، ارتفاع توپ در نقطهٔ اوج به کمتر از ۰٫۳ ارتفاع اولیه می‌رسد؟ $\log ۳ = ۰٫۴۷۷$

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

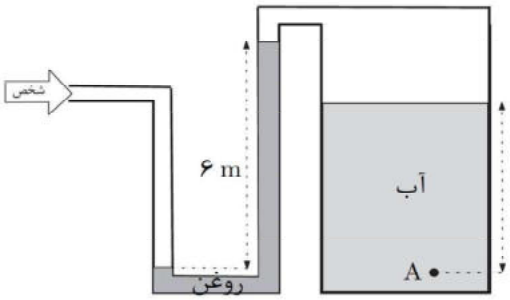
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) یک ظرف فلزی به جرم ۳۰۰ g را از مایع A با چگالی ۱٫۲ g/cm³ پر می‌کنیم. جرم مجموعه ۵۴۰ g می‌شود. اگر همین ظرف را از مایع B پر کنیم جرم مجموعه ۴۶۰ g می‌شود. حال اگر دو مایع را به نسبت حجمی ۱ به ۳ مخلوط کنیم ($\frac{V_A}{V_B} = \frac{۱}{۳}$) چگالی مخلوط چقدر خواهد شد؟

۱) ۱٫۱ g/cm³ ۲) ۱٫۰ g/cm³ ۳) ۰٫۹۰ g/cm³ ۴) ۰٫۸۷ g/cm³

---

۱۶) در دستگاه شکل مقابل، شخصی با دمیدن در لولهٔ سمت چپ باعث جابه‌جایی روغن در لوله مطابق شکل شده است. اگر فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخص (افزونی فشار هوای ریه بر فشار جو) ۲۵ mm Hg باشد، فشار در نقطهٔ A چقدر است؟



چگالی آب را ۱ g/cm³، چگالی روغن را ۰٫۸ g/cm³، چگالی جیوه را ۱۳٫۶ g/cm³، فشار هوای جو را ۱۰۰ kPa و شتاب گرانش را ۱۰ m/s² بگیرید.

۱) ۴۹٫۴ kPa ۲) ۹۵٫۴ kPa ۳) ۹۸٫۸ kPa ۴) ۱۹۰٫۸ kPa

---

۱۷) در یک لولهٔ آب، به علت وجود اصطکاک، فشار از ۱۵ atm (۱٫۵×۱۰⁶ Pa) به ۵٫۰ atm کاهش می‌یابد. چگالی آب $\rho = ۱٫۰ \times ۱۰^۳$ kg/m³ و ظرفیت گرمایی ویژهٔ آن $c = ۴۲۰۰$ J/kg.°C است.

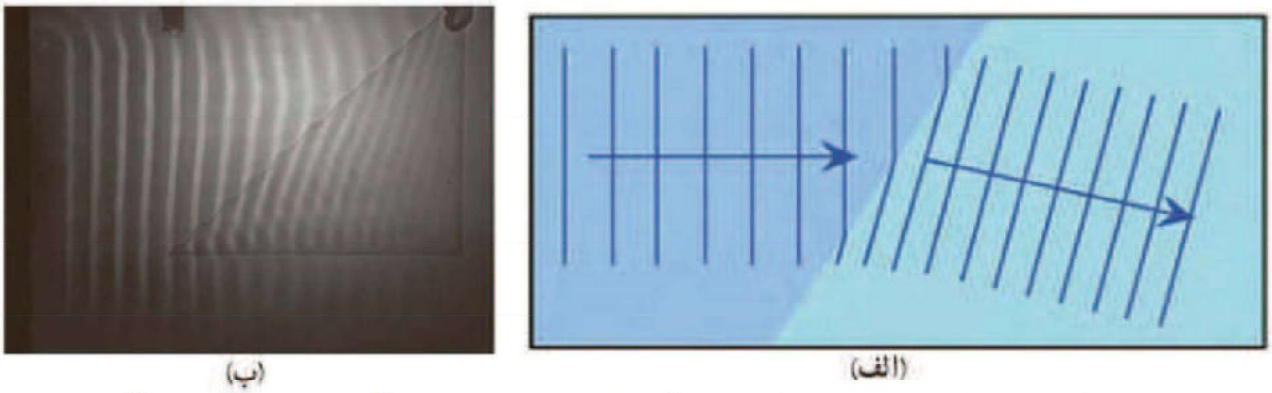


آب تقریباً تراکم‌ناپذیر است، یعنی بر اثر تغییر فشار، تغییر حجم ناچیزی دارد. در این فرایند دمای آب چقدر افزایش می‌یابد؟

۱) ۳٫۶ °C ۲) ۲٫۴ °C ۳) ۰٫۳۶ °C ۴) ۰٫۲۴ °C

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸) سرعت امواج سطحی آب برای آب‌های کم‌عمق را می‌توان تابعی از کمیت‌های عمق آب h، شتاب گرانش g و چگالی آب ρ در نظر گرفت. با توجه به یکای کمیت‌ها می‌توان ترکیبی از همه یا برخی کمیت‌های فوق را متناسب با سرعت انتشار امواج سطحی آب دانست.



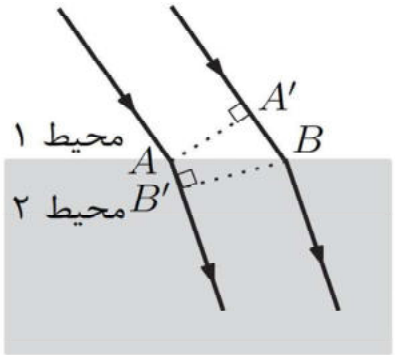
(الف) طرحی از شکست امواج سطحی در آب‌های کم‌عمق در مرز آب با عمق بیشتر و آب با عمق کمتر در تشت موج و (ب) تصویری واقعی از شکست امواج سطحی در تشت موج.

حال فرض کنید مطابق شکل موجی با زاویهٔ تابش $\theta_1 = 45^\circ$ از ناحیهٔ ۱ با عمق h_1 به ناحیهٔ ۲ با عمق h_2 برسد و پس از عبور از مرز جدایی آن‌ها با زاویهٔ شکست $\theta_2 = 30^\circ$ ادامهٔ مسیر دهد. نسبت h_2/h_1 چقدر است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

---

۱۹) یک موج تخت به سطح جدایی دو محیط شفاف ۱ و ۲ فرود آمده و زاویهٔ انتشار آن تغییر کرده است. با توجه به شکل کدام گزینه صحیح است؟



۱) طول AA' با BB' برابر است

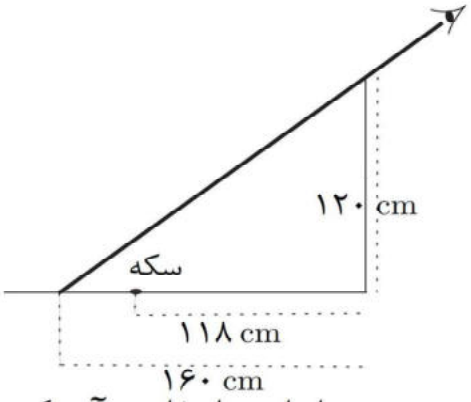
۲) طول $A'B$ با AB' برابر است

۳) سرعت انتشار موج بین $A'B$ و AB' یکسان است

۴) زمان انتشار موج از A' تا B با زمان انتشار موج از A تا B' برابر است

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) ناظری از کنار حوضی به عمق ۱۲۰ cm به داخل حوض نگاه می‌کند. محل چشم ناظر طوری است که هنگام خالی بودن حوض، فواصل کوچک‌تر از ۱۶۰ cm از دیوارهٔ حوض را نمی‌بیند.



سکه‌ای به فاصلهٔ ۱۱۸ cm از دیواره در کف حوض است. حوض را تا چه ارتفاعی آب کنیم تا ناظر در همان جایی که هست سکه را ببیند؟ ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است.

۱) ۴۲ cm ۲) ۵۰ cm ۳) ۵۶ cm ۴) ۷۲ cm

---

۲۱) سطح فلزی بر اثر تابش با طول موج ۲۵۸ nm فوتوالکترون‌هایی آزاد می‌کند که انرژی جنبشی بیشینهٔ آن‌ها ۰٫۹ eV است. به ازای طول موج دیگری انرژی جنبشی بیشینهٔ فوتوالکترون‌ها ۲٫۳eV است. با توجه به این که $hc = ۱۲۴۰\ \text{eV}\cdot\text{nm}$، معلوم کنید این طول موج به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۱۵۰ nm ۲) ۲۰۰ nm ۳) ۲۵۰ nm ۴) ۳۰۰ nm

---

۲۲) کمیت دُز جذبی مقدار انرژی جذب شده به ازای واحد جرم بافتی از بدن است که در فرایند پرتودرمانی در معرض تابش قرار می‌گیرد. این کمیت با یکای گری (gray) سنجیده می‌شود که بر حسب یکاهای SI به صورت $۱\ \text{Gy} = ۱\ \text{J/kg}$ تعریف می‌شود. از یک چشمهٔ پرتوزای $^{۶۰}_{۲۷}\text{Co}$، یک بافت سرطانی در معرض تابشی با دُز جذبی ۴۵ mGy (mGy یعنی میلی‌گری) قرار گرفته است. اگر انرژی فوتون‌های پرتو گامای این اشعه ۲٫۸ MeV باشد، تعداد فوتون‌های جذب شده توسط هر گرم از بافت سرطانی به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ $۱\ \text{eV} = ۱٫۶\times۱۰^{-۱۹}\ \text{J}$

۱) $۱۰^۵$ ۲) $۱۰^۶$ ۳) $۱۰^۷$ ۴) $۱۰^۸$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

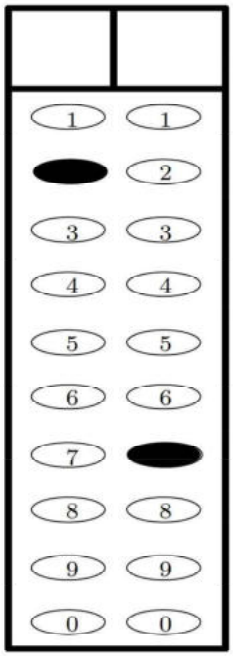
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

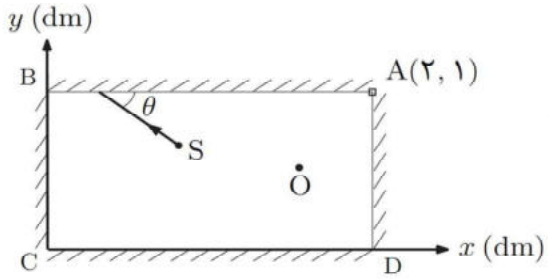
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) نقطهٔ نورانی S و ناظر O مطابق شکل در فضای محصور میان چهار آینهٔ تخت قرار دارند. یک پرتو نور از نقطهٔ S به ترتیب به آینه‌های AB، BC، CD و DA برخورد می‌کند و به نقطهٔ O می‌رسد. فرض کنید نقاط $S\left(\frac{۳}{۴}, \frac{۳}{۵}\right)$، $O\left(\frac{۳}{۲}, \frac{۱}{۲}\right)$ و کلیهٔ پرتوها در صفحهٔ شکل قرار دارند. کمیت $۱۰۰ \tan\theta$ کدام است؟

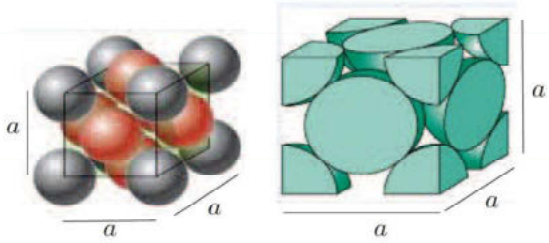


---

۲) مساحت صفحات یک خازن تخت A و فاصلهٔ بین آن‌ها d است. در ابتدا بین صفحات خازن هواست. این خازن را با ولتاژ ۱۴۶۰ V پر می‌کنیم و منبع ولتاژ را از آن جدا می‌کنیم. سپس در همین حال فضای بین صفحات را با روغنی به چگالی $\rho = ۸۸۵\ \mathrm{kg/m^۳}$ و ثابت دی‌الکتریک $K = ۲$ پر می‌کنیم. بر اثر این کار دمای روغن به اندازهٔ ۰٫۰۰۱ °C بالا می‌رود. با چشم‌پوشی از آثار گرانشی و ظرفیت گرمایی صفحات و با فرض آن که ظرفیت گرمایی ویژهٔ روغن $c = ۱۰۰۰\ \mathrm{J/kg.^\circ C}$ است، فاصلهٔ بین صفحات خازن را بر حسب **میکرومتر** حساب کنید. ضریب گذردهی الکتریکی خلاء $\epsilon_۰ = ۸٫۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}\ \mathrm{C^۲/N.m^۲}$ است.

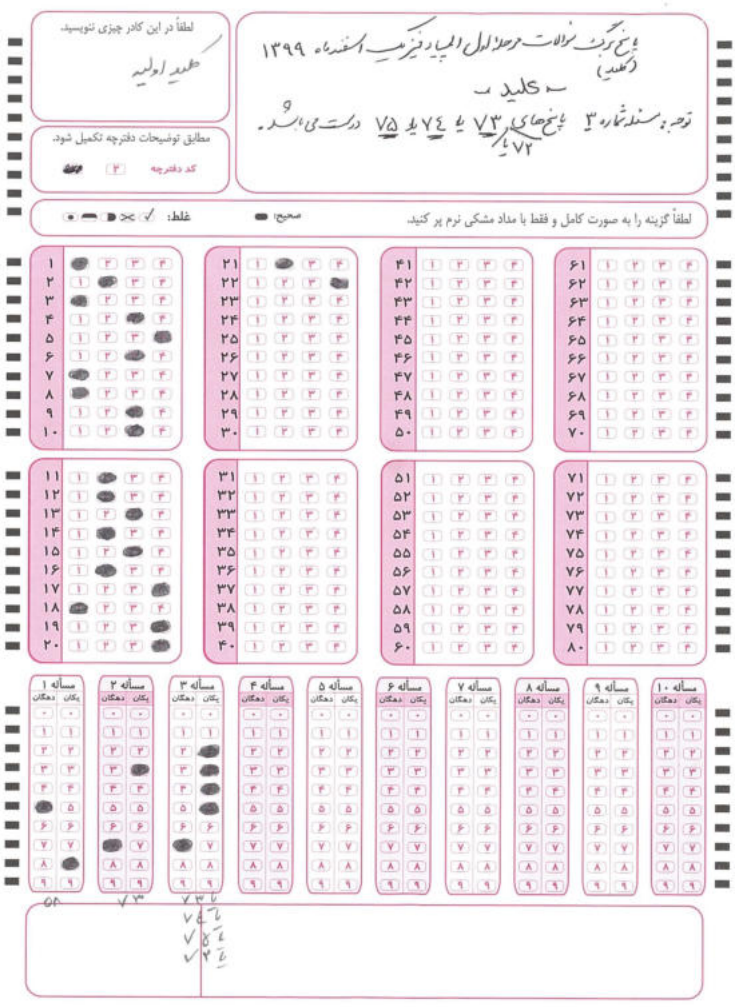
---

۳) ساختار بلوری فلز آلومینیوم مانند شکل مقابل است. در این ساختار بر روی هر یک از رئوس مکعبی به ضلع a یک اتم و در مرکز هر یک از شش وجه مکعب نیز یک اتم قرار دارد، به طوری که اتم‌های روی رئوس و مرکز هر وجه با هم در تماس هستند.



فرض کنید اتم‌ها کرهٔ سخت هستند و در هم فرو نمی‌روند. معلوم کنید در یک قطعه آلومینیوم چند **درصد** از حجم قطعه توسط اتم‌ها اشغال شده است؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل

سی‌وسومین دورهٔ المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸

صبح – ساعت: ۰۹:۰۰

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون(دقیقه)
چندگزینه‌ای	مسأله‌کوتاه	
۲۶	۸	۲۱۰

نام: نام خانوادگی: شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۱- کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچهٔ سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.

۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴- برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵- در سوال‌های چهارگزینه‌ای به هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی تعلق می‌گیرد. در مسأله های کوتاه به هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.

۶- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین‌حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

۷- آزمون مرحلهٔ دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفا جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان یازدهم انتخاب می‌شوند.

۸- داوطلبان نمی‌توانند دفترچهٔ سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود .)

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان محفوظ است

آدرس سایت اینترنتی : www.ysc.sampad.medu.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچه سؤالات: ۱

۰) کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید.

** اندازه شتاب گرانش را $۹/۸\ m/s^۲$ و چگالی آب را $۱۰۰۰\ kg/m^۳$ در نظر بگیرید. **

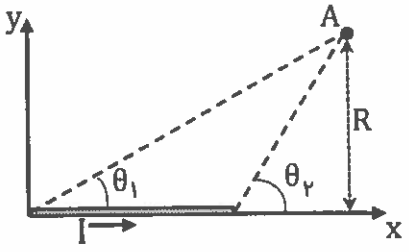
---

۱) یک صفحه خورشیدی به ابعاد $۵۰cm \times ۵۰cm$ در نظر بگیرید. این صفحه با بازده ۱۰ درصد، انرژی امواج الکترومغناطیسی تابش شده از خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. اگر این صفحه در تابش عمودی خورشید با توان ۲۵W انرژی الکتریکی تولید کند، مرتبه بزرگی مقدار انرژی که در مدت دو ساعت از خورشید به سطح زمین می رسد، چند ژول است؟ (شعاع زمین را ۶۴۰۰km در نظر بگیرید)

۱) $۱۰^{۱۳}$ ۲) $۱۰^{۱۷}$ ۳) $۱۰^{۲۱}$ ۴) $۱۰^{۲۵}$

---

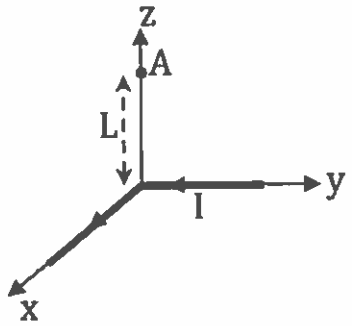
۲) میدان مغناطیسی یک قطعه سیم که روی محور xها قرار دارد و جریان I از آن عبور می‌کند، در نقطه A که در صفحه xy قرار دارد، از رابطه زیر بدست می‌آید:



$$B = \frac{\mu_۰ I}{۴\pi R}(\cos\theta_۱ - \cos\theta_۲)$$

زاویه $\theta_۱$ و $\theta_۲$ در شکل نشان داده شده است و R فاصله نقطه A تا امتداد سیم است. جهت میدان در جهت z (یعنی رو به بیرون شکل) است.

سیمی به طول L را از وسط ۹۰ درجه خم می‌کنیم و مطابق شکل روبرو طوری قرار می‌دهیم که بازوهای آن روی محور x و y باشد. اگر این قطعه سیم، بخشی از مداری باشد که جریان I از آن عبور می‌کند، اندازه میدان مغناطیسی ناشی از این قطعه در نقطه A که در ارتفاع L از صفحه xy واقع بر محور z قرار دارد، کدام گزینه است؟



۱) $\sqrt{\frac{۱}{۴۰}\frac{\mu_۰ I}{\pi L}}$ ۲) $\sqrt{\frac{۱}{۲۰}\frac{\mu_۰ I}{\pi L}}$ ۳) $\sqrt{\frac{۱}{۱۰}\frac{\mu_۰ I}{\pi L}}$ ۴) $\sqrt{\frac{۱}{۵}\frac{\mu_۰ I}{\pi L}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) کاغذهای موجود در بازار را بر حسب جرم یک مترمربع آنها تقسیم‌بندی می‌کنند. به عنوان مثال کاغذ ۸۰ گرمی، کاغذی است که جرم یک مترمربع آن ۸۰ g است. اگر یک برگه کاغذ از نوع ۸۰ گرمی را ۴ بار از روی محور تقارن کاملا تا زده و روی یک سطح افقی قرار دهیم، فشاری که بر اثر وزن کاغذ به سطح وارد می‌شود، بر حسب پاسکال به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۱۳ ۲) ۷ ۳) ۳ ۴) ۱

---

۴) هنگامی که جسمی در شاره‌ای سقوط می‌کند، علاوه بر نیروی شناوری، یک نیروی مقاومت شاره (پس‌کشی) هم به جسم وارد می‌شود که تابعی از تندی جسم است. نیروی پس‌کشی باعث می‌شود که در سقوط‌های طولانی، در نهایت جسم با تندی تقریبا ثابت به حرکت خود ادامه دهد. این تندی را تندی حدی می‌گویند. برای اجسام با گستردگی فضایی، نیروی پس‌کشی با تقریب خوبی از رابطه $f_D = \frac{1}{2}CA\rho v^2$ به دست می‌آید که در آن v تندی جسم، A سطح مقطع جسم در جهت عمود بر حرکت، ρ چگالی شاره و C ثابت است. کره‌ای با شعاع ۳۰cm داخل شاره‌ای سقوط می‌کند و در نهایت سرعتش به $\sqrt{9/8}\ \mathrm{m/s}$ می‌رسد. نسبت چگالی جسم به چگالی شاره کدام است؟ $C = 0/4$ در نظر بگیرید.

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{5}{2}$ ۴) ۳

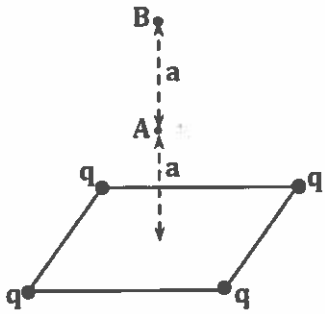
---

۵) در یک گاز، مولکول‌ها ضمن حرکت کاتوره‌ای خود، دائما با یکدیگر برخورد می‌کنند. برای گاز در حال تعادل، مسافت میانگینی که مولکول‌های گاز میان دو برخورد متوالی طی می‌کنند، مسافت آزاد میانگین نام دارد. می توان ثابت کرد که این مسافت از رابطه $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n_v\pi d^2}$ به دست می‌آید که در آن d قطر میانگین مولکول‌ها و n_v تعداد مولکول‌ها در واحد حجم است. اگر هوا را گاز کاملی بگیریم که قطر میانگین مولکول های آن $4/0\text{Å}$ باشد، مسافت آزاد میانگین برای هوا در فشار $1/0\ \mathrm{atm}$ و دمای $27\ ^\circ\mathrm{C}$ چند نانومتر است؟ ثابت جهانی گازها $R = 8/3\mathrm{J/mol\cdot K}$ و عدد آووگادرو $N_A = 6/0 \times 10^{23}(\mathrm{mol})^{-1}$ است. ($\sqrt{2} \approx 1/4$ و $1\ \mathrm{atm} = 1/01 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$)

۱) ۱۱۶ ۲) ۵۸ ۳) ۲۹ ۴) ۲۰

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

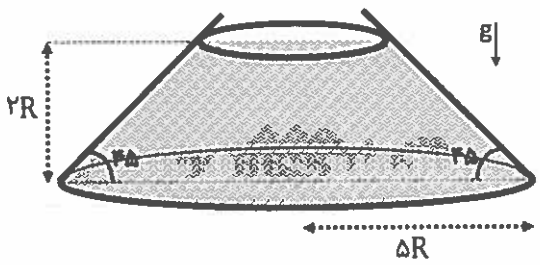
۶) چهار بار یکسان q روی چهار راس مربعی به ضلع a قرار دارند. نقاط A و B را روی محوری که از مرکز مربع می‌گذرد و بر صفحه مربع عمود است، به ترتیب در فاصله‌های a و $2a$ از صفحه مربع در نظر بگیرید. نسبت اندازه میدان الکتریکی در نقطه A به اندازه میدان الکتریکی در نقطه B کدام گزینه است؟



۱) ۴ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۳ ۴) $\frac{3\sqrt{3}}{2}$

---

۷) ظرفی به جرم M به شکل مخروط ناقص از هر دو انتها باز است. یال‌های مخروط با قاعده پائینی آن زاویه ۴۵ درجه می‌سازند و شعاع قاعده پائینی $5R$ است. این ظرف را از قاعده بزرگتر روی یک میز افقی می‌گذاریم و به تدریج آن را از مایعی پر می‌کنیم که از کناره‌ها به بیرون نشت نمی‌کند. هنگامی که ارتفاع مایع در ظرف به $2R$ می‌رسد، ظرف مخروطی از روی میز بلند می شود. چگالی مایع کدام گزینه است؟ (حجم مخروط ناقصی که ارتفاع آن h و شعاع قاعده‌های آن r_1 و r_2 است از رابطه $V = \frac{1}{3}\pi h(r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)$ به دست می‌آید.)



۱) $\frac{3}{52}\frac{M}{\pi R^3}$ ۲) $\frac{3}{61}\frac{M}{\pi R^3}$ ۳) $\frac{3}{70}\frac{M}{\pi R^3}$ ۴) $\frac{3}{98}\frac{M}{\pi R^3}$

---

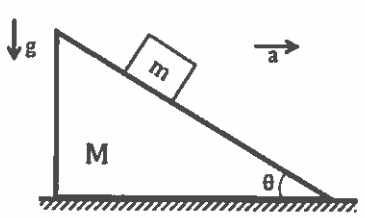
۸) جرم مولی یک نوع آلیاژ آهن $55\ g/mol$ است. یک قطعه از این آلیاژ به جرم $220\ g$ و دمای $50\ °C$ را داخل ظرفی محتوی $1/0\ kg$ آب $10\ °C$ می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه آب $4200\ J/kg \cdot K$ باشد و آلیاژ آهن از قاعده دولن و پتی تبعیت کند، دمای آب تقریبا چند درجه سلسیوس افزایش می‌یابد؟ گرمای انتقال یافته به ظرف و محیط اطراف ناچیز است. (در شرایط این مسئله، گرمای ویژه مولی در فشار ثابت با گرمای ویژه مولی در حجم ثابت، با هم برابرند.)

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۲ ۴) ۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچه سؤالات: ۱

۹) در شکل مقابل گوه‌ای (یک سطح شیب‌دار متحرکی) به زاویه شیب θ با شتاب ثابت a به سمت راست حرکت می‌کند. شتاب گرانش به سمت پائین و اصطکاک تمامی سطوح ناچیز است. جرم کوچک m نسبت به گوه ساکن است و همراه آن حرکت می‌کند. اندازه نیروی عمودی سطح گوه که بر جرم m وارد می‌شود، کدام گزینه است؟



۱) $ma\sin\theta$ ۲) $mg\cos\theta$ ۳) $ma\sin\theta + mg\cos\theta$ ۴) $\frac{mg}{\sin\theta}$

---

۱۰) برای هر دستگاه ترمودینامیکی کمیتی موسوم به آنتروپی می‌توان تعریف کرد که میزان بی‌نظمی در آن دستگاه را نشان می‌دهد. هرچه سهم آشفتگی‌های کاتوره‌ای دستگاه از انرژی درونی آن بیشتر باشد، آنتروپی آن بیشتر است. بنابر تعریف، اگر در یک فرایند دما ثابت باشد و گرمای Q به دستگاه داده شود، آنتروپی آن به اندازه $\Delta S = \frac{Q}{T}$ افزایش می‌یابد که T دمای دستگاه بر حسب کلوین است. اگر یک قطعه مس به جرم ۴۰۰g و دمای ۱۰ °C را داخل دریاچه‌ای به عمق ۱۰۰ متر و با همان دما رها کنیم تا به آرامی از سطح دریاچه به کف آن برسد، تغییر آنتروپی دستگاه مس و دریاچه بر حسب J/K کدام گزینه است؟ راهنمایی: این فرایند را با فرایند دیگری که مستلزم انتقال گرماست، مشابه‌سازی کنید. همچنین دقت کنید که با پایین رفتن جسم در آب، مقداری آب به جای آن بالا می‌رود. نسبت چگالی مس به آب ۸/۹ است.

۱) ۰/۷۲ ۲) ۱/۲ ۳) ۱/۴ ۴) ۳۹

---

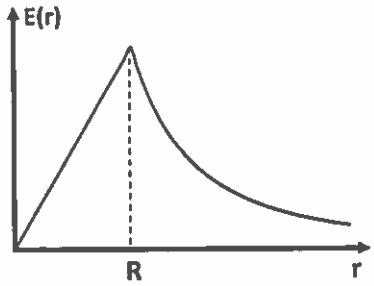
۱۱) میدان الکتریکی یک حلقه با بار Q و شعاع R روی محور آن، عمود بر سطح حلقه است و اندازه آن در نزدیکی حلقه از رابطه تقریبی $E = \frac{Qz}{4\pi\epsilon_0 R^3}$ به دست می‌آید که در آن z فاصله از حلقه است. بار الکتریکی $q = -\frac{Q}{4}$ به جرم m را از نقطه‌ای روی محور و در فاصله $A = \frac{R}{100}$ بالای سطح حلقه، از حالت سکون رها می‌کنیم. با چشم‌پوشی از گرانش و با مقایسه این دستگاه با دستگاه جرم-فنر، اندازه سرعت این بار هنگام عبور از مرکز حلقه چقدر است؟

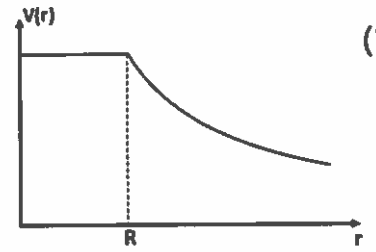
۱) $\frac{Q}{50\sqrt{4\pi\epsilon_0 Rm}}$ ۲) $\frac{Q}{100\sqrt{4\pi\epsilon_0 Rm}}$ ۳) $\frac{Q}{200\sqrt{4\pi\epsilon_0 Rm}}$ ۴) $\frac{Q}{100\sqrt{8\pi\epsilon_0 Rm}}$

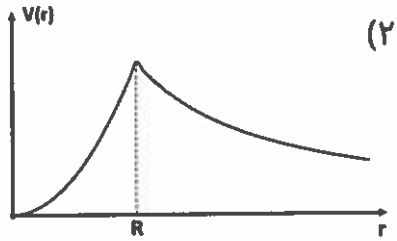
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

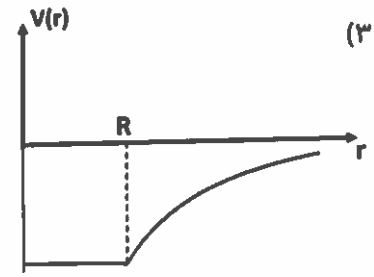
کد دفترچه سؤالات: ۱

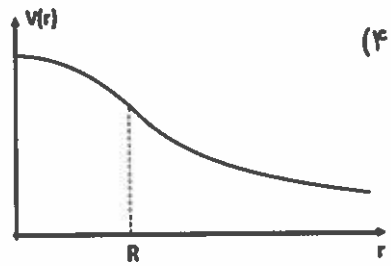
۱۲) میدان الکتریکی یک کره باردار با چگالی بار حجمی یکنواخت در نقاط داخل و خارج آن به صورت شعاعی است و اندازه آن از نمودار شکل روبرو به دست می‌آید که در آن r فاصله از مرکز کره است. با توجه به آن که میدان الکتریکی در یک نقطه، برابر با منفی شیب تابع پتانسیل الکتریکی در آن نقطه است، کدام نمودار پتانسیل الکتریکی را بر حسب r نشان می‌دهد؟



۱)


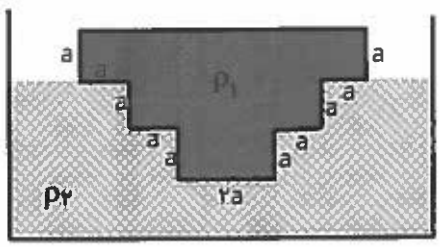
۲)


۳)


۴)


---

۱۳) جسم جامدی به چگالی ρ_1 در مایعی به چگالی ρ_2 شناور است. مقطع دستگاه مطابق شکل روبرو است. جسم در راستای عمود بر شکل به اندازه طول L امتداد دارد. نسبت چگالی مایع به چگالی جسم $(\frac{\rho_2}{\rho_1})$ چقدر است؟



۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۹}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۹}$

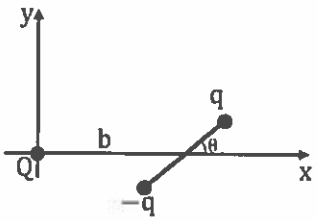
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) انرژی موجود در هر گرم سیب ۰/۵۷ kcal است. اگر آهنگ مصرف انرژی در بازی بسکتبال حرفه‌ای ۴۸ kJ/min باشد، با انرژی حاصل از یک سیب ۱۰۰ گرمی، چند دقیقه می‌توان بسکتبال بازی کرد؟

۱) ۸/۴ ۲) ۵/۰ ۳) ۱/۲ ۴) ۰/۸۴

---

۱۵) انرژی دو بار q_1 و q_2 هنگامی که در فاصله d از هم قرار دارند برابر است با $U = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 d}$. بارهای $-q$ و $+q$ دو سر میله‌ای به طول $2a$ قرار دارند. وسط میله مطابق شکل در نقطه $(b, 0)$ در صفحه xy ثابت است و امتداد میله با محور x زاویه θ می‌سازد. با فرض آنکه b خیلی از a بزرگتر است و میله همواره در صفحه xy باقی می‌ماند، تغییر انرژی دستگاه وقتی میله از زاویه $\theta = \frac{\pi}{2}$ تا زاویه θ حول نقطه وسط بچرخد، کدام گزینه است؟



راهنمایی: از قضیه کسینوس‌ها در مثلث استفاده کنید. همچنین برای ϵ کوچک داریم: $(1+\epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$.

۱) $-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0}\frac{\cos\theta}{(a^2+b^2)^{3/2}}$

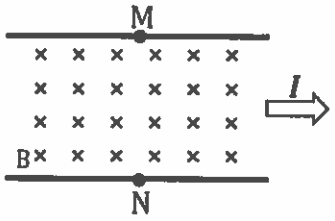
۲) $-\frac{2qQ}{4\pi\epsilon_0}\frac{\cos\theta}{(a^2+b^2)^{1/2}}$

۳) $-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0}\frac{ab\cos\theta}{(a^2+b^2)^{3/2}}$

۴) $-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0}\frac{2ab\cos\theta}{(a^2+b^2)^{3/2}}$

---

۱۶) در آزمایش موسوم به آزمایش هال، از یک نوار رسانا مطابق شکل جریان I عبور داده می‌شود. میدان مغناطیسی یکنواخت B نیز عمود بر صفحه نوار و به سمت داخل شکل برقرار است. بسته به اینکه جریان الکتریکی به واسطه حرکت بارهای مثبت یا منفی باشد، ممکن است بین دو نقطه مقابل M و N در عرض نوار اختلاف پتانسیل $\Delta V = V_M - V_N$ پدیدار شود. با توجه به این مطلب کدام گزینه صحیح است؟



۱) $\Delta V > 0$ است اگر جریان الکتریکی به واسطه حرکت بارهای منفی باشد.

۲) $\Delta V > 0$ است اگر جریان الکتریکی به واسطه حرکت بارهای مثبت باشد.

۳) تحت هر شرایطی $\Delta V > 0$

۴) تحت هر شرایطی $\Delta V < 0$

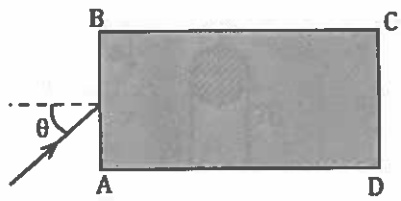
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) یک خازن به ظرفیت $۱/۰\mu F$ را که در ابتدا خالی است به یک باتری ۱۲ ولتی وصل می‌کنیم و صبر می‌کنیم تا خازن کاملا باردار شود. فرض می‌کنیم باردار شدن صفحات خازن فقط به واسطه جابجا شدن الکترون‌ها باشد. اگر تعداد الکترون‌های آزاد دو صفحه $n_۱$ و $n_۲$ باشد، کمیت $\Delta n = |n_۱ - n_۲|$ قبل و بعد از پر شدن خازن چه قدر تغییر کرده است؟ بار الکترون $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C است.

۱) $۱/۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۲) $۷/۵ \times ۱۰^{۱۳}$ ۳) $۳/۸ \times ۱۰^{۱۳}$ ۴) صفر

---

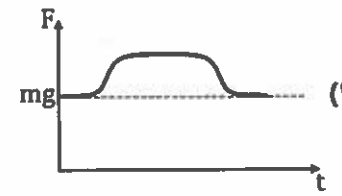
۱۸) مستطیل ABCD به عرض a و طول $۳a$ مقطع محیط شفافی به ضریب شکست $\frac{۳}{۲}$ است. پرتو نوری مطابق شکل، از هوا با زاویه θ به وسط عرض AB می‌تابد و پس از ورود به محیط و یک‌بار بازتاب کلی، نقطه D را روشن می‌کند. $\sin\theta$ کدام است؟

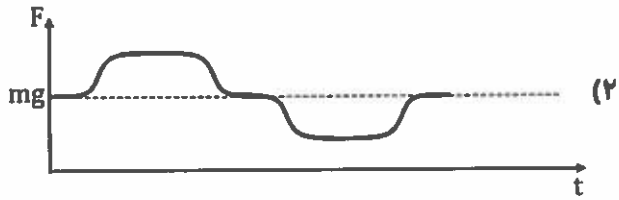


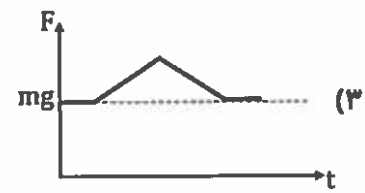
۱) $\frac{۳}{۲\sqrt{۱۰}}$ ۲) $\frac{۳}{\sqrt{۱۳}}$ ۳) $\frac{۳}{۲\sqrt{۵}}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

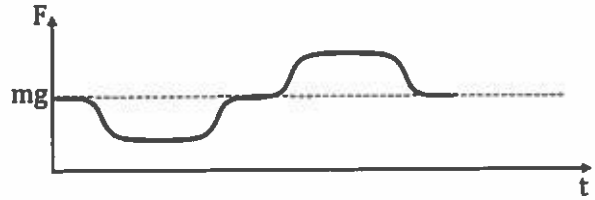
---

۱۹) شخصی به جرم m در طبقه اول یک ساختمان بسیار بلند وارد آسانسور شده و روی یک ترازو می‌ایستد. اگر این شخص بدون توقف در سایر طبقات، تا طبقه آخر ساختمان بالا برود، نیروی وارد شده بر ترازو بر حسب زمان کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱)


۲)


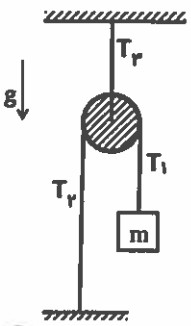
۳)


۴)


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچه سؤالات: ۱

۲۰) در دستگاه شکل مقابل جرم نخ و قرقره ناچیز است و قرقره در محور خود اصطکاک ندارد. کدام گزینه در مورد نیروهای کشش نخ صحیح است؟



۱) $T_1 = T_2 = T_3 = 0$

۲) $T_1 = T_2 = T_3 = mg$

۳) $2T_1 = 2T_2 = T_3 = mg$

۴) $2T_1 = 2T_2 = T_3 = 2mg$

---

۲۱) کدام گزینه صحیح است؟

۱) تندی صوت در هر محیطی مستقل از دما است.

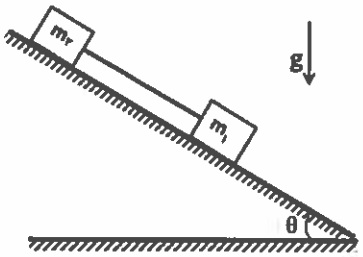
۲) تندی انتشار صداهای بم و صداهای زیر در هوا تقریبا یکسان است.

۳) تندی صوت در گازها همواره کمتر از مایعات است.

۴) در انتشار امواج ناشی از زلزله، تندی انتشار امواج اولیه (P) و امواج ثانویه (S) یکسان است.

---

۲۲) در دستگاه شکل مقابل جرم‌های m_1 و m_2 روی سطح شیبداری به زاویه θ به پایین حرکت می‌کنند. ضریب اصطکاک جنبشی این دو جسم با سطح به ترتیب μ_1 و μ_2 است. کدام گزینه در مورد کشش نخ درست است؟



۱) $T = 0$ اگر $(\mu_2 > \mu_1)$

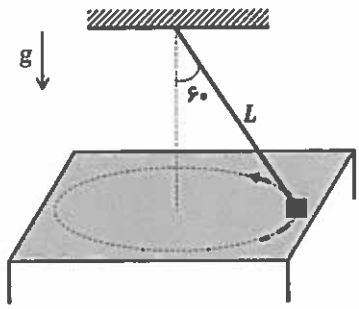
۲) $T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}(\mu_2 + \mu_1) g \cos\theta$

۳) $T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}(\mu_2 - \mu_1) g \cos\theta$ اگر $(\mu_2 > \mu_1)$

۴) $T = (m_1 + m_2)(\mu_2 - \mu_1) g \cos\theta$ اگر $(\mu_2 > \mu_1)$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

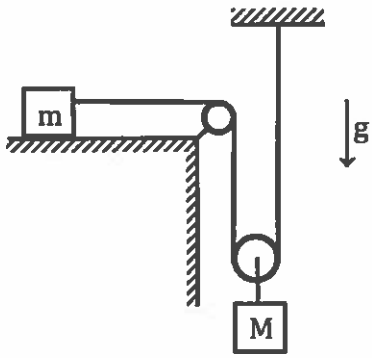
۲۳) جسمی را در نظر بگیرید که به نخ بدون جرمی به طول L متصل است و مطابق شکل روی میز افقی بدون اصطکاکی حرکت دایره‌ای یکنواخت می‌کند. زاویه نخ با راستای قائم ۶۰ درجه است. اگر اندازه نیروی عمودی سطح، یک سوم وزن جسم باشد، تندی جسم چقدر است؟



۱) $\sqrt{Lg}$ ۲) $\sqrt{\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}Lg}$ ۳) $\sqrt{\frac{۱}{۲}Lg}$ ۴) $\sqrt{\frac{\sqrt{۳}}{۲}Lg}$

---

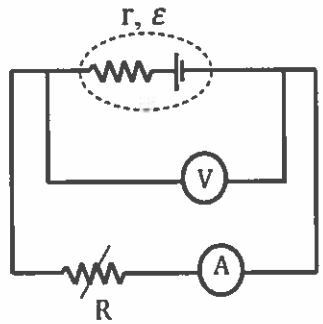
۲۴) در دستگاه شکل مقابل، دو جسم M و m با نخی به طول ثابت که از روی یک قرقره ثابت و یک قرقره متحرک عبور کرده، به هم متصل هستند. جرم قرقره‌ها و نخ ناچیز است. ضریب اصطکاک جنبشی جسم m با سطح میز ۰/۱۰ است. نسبت $\frac{M}{m}$ چه باشد تا جسم M با شتاب $\frac{g}{۴}$ حرکت کند؟



۱) ۰/۴۷ ۲) ۰/۸۰ ۳) ۰/۹۳ ۴) ۱/۶

---

۲۵) در مدار شکل زیر نیروی محرکه باتری ۱۴/۰V است. مقاومت رئوستا را تغییر می‌دهیم و مقادیر جریان و ولتاژ را اندازه‌گیری می‌کنیم. داده‌های آزمایش مطابق جدول زیر است:



I(A)	۲/۰	۳/۰	۴/۰	۵/۰	۶/۰
V(V)	۱۱/۸	۱۰/۱	۹/۶	۷/۵	۲/۰

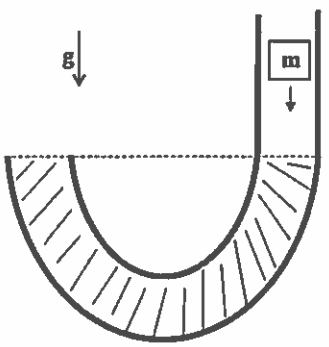
نتیجه اندازه‌گیری مقاومت داخلی چند اهم است؟

۱) ۱/۴ ۲) ۱/۳ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچه سؤالات: ۱

۲۶) در ظرف شکل مقابل، مایع در لوله سمت چپ در آستانه لبریز شدن است. در لوله سمت راست جسمی به جرم m و چگالی ρ را به آرامی شناور می‌کنیم. اگر چگالی مایع ρ_0 باشد، حجم مایعی که از لوله سمت چپ به بیرون می‌ریزد، کدام گزینه است؟



۱) $\frac{m}{\rho_0}$ ۲) $\frac{m}{\rho}$ ۳) $m\frac{\rho+\rho_0}{\rho\rho_0}$ ۴) صفر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای موردنظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم بدست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره منفی ندارد.

دهگان	یکان
1	1
●	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	●
8	8
9	9
0	0

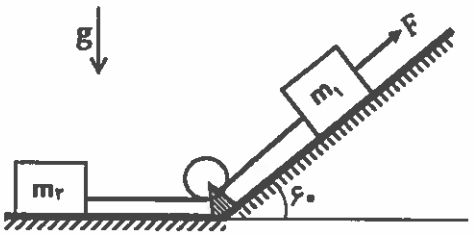
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچه سؤالات: ۱

۱) نوعی شناور ساده از به هم بستن تنه‌های درختان به هم ساخته می‌شود که اصطلاحا به آن کلک گفته می‌شود. فرض کنید از به هم بستن تعدادی تنه درخت استوانه‌ای شکل به قطر ۲۰cm و طول ۲m در یک ردیف افقی، یک کلک ساخته شده است. اگر این کلک را روی آب شناور کنیم، بخشی از مقطع عرضی درختان از آب بیرون می‌ماند. حداقل چند تنه درخت را در ساختن یک کلک به کار بریم تا وقتی ۵ نفر که جرم هر کدام ۸۰kg است سوار آن شوند، تمام بدنه کلک در آب فرو رود؟ چگالی تنه درخت $800\,kg/m^3$ است.

---

۲) جرم $m_1 = 2/0\,kg$ و جرم $m_2 = 3/0\,kg$ مطابق شکل با نخ بدون جرمی به هم متصل هستند. نخ از زیر با قرقره‌ای به جرم ناچیز در تماس است و اصطکاک در محور قرقره قابل چشم‌پوشی است. جرم m با نیروی $F = 30\,N$ روی سطح شیبداری به زاویه شیب $\theta = 60^\circ$ به بالا کشیده می‌شود. کلیه سطوح بدون اصطکاک هستند. اندازه نیرویی که نخ به قرقره وارد می‌کند چند نیوتن است؟ ($\sqrt{3} \approx 1/7$)



---

۳) یک گرمکن ۱۰۰۰ واتی چند دقیقه کار کند تا ۸۰۰g یخ در دمای $-22\,^\circ C$ را به بخار آب $100\,^\circ C$ تبدیل کند؟ گرمای نهان ذوب و تبخیر آب به ترتیب $L_F = 334\,kJ/kg$ و $L_V = 2260\,kJ/kg$ است. گرمای ویژه یخ و آب نیز به ترتیب $C_I = 2200\,J/kg \cdot K$ و $C_W = 4180\,J/kg \cdot K$ است.

---

۴) یک لاستیک خودرو سواری قبل از باد کردن، حاوی هوا با فشار یک اتمسفر است. حجم داخلی لاستیک ثابت و برابر ۱۵ lit است. دمای هوای بیرون $17\,^\circ C$ و فشار آن یک اتمسفر است. بر اثر باد کردن لاستیک، فشار آن در دمای ثابت به ۳۵ اتمسفر می‌رسد. جرم مولی هوا $29g/mol$ و ثابت جهانی گازها $R = 8/3\,J/mol \cdot K$ است. اگر این لاستیک را قبل از باد کردن و پس از باد کردن وزن کنیم، اختلاف چه ضریبی از ۱۰ گرم است؟ ($1\,atm = 1/01 \times 10^5 Pa$)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

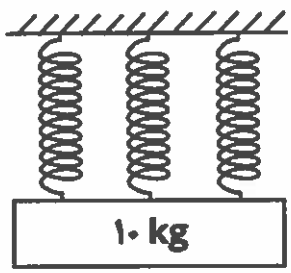
۵) اجسام جامد و مایع در مقابل تغییر فشار از خود واکنش نشان می‌دهند و اندکی حجم آنها تغییر می‌کند. کمیتی که برای توصیف این پدیده تعریف می‌شود، مدول کپه‌ای کشسانی نام دارد. این کمیت عبارت است از تغییر فشار به تغییر حجم نسبی جامد یا مایع، به عبارت دیگر $B = \frac{\Delta P}{\left|\frac{\Delta V}{V}\right|}$. یک آبگرم‌کن دارای مخزنی فولادی با ضریب انبساط طولی $\alpha = ۱/۰ \times ۱۰^{-۵}\mathrm{K}^{-۱}$ است. مخزن محتوی آب با ضریب انبساط حجمی $\beta = ۲/۷ \times ۱۰^{-۴}\mathrm{K}^{-۱}$ است. مدول کپه‌ای کشسانی آب برابر است با $۲/۲\mathrm{GPa}$. اگر مخزن پر از آب باشد و راه ورود و خروج آب به آن کاملا بسته باشد، در صورتی که دمای آن $۳۰^{\circ}\mathrm{C}$ بالا برود، فشار آب درون مخزن چند مگا پاسکال افزایش می‌یابد؟

---

۶) جسمی به جرم $۱۰۰\mathrm{g}$ از ارتفاع زیاد سقوط می‌کند و بر اثر مقاومت هوا به سرعت حدی می‌رسد. فرض کنید نیروی مقاومت هوا بر این جسم به طور خطی متناسب با سرعت آن باشد. اگر پیش از رسیدن به سرعت حد، در زمانی که سرعت جسم $۲\mathrm{m/s}$ است، نیروی مقاومت هوا $۰/۵۶\mathrm{N}$ باشد، سرعت حد چند دسی‌متر بر ثانیه است؟

---

۷) فنری به طول آزاد L و جرم ناچیز از قانون هوک تبعیت می‌کند. اگر جسمی به جرم $۱۰\mathrm{kg}$ را به انتهای آزاد آن بیاویزیم، طول آن به اندازه $۲۷\mathrm{cm}$ زیاد می‌شود. اگر این فنر را به سه قسمت مساوی تقسیم کنیم و مطابق شکل همان وزنه $۱۰\mathrm{kg}$ را از آن آویزان کنیم، هر یک از فنرها چند سانتی‌متر کشیده می‌شوند؟

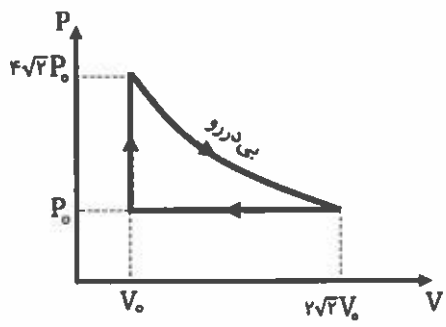


---

۸) برای یک گاز آرمانی در فرایند بی‌دررو، می توان ثابت کرد که کمیت PV^{γ} ثابت است که در آن P فشار و V حجم است و $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ ضریب اتمیسیته گاز نام دارد. نمودار $P-V$ برای یک ماشین گرمایی آرمانی شامل n مول گاز آرمانی، مطابق شکل است.

بازده ماشین چند درصد است؟

$(\sqrt{۲} \approx ۱/۴)$



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مرحله اول المپیاد فیزیک

کلید سوالات المپیاد فیزیک

مرحله اول - سال تحصیلی ۹۹-۹۸

کد دفترچه ۱ (یک)

کلید

کد ۱

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

سال ۱۳۹۸-۹۹

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ۲

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

۱	۴	۲۱	۳	۴۱	۳	۶۱	۳
۲	۴	۲۲	۳	۴۲	۳	۶۲	۳
۳	۴	۲۳	۳	۴۳	۳	۶۳	۳
۴	۴	۲۴	۳	۴۴	۳	۶۴	۳
۵	۲	۲۵	۳	۴۵	۳	۶۵	۳
۶	۴	۲۶	۳	۴۶	۳	۶۶	۳
۷	۴	۲۷	۳	۴۷	۳	۶۷	۳
۸	۴	۲۸	۳	۴۸	۳	۶۸	۳
۹	۴	۲۹	۳	۴۹	۳	۶۹	۳
۱۰	۲	۳۰	۳	۵۰	۳	۷۰	۳
۱۱	۴	۳۱	۳	۵۱	۳	۷۱	۳
۱۲	۴	۳۲	۳	۵۲	۳	۷۲	۳
۱۳	۴	۳۳	۳	۵۳	۳	۷۳	۳
۱۴	۲	۳۴	۳	۵۴	۳	۷۴	۳
۱۵	۴	۳۵	۳	۵۵	۳	۷۵	۳
۱۶	۴	۳۶	۳	۵۶	۳	۷۶	۳
۱۷	۴	۳۷	۳	۵۷	۳	۷۷	۳
۱۸	۴	۳۸	۳	۵۸	۳	۷۸	۳
۱۹	۴	۳۹	۳	۵۹	۳	۷۹	۳
۲۰	۴	۴۰	۳	۶۰	۳	۸۰	۳

مساله ۱		مساله ۲		مساله ۳		مساله ۴		مساله ۵		مساله ۶		مساله ۷		مساله ۸		مساله ۹		مساله ۱۰	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

محل امضاء

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

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

مسئله شماره ۸ پاسخ های ۳۴ و ۳۵ صحیح است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۰) کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید.

---

۱) پتانسیل الکتریکی یک قطرهٔ کروی رسانا با شعاع r و بار الکتریکی q برابر است با $V = \frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r}$. اگر n قطرهٔ کروی مشابه با شعاع r و بار q با هم قطرهٔ کروی بزرگ‌تری درست کنند، پتانسیل الکتریکی این قطرهٔ بزرگ کدام است؟

۱) $n^{-\frac{۱}{۳}}V$ ۲) $n^{\frac{۱}{۳}}V$ ۳) $n^{\frac{۲}{۳}}V$ ۴) nV

---

۲) در هر یک از نقاط $x_n = ۲^n a$ روی محور x بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ قرار می‌دهیم که n جزو مجموعهٔ اعداد صحیح نامنفی است. اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ $x = ۰$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{q}{\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۲) $\frac{q}{۲\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۳) $\frac{q}{۳\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۴) $\frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ a^۲}$

---

۳) پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن از رابطهٔ $\frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r}$ به دست می‌آید. دو بار نقطه‌ای Q و $-۲Q$ به ترتیب در مکان‌های $(-a, ۰)$ و $(a, ۰)$ در صفحهٔ x-y قرار دارند. در هر نقطه از فضا پتانسیل الکتریکی مجموعه‌ای از بارها جمع پتانسیل‌های الکتریکی هر یک از آن‌ها در آن نقطه است. مکان هندسی نقاطی از صفحهٔ x-y که پتانسیل الکتریکی صفر دارند یک دایره به شعاع r و مرکز C است. r و C کدام گزینه است؟

۱) $\mathrm{C}(-۵a/۳, ۰), \quad r = ۴a/۳$ ۲) $\mathrm{C}(-۵a/۳, ۰), \quad r = ۲a/۳$

۳) $\mathrm{C}(-۴a/۳, ۰), \quad r = ۴a/۳$ ۴) $\mathrm{C}(-۴a/۳, ۰), \quad r = ۲a/۳$

---

۴) در داخل یک جعبهٔ سیاه ۱۲ باتری را به طور سری به هم بسته‌ایم اما در قطب‌بندی باتری‌ها دقت کافی انجام نداده‌ایم، به طوری که n تا از آن‌ها قطب‌بندی مخالف با بقیه دارند. هر یک از باتری‌ها نیروی محرکهٔ ε و مقاومت داخلی r دارند. اگر دو باتری سری شدهٔ دیگر از همین نوع را با قطب‌بندی یکسان به مجموعهٔ فوق با دو قطب‌بندی متفاوت ببندیم و دو سر مجموعه را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم، یک بار جریان ۳A و بار دیگر جریان ۲A از سیم عبور می‌کند. n کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) از لبهٔ بالایی یک برج، سنگی را به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در فاصلهٔ h زیر نقطهٔ پرتاب اندازهٔ سرعت سنگ دو برابر اندازهٔ سرعت آن در زمانی است که در ارتفاع h بالای نقطهٔ پرتاب است. سنگ در نقطهٔ اوج چه ارتفاعی از نقطهٔ پرتاب دارد؟

۱) $۵h/۶$ ۲) $۵h/۳$ ۳) $۵h/۲$ ۴) $۵h$

---

۶) گلوله‌ای را به طور قائم از سطح زمین به طرف بالای یک ساختمان پرتاب می‌کنیم. گلوله در مدت $t_۱$ ثانیه از سطح زمین تا بام را طی می‌کند و مدت $t_۲$ ثانیه بالای ساختمان در حرکت است. اگر گلولهٔ دیگری را از لبهٔ بام رها کنیم تا در مدت $t_۳$ ثانیه به زمین برسد، کدام گزینه صحیح است؟

۱) $t_۳ = \sqrt{t_۱(t_۱ + t_۲)}$ ۲) $t_۳ = \sqrt{t_۱(t_۱ + ۲t_۲)}$ ۳) $t_۳ = \sqrt{t_۱ t_۲}$ ۴) $t_۳ = \sqrt{\frac{t_۱^۲ + t_۲^۲}{۲}}$

---

۷) ذره‌ای به جرم m با سرعت اولیهٔ $v_۰$ شروع به حرکت می‌کند و با نیروی اصطکاک bv^n متوقف می‌شود، که v سرعت لحظه‌ای ذره است. با توجه به یکای کمیت‌ها زمان توقف t بر حسب m، $v_۰$، b و n با کدام گزینه متناسب است؟

۱) $\frac{m}{bv_۰^{n+۱}}$ ۲) $\frac{m}{bv_۰^{n}}$ ۳) $\frac{m}{bv_۰^{n-۱}}$ ۴) $\frac{m}{bv_۰^{n-۲}}$

---

۸) گلوله‌ای از هر ارتفاعی که رها شود پس از برخورد با زمین تا $\frac{۲}{۳}$ آن ارتفاع بالا می‌آید. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، در چندمین برخورد سرعت گلوله بعد از برخورد با زمین از نصف سرعت آن قبل از اولین برخورد کمتر است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

---

۹) در مدار شکل مقابل I، $q_۱$ و $q_۲$ ثابت هستند. نسبت $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام گزینه است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) صفر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۰) یک صفحهٔ گردان هر دو ثانیه یک بار حول محور قائم خود می‌چرخد. جسم کوچکی به جرم ۰٫۱۰ kg در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری محور دوران قرار دارد و همراه صفحه می‌چرخد. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با صفحهٔ گردان به ترتیب ۰٫۳۰ و ۰٫۳۵ است. اندازهٔ نیروی اصطکاک جسم با صفحهٔ گردان کدام گزینه است؟

۱) ۰٫۱۵N **۲)** ۰٫۲۰N **۳)** ۰٫۳۰N **۴)** ۰٫۳۵N

---

۱۱) دستگاه شکل مقابل روی یک میز افقی قرار دارد. سطح مقطع قسمت فراخ ظرف $400\ \mathrm{cm}^2$ و سطح مقطع لولهٔ باریک بالای آن $10\ \mathrm{cm}^2$ است. ارتفاع قسمت فراخ $20\ \mathrm{cm}$ و ارتفاع آب در لولهٔ باریک $100\ \mathrm{cm}$ است. فشار هوا در محل $10^5\ \mathrm{Pa}$، چگالی آب $1\ \mathrm{g/cm}^3$ و شتاب گرانش $g = 10\ \mathrm{m/s}^2$ است. بین سطح خارجی ظرف که در تماس با میز است و میز هیچ لایهٔ هوایی وجود ندارد. با چشم‌پوشی از وزن ظرف، نیرویی که از طرف ظرف به میز وارد می‌شود کدام گزینه است؟

۱) 90 N **۲)** 4090 N **۳)** 4800 N **۴)** 8800 N

---

۱۲) جسم کوچکی به جرم m مطابق شکل از بالای ظرفی به جرم M رها می‌شود و بدون اصطکاک به پایین می‌لغزد. نقطهٔ شروع حرکت در ارتفاع h نسبت به پایین‌ترین نقطهٔ مسیر است. شعاع انحنای سطح داخلی ظرف $3h$ است. این دستگاه روی یک ترازوی فنری قرار دارد. در لحظه‌ای که جرم m به پایین‌ترین نقطه مسیر می‌رسد ترازو چه وزنی را نشان می‌دهد؟ لازم به یادآوری است که اندازهٔ شتاب مرکزگرا در هر نوع حرکت دایره‌ای $\frac{v^2}{R}$ است که R شعاع انحنا است.

۱) $(M+m)g$ **۲)** $(M+2m/3)g$ **۳)** $(M+5m/3)g$ **۴)** $(M+3m)g$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۳) داخل مکعب مستطیلی به ابعاد a، b و c یک گرم‌کن الکتریکی با توان P روشن است. ضخامت دیواره‌های این مکعب مستطیل در راستای هر کدام از ابعاد فوق به ترتیب Δa، Δb و Δc و رسانندگی گرمایی دیواره‌ها K است. دمای جداره‌های بیرون مکعب مستطیل $T_۲$ و دمای جداره‌های داخل مکعب مستطیل $T_۱$ است. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $T_۱ = T_۲ + \dfrac{P}{K\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)}$

۲) $T_۱ = T_۲ + \dfrac{P}{۲K\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)}$

۳) $T_۱ = T_۲ + \dfrac{P}{K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)}$

۴) $T_۱ = T_۲ + \dfrac{P}{۲K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)}$

---

۱۴) بین صفحات یک خازن تخت از نوعی فوم که ثابت دی‌الکتریک آن κ است برای جدا نگه‌داشتن صفحات استفاده کرده‌ایم. اگر مساحت هر صفحهٔ خازن A و اندازهٔ بار روی آن Q باشد فشار وارد بر لایهٔ دی‌الکتریک از هر طرف چقدر است؟

۱) $\dfrac{Q^۲}{\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۲) $\dfrac{Q^۲}{۲\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۳) $\dfrac{۲Q^۲}{\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۴) $\dfrac{Q^۲}{(\kappa-۱)\varepsilon_۰A^۲}$

---

۱۵) یک دوقطبی در میدان الکتریکی یکنواخت E قرار دارد و از زاویهٔ $\theta = ۰$ تا زاویهٔ $\theta = \theta_۰$ حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد می‌چرخد. کار نیروی الکتریکی در این تحول بر حسب $p = qd$ (که اندازهٔ گشتاور دوقطبی نام دارد) چقدر است؟

۱) $pE\cos\theta_۰$ ۲) $-pE\cos\theta_۰$ ۳) $-pE(۱-\cos\theta_۰)$ ۴) $pE(۱-\cos\theta_۰)$

---

۱۶) فرض کنید نوکلئون‌ها، یعنی پروتون‌ها و نوترون‌ها حجم یکسانی دارند و حجم هسته با مجموع حجم نوکلئون‌های آن متناسب است. دو هسته در نظر بگیرید که عدد اتمی و عدد جرمی برای یکی $Z_۱$ و $A_۱$ و برای دیگری $Z_۲$ و $A_۲$ باشد. اندازهٔ نیروی کولنی متوسط بین دو پروتون مجاور هم در هر یک از این دو هسته به ترتیب $F_۱$ و $F_۲$ است. نسبت $\dfrac{F_۱}{F_۲}$ کدام گزینه است؟

۱) $\left(\dfrac{Z_۲A_۱}{Z_۱A_۲}\right)^{\frac{۲}{۳}}$ ۲) $\left(\dfrac{Z_۱A_۲}{Z_۲A_۱}\right)^{\frac{۲}{۳}}$ ۳) $\left(\dfrac{A_۲}{A_۱}\right)^{\frac{۲}{۳}}$ ۴) $\left(\dfrac{Z_۲A_۲}{Z_۱A_۱}\right)^{\frac{۲}{۳}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) آینهٔ کروی کاو به شعاع ۱۷ cm مطابق شکل از مایع شفافی به ضریب شکست ۱٫۶ پر شده است. این آینه قسمتی از یک کره است که مرکز آن نقطهٔ C مرکز آینه نامیده می‌شود. بیشترین عمق مایع درون آینهٔ کروی ۱٫۰ cm است. با توجه به این که برای زاویه‌های کوچک سینوس و تانژانت زاویه با خود آن برابر است، چشمهٔ نقطه‌ای M را در چه فاصله‌ای از مرکز این آینه روی محور اصلی آن قرار دهیم تا تصویر آن بر روی خودش واقع شود؟

۱) ۱۰٫۶ cm ۲) ۱۰ cm ۳) ۶٫۴ cm ۴) ۶ cm

---

۱۸) در دستگاه شکل مقابل آینه به طور یکنواخت حول محوری که از نقطهٔ O می‌گذرد دور خودش می‌چرخد و دورهٔ چرخش آن T است. لیزری پرتو نوری را به نقطهٔ O از آینه می‌تاباند. نور بازتابیده روی دیوار W یک لکهٔ نورانی متحرک ایجاد می‌کند. در لحظه‌ای که لکهٔ نور از نقطهٔ H عبور می‌کند، سرعت آن چقدر است؟ R و R' به ترتیب فاصلهٔ لیزر و دیوار از نقطهٔ O هستند.

۱) $\frac{۲\pi R}{T}$ ۲) $\frac{۲\pi R'}{T}$ ۳) $\frac{۴\pi R'}{T}$ ۴) $\frac{۴\pi R}{T}$

---

۱۹) سطح داخلی ظرفی که مقطع قائم آن به شکل روبروست بدون اصطکاک است. این ظرف حول محور قائم Oy به طور یکنواخت می‌چرخد و در مدت T ثانیه یک دور می‌زند. معادلهٔ این مقطع در صفحهٔ x-y به صورت $y = ax^۲$ است. دروهٔ چرخش طوری است که اگر جسم کوچک m در هر نقطه‌ای از سطح درونی ظرف در تماس با آن باشد می‌تواند همراه ظرف بچرخد و به بالا یا پایین حرکت نکند. اگر شتاب گرانش در محل g باشد رابطهٔ $T^۲$ با a و g کدام است؟ راهنمایی: شیب خط مماس بر نمودار $y = ax^۲$ در نقطه‌ای به طول x برابر $۲ax$ است.

۱) $T^۲ = \frac{۲\pi^۲}{ag}$ ۲) $T^۲ = \frac{\pi^۲}{۲ag}$ ۳) $T^۲ = \frac{۴\pi^۲}{ag}$ ۴) $T^۲ = \frac{\pi^۲}{۴ag}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) در مدار شکل مقابل مقاومت داخلی باتری قابل چشم‌پوشی است. مقاومت متغیر را از R_1 تا R_2 $(R_2 > R_1)$ افزایش می‌دهیم. نمودار توان الکتریکی مصرف شده در کل مدار بر حسب مقاومت متغیر کدام گزینه است؟

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

۲۱) در مدار روبرو کلید K را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا جریان در مدار ثابت شود. سپس یک میلهٔ آهنی را با سرعت ثابت از یک سر القاگر وارد و از سر دیگر آن خارج می‌کنیم. کدام نمودار جریان الکتریکی در مدار را بر حسب زمان نمایش می‌دهد؟

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

۲۲) شعاع اتم هیدروژن حدود 10^{-10} m و شعاع پروتون حدود 10^{-15} m است. مرتبهٔ بزرگی چگالی پروتون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) $10^{8}\ \mathrm{g/cm^3}$ ۲) $10^{11}\ \mathrm{g/cm^3}$ ۳) $10^{14}\ \mathrm{g/cm^3}$ ۴) $10^{17}\ \mathrm{g/cm^3}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) در شکل مقابل طول l از سیم‌های AB و BC داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارند. میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت داخل است. جریان در سیم‌ها i و اندازهٔ میدان مغناطیسی B است. زاویهٔ θ در شکل نشان داده شده است. اندازهٔ نیروی وارد بر هر سیم از طرف این میدان f و اندازهٔ نیروی وارد بر دو سیم از طرف میدان روی هم F است. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $f = ilB, \quad F = ۲ilB\sin\theta$ ۲) $f = ilB\sin\theta, \quad F = ۲ilB\sin\theta$

۳) $f = ilB, \quad F = ۲ilB\cos\theta$ ۴) $f = ilB\cos\theta, \quad F = ۲ilB\cos\theta$

---

۲۴) در شکل مقابل بار کوچک $q_۰$ روی عمودمنصف یک دوقطبی ثابت قرار دارد و تحت اثر میدان الکتریکی دوقطبی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. خط میدانی که از محل اولیه $q_۰$ می‌گذرد به صورت نقطه‌چین و چهار مسیر قابل تصور برای حرکت $q_۰$ با خطوط پر در شکل نشان داده شده است. مسیر حرکت $q_۰$ کدام یک از مسیرها می‌تواند باشد؟

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

۲۵) یک حلقهٔ رسانا مطابق شکل با سرعت ثابت v از ناحیه‌ای که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت B برقرار است عبور می‌کند. طی حرکت، خطوط میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است. نمودار نیروی محرکهٔ القایی در حلقه بر حسب زمان به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۶) ظرفی محتوی مخلوطی از ۷٫۰۰g گاز نیتروژن با جرم مولی ۲۸٫۰g/mol و ۱۱٫۰g گاز دی‌اکسید کربن با جرم مولی ۴۴٫۰g/mol در دمای ۳۰۰ K و فشار $1/00\times10^5$ pa در نظر بگیرید. جرم حجمی این مخلوط چقدر است؟ ثابت جهانی گازها ۸٫۳۱ J/mol.K است.

۱) ۱٫۴۴ g/L ۲) ۲٫۸۸ g/L ۳) ۱٫۱۲ g/L ۴) ۱٫۷۶ g/L

---

۲۷) یک استوانهٔ شیشه‌ای شفاف به شعاع ۵ cm با ضریب شکست $\sqrt{3}$ مطابق شکل در هوا و روی یک سطح افقی قرار دارد. یک پرتو نور موازی سطح افق و عمود بر محور استوانه به نقطهٔ A از استوانه می‌تابد و از نقطهٔ B خارج می‌شود به طوری که OB موازی سطح افقی است.
زمان عبور نور از استوانهٔ شیشه‌ای چند نانوثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۰٫۹ ۳) ۰٫۵ ۴) ۰٫۳

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.
در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۱) یک ماشین کارنو بین دو منبع با دماهای ۴۵۰K و ۳۰۰K کار می‌کند. یک بار فقط دمای منبع سردتر را ΔT کاهش می‌دهیم و بار دیگر فقط دمای منبع گرم‌تر را ΔT افزایش می‌دهیم. ΔT چقدر باشد تا اختلاف بازده ماشین کارنو در این دو وضعیت ۰٫۰۲۵ باشد؟

---

۲) گازی داخل ظرفی توسط یک پیستون بدون اصطکاک محبوس شده است. در یک فرایند معین رابطهٔ فشار گاز با حجم آن به صورت $P = a + bV$ است که a و b مقادیر ثابتی هستند. انرژی درونی گاز با رابطهٔ $U = ۳PV$ به حجم و فشار وابسته است. اگر گاز از حالت تعادل اولیهٔ ($P = ۱۶۰\ \text{kPa}, V = ۰٫۰۳۰\ \text{m}^۳$) به صورت ایستاوار مطابق فرایند فوق به حالت تعادل نهایی ($P = ۴۰۰\ \text{kPa}, V = ۰٫۰۶۰\ \text{m}^۳$) تحول یابد، گرمای مبادله شده در این فرآیند چند **کیلو ژول** است؟

---

۳) شخصی در یک روز آفتابی و گرم کنار یک جادهٔ افقی، مستقیم و طولانی ایستاده و به دوردست نگاه می‌کند. به دلیل داغ بودن سطح جاده دمای لایه‌های هوای بالای سطح جاده به تدریج با فاصلهٔ عمودی از سطح جاده کم می‌شود و در نتیجه ضریب شکست لایه‌های هوا به صورت $n(y) = n_۰(۱ + ۲ \times ۱۰^{-۷}y)$ به ارتفاع بستگی دارد که $n_۰$ ضریب شکست لایهٔ هوای مجاور سطح جاده و y فاصلهٔ عمودی لایهٔ هوا از سطح جاده برحسب متر است. فاصلهٔ چشم شخص تا سطح جاده ۱۶۰ سانتی‌متر است. جسمی واقع بر کف جاده در فاصلهٔ بسیار دور از شخص قرار دارد. تصویر جسم در چه فاصله‌ای از شخص بر حسب **کیلومتر** به نظر می‌رسد؟

---

۴) فاصلهٔ دو ایستگاه مترو از هم ۲٫۴ km است. مسیر بین دو ایستگاه افقی و مستقیم است. قطاری با بیشینه شتاب تند شوندهٔ ۰٫۵۰ $\text{m/s}^۲$ از یک ایستگاه شروع به حرکت می‌کند و با بیشینه شتاب کند شوندهٔ ۱٫۰ $\text{m/s}^۲$ حرکتش را کند می‌کند تا در ایستگاه دیگر توقف کند. اگر قطار محدودیت سرعت نداشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T است و اگر قطار محدودیت سرعت ۹۰ km/h داشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T' است. $۲(T' - T)$ چند **ثانیه** است؟

---

۵) چگالی مس ۸٫۹ $\text{g/cm}^۳$، جرم مولی مس ۶۴ g/mol و هر اتم مس یک الکترون آزاد دارد که باعث رسانش الکتریکی در این فلز است. یک سیم مسی به سطح مقطع ۲۰ $\text{mm}^۲$ حامل جریان الکتریکی ۸٫۹ A است. سرعت سوق الکترون‌های آزاد در سیم، v_d، چند **میلی‌متر بر ثانیه** است؟ لازم به ذکر است که اگر n تعداد الکترون‌های آزاد در واحد حجم فلز مس باشد جریان گذرنده از سیم $I = Anev_d$ است که A مساحت مقطع سیم و e اندازه بار الکتریکی یک الکترون، $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \text{C}$ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۶) شعاع قاعدهٔ مخروط قائم شکل مقابل ۱۰ cm و طول یال آن (خط OA در شکل) ۴۰ cm است. فاصلهٔ نقاط A و B که روی یک یال قرار دارند ۱۰ cm است. مورچه‌ای از نقطهٔ A مخروط را یک بار دور می‌زند و در مسیری که کوتاه‌ترین مسیر ممکن است خود را به نقطهٔ B می‌رساند. در طی این مسیر کوتاه‌ترین فاصلهٔ مورچه از نقطهٔ O، رأس مخروط چند **سانتی‌متر** است؟

---

۷) یک میلهٔ آهنی به جرم ۱٫۰kg را که تا دمای ۹۴۰ °C گرم شده است در ظرفی محتوی ۴٫۰ L آب فرو می‌بریم. دمای آب از ۲۵ °C به ۴۰ °C می‌رسد. فرض کنید در مجاورت میله، آب به دمای ۱۰۰ °C می‌رسد و تبخیر می‌شود و پس از تبخیر دمای بخار افزایش نمی‌یابد. همچنین از هر نوع انتقال گرما به ظرف و محیط چشم بپوشید. چند **گرم** آب تبخیر شده است؟ گرمای ویژهٔ آب و آهن به ترتیب ۴۲۰۰ J/kg.K و ۴۹۰ J/kg.K، چگالی آب ۱٫۰ kg/L و گرمای نهان تبخیر آب $۲٫۳\times۱۰^{۶}$ J/kg است.

---

۸) ظرفی محتوی گاز هیدروژن در نظر بگیرید. فرض کنید بخشی از اتم‌ها در حالت پایه و بقیهٔ آن‌ها همگی در یک حالت برانگیخته هستند. به این گاز فوتون‌هایی با انرژی ۲٫۵۵ eV می‌تابانیم. این فوتون‌ها توسط گاز جذب می‌شوند؛ سپس اتم‌های تحریک شده به ترازهای پایین‌تر می‌روند و فوتون‌هایی با انرژی‌های مختلف گسیل می‌کنند. در بین فوتون‌های گسیل شده فوتون‌هایی با انرژی کمتر از ۲٫۵۵ eV نیز وجود دارد. اگر $\Delta\lambda$ تفاوت بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج فوتون‌های گسیلی بر حسب **آنگستروم** باشد، $\frac{\Delta\lambda}{۱۰۰۰}$ چه عددی است؟ انرژی یونش اتم هیدروژن ۱۳٫۶ eV و ثابت پلانک $۶٫۶۳\times۱۰^{-۳۴}$ J.s است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

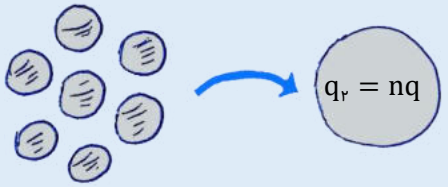
رسول گلستانه — محمد نادری

۱) پتانسیل الکتریکی یک قطرهٔ کروی رسانا با شعاع r و بار الکتریکی q برابر است با $V = \frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r}$. اگر n قطرهٔ کروی مشابه با شعاع r و بار q با هم قطرهٔ کروی بزرگ‌تری درست کنند، پتانسیل الکتریکی این قطرهٔ بزرگ کدام است؟

۱) $n^{-\frac{۱}{۳}}V$ ۲) $n^{\frac{۱}{۳}}V$ ۳) $n^{\frac{۲}{۳}}V$ ۴) nV

پاسخ گزینه ۳

قطره‌ی بزرگ از به‌هم چسبیدن قطره‌های کوچکتر حاصل شده است. بنابراین بار آن برابر با بار کل قطره‌ها و حجم آن نیز برابر با جم کل قطره‌ها می‌باشد.



$$V_۲ = nV \Longrightarrow \frac{۴}{۳}\pi R^۳ = n\,\frac{۴}{۳}\pi r^۳ \Longrightarrow R = n^{\frac{۱}{۳}} r$$

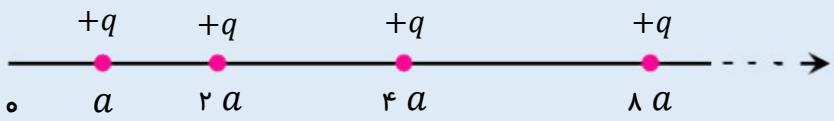
$$V' = \frac{nq}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰ R} = \frac{nq}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰ n^{\frac{۱}{۳}} r} = n^{\frac{۲}{۳}}\,\frac{q}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰\,r} = n^{\frac{۲}{۳}} V$$

۲) در هر یک از نقاط $x_n = ۲^n a$ روی محور x بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ قرار می‌دهیم که n جزو مجموعهٔ اعداد صحیح نامنفی است. اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ $x = ۰$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{q}{\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۲) $\frac{q}{۲\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۳) $\frac{q}{۳\pi\varepsilon_۰ a^۲}$ ۴) $\frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ a^۲}$

پاسخ گزینه ۳

میدان کل در مبدا مختصات از مجموع میدان هر یك از بار ها بدست می آید. میدان در فاصله a از بار q از رابطه $E = \frac{q}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰ a^۲}$ بدست می‌آید.



بنابراین میدان خالص در مبدا مختصات به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E = \frac{q}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰ a^۲}\left(۱ + \frac{۱}{۴} + \frac{۱}{۱۶} + \frac{۱}{۶۴} + \cdots\right) = \frac{q}{۴\,\pi\,\varepsilon_۰ a^۲}\left(\frac{۱}{۱ - \frac{۱}{۴}}\right) = \frac{q}{۳\,\pi\,\varepsilon_۰ a^۲}$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

۳) پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن از رابطهٔ $\frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r}$ به دست می‌آید. دو بار نقطه‌ای Q و $-۲Q$ به ترتیب در مکان‌های $(-a, ۰)$ و $(a, ۰)$ در صفحهٔ x-y قرار دارند. در هر نقطه از فضا پتانسیل الکتریکی مجموعه‌ای از بارها جمع پتانسیل‌های الکتریکی هر یک از آن‌ها در آن نقطه است. مکان هندسی نقاطی از صفحهٔ x-y که پتانسیل الکتریکی صفر دارند یک دایره به شعاع r و مرکز C است. r و C کدام گزینه است؟

۱) $C(-۵a/۳, ۰), \quad r = ۴a/۳$

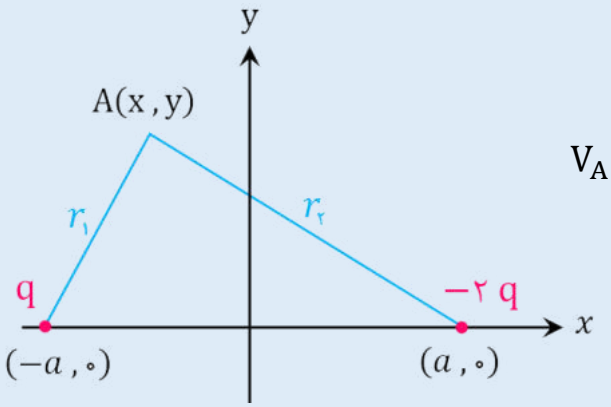
۲) $C(-۵a/۳, ۰), \quad r = ۲a/۳$

۳) $C(-۴a/۳, ۰), \quad r = ۴a/۳$

۴) $C(-۴a/۳, ۰), \quad r = ۲a/۳$

پاسخ گزینه ۱

مطابق شکل،در نقطه‌ای مثل A پتانسیل الکتریکی صفر است:



$$V_A = \frac{kq}{r_۱} - \frac{۲kq}{r_۲} = ۰ \rightarrow r_۲ = ۲r_۱ \quad (۱)$$

با توجه به فرمولِ فاصله‌ی دو نقطه در صفحه، برای رابطه‌ی (۱) داریم:

$$\sqrt{(a-x)^۲ + y^۲} = ۲\sqrt{(a+x)^۲ + y^۲}$$

$$\rightarrow a^۲ + x^۲ + ۲ax + y^۲ = ۴a^۲ + ۴x^۲ + ۸ax + ۴y^۲$$

$$\rightarrow a^۲ + x^۲ + \frac{۱۰}{۳}ax + y^۲ = ۰ \rightarrow \left(x + \frac{۵}{۳}a\right)^۲ + y^۲ = \left(\frac{۴}{۳}a\right)^۲$$

اکنون اگر این رابطه را با فرمول دایره در صفحه، یعنی رابطه‌ی $(x-a)^۲ + (y-b)^۲ = R^۲$ مقایسه کنیم، نتیجه می‌گیریم نقاطی که پتانسیل الکتریکی در آن‌ها صفر است، بر روی دایره‌ای به مرکزیت $(-\frac{۵}{۳}a \ . \ ۰)$ و به شعاع $\frac{۴}{۳}a$ قرار دارند.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

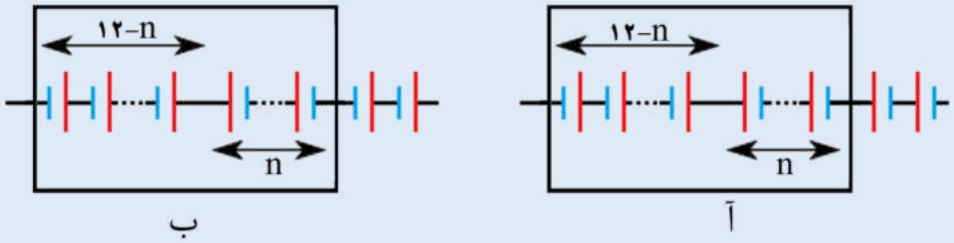
رسول گلستانه — محمد نادری

۴) در داخل یک جعبهٔ سیاه ۱۲ باتری را به طور سری به هم بسته‌ایم اما در قطب‌بندی باتری‌ها دقت کافی انجام نداده‌ایم، به طوری که n تا از آن‌ها قطب‌بندی مخالف با بقیه دارند. هر یک از باتری‌ها نیروی محرکهٔ ε و مقاومت داخلی r دارند. اگر دو باتری سری شدهٔ دیگر از همین نوع را با قطب‌بندی یکسان به مجموعهٔ فوق با دو قطب‌بندی متفاوت ببندیم و دو سر مجموعه را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم، یک بار جریان ۳A و بار دیگر جریان ۲A از سیم عبور می‌کند. n کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ گزینه ۱

این ۱۴ مولد به دو طریق زیر به هم متصل هستند.



در حالتِ «ب» جریانِ ۳ آمپر از سیمِ متّصل به دو سرِ مولدها عبور می‌کند و در حالتِ «آ» ۲ آمپر (چرا؟). اکنون از فرمولِ جریانِ مدارِ تک‌حلقه‌ای داریم:

$$\begin{cases} \xrightarrow{\text{در حالت ب}} I=\dfrac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma r} \rightarrow \quad ۳=\dfrac{(۱۲-n)-n+۲}{۱۴\,r} \\ \xrightarrow{\text{در حالت آ}} I=\dfrac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma r} \rightarrow \quad ۲=\dfrac{(۱۲-n)-n-۲}{۱۴\,r} \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{۱۴-۲\,n}{۳}=\frac{۱۰-۲\,n}{۲} \rightarrow \quad n=\boxed{۱}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

۵) از لبهٔ بالایی یک برج، سنگی را به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در فاصلهٔ h زیر نقطهٔ پرتاب اندازهٔ سرعت سنگ دو برابر اندازهٔ سرعت آن در زمانی است که در ارتفاع h بالای نقطهٔ پرتاب است. سنگ در نقطهٔ اوج چه ارتفاعی از نقطهٔ پرتاب دارد؟

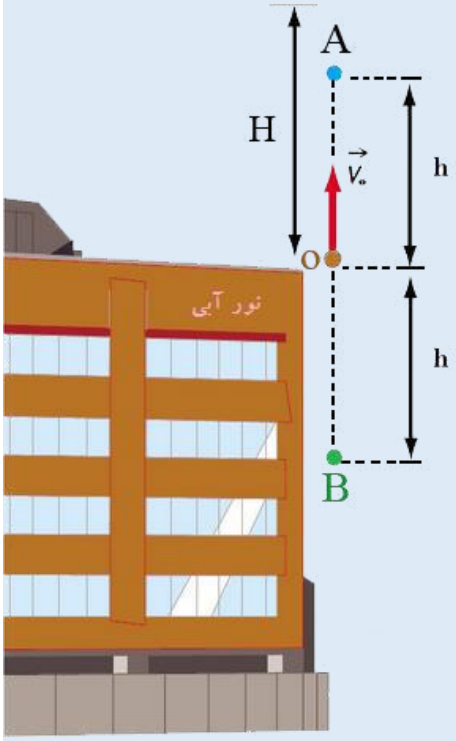
۱) $5h/6$ ۲) $5h/3$ ۳) $5h/2$ ۴) $5h$

پاسخ گزینه ۲

مطابقِ شکل، از پایستگیِ انرژیِ مکانیکی برایِ دو نقطه‌یِ O و B داریم:

$$E_O = E_B \rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = -mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\rightarrow v_0^2 = -2gh + v^2 \quad (1)$$



که v سرعت گلوله در نقطه‌ی B است. همینطور برایِ دو نقطه‌یِ A و B داریم:

$$E_A = E_B \rightarrow mgh + \frac{1}{2}m\frac{v^2}{4} = -mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\rightarrow 3v^2 = 16gh \quad (2)$$

از دو رابطه‌ی (۱) و (۲) داریم:

$$v_0^2 = \frac{10}{3}gh \quad (3)$$

برای ارتفاعِ اوج از نقطه‌ی پرتاب تا نقطه‌ی اوج از معادله‌ی مستقل از زمان داریم:

$$H = \frac{v_0^2}{2g} \xrightarrow{\text{از (3)}} H = \frac{\frac{10}{3}gh}{2g} = \boxed{\frac{5}{3}h} \quad (4)$$

بالایِ برج، سطح مبنا برای محاسبه‌ی انرژیِ پتانسیل گرانشی لحاظ شده است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

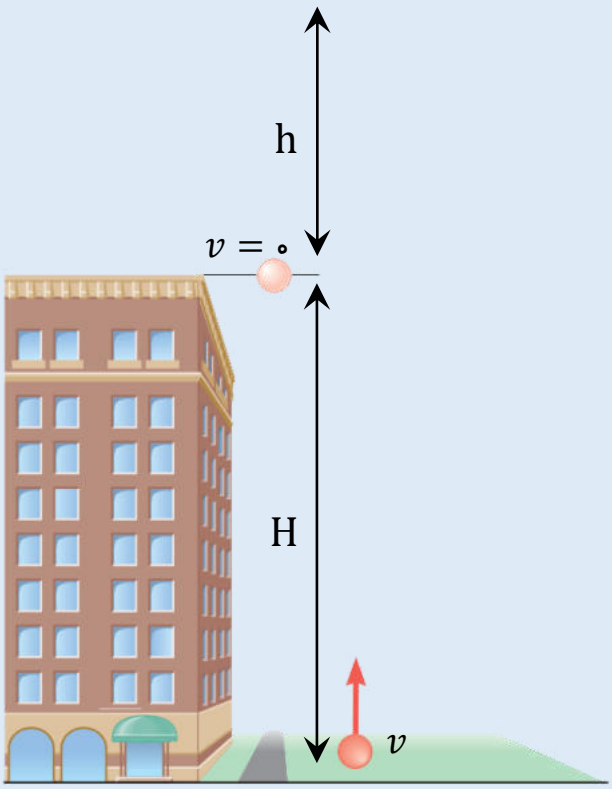
رسول گلستانه — محمد نادری

۶) گلوله‌ای را به طور قائم از سطح زمین به طرف بالای یک ساختمان پرتاب می‌کنیم. گلوله در مدت t_1 ثانیه از سطح زمین تا بام را طی می‌کند و مدت t_2 ثانیه بالای ساختمان در حرکت است. اگر گلولهٔ دیگری را از لبهٔ بام رها کنیم تا در مدت t_3 ثانیه به زمین برسد، کدام گزینه صحیح است؟

۱) $t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + t_2)}$ ۲) $t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + 2t_2)}$ ۳) $t_3 = \sqrt{t_1 t_2}$ ۴) $t_3 = \sqrt{\frac{t_1^2 + t_2^2}{2}}$

پاسخ گزینه ۱

مطابقِ شکل، با توجه به زمان‌های داده‌شده داریم:



$$\begin{cases} H = \frac{1}{2} g t_3^2 & (1) \\ h = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_2}{2}\right)^2 & (2) \\ H + h = \frac{1}{2} g \left(t_1 + \frac{t_2}{2}\right)^2 & (3) \end{cases}$$

اگر به جای H و h از دو رابطهٔ (۱) و (۲) در رابطهٔ (۳) قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$t_3^2 + \left(\frac{t_2}{2}\right)^2 = \left(t_1 + \frac{t_2}{2}\right)^2 \quad (4)$$

که به راحتی به دست می‌آید:

$$\boxed{t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + t_2)}} \quad (5)$$

۷) ذره‌ای به جرم m با سرعت اولیهٔ v_0 شروع به حرکت می‌کند و با نیروی اصطکاک bv^n متوقف می‌شود، که v سرعت لحظه‌ای ذره است. با توجه به یکای کمیت‌ها زمان توقف t بر حسب m، v_0، b و n با کدام گزینه متناسب است؟

۱) $\frac{m}{bv_0^{n+1}}$ ۲) $\frac{m}{bv_0^{n}}$ ۳) $\frac{m}{bv_0^{n-1}}$ ۴) $\frac{m}{bv_0^{n-2}}$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

پاسخ گزینه ۳: چون bv^n از جنس نیرو هست، ابتدا بُعد b را حساب می‌کنیم.

$$bv^n = F \rightarrow [bv^n] = [F]$$

$$\rightarrow [b] \times [v^n] = [m] \times [a] \rightarrow [b] = \frac{MT^{n-2}}{L^{n-1}} \quad (1)$$

که M، T و L به ترتیب نشان‌دهنده‌ی بُعدِ جرم، زمان و طول هستند. زمانِ توقف با رابطه‌ی زیر متناسب است:

$$t \propto \frac{m}{bv_0^x} \rightarrow [t] = \left[\frac{m}{bv_0^x}\right] = \frac{[m]}{[b] \times [v_0^x]}$$

$$\rightarrow T = \frac{ML^{n-1}}{MT^{n-2}}\left(\frac{T}{L}\right)^x \rightarrow x = n - 1 \quad (2)$$

پس زمان توقف متناسب با $\frac{m}{bv_0^{n-1}}$ است.

۸) گلوله‌ای از هر ارتفاعی که رها شود پس از برخورد با زمین تا $\frac{2}{3}$ آن ارتفاع بالا می‌آید. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، در چندمین برخورد سرعت گلوله بعد از برخورد با زمین از نصف سرعت آن قبل از اولین برخورد کمتر است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ گزینه ۳

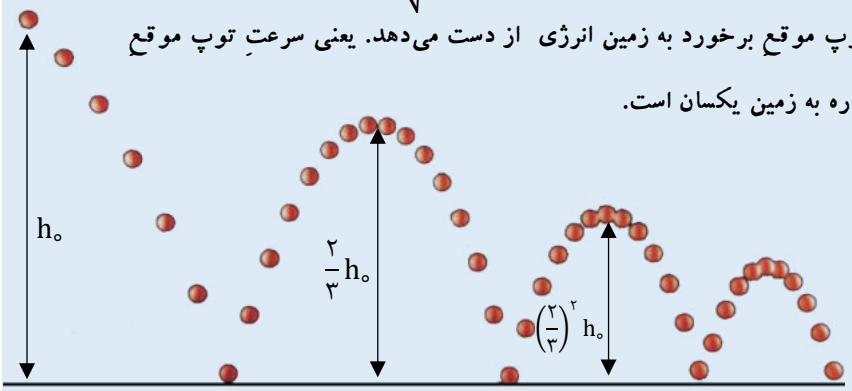
درست قبل از اوّلین برخورد به زمین، سرعتِ توپ طبقِ پایستگیِ انرژی برابر است با: $v_0 = \sqrt{2gh_0}$ (۱)

امّا سرعتِ برخورد پس از بارِ nاُم به زمین برابر است با: $v_n = \sqrt{2g(2/3)^n h_0}$ (۲)

حال طبقِ شرطِ سوال داریم:

$$v_n < \frac{v_0}{2} \rightarrow \sqrt{2g\left(\frac{2}{3}\right)^n h_0} < \frac{1}{2}\sqrt{2gh_0} \rightarrow \left(\frac{2}{3}\right)^n < \frac{1}{4} \rightarrow \boxed{n \geq 4}$$

چون از مقاومت هوا چشم‌پوشی شده، توپ موقع برخورد به زمین انرژی از دست می‌دهد. یعنی سرعتِ توپ موقع جداشدن از زمین و موقع بازگشتِ دوباره به زمین یکسان است.



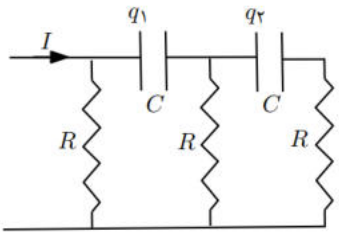
دقت کنید گزینه ۴ هم می‌تواند پاسخ این سوال باشد. باید در صورت سوال به کلمه حداقل تعداد برخورد اشاره می‌شد تا پاسخ سوال یکتا می‌بود.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

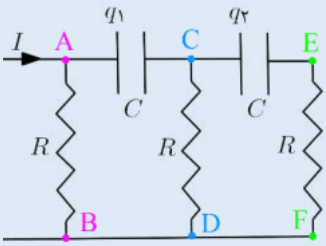
رسول گلستانه — محمد نادری

۹) در مدار شکل مقابل I، q_1 و q_2 ثابت هستند. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام گزینه است؟



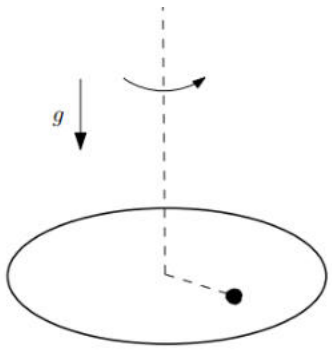
۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) صفر

پاسخ گزینه ۴



مطابقِ شکل، با توجه به قانونِ حلقه‌یِ کیرشهف، در حلقه‌ی ABCD اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ خازنِ C_1 و مقاومتِ R_2 برابر با اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ مقاومتِ R_1 است. چون از مقاومتِ R_1 جریان عبور می‌کند امّا از مقاومتِ R_2 جریانی عبور نمی‌کند، اختلاف پتانسیلِ دو سرِ خازنِ C_1 همان اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ مقاومتِ R_1 است. پس این خازن دارای بار q_1 است. امّا در حلقه‌ی CDEF اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ مقاومتِ R_3 و خازنِ C_2 برابر با اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ مقاومتِ R_2 است. چون از هر دو مقاومت R_2 و R_3 جریانی عبور نمی‌کند و اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ آن‌ها صفر است، پس اختلافِ پتانسیلِ دو سرِ خازن C_2 هم صفر خواهد بود. پس باری هم روی خازن C_2 نخواهد بود و q_2 برابر صفر خواهد بود. بنابراین نسبت $\boxed{\frac{q_2}{q_1} = 0}$ خواهد بود.

۱۰) یک صفحهٔ گردان هر دو ثانیه یک بار حول محور قائم خود می‌چرخد. جسم کوچکی به جرم ۰/۱۰ kg در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری محور دوران قرار دارد و همراه صفحه می‌چرخد. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با صفحهٔ گردان به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۳۵ است. اندازهٔ نیروی اصطکاک جسم با صفحهٔ گردان کدام گزینه است؟



۱) ۰/۱۵N ۲) ۰/۲۰N ۳) ۰/۳۰N ۴) ۰/۳۵N

پاسخ گزینه ۲

جسم روی مسیرِ دایره‌ای حرکتِ یکنواخت دارد. نیروی جانبِ مرکز، نیروی اصطکاکِ سکونِ وارد بر جسم از کفِ صفحه‌یِ گردان است:

$$F = mr\omega^2$$

$$\rightarrow f_s = mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{1}{10} \times \frac{2}{10} \times \frac{4 \times \pi^2}{2^2} = \boxed{0.2\ N}$$

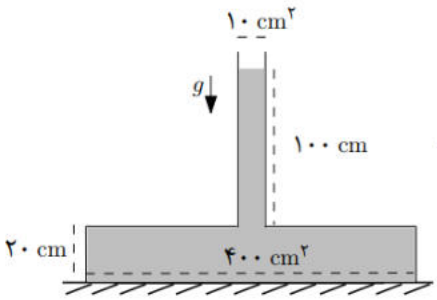
که $\pi^2 \approx 10$ است.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۱۱) دستگاه شکل مقابل روی یک میز افقی قرار دارد. سطح مقطع قسمت فراخ ظرف $۴۰۰\ cm^۲$ و سطح مقطع لولهٔ باریک بالای آن $۱۰\ cm^۲$ است. ارتفاع قسمت فراخ $۲۰\ cm$ و ارتفاع آب در لولهٔ باریک $۱۰۰\ cm$ است. فشار هوا در محل $۱۰^۵\ Pa$، چگالی آب $۱\ g/cm^۳$ و شتاب گرانش $g = ۱۰\ m/s^۲$ است. بین سطح خارجی ظرف که در تماس با میز است و میز هیچ لایهٔ هوایی وجود ندارد. با چشم‌پوشی از وزن ظرف، نیرویی که از طرف ظرف به میز وارد می‌شود کدام گزینه است؟



۱) $۹۰\ N$ ۲) $۴۰۹۰\ N$ ۳) $۴۸۰۰\ N$ ۴) $۸۸۰۰\ N$

پاسخ گزینه ۲



مطابقِ شکل، سه نیرو بر ظرف در راستای قائم وارد می‌شوند:

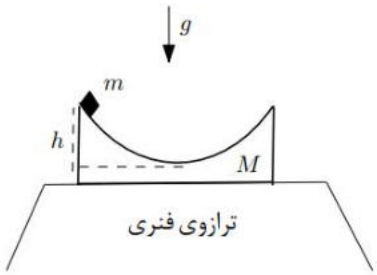
$$\begin{cases} mg = \rho Vg = ۱۰^۳ \times (۹۰۰۰ \times ۱۰^{-۶}) \times ۱۰ = ۹۰\ N \\ F_{هوا} = p_{هوا} A = ۱۰^۵ \times ۴۰۰ \times ۱۰^{-۴} = ۴۰۰۰\ N \end{cases}$$

$$\rightarrow F_N = mg + F_{هوا} = \boxed{۴۰۹۰\ N}$$

♣ وزنِ ظرف، فقط بخاطرِ وزنِ آبِ داخلِ آن است.

♣ نیرویِ عمودیِ سطحِ وارد بر ظرف، واکنشِ نیرویِ وارد از طرفِ ظرف به میز است.

۱۲) جسم کوچکی به جرم m مطابق شکل از بالای ظرفی به جرم M رها می‌شود و بدون اصطکاک به پایین می‌لغزد. نقطهٔ شروع حرکت در ارتفاع h نسبت به پایین‌ترین نقطهٔ مسیر است. شعاع انحنای سطح داخلی ظرف $۳h$ است. این دستگاه روی یک ترازوی فنری قرار دارد. در لحظه‌ای که جرم m به پایین‌ترین نقطه مسیر می‌رسد ترازو چه وزنی را نشان می‌دهد؟ لازم به یادآوری است که اندازهٔ شتاب مرکزگرا در هر نوع حرکت دایره‌ای $\frac{v^۲}{R}$ است که R شعاع انحنا است.



۱) $(M+m)g$ ۲) $(M+۲m/۳)g$ ۳) $(M+۵m/۳)g$ ۴) $(M+۳m)g$

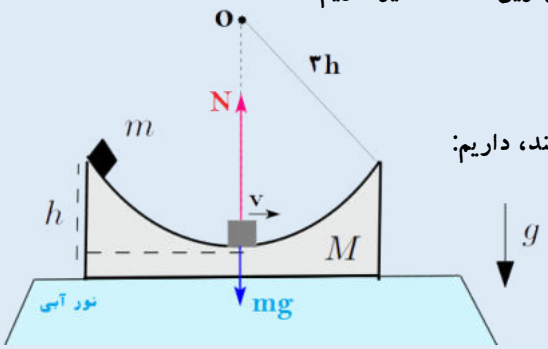
گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

پاسخ گزینه ۳

مطابقِ شکل، از پایستگی انرژیِ مکانیکی بین نقطه‌ی شروع و پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر داریم:



$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = mgh \quad \rightarrow \quad v^۲ = ۲gh \quad (۱)$$

در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر، برای نیروهایی که در امتدادِ شعاع هستند، داریم:

$$N - mg = m\frac{v^۲}{۳h} \xrightarrow{\text{از رابطه (۱)}}$$

$$N - mg = m\frac{۲gh}{۳h} \rightarrow N = \frac{۵}{۳}mg \quad (۲)$$

واکنشِ این نیرو به ظرف وارد می‌شود. حال با توجه به نیروهایِ وارد بر ظرف در راستایِ قائم، ترازو عدد زیر را نشان می‌دهد:

$$\boxed{Mg + \frac{۵}{۳}mg}$$

۱۳) داخل مکعب مستطیلی به ابعاد a، b و c یک گرم‌کن الکتریکی با توان P روشن است. ضخامت دیواره‌های این مکعب مستطیل در راستای هر کدام از ابعاد فوق به ترتیب Δa، Δb و Δc و رسانندگی گرمایی دیواره‌ها K است. دمای جداره‌های بیرون مکعب مستطیل $T_۲$ و دمای جداره‌های داخل مکعب مستطیل $T_۱$ است. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) $$T_۱ = T_۲ + \frac{P}{K\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)}$$

(۲) $$T_۱ = T_۲ + \frac{P}{۲K\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)}$$

(۳) $$T_۱ = T_۲ + \frac{P}{K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)}$$

(۴) $$T_۱ = T_۲ + \frac{P}{۲K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)}$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

پاسخ گزینه ۲

از شش وجه مکعب انرژی گرمایی رو به بیرون شارش می‌کند. در حالت تعادلِ گرمایی، توان تولیدیِ بخاری با توانِ تلف‌شده از دیواره‌ها برابر است:

$$P = P' \quad (۱)$$

توانِ گرمایی تلف‌شده از ۶ وجهِ مکعب از رابطه‌ی $\dot{Q} = kA\frac{(T_H - T_L)}{\Delta x}$ برابر است با:

$$P' = \frac{۲\,kab(T_H - T_L)}{\Delta c} + \frac{۲\,kac(T_H - T_L)}{\Delta b} + \frac{۲\,kbc(T_H - T_L)}{\Delta a} \quad (۲)$$

از این دو رابطه داریم:

$$P = \frac{۲\,kab(T_H - T_L)}{\Delta c} + \frac{۲\,kac(T_H - T_L)}{\Delta b} + \frac{۲\,kbc(T_H - T_L)}{\Delta a}$$

$$\rightarrow \boxed{T_H = T_L + \frac{P}{۲\,k\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)}} \quad (۳)$$

۱۴) بین صفحات یک خازن تخت از نوعی فوم که ثابت دی‌الکتریک آن κ است برای جدا نگه‌داشتن صفحات استفاده کرده‌ایم. اگر مساحت هر صفحهٔ خازن A و اندازهٔ بار روی آن Q باشد فشار وارد بر لایهٔ دی‌الکتریک از هر طرف چقدر است؟

۱) $\frac{Q^۲}{\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۲) $\frac{Q^۲}{۲\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۳) $\frac{۲Q^۲}{\kappa\varepsilon_۰A^۲}$ ۴) $\frac{Q^۲}{(\kappa-۱)\varepsilon_۰A^۲}$

پاسخ گزینه ۲

هر صفحه‌ی خازن در میدان الکتریکیِ صفحه‌ی دیگر قرار دارد. نیرویِ وارد بر آن برابر است با:

$$F = Eq = \frac{q}{۲\,\kappa\varepsilon_۰A}q = \frac{q^۲}{۲\,\kappa\varepsilon_۰A} \quad (۱)$$

دی‌الکتریك همین مقدار نیرو را به صفحه وارد می‌کند تا ساکن شود. پس طبق قانون سوم نیوتون، همین مقدار نیرو از طرفِ صفحه‌ی خازن بر لایه‌ی دی‌الکتریك وارد می‌شود. پس فشار وارد بر دی‌الکتریك برابر است با:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{\frac{q^۲}{۲\,\kappa\varepsilon_۰A}}{A} = \boxed{\frac{q^۲}{۲\,\kappa\varepsilon_۰A^۲}} \quad (۲)$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

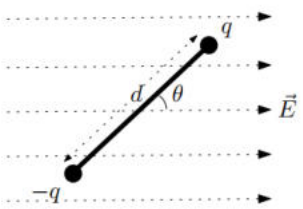
پرسش: ضریب $\frac{۱}{۲}$ در رابطه میدان هر یك از صفحات خازن از کجا آمده است؟

پاسخ: میدان کل بین دو صفحه خازن از رابطه روبرو بدست می آید :

$$E = \frac{V}{d} = \frac{q}{cd} = \frac{q}{\frac{\kappa\varepsilon_{\circ}A}{d}d} = \frac{q}{\kappa\varepsilon_{\circ}A}$$

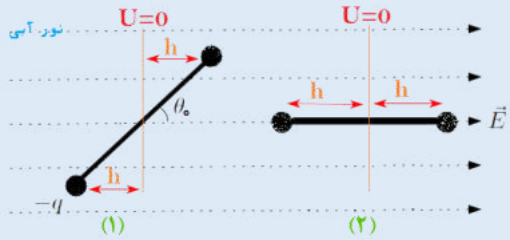
دقت کنید که میدان فوق ناشی از هر دو صفحه خازن می‌باشد. بنابراین میدان هر یك از صفحات نصف مقدار فوق است.

۱۵) یک دوقطبی در میدان الکتریکی یکنواخت E قرار دارد و از زاویهٔ $\theta = \circ$ تا زاویهٔ $\theta = \theta_{\circ}$ حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد می‌چرخد. کار نیروی الکتریکی در این تحول بر حسب $p = qd$ (که اندازهٔ گشتاور دوقطبی نام دارد) چقدر است؟



۱) $pE\cos\theta_{\circ}$ ۲) $-pE\cos\theta_{\circ}$ ۳) $-pE(۱-\cos\theta_{\circ})$ ۴) $pE(۱-\cos\theta_{\circ})$

پاسخ گزینه ۴



روش ۱ (یك روش حل دانش‌آموزی). انرژی پتانسیل الکتریکیِ مجموعه را نسبت به سطح مرجعی که عمود بر خطوط میدان الکتریکی بوده و از مرکز چرخش دوقطبی می‌گذرد، در نظر می‌گیریم. در حالت (۱) انرژی پتانسیل الکتریکیِ مجموعِ دو بار برابر است با:

$$U_{۱} = U_q + U_{-q} = -Eq\frac{d}{۲}\cos\theta_{\circ} - Eq\frac{d}{۲}\cos\theta_{\circ} = -Eqd\cos\theta_{\circ} \quad (۱)$$

و در حالت (۲) پس از چرخش دوقطبی، انرژی پتانسیل الکتریکیِ مجموعِ دو بار برابر است با:

$$U_{۲} = U_q + U_{-q} = -Eq\frac{d}{۲} - Eq\frac{d}{۲} = -Eqd \qquad (۲)$$

می‌دانیم منفیِ تغییرات انرژیِ پتانسیل الکتریکیِ مجموعه برابر با کار میدان الکتریکی است:

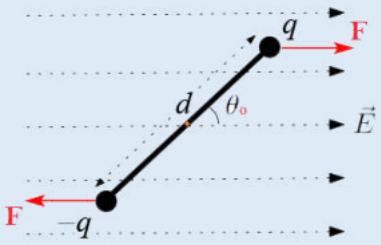
$$W_E = -\Delta U = Eqd(۱-\cos\theta_{\circ}) = \boxed{Ep(۱-\cos\theta_{\circ})} \quad (۳)$$

گروه فیزیک نور آبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

روش دوم:

کار گشتاور نیرویی که میدان الکتریکی بر دو قطبی اعمال می‌کند تا بچرخد، برابر است با:



$$W = -\int_{\theta_\circ}^{\circ} \tau\, d\theta = -\int_{\theta_\circ}^{\circ} Fd\sin\theta\; d\theta = -Fd\int_{\theta_\circ}^{\circ} \sin\theta\; d\theta$$

$$\rightarrow W = Eqd(\cos\circ - \cos\theta_\circ) = \boxed{Ep(1-\cos\theta_\circ)}$$

۱۶) فرض کنید نوکلئون‌ها، یعنی پروتون‌ها و نوترون‌ها حجم یکسانی دارند و حجم هسته با مجموع حجم نوکلئون‌های آن متناسب است. دو هسته در نظر بگیرید که عدد اتمی و عدد جرمی برای یکی Z_1 و A_1 و برای دیگری Z_2 و A_2 باشد. اندازهٔ نیروی کولنی متوسط بین دو پروتون مجاور هم در هر یک از این دو هسته به ترتیب F_1 و F_2 است. نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ کدام گزینه است؟

۱) $\left(\frac{Z_2A_1}{Z_1A_2}\right)^{\frac{2}{3}}$ ۲) $\left(\frac{Z_1A_2}{Z_2A_1}\right)^{\frac{2}{3}}$ ۳) $\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{2}{3}}$ ۴) $\left(\frac{Z_2A_2}{Z_1A_1}\right)^{\frac{2}{3}}$

پاسخ گزینه ۲ برای درک پاسخ ابتدا لازم است توضیحات زیر را بخوانید، تا در ادامه، پاسخ سوال را درک کنید.

حجم هسته برابر است با حجم یک نوکلئون در تعداد نوکلئون یا همان عدد جرمی

$$V = A \times v \Rightarrow V \propto A$$

با توجه به توضیحات فوق می‌توان گفت حجم هسته با عدد جرمی آن متناسب است.

برای محاسبه فاصله بین دو نوکلئون مجاور درون هسته باید حجم هسته را بر تعداد نوکلئون ها تقسیم کرد و ریشه سوم گرفت. به عبارتی فاصله هر دو نوکلئون مجاور متناسب با ریشه سوم عدد جرمی تقسیم بر تعداد نوکلئون می‌باشد.

$$r \approx \left(\frac{V}{A}\right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow r \approx \left(\frac{A \times v}{A}\right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow r \propto v^{\frac{1}{3}}$$

یعنی می‌توان گفت فاصله متوسط بین دو نوترون مجاور متناسب با ریشه سوم عدد جرمی تقسیم بر تعداد نوترون‌های هسته می‌باشد.

$$r \approx \left(\frac{V}{N}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \left(\frac{A \times v}{N}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \left(\frac{A}{N}\right)^{\frac{1}{3}} \times v^{\frac{1}{3}} \Rightarrow r \propto \left(\frac{A}{N}\right)^{\frac{1}{3}}$$

همچنین فاصله متوسط بین دو پروتون مجاور متناسب با ریشه سوم عدد جرمی تقسیم بر تعداد پروتون می‌باشد.

$$r \approx \left(\frac{V}{Z}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \left(\frac{A \times v}{Z}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \left(\frac{A}{Z}\right)^{\frac{1}{3}} \times v^{\frac{1}{3}} \Rightarrow r \propto \left(\frac{A}{Z}\right)^{\frac{1}{3}}$$

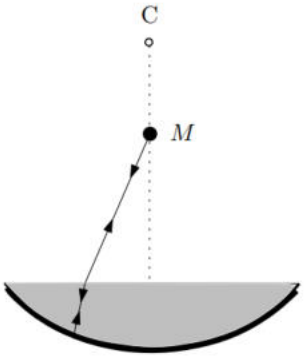
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

با توجه به قانون کولن، برای مقایسه نیروی بین دو پروتون مجاور در دو هسته متفاوت کافیست به فاصله آنها در هسته‌های مختلف توجه کنیم :

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{A_2}{A_1}\frac{Z_1}{Z_2}\right)^{\frac{2}{3}}$$

۱۷) آینهٔ کروی کاو به شعاع ۱۷ cm مطابق شکل از مایع شفافی به ضریب شکست ۱٫۶ پر شده است. این آینه قسمتی از یک کره است که مرکز آن نقطهٔ C مرکز آینه نامیده می‌شود. بیشترین عمق مایع درون آینهٔ کروی ۱٫۰ cm است. با توجه به این که برای زاویه‌های کوچک سینوس و تانژانت زاویه با خود آن برابر است، چشمهٔ نقطه‌ای M را در چه فاصله‌ای از مرکز این آینه روی محور اصلی آن قرار دهیم تا تصویر آن بر روی خودش واقع شود؟



۱) ۱۰٫۶ cm ۲) ۱۰ cm ۳) ۶٫۴ cm ۴) ۶ cm

پاسخ گزینه ۴

مطابقِ شکل از قانونِ اسنل ـ دکارت می‌توانیم بنویسیم:

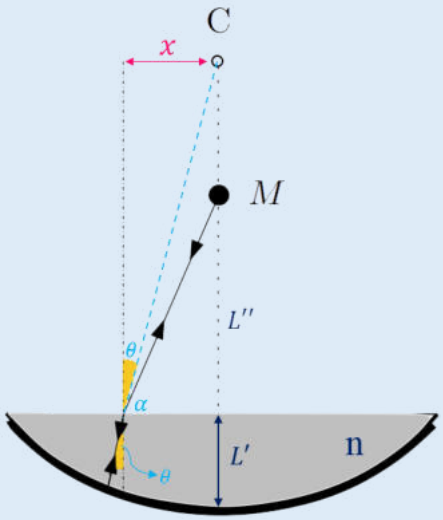
$$n\sin\theta = \sin(90 - \alpha) \quad (1)$$

در حالتی که زاویه‌یِ θ و α کوچک باشد، در رابطه‌یِ بالا داریم:

$$\frac{nx}{R - L'} = \frac{x}{L''} \rightarrow L'' = \frac{R - L'}{n} \quad (2)$$

پس خواهیم داشت:

$$L'' = \frac{17 - 1}{1.6} = 10 \rightarrow CM = 17 - 11 = \boxed{6\ cm}$$



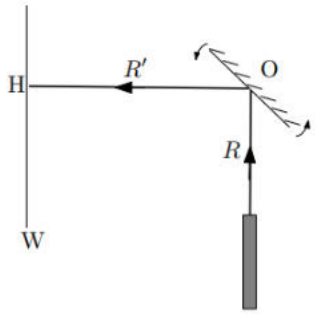
این سوال کاملاً مشابه سوالی از دوره‌ی ۳۰ است.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

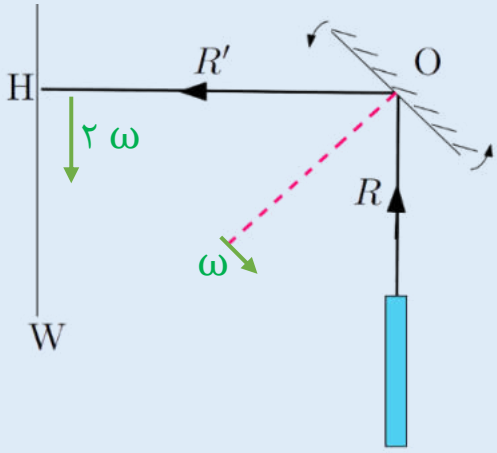
رسول گلستانه — محمد نادری

۱۸) در دستگاه شکل مقابل آینه به طور یکنواخت حول محوری که از نقطهٔ O می‌گذرد دور خودش می‌چرخد و دورهٔ چرخش آن T است. لیزری پرتو نوری را به نقطهٔ O از آینه می‌تاباند. نور بازتابیده روی دیوار W یک لکهٔ نورانی متحرک ایجاد می‌کند. در لحظه‌ای که لکهٔ نور از نقطهٔ H عبور می‌کند، سرعت آن چقدر است؟ R و R' به ترتیب فاصلهٔ لیزر و دیوار از نقطهٔ O هستند.



۱) $\frac{۲\pi R}{T}$ ۲) $\frac{۲\pi R'}{T}$ ۳) $\frac{۴\pi R'}{T}$ ۴) $\frac{۴\pi R}{T}$

پاسخ گزینه ۳



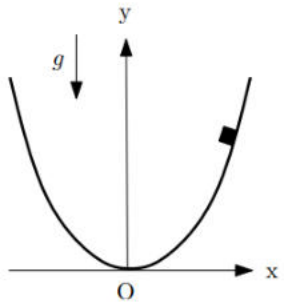
اگر خطِّ عمود بر سطحِ آینه (N) را در نظر بگیریم، به همراهِ آینه با سرعتِ زاویه‌ای ω خواهد چرخید. برای اینکه زاویه‌یِ تابش و بازتابش در هر لحظه مساوی بماند، باید پرتوِ بازتابش با سرعتِ زاویه‌ای ۲ω بچرخد. در این صورت، سرعتِ خطی هر نقطه از پرتوِ بازتابش که رویِ دایره‌ای به شعاعِ r حرکت می‌کند، برابر است با

$$v = ۲r\omega$$

برای نقطه‌ای از پرتوِ بازتابش که در تماس با دیوار است، داریم

$$v = ۲R'\omega = ۲R'\left(\frac{۲\pi}{T}\right) = \boxed{\frac{۴\pi R'}{T}}$$

۱۹) سطح داخلی ظرفی که مقطع قائم آن به شکل روبروست بدون اصطکاک است. این ظرف حول محور قائم Oy به طور یکنواخت می‌چرخد و در مدت T ثانیه یک دور می‌زند. معادلهٔ این مقطع در صفحهٔ x-y به صورت $y = ax^۲$ است. دورهٔ چرخش طوری است که اگر جسم کوچک m در هر نقطه‌ای از سطح درونی ظرف در تماس با آن باشد می‌تواند همراه ظرف بچرخد و به بالا یا پایین حرکت نکند. اگر شتاب گرانش در محل g باشد رابطهٔ $T^۲$ با a و g کدام است؟ راهنمایی: شیب خط مماس بر نمودار $y = ax^۲$ در نقطه‌ای به طول x برابر $۲ax$ است.



۱) $T^۲ = \frac{۲\pi^۲}{ag}$ ۲) $T^۲ = \frac{\pi^۲}{۲ag}$ ۳) $T^۲ = \frac{۴\pi^۲}{ag}$ ۴) $T^۲ = \frac{\pi^۲}{۴ag}$

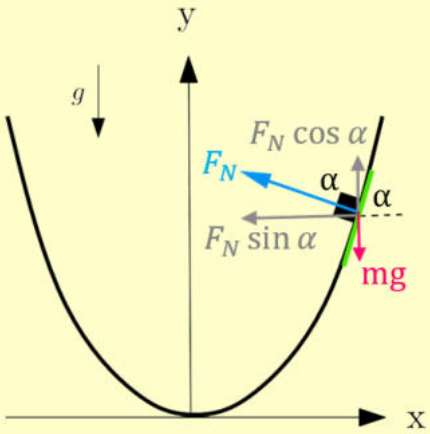
گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

پاسخ گزینه ۱

مطابقِ شکل، دو نیرویِ عمودیِ سطح و وزن به جسم وارد می‌شوند.



جسم در راستای قائم شتاب ندارد امّا در صفحه‌ی افقی حرکت دایره‌ای یکنواخت به همراه ظرف دارد:

$$\begin{cases} F_N \sin\alpha = mr\omega^2 & (1) \\ F_N \cos\alpha = mg & (2) \end{cases} \xrightarrow{r=x} \tan\alpha = \frac{x\omega^2}{g} \quad (3)$$

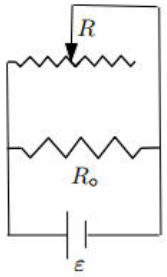
از طرفی $\tan\alpha$ شیبِ خطِّ مُماس بر منحنی ظرف در محلِّ جسم است

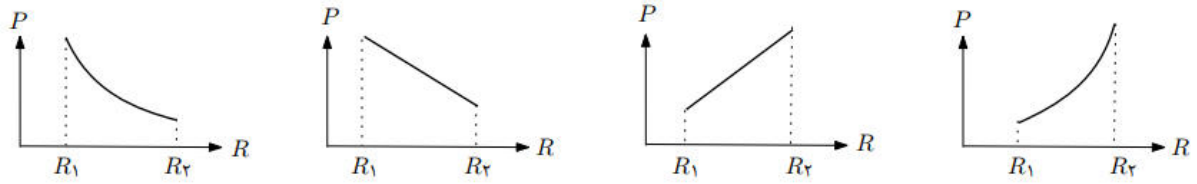
$$\tan\alpha = \frac{dy}{dx} = 2ax \quad (4)$$

که خواهیم داشت:

$$2ax = \frac{x(2\pi/T)^2}{g} \rightarrow T^2 = \boxed{\frac{2\pi^2}{ag}} \quad (5)$$

۲۰) در مدار شکل مقابل مقاومت داخلی باتری قابل چشم‌پوشی است. مقاومت متغیر را از R_1 تا R_2 $(R_2 > R_1)$ افزایش می‌دهیم. نمودار توان الکتریکی مصرف شده در کل مدار بر حسب مقاومت متغیر کدام گزینه است؟





(الف) (ب) (ج) (د)

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

پاسخ گزینه ۴ توانِ الکتریکیِ مصرف‌شده در کلِّ مدار همان توانِ مصرفی در مقاومتِ معادلِ مدار است

$$P_t = \frac{V^2}{R_t} = \varepsilon^2 \frac{1}{R_t} = \varepsilon^2 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_o}\right) = \frac{\varepsilon^2}{R} + \frac{\varepsilon^2}{R_o}$$

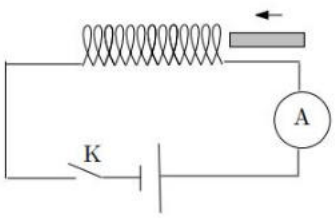
این رابطه همانندِ تابعِ $y = \frac{a}{x} + b$ است. بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

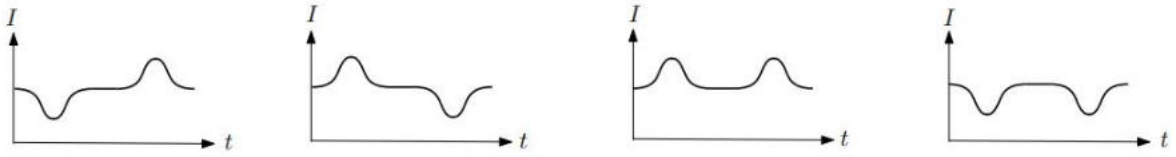
گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۲۱) در مدار روبرو کلید K را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا جریان در مدار ثابت شود. سپس یک میلهٔ آهنی را با سرعت ثابت از یک سر القاگر وارد و از سر دیگر آن خارج می‌کنیم. کدام نمودار جریان الکتریکی در مدار را بر حسب زمان نمایش می‌دهد؟





(الف) (ب) (ج) (د)

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

پاسخ گزینه ۴

با ورود میله به درون سیملوله، بزرگیِ میدانِ مغناطیسیِ درونِ آن بیشتر می‌شود. بنابراین شارِ مغناطیسیِ عبوری از سیملوله بیشتر می‌شود. بنابراین نیرویِ محرکه و جریانِ القایی در سیملوله (القاگر) در جهتی خواهد بود که جریانِ عبوری از سیملوله و جریانِ مدار کاهش یابد تا با کاهش بزرگیِ میدانِ مغناطیسیِ درون سیملوله، با افزایشِ شارِ مغناطیسیِ عبوری از حلقه‌ها مخالفت کند.

امّا به هنگامِ خروجِ میله از سیملوله، برعکسِ حالتِ قبل، میدانِ مغناطیسیِ درون سیلوله کاهش می‌یابد. پس جریانِ القایی در سیملوله طوری خواهد بود که جریانِ مدار افزایش یابد تا با افزایشِ بزرگیِ میدانِ مغناطیسیِ درونِ سیملوله، با کاهشِ شارِ مغناطیسیِ عبوری از حلقه‌ها مخالفت کند. با این اوصاف، نمودارِ (د) یا گزینه‌ی (۴) پاسخِ درست می‌تواند باشد.

۲۲) شعاع اتم هیدروژن حدود $10^{-10}\ m$ و شعاع پروتون حدود $10^{-15}\ m$ است. مرتبهٔ بزرگی چگالی پروتون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) $10^{8}\ g/cm^3$ ۲) $10^{11}\ g/cm^3$ ۳) $10^{14}\ g/cm^3$ ۴) $10^{17}\ g/cm^3$

پاسخ گزینه ۳

جرمِ اتمِ هیدروژن تقریباً برابر با جرمِ پروتون است. جرمِ هر مول اتمِ هیدروژن ۱ گرم است. برایِ چگالیِ پروتون می‌توانیم بنویسیم:

$$\rho_p = \frac{m_p}{V_p} \cong \frac{m_H}{\frac{4}{3}\pi r_p^3} = \frac{\frac{1}{6.02\times10^{23}}}{\frac{4}{3}\pi\times(10^{-13})^3} \sim \frac{\frac{1}{10\times10^{23}}}{10^{-39}} = \boxed{10^{15}\ g/cm^3}$$

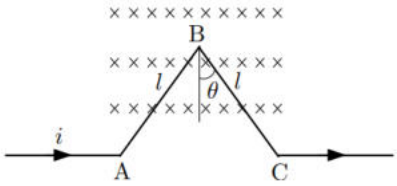
هر مول اتم هیدروژن شاملِ $6{,}02\times10^{23}$ اتم هیدروژن است.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۲۳) در شکل مقابل طول l از سیم‌های AB و BC داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارند. میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت داخل است. جریان در سیم‌ها i و اندازهٔ میدان مغناطیسی B است. زاویهٔ θ در شکل نشان داده شده است. اندازهٔ نیروی وارد بر هر سیم از طرف این میدان f و اندازهٔ نیروی وارد بر دو سیم از طرف میدان روی هم F است. کدام گزینه صحیح است؟



۱) $f = ilB,\quad F = ۲ilB\sin\theta$

۲) $f = ilB\sin\theta,\quad F = ۲ilB\sin\theta$

۳) $f = ilB,\quad F = ۲ilB\cos\theta$

۴) $f = ilB\cos\theta,\quad F = ۲ilB\cos\theta$

پاسخ گزینه ۱

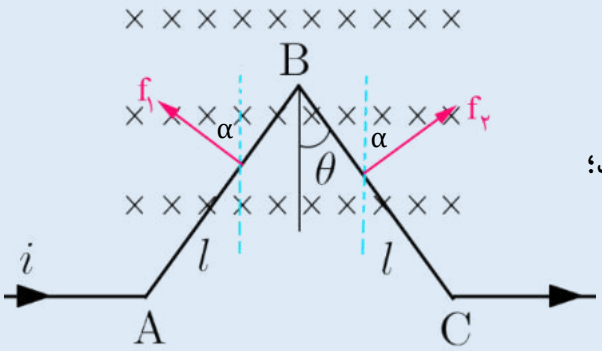
نیروی مغناطیسیِ وارد بر هر سیم برابر است با:

$$f = f_۱ = f_۲ = \boxed{ilB}$$

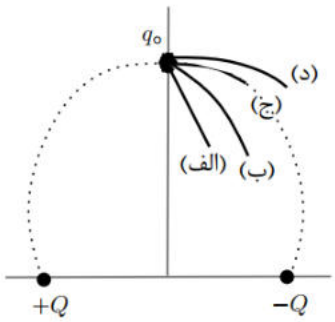
امّا برایندِ بُرداری دو نیروی f_1 و f_2 در راستای محورِ قائم است؛ چون مؤلفه‌ی افقیِ این دو نیرو همدیگر را حذف می‌کنند:

$$F = ۲f\cos\alpha = ۲f\sin\theta = \boxed{۲ilB\sin\theta}$$

زاویه‌های α و θ مُتمّم هم هستند.



۲۴) در شکل مقابل بار کوچک $q_۰$ روی عمودمنصف یک دوقطبی ثابت قرار دارد و تحت اثر میدان الکتریکی دوقطبی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. خط میدانی که از محل اولیه $q_۰$ می‌گذرد به صورت نقطه‌چین و چهار مسیر قابل تصور برای حرکت $q_۰$ با خطوط پر در شکل نشان داده شده است. مسیر حرکت $q_۰$ کدام یک از مسیرها می‌تواند باشد؟



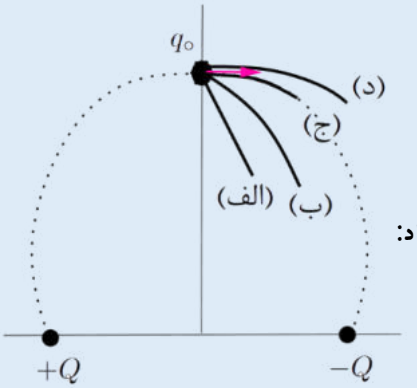
۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

پاسخ گزینه ۴



نیروی الکتریکیِ وارد بر بار در لحظه‌ی $t = 0$ مطابقِ شکل است. بر اثر این نیرو، بار ساکن نمی‌تواند مسیر «ب» و «الف» را طی کند؛ چون بردارِ سرعتِ اولیه در جهتِ نیروی وارد شده هست. اما از بینِ دو مسیرِ «د» و «ج» کدام امکان‌پذیر هست؟ فرض کنید که بار مسیرِ «ج» را طی می‌کند. در این صورت دو اتفاقِ زیر خواهد افتاد:

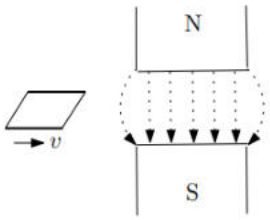
۱ــ پیوسته جهتِ بردارِ سرعت و بردارِ نیروی وارد بر بار در یك جهت خواهند بود.

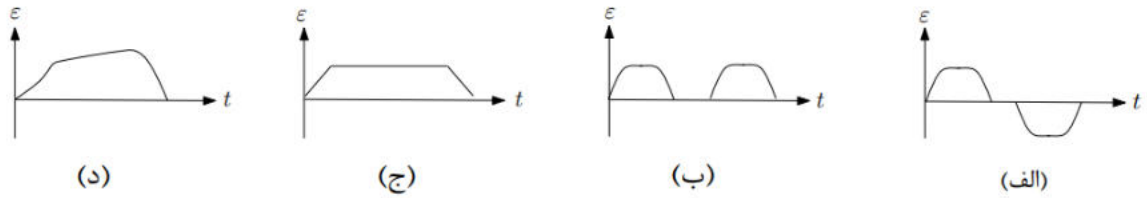
۲ــ بار یك مسیرِ منحنی را طی خواهد کرد.

بنا به نتیجه‌ی ۱، نیروی وارد بر ذره، مؤلفه‌ای در جهتِ عمود بر بردارِ سرعتِ ذره نخواهد داشت؛ پس عاملی برای تغییرِ جهتِ حرکتِ جسم هم وجود نخواهد داشت. اما طبقِ نتیجه‌ی ۲، باید بردارِ نیرو، مولفه‌ای در جهتِ عمود بر بردارِ سرعتِ بار داشته باشد تا بار روی یك مسیر منحنی حرکت کند.

از این تناقض به این نتیجه می‌رسیم که هرگز امکان ندارد بار روی خطِّ میدان حرکت کند. پس جواب مسیرِ «د» است.

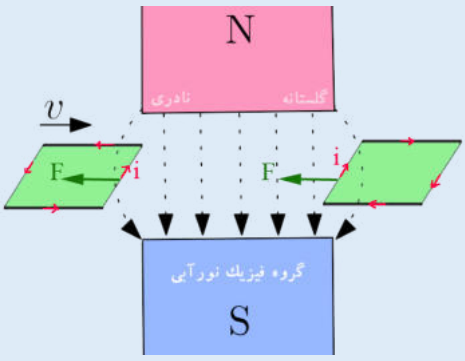
۲۵) یک حلقهٔ رسانا مطابق شکل با سرعت ثابت v از ناحیه‌ای که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت B برقرار است عبور می‌کند. طی حرکت، خطوط میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است. نمودار نیروی محرکهٔ القایی در حلقه بر حسب زمان به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟





۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

پاسخ گزینه ۱



به هنگامِ ورودِ حلقه به میدانِ مغناطیسی، جریانِ ایجادشده در حلقه طوری خواهد بود که با ورودِ حلقه به میدان مخالفت کند. برای همین جریانِ ایجاد شده پادساعتگرد خواهد بود.

امّا به هنگامِ خروجِ حلقه از میدان، جریانِ ایجادشده این بار ساعتگرد خواهد بود. وقتی هم که حلقه به طورِ کامل در میدانِ مغناطیسی قرار دارد، تغییرِ شارِ مغناطیسی وجود ندارد و جریانی در حلقه القا نخواهد شد. با این حساب، گزینه‌ی ۱ می‌تواند پاسخِ درست باشد.

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۲۶) ظرفی محتوی مخلوطی از ۷٫۰۰g گاز نیتروژن با جرم مولی ۲۸٫۰g/mol و ۱۱٫۰g گاز دی‌اکسید کربن با جرم مولی ۴۴٫۰g/mol در دمای ۳۰۰ K و فشار 1.00×10^5 pa در نظر بگیرید. جرم حجمی این مخلوط چقدر است؟ ثابت جهانی گازها ۸٫۳۱ J/mol.K است.

۱) ۱٫۴۴ g/L ۲) ۲٫۸۸ g/L ۳) ۱٫۱۲ g/L ۴) ۱٫۷۶ g/L

پاسخ گزینه ۱

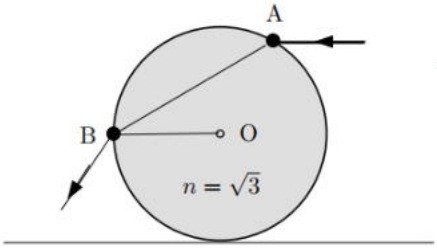
مخلوطِ گازی شاملِ ۰٫۲۵ مول نیتروژن و ۰٫۲۵ مول کربن‌دی‌اکسید و در کل ۰٫۵ مول است. از قانونِ عمومیِ گازها برایِ حجمِ مخلوط داریم:

$$pV = nRT \rightarrow 10^5 \times V = 0.5 \times 8.31 \times 300$$

$$\rightarrow V = 1246.5 \times 10^{-5}\ \text{m}^3 = 12.465\ \text{L}$$

اکنون برایِ جرمِ حجمیِ مخلوط داریم: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{18}{12.465} \approx \boxed{1.44\ \text{g/L}}$

۲۷) یک استوانهٔ شیشه‌ای شفاف به شعاع ۵ cm با ضریب شکست $\sqrt{3}$ مطابق شکل در هوا و روی یک سطح افقی قرار دارد. یک پرتو نور موازی سطح افق و عمود بر محور استوانه به نقطهٔ A از استوانه می‌تابد و از نقطهٔ B خارج می‌شود به طوری که OB موازی سطح افقی است. زمان عبور نور از استوانهٔ شیشه‌ای چند نانوثانیه است؟

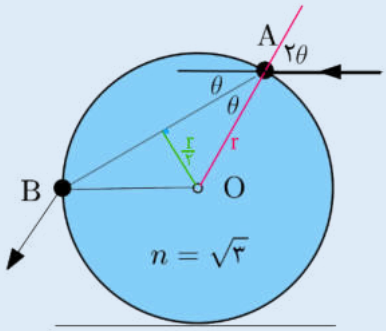


۱) ۱ ۲) ۰٫۹ ۳) ۰٫۵ ۴) ۰٫۳

پاسخ گزینه ۳

مطابقِ شکل، از قانونِ اسنل برایِ پرتوِ ورودی به استوانه داریم:

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r \rightarrow \sin 2\theta = \sqrt{3}\sin\theta \rightarrow \theta = 30^\circ$$



تندیِ نور در این استوانه برابر است با: $v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8}{\sqrt{3}}\ \text{m/s}$

از طرفی طولِ AB برابر است با:

$$\text{AB} = 2\sqrt{r^2 - r^2/4} = r\sqrt{3} = 5\sqrt{3}\times10^{-2}\ \text{m}$$

پس سرانجام زمانِ عبورِ نور برابر است با:

$$t = \frac{\text{AB}}{v} = 5\times10^{-10}\ \text{s} = \boxed{0.5\ \text{ns}}$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

مسئله‌های کوتاه

۱) یک ماشین کارنو بین دو منبع با دماهای ۴۵۰K و ۳۰۰K کار می‌کند. یک بار فقط دمای منبع سردتر را ΔT کاهش می‌دهیم و بار دیگر فقط دمای منبع گرم‌تر را ΔT افزایش می‌دهیم. ΔT چقدر باشد تا اختلاف بازده ماشین کارنو در این دو وضعیت ۰/۰۲۵ باشد؟

پاسخ : بازده ماشین کارنو از رابطه زیر بدست می آید.

$$\eta = \frac{T_H - T_c}{T_H} \Rightarrow \eta_1 - \eta_2 = \frac{۱۵۰ + \Delta T}{۴۵۰} - \frac{۱۵۰ + \Delta T}{۴۵۰ + \Delta T} = ۰/۰۲۵$$

$$۴\Delta T^۲ + ۵۵۵\,\Delta T - ۲۰۲۵۰ = ۰ \Rightarrow \Delta = ۵۵۵^۲ - ۴ \times ۴ \times (-۲۰۲۵۰) = ۶۳۲۰۲۵ \Rightarrow \sqrt{\Delta} = ۷۹۵$$

$$\Delta T = \frac{-۵۵۵ + ۷۹۵}{۸} = \boxed{۳۰\ ^\circ C}$$

۲) گازی داخل ظرفی توسط یک پیستون بدون اصطکاک محبوس شده است. در یک فرایند معین رابطهٔ فشار گاز با حجم آن به صورت $P = a + bV$ است که a و b مقادیر ثابتی هستند. انرژی درونی گاز با رابطهٔ $U = ۳PV$ به حجم و فشار وابسته است. اگر گاز از حالت تعادل اولیهٔ $(P = ۱۶۰\ \text{kPa}, V = ۰/۰۳۰\ \text{m}^۳)$ به صورت ایستاوار مطابق فرایند فوق به حالت تعادل نهایی $(P = ۴۰۰\ \text{kPa}, V = ۰/۰۶۰\ \text{m}^۳)$ تحول یابد، گرمای مبادله شده در این فرآیند چند **کیلو ژول** است؟

پاسخ: با جایگذاری مختصات تعادل اولیه و نهایی گاز در معادله فشار مقادیر a و b را بدست می آوریم.

$$P = a + bV \Longrightarrow \begin{cases} P = ۱۶۰\ \text{kpa} \quad V = ۰/۰۳\ \text{m}^۳ \\ P = ۴۰۰\ \text{kpa} \quad V = ۰/۰۶\ \text{m}^۳ \end{cases} \Rightarrow a = -۸۰\ \text{kpa} \text{ و } b = ۸۰۰۰\ {}^{\text{kpa}}/_{\text{m}^۳}$$

ابتدا تغییرات انرژی درونی گاز را بدست می آوریم: $\Delta U = U_۲ - U_۱ = ۳(P_۲V_۲ - P_۱V_۱) = ۵۷/۶\ kj$

سطح زیر نمودار $(p\text{-}v)$ برابر کار انجام شده است. می توان معادله فشار را رسم و مساحت زیر نمودار با محور حجم را حساب کرد. همچنین می توان به طریق زیر کار انجام شده را بدست آورد:

$$w = -\int_{۰/۰۳}^{۰/۰۶} P dV = ۸۰\,V - ۴۰۰۰V^۲ \Big\{_{۰/۰۳}^{۰/۰۶} = -۸/۴\ kj$$

با توجه به قانون اول ترمودینامیک می توان گرمای مبادله شده را بدست آورد:

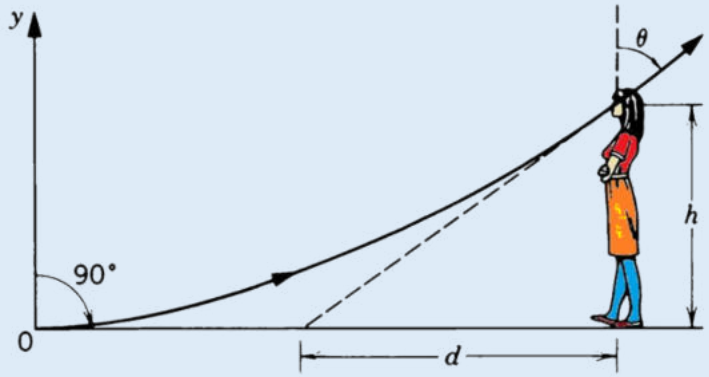
$$\Delta U = W + Q \Longrightarrow Q = ۵۷/۶ + ۸/۴ = \boxed{۶۶\ kj}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۳) شخصی در یک روز آفتابی و گرم کنار یک جادهٔ افقی، مستقیم و طولانی ایستاده و به دوردست نگاه می‌کند. به دلیل داغ بودن سطح جاده دمای لایه‌های هوای بالای سطح جاده به تدریج با فاصلهٔ عمودی از سطح جاده کم می‌شود و در نتیجه ضریب شکست لایه‌های هوا به صورت $n(y) = n_۰(۱ + ۲ \times ۱۰^{-۷} y)$ به ارتفاع بستگی دارد که $n_۰$ ضریب شکست لایهٔ هوای مجاور سطح جاده و y فاصلهٔ عمودی لایهٔ هوا از سطح جاده برحسب متر است. فاصلهٔ چشم شخص تا سطح جاده ۱۶۰ سانتی‌متر است. جسمی واقع بر کف جاده در فاصلهٔ بسیار دور از شخص قرار دارد. تصویر جسم در چه فاصله‌ای از شخص بر حسب **کیلومتر** به نظر می‌رسد؟

مطابق شکل، فاصله‌ی موردِنظر (d)، به صورت زیر توسطّ شخص مشاهده خواهد شد:



از قانونِ اسنل برای اوّلین لایه و آخرین لایه داریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \rightarrow n_۰ \sin ۹۰^\circ = n_۰(۱ + ah)\sin\theta$$

$$\rightarrow \sin\theta = \frac{۱}{۱ + ah} \approx ۱ - ah \quad (۱)$$

حال برای فاصله‌ی d داریم:

$$\tan\theta = \frac{d}{h} \rightarrow d = h\frac{\sin\theta}{\sqrt{۱ - \sin^۲\theta}} = h\frac{(۱ - ah)}{\sqrt{۲ah - a^۲y^۲}} \approx \frac{h}{\sqrt{۲ah}} = \sqrt{\frac{h}{۲a}}$$

$$\rightarrow d = \sqrt{\frac{۱۶ \times ۱۰^{-۱}}{۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۷}}} = ۲ \times ۱۰^۳ \text{ m} = \boxed{۲ \text{ km}}$$

گروه فیزیک نورآبی

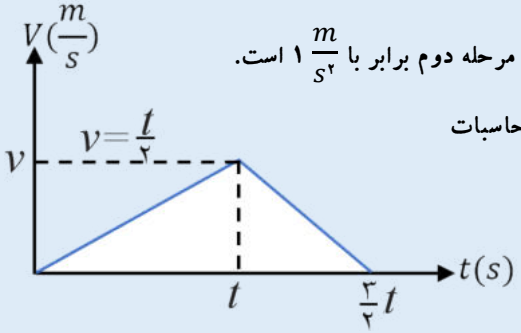
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۴) فاصلهٔ دو ایستگاه مترو از هم ۲٫۴ km است. مسیر بین دو ایستگاه افقی و مستقیم است. قطاری با بیشینه شتاب تند شوندهٔ ۰٫۵۰ m/s^2 از یک ایستگاه شروع به حرکت می‌کند و با بیشینه شتاب کند شوندهٔ ۱٫۰ m/s^2 حرکتش را کند می‌کند تا در ایستگاه دیگر توقف کند. اگر قطار محدودیت سرعت نداشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T است و اگر قطار محدودیت سرعت ۹۰ km/h داشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T' است. $۲(T'-T)$ چند **ثانیه** است؟

اگر نمودار سرعت زمان را برای هردو حالت رسم کنیم به راحتی با استفاده از شتاب شروع حرکت و شتاب توقف و هم چنین اندازه جابجایی که همان ۲۴۰۰ متر می باشد، می‌توان حداقل زمان لازم را تعیین کرد:

الف) بدون محدودیت سرعت

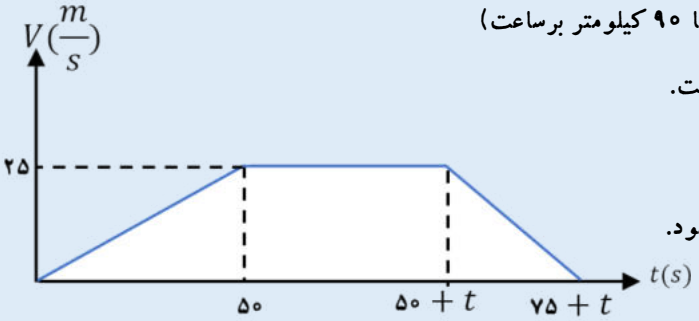


شیب این نمودار معرف شتاب است که در مرحله اول برابر $۰/۵\frac{m}{s^۲}$ و در مرحله دوم برابر با $۱\frac{m}{s^۲}$ است.

باید مساحت نمودار فوق با محور افقی برابر ۲۴۰۰ متر شود. با نوشتن محاسبات مقدار x بدست می آید. در نهایت زمان کل حرکت که $T=\frac{۳}{۲}t$ است را بدست می آوریم.

$$۲۴۰۰=\frac{۱}{۲}\times v\times\frac{۳}{۲}t\Rightarrow t=۸۰\Rightarrow T=\frac{۳}{۲}t=۱۲۰\ (s)$$

ب) حرکت قطار با محدودیت سرعت ۲۵ متر برثانیه (یا ۹۰ کیلومتر برساعت)



نمودار سرعت زمان برای این حالت به صورت مقابل است.

زمان کل حرکت که $T'=۷۵+t$ است

باز هم مساحت نمودار با محور زمان باید ۲۴۰۰ متر شود.

$$۲۴۰۰=\frac{۲t+۷۵}{۲}\times ۲۵\Rightarrow t=۵۸/۵\Rightarrow T'=۷۵+t=۱۳۳/۵\ (s)$$

بنابراین :

$$۲(T'-T)=\boxed{۲۷\ (s)}$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه – محمد نادری

۵) چگالی مس $۸/۹\ \mathrm{g/cm^3}$، جرم مولی مس $۶۴\ \mathrm{g/mol}$ و هر اتم مس یک الکترون آزاد دارد که باعث رسانش الکتریکی در این فلز است. یک سیم مسی به سطح مقطع $۲۰\ \mathrm{mm^2}$ حامل جریان الکتریکی $۸/۹\ \mathrm{A}$ است. سرعت سوق الکترون‌های آزاد در سیم، v_d، چند **میلی‌متر بر ثانیه** است؟ لازم به ذکر است که اگر n تعداد الکترون‌های آزاد در واحد حجم فلز مس باشد جریان گذرنده از سیم $I = Anev_d$ است که A مساحت مقطع سیم و e اندازه بار الکتریکی یک الکترون، $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\mathrm{C}$ است.

ابتدا تعداد مول ها و سپس تعداد اتم های مس را بدست می‌آوریم.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho AL}{M} \Rightarrow N = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\frac{\rho AL}{M}$$

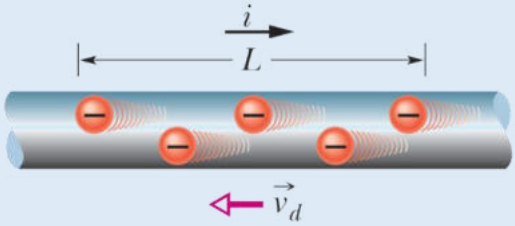
چون هر اتم مس یك الکترون آزاد دارد که باعث رسانش در این فلز است بنابراین تعداد الکترون های ازاد که باعث رسانش می شوند نیز برابر N است. تعداد الکترون های آزاد در واحد حجم از تقسیم تعداد الکترون ها به واحد حجم بدست می آید.

$$\mathrm{n} = \frac{N}{V} = \frac{N}{AL} = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\frac{\rho}{M}$$

برای محاسبه سرعت سوق با توجه به فرمول داده شده در سوال داریم:

$$i = Anev_d \Rightarrow v_d = \frac{i}{Ane} = \frac{۸/۹ \times ۶۴}{۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۸/۹ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}$$

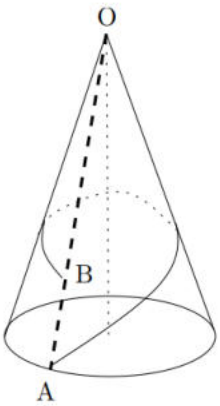
$$v_d = ۳ \times ۱۰^{-۵}\frac{m}{s} = \boxed{۰/۰۳\frac{mm}{s}}$$



گروه فیزیک نورآبی

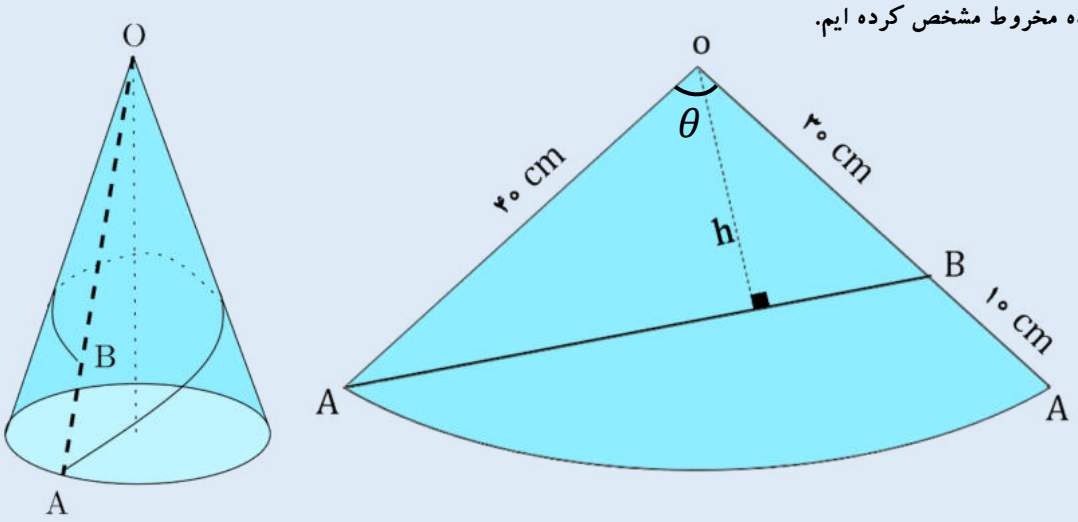
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری



۶) شعاع قاعدهٔ مخروط قائم شکل مقابل ۱۰ cm و طول یال آن (خط OA در شکل) ۴۰ cm است. فاصلهٔ نقاط A و B که روی یک یال قرار دارند ۱۰ cm است. مورچه‌ای از نقطهٔ A مخروط را یک بار دور می‌زند و در مسیری که کوتاه‌ترین مسیر ممکن است خود را به نقطهٔ B می‌رساند. در طی این مسیر کوتاه‌ترین فاصلهٔ مورچه از نقطهٔ O، رأس مخروط چند **سانتی‌متر** است؟

پاسخ: اگر مخروط فوق را باز کنیم به یك قطاعی از دایره که سعاع آن برابر با یال مخروط است خواهیم رسید. بنابراین با توجه به شکل زیر کوتاه ترین راهی که مورچه برای رفتن به نقطه B پیش رو خواهد داشت مسیر مستقیم از A به B است که در شکل باز شده مخروط مشخص کرده ایم.



به راحتی می توان ثابت کرد که زاویه θ برابر ۹۰ درجه است. شعاع مخروط $r = ۱۰\ \text{cm}$ و یال آن $l = ۴۰\ \text{cm}$ است.

$$۲\pi r = l\,\theta \Rightarrow \theta = \frac{۲\pi r}{l} = \frac{\pi}{۲}$$

بنابراین مثلث AOB یك مثلث قائم الزاویه است. ضلع AB از فیثاغورث بدست می آوریم:

$$AB = \sqrt{۴۰^۲ + ۳۰^۲} = ۵۰\ \text{cm}$$

مساحت این مثلث را به دو طریق می توان محاسبه نمود. با مساوی قرار دادن این مقادیر، اندازه h که کمترین فاصله مورچه از نقطه O می باشد را تعیین میکنیم.

$$\frac{۴۰ \times ۳۰}{۲} = \frac{h \times ۵۰}{۲} \Rightarrow \boxed{h = ۲۴\ \text{cm}}$$

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

رسول گلستانه — محمد نادری

۷) یک میلهٔ آهنی به جرم ۱٫۰kg را که تا دمای ۹۴۰ °C گرم شده است در ظرفی محتوی ۴٫۰ L آب فرو می‌بریم. دمای آب از ۲۵ °C به ۴۰ °C می‌رسد. فرض کنید در مجاورت میله، آب به دمای ۱۰۰ °C می‌رسد و تبخیر می‌شود و پس از تبخیر دمای بخار افزایش نمی‌یابد. همچنین از هر نوع انتقال گرما به ظرف و محیط چشم بپوشید. چند **گرم** آب تبخیر شده است؟ گرمای ویژهٔ آب و آهن به ترتیب ۴۲۰۰ J/kg.K و ۴۹۰ J/kg.K، چگالی آب ۱٫۰ kg/L و گرمای نهان تبخیر آب $۲٫۳\times ۱۰^{۶}$ J/kg است.

میله‌ی آهنی گرما از دست می‌دهد و در عوض آب این گرما را دریافت می‌کند. همه‌ی آب دمایش از ۲۵ °C به ۴۰ °C می‌رسد. امّا این وسط جرم m' از آب که در مجاورتِ میله است، ابتدا با جذبِ گرمای بیشتر از ۴۰ °C به ۱۰۰ °C رفته و سپس با گرفتنِ گرمایِ نهانِ تبخیر، بخار می‌شود. پس از پایستگی انرژی داریم:

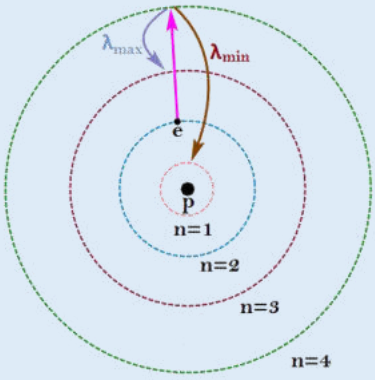
$$Q_{\text{آهن}} = Q_{\text{آب}}$$

$$\rightarrow m_{\text{آهن}}c_{\text{آهن}}\Delta\theta = \left(m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta\theta\right) + \left(m'c_{\text{آب}}\Delta\theta'\right) + \left(m'L_{v\,\text{آب}}\right)$$

$$\rightarrow ۱ \times ۴۹۰ \times ۹۰۰ = (۴ \times ۴۲۰۰ \times ۱۵) + (m' \times ۴۲۰۰ \times ۶۰) + (m' \times ۲/۳ \times ۱۰^{۶})$$

$$\rightarrow m' = \frac{۱۸۹}{۲۵۵۲}\text{kg} \approx \boxed{۷۴\ \text{g}}$$

۸) ظرفی محتوی گاز هیدروژن در نظر بگیرید. فرض کنید بخشی از اتم‌ها در حالت پایه و بقیهٔ آن‌ها همگی در یک حالت برانگیخته هستند. به این گاز فوتون‌هایی با انرژی ۲٫۵۵ eV می‌تابانیم. این فوتون‌ها توسط گاز جذب می‌شوند؛ سپس اتم‌های تحریک شده به ترازهای پایین‌تر می‌روند و فوتون‌هایی با انرژی‌های مختلف گسیل می‌کنند. در بین فوتون‌های گسیل شده فوتون‌هایی با انرژی کمتر از ۲٫۵۵ eV نیز وجود دارد. اگر $\Delta\lambda$ تفاوت بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج فوتون‌های گسیلی بر حسب **آنگستروم** باشد، $\frac{\Delta\lambda}{۱۰۰۰}$ چه عددی است؟ انرژی یونش اتم هیدروژن ۱۳٫۶ eV و ثابت پلانک $۶٫۶۳\times ۱۰^{-۳۴}$ J.s است.



انرژیِ الکترون در اتم هیدروژن طبقِ رابطه‌ی $E_n = -\frac{۱۳/۶}{n^۲}$ در ترازِ پایه ۱۳/۶ eV- و در اوّلین حالتِ برانگیخته ۳/۴ eV- است. چون انرژیِ فوتون‌های تابیده به ظرف از اختلافِ انرژیِ این دو تراز (۱۰٫۲ eV) کمتر است، این فوتون‌ها نمی‌توانند توسطِّ اتمی در حالت پایه جذب شوند.

امّا با کمی دقت متوجه می‌شویم که اختلافِ انرژیِ الکترون در دو حالتِ $n = ۲$ و $n = ۴$ برابرِ ۲٫۵۵ eV است. از جذبِ فوتون‌هایِ تابیده‌شده به ظرف نتیجه می‌گیریم که بخشی از اتم‌هایِ هیدروژنِ داخلِ ظرف در اوّلین حالتِ برانگیخته هستند. در اتم‌هایی که در اوّلین حالت برانگیخته هستند، الکترون با جذبِ فوتون ۲٫۵۵ الکترون‌ولتی از

گروه فیزیک نورآبی

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

حالتِ $n = ۲$ به حالتِ $n = ۴$ می‌روند.

حال اگر الکترون از حالتِ $n = ۴$ به ترازی با انرژیِ کمتر جهش کند، فوتون تابش خواهد کرد. اگر الکترون از حالتِ $n = ۴$ به حالتِ $n = ۳$ برود، فوتونِ تابش‌شده بیشترین طولِ موج و اگر از حالتِ $n = ۴$ به حالتِ $n = ۱$ برود، فوتونی با کمترین طولِ موج تابش خواهد کرد.

$$\begin{cases} \lambda_{min} = \dfrac{hc}{\Delta E_{۴\to۱}} = \dfrac{۱۲۴۰\ \text{eV}\cdot\text{nm}}{۱۲/۷۵\ \text{eV}} = ۹۷/۲۵\ \text{nm} = ۹۷۲/۵\ \text{Å} \\ \lambda_{max} = \dfrac{hc}{\Delta E_{۴\to۳}} = \dfrac{۱۲۴۰\ \text{eV}\cdot\text{nm}}{۰/۶۶\ \text{eV}} = ۱۸۷۸/۷۸\ \text{nm} = ۱۸۷۸۷/۸\ \text{Å} \end{cases}$$

پس خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta\lambda}{۱۰۰۰} = \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{۱۰۰۰} = ۱۷/۸ \approx \boxed{۱۸}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی(ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۳۹۶

سی و یکمین دورهٔ المپیاد فیزیک

ساعت: ۰۹:۰۰ صبح

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدّت آزمون
چهار گزینه‌ای	مسئله کوتاه	
۲۷	۵	۲۱۰ دقیقه

نام: نام خانوادگی: شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۱ - کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچهٔ سؤالات شما که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد دفترچه که در همین صفحه است، یکی باشد.

۲ - بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید.

۳ - یک برگه پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴ - برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوطه علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵ - در سوال‌های چهار گزینه‌ای به هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی تعلق می‌گیرد. در مسئله‌های کوتاه به هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

۶ - همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین‌حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

۷ - آزمون مرحلهٔ دوّم برای دانش‌آموزان پایهٔ دهم، صرفاً جنبهٔ آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم انتخاب می شوند.

۸ - داوطلبان نمی‌توانند دفترچهٔ سؤالات را با خود ببرند. دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی : www.ysc.sampad.medu.ir

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد دفترچهٔ سؤالات: ۱

۰) کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید.

---

۱) ذره‌ای به جرم m و بار الکتریکی q تحت تأثیر نیروی گرانش زمین و نیروی الکتریکی روی مسیری افقی با شتاب ثابت g حرکت می‌کند. اندازهٔ نیروی الکتریکی کدام گزینه است؟

۱) صفر ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}mg$ ۳) mg ۴) $\boxed{\sqrt{۲}mg}$

---

۲) مقاومت الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B در شکل چقدر است؟
$R = ۶۰\ \Omega$ و $r = ۳۰\ \Omega$.

۱) $۹۰\ \Omega$ ۲) $۶۰\ \Omega$ ۳) $۳۰\ \Omega$ ۴) $\boxed{۲۰\ \Omega}$

---

۳) در یک دنیای فرضی چهار نوع بار قرمز، آبی، سبز و زرد وجود دارد به طوری که دو بار هم‌رنگ یکدیگر را دفع و دو بار غیر هم‌رنگ یکدیگر را جذب می‌کنند. فرض کنید برای تشخیص نوع بار معینی در این دنیای فرضی از ابزاری شبیه برق‌نما (الکتروسکوپ) استفاده می‌کنیم که کلاهک آن را می‌توان قبلاً با هر یک از بارهای چهارگانهٔ قرمز، آبی، سبز و زرد باردار کرد. برای تعیین نوع این بار حداکثر به چند تا از برق‌نماهای فوق نیاز داریم؟

۱) یک ۲) دو ۳) $\boxed{\text{سه}}$ ۴) چهار

---

۴) جاده‌ای شیب ۲۰٫۰ درصد دارد، یعنی در هر ۱۰۰ متر روی جاده خودرو ۲۰ متر بالاتر می‌رود. یک خودرو در یک روز برفی در کنار این جاده توقف می‌کند و راننده ترمز دستی آن را می‌کشد. خودرو به طرف پایین جاده شروع به سُر خوردن می‌کند بدون این که چرخ‌ها بچرخند. اگر این خودرو در همین روز برفی بخواهد در یک خیابان افقی از حال سکون شروع به حرکت کند حداقل چه زمانی برای رسیدن به سرعت $۹۰٫۰\ \mathrm{km/h}$ نیاز دارد؟ $g = ۹٫۸۰\ \mathrm{m/s^۲}$.

۱) $۱۱٫۴\ \mathrm{s}$ ۲) $\boxed{۱۲٫۵\ \mathrm{s}}$ ۳) $۴۰٫۱\ \mathrm{s}$ ۴) $۴۵٫۰\ \mathrm{s}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) هر دوقطبی مغناطیسی با برداری موسوم به مُمان دوقطبی مغناطیسی، $\vec{S}$، مشخص می‌شود. انرژی دستگاهی متشکل از دو دوقطبی مغناطیسی را به صورت زیر بگیرید

$$E(\theta) = J[S_{1x}S_{2x} + S_{1y}S_{2y} + \lambda S_{1y}S_{2y} + \frac{\mu}{2}(S_{1y}^2 + S_{2y}^2)],$$

که در آن J، λ و μ ثابت‌های مثبت هستند ($\lambda < 1$ و $\mu < 1$). همچنین S_{1x} و S_{1y} مؤلفه‌های بردار $\vec{S}_1$، و S_{2x} و S_{2y} مؤلفه‌های بردار $\vec{S}_2$ هستند.

دو قطبی‌های $\vec{S}_1$ و $\vec{S}_2$ را مطابق شکل در صفحهٔ $y - x$ در نظر بگیرید.
اندازهٔ هر ممان S است. هر یک از نمودارهای زیر ممکن است انرژی دستگاه را بر حسب θ نشان دهد.

کدام گزینه درست است؟

۱) شکل (الف) برای $\lambda > \mu$ و شکل (ب) برای $\lambda < \mu$ **۲)** شکل (ج) برای $\lambda > \mu$ و شکل (د) برای $\lambda < \mu$

۳) شکل (ب) برای $\lambda > \mu$ و شکل (الف) برای $\lambda < \mu$ **۴)** شکل (د) برای $\lambda > \mu$ و شکل (ج) برای $\lambda < \mu$

---

۶) با در نظر گرفتن مقادیر تقریبی مناسب برای کمیت‌های مرتبط، مرتبهٔ بزرگی تعداد ملکول‌های نیتروژن جو زمین به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) 10^{39} **۲)** 10^{44} **۳)** 10^{49} **۴)** 10^{54}

---

۷) هستهٔ عناصر مانند یک جسم سخت نیست که سطح آن مرز مشخصی دارد. به هسته‌ای با عدد جرمی A شعاع متوسط R نسبت داده می‌شود که رابطهٔ آن با A به صورت $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ است که $R_0 = 1.2\ \text{fm}$. جرم یک پروتون یا نوترون $1.67 \times 10^{-27}\ \text{kg}$ است. چگالی مادهٔ هسته‌ای کدام گزینه است؟

۱) $2.3 \times 10^{8}\ \text{kg/m}^3$ **۲)** $2.3 \times 10^{11}\ \text{kg/m}^3$ **۳)** $2.3 \times 10^{14}\ \text{kg/m}^3$ **۴)** $2.3 \times 10^{17}\ \text{kg/m}^3$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸) دو جسم کوچک از نقطهٔ C بدون سرعت اولیه رها می‌شوند و روی مسیرهای بدون اصطکاک CB و CAB به نقطهٔ B می‌رسند. جسمی که از مسیر CAB می‌رود در نقطهٔ A بدون آن که اندازهٔ سرعت‌اش تغییر کند منحرف می‌شود و در مسیر AB به حرکت ادامه می‌دهد. زاویهٔ A قائمه و شتاب گرانش مطابق شکل است. $\cos\alpha$ چقدر باشد تا دو گلوله هم‌زمان به نقطهٔ B برسند؟

۱) $\boxed{\frac{۴}{۵}}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

---

۹) تصویر هوایی لحظه‌ای از یک بزرگ‌راه مطابق شکل (۱) است. در لحظهٔ تصویربرداری خودروهای جلویی، به فاصلهٔ $d = ۲\ \mathrm{m}$ از یکدیگر، با سرعت $v_۱ = ۵\ \mathrm{m/s}$ و خودروهای عقبی به فاصلهٔ d' از یکدیگر، با سرعت $v_۲ = ۲۵\ \mathrm{m/s}$ حرکت می‌کنند. طول همهٔ خودروها را $L = ۵\ \mathrm{m}$ بگیرید. نخستین خودرو از مجموعهٔ عقبی به محض آن که به فاصلهٔ d از آخرین خودرو مجموعهٔ جلویی می‌رسد سرعت خود را به طور آنی از $v_۲$ به $v_۱$ می‌رساند و در همین لحظه یک تصویر هوایی دیگر از بزرگ‌راه گرفته می شود که مطابق شکل (۲) است. d' چقدر است؟

۱) $۱۰\ \mathrm{m}$ ۲) $۲۵\ \mathrm{m}$ ۳) $\boxed{۳۰\ \mathrm{m}}$ ۴) $۳۵\ \mathrm{m}$

---

۱۰) در شکل مقابل دو بالون به شعاع‌های $R_۱$ و $R_۲$ داریم که به ترتیب از گازهایی به چگالی $\rho_۱$ و $\rho_۲$ پر شده‌اند. بالون‌ها از دو سمت یک ترازوی ساده که طول بازوهای آن مساوی است آویخته شده و دستگاه در حالت تعادل است. چگالی هوا $\rho_۰$ است و داریم $\rho_۰ < \rho_۱ < \rho_۲$.

کدام گزینه در مورد $R_۲/R_۱$ درست است؟ جرم بالون‌های خالی با یکدیگر برابر است.

۱) $\frac{R_۲}{R_۱} = \left(\frac{\rho_۱(\rho_۲ - \rho_۰)}{\rho_۲(\rho_۱ - \rho_۰)}\right)^{۱/۳}$ ۲) $\frac{R_۲}{R_۱} = \left(\frac{\rho_۲ - \rho_۰}{\rho_۱ - \rho_۰}\right)^{۱/۳}$

۳) $\frac{R_۲}{R_۱} = \left(\frac{\rho_۱}{\rho_۲}\right)^{۱/۳}$ ۴) $\boxed{\frac{R_۲}{R_۱} = \left(\frac{\rho_۱ - \rho_۰}{\rho_۲ - \rho_۰}\right)^{۱/۳}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱) در یک دستگاه از واحدها، موسوم به واحدهای طبیعی، یکای طول $l_p = ۱/۶ \times ۱۰^{-۳۵}\ \mathrm{m}$ و یکای دما $T_p = ۱/۴ \times ۱۰^{۳۲}\ \mathrm{K}$ است که به آن‌ها به ترتیب طول پلانک و دمای پلانک گفته می‌شود. در این دستگاه از واحدها تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم عالم بر حسب دما با رابطهٔ $n = ۰/۱۸T^۳$ داده می‌شود. اگر دمای میانگین عالم در حال حاضر $۲/۷\ \mathrm{K}$ باشد تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم چند **فوتون بر سانتی‌متر مکعب** است؟

۱) $\boxed{۳/۲ \times ۱۰^۲}$ ۲) $۱/۴ \times ۱۰^۴$ ۳) $۳/۲ \times ۱۰^۸$ ۴) $۱/۴ \times ۱۰^{۱۰}$

---

۱۲) یک بالون پر از هیدروژن با جرم کل M و حجم ثابت V در ارتفاع h از سطح زمین در حال تعادل است. جو در شرایطی ایده‌آل فرض می‌شود که در آن چگالی هوا در ارتفاع h از رابطهٔ $\rho = \rho_۰(۱ - \frac{h}{h_۰})^{۱/(\gamma-۱)}$ به دست می‌آید که $\rho_۰$ چگالی هوا در ارتفاع صفر و γ ضریب اتمیسیتهٔ هوا است. فرض کنید به آرامی جرم m از بالون به بیرون ریخته شود. بالون بالا رفته در ارتفاع h' می‌ایستد. h' کدام است؟
یادآوری: اگر x خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد $(x \ll ۱)$ آنگاه $(۱+x)^\alpha \approx ۱ + \alpha x$.

۱) $h + h_۰ \frac{۱}{\gamma - ۱} \frac{m}{M}$ ۲) $h + (h_۰ - h) \frac{۱}{\gamma - ۱} \frac{m}{M}$

۳) $h + h_۰(\gamma - ۱) \frac{m}{M}$ ۴) $\boxed{h + (h_۰ - h)(\gamma - ۱) \frac{m}{M}}$

---

۱۳) ذره‌ای با بار q و جرم m در میدان مغناطیسی یکنواخت B روی دایره‌ای می‌چرخد. بر اثر این چرخش ذره تابشی با طول موج λ انجام می‌دهد. با توجه به یکای کمیت‌ها کدام یک از روابط زیر می‌تواند طول موج تابش را بیان کند. $\epsilon_۰$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و $\mu_۰$ تراوایی مغناطیسی خلأ است.

۱) $\lambda = \frac{qB}{m\sqrt{\epsilon_۰ \mu_۰}}$ ۲) $\lambda = \frac{qB\sqrt{\epsilon_۰ \mu_۰}}{m}$ ۳) $\boxed{\lambda = \frac{m}{qB\sqrt{\epsilon_۰ \mu_۰}}}$ ۴) $\lambda = \frac{m\sqrt{\epsilon_۰ \mu_۰}}{qB}$

---

۱۴) یک لامپ $۲/۵\ \mathrm{W}$ نور زرد سدیم با طول موج $\lambda = ۵۸۹۰\ \text{Å}$ تابش می‌کند. فرض کنید چشم انسان در تاریکی مطلق قادر است با دریافت حداقل ۱۰ فوتون بر ثانیه یک منبع نور را تشخیص دهد. در این حال مردمک چشم کاملاً باز است و قطر آن به $۶\ \mathrm{mm}$ می‌رسد. با توجه به این که انرژی فوتون‌ها از رابطهٔ پلانک، $\varepsilon = hf$، به دست می‌آید و با فرض آن که هیچ منبع نور دیگری نباشد و فوتون‌ها در مسیر خود پراکنده نشوند، این لامپ حداکثر از چه فاصله‌ای قابل تشخیص است؟ $h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ \mathrm{J.s}$ و $c = ۳ \times ۱۰^۸\ \mathrm{m/s}$.

۱) $۱/۳ \times ۱۰^۳\ \mathrm{m}$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^۳\ \mathrm{m}$ ۳) $\boxed{۱/۳ \times ۱۰^۶\ \mathrm{m}}$ ۴) $۲/۵ \times ۱۰^۶\ \mathrm{m}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) مطابق شکل دو جسم به جرم‌های $m_۱ = ۱\ \mathrm{kg}$ و $m_۲ = ۲\ \mathrm{kg}$ به دو سر ریسمانی که از روی قرقره‌ای گذشته است وصل شده‌اند. جرم قرقره و ریسمان قابل چشم‌پوشی است. در حالی که دو جسم روی یک سطح افقی به عنوان تکیه‌گاه قرار دارند، نیروی متغیر F را به سمت بالا به محور قرقره وارد می‌کنیم. اندازهٔ F را از صفر به تدریج زیاد می‌کنیم.

کدام یک از نمودارهای زیر شتاب جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ را بر حسب F به درستی بیان می‌کند؟ شتاب $a_۱$ را با خط توپر و شتاب $a_۲$ را با خط‌چین نشان داده‌ایم. اعداد روی محور افقی بر حسب نیوتن و اعداد روی محور قائم بر حسب متر بر مجذور ثانیه است. $g = ۱۰\ \mathrm{m/s^۲}$.

کدام نمودار درست است؟

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

۱۶) اگر دو مقاومت را با هم سری کنیم، مقاومت معادل p می‌شود و اگر همان دو مقاومت را با هم موازی ببندیم، مقاومت معادل q است. فرض کنید $p = nq$ است، حداقل مقدار ممکن برای n چیست؟

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

---

۱۷) $۲n$ بار الکتریکی نقطه‌ای q مطابق شکل بر روی رأس‌های یک $۲n$ ضلعی منتظم که طول ضلع آن a است قرار داده شده‌اند. نقطهٔ P به فاصلهٔ z از مرکز $۲n$ ضلعی منتظم روی خط راستی که بر صفحهٔ $۲n$ ضلعی منتظم عمود است قرار دارد. اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ P بر حسب $u = \frac{۲z}{a}\sin(\frac{\pi}{۲n})$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{qn}{۴\pi\epsilon_۰ z^۲}\frac{u^۲}{۴+u^۲}$

۲) $\frac{qn}{۴\pi\epsilon_۰ z^۲}\frac{u^۳}{(۴+u^۲)^{۳/۲}}$

۳) $\frac{qn}{۲\pi\epsilon_۰ z^۲}\frac{u^۲}{۱+u^۲}$

۴) $\frac{qn}{۲\pi\epsilon_۰ z^۲}\frac{u^۳}{(۱+u^۲)^{۳/۲}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸) سطح مقطع یک سیملولهٔ طویل استوانه‌ای به شعاع a که در واحد طول آن n دور سیم پیچیده شده در شکل نشان داده شده است. یک حلقهٔ رسانای روکش‌دار به شکل مثلث متساوی‌الاضلاع داخل سیملوله در دایره به شعاع a که عمود بر محور استوانه است محاط شده است. فرض کنید شدت جریان سیملوله، $I(t)$، با زمان تغییر کند. اگر مقاومت الکتریکی حلقهٔ رسانا R باشد جریان الکتریکی القاء شده در آن کدام گزینه است؟ اثر خودالقایی حلقه را نادیده بگیرید.

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}\frac{a^۲}{R}\mu_۰ n\frac{dI(t)}{dt}$

۲) $\boxed{\frac{۳\sqrt{۳}}{۴}\frac{a^۲}{R}\mu_۰ n\frac{dI(t)}{dt}}$

۳) $(\pi-\frac{\sqrt{۳}}{۴})\frac{a^۲}{R}\mu_۰ n\frac{dI(t)}{dt}$

۴) $(\pi-\frac{۳\sqrt{۳}}{۴})\frac{a^۲}{R}\mu_۰ n\frac{dI(t)}{dt}$

---

۱۹) هشت سیم مستقیم و طویل به موازات یکدیگر طوری قرار دارند که مقطع آن‌ها مطابق شکل، یک هشت‌ضلعی منتظم محاط در دایره‌ای به شعاع r است. جریان الکتریکی در همهٔ آن‌ها I است که در چهارتا از آن‌ها به سمت داخل شکل و در چهارتای دیگر به سمت بیرون شکل است. بردار میدان مغناطیسی این مجموعه در نقطهٔ O، مرکز هشت‌ضلعی منتظم، بر حسب بردارهای یکهٔ $\hat{\mathbf{i}}$ و $\hat{\mathbf{j}}$ کدام گزینه است؟

یادآوری می‌شود اندازهٔ میدان مغناطیسی یک سیم طویل حامل جریان I در فاصلهٔ R از آن $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi R}$ است.

۱) $\boxed{\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲\hat{\mathbf{i}}-۲(۱+\sqrt{۲})\hat{\mathbf{j}}]}$

۲) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲(۱+\sqrt{۲})\hat{\mathbf{i}}+۲\hat{\mathbf{j}}]$

۳) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲\hat{\mathbf{i}}+۲(۱+\sqrt{۲})\hat{\mathbf{j}}]$

۴) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲(۱+\sqrt{۲})\hat{\mathbf{i}}-۲\hat{\mathbf{j}}]$

---

۲۰) در شکل، نمایی از یک دستگاه جداکنندهٔ جرم که برای اندازه‌گیری جرم یون‌ها به کار می‌رود، نشان داده شده است. در این دستگاه یون‌هایی که در چشمهٔ S تولید شده‌اند، تحت تأثیر پتانسیل الکتریکی $V = ۱۰۰۰\ \mathrm{V}$ شتاب می‌گیرند و وارد اتاقکی می‌شوند که در آن میدان مغناطیسی $B = ۰/۰۸\ \mathrm{T}$، عمود بر صفحهٔ شکل، برقرار است.
فرض کنید یون‌هایی با بار $e = ۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$ در این دستگاه وارد شده و در فاصلهٔ $d = ۳۰/۲\ \mathrm{cm}$ فرود آمده‌اند. اگر واحد جرم اتمی $\mathrm{u} = ۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\ \mathrm{kg}$ باشد، این یون‌ها مربوط به کدام عنصر هستند؟

۱) ${}^{۹}_{۴}\mathrm{Be}$

۲) $\boxed{{}^{۷}_{۳}\mathrm{Li}}$

۳) ${}^{۴}_{۲}\mathrm{He}$

۴) ${}^{۱}_{۱}\mathrm{H}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۱) موتور الکتریکی ساده از یک قاب abcd که می‌تواند دور محورش بچرخد درست شده است. دور این قاب چند دور سیم نازک روکش‌دار پیچیده شده و قاب میان دو قطب آهنربا قرار دارد. دو سر سیم‌های پیچیده دور قاب به یک باتری وصل می‌شود و جریانی در سیم‌پیچ به وجود می‌آید. نیروی ناشی از تأثیر میدان مغناطیسی بر جریان الکتریکی، قاب را می‌چرخاند.

در یک موتور الکتریکی یک بار سیمی که شعاع سطح مقطع آن $r_۱$ است انتخاب می‌کنیم و $N_۱$ دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان $I_۱$ از سیم‌پیچ می‌گذرد. بار دیگر سیمی از همان جنس به شعاع سطح مقطع $r_۲$ برمی‌داریم و $N_۲$ دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان $I_۲$ از سیم‌پیچ می‌گذرد. می‌خواهیم نیروی وارد بر هر جزء از سیم‌ها و جرم کل قاب سیم‌پیچی شده در دو وضعیت تغییر نکند. میدان مغناطیسی را ثابت فرض کنید. $r_۲$ و $N_۲$ بر حسب $r_۱$، $N_۱$، $I_۱$ و $I_۲$ کدام گزینه است؟

۱) $N_۲ = N_۱\sqrt{\frac{I_۱}{I_۲}}$ و $r_۲ = r_۱\frac{I_۲}{I_۱}$

۲) $\boxed{N_۲ = N_۱\frac{I_۱}{I_۲}}$ و $r_۲ = r_۱\sqrt{\frac{I_۲}{I_۱}}$

۳) $N_۲ = N_۱\sqrt{\frac{I_۲}{I_۱}}$ و $r_۲ = r_۱\frac{I_۱}{I_۲}$

۴) $N_۲ = N_۱\frac{I_۲}{I_۱}$ و $r_۲ = r_۱\sqrt{\frac{I_۱}{I_۲}}$

---

۲۲) یک غشاء نازک در فاصلهٔ d جلوی یک آینهٔ تخت و موازی آن قرار دارد. در فاصلهٔ a از غشاء، بین غشاء و آینه، یک چشمهٔ امواج رادیویی نقطه‌ای قرار دارد. این چشمه تپی در بازهٔ زمانی کوتاه به سوی غشاء می‌فرستد. غشاء دارای این خاصیت است که هر تپ را به دو تپ تقسیم می‌کند، یک تپ را عبور می‌دهد و تپ دیگر را بازمی‌تاباند. آینه نیز هر تپ که به آن می‌رسد را کاملاً بازمی‌تاباند.

مطابق شکل درنقطهٔ A به فاصلهٔ x از غشاء یک دریافت‌کنندهٔ امواج رادیویی قرار دارد. فرض کنید چشمه در لحظهٔ $t = ۰$ یک تپ به سمت غشاء می‌فرستد. تعیین کنید بعد از زمان T چند تپ به دریافت‌کننده می‌رسد. c سرعت نور است و علامت $[y]$ جزء صحیح عدد اعشاری y را نشان می‌دهد.

۱) $\boxed{\left[\frac{Tc-(x+a)}{۲d}\right]+۱}$ ۲) $\left[\frac{Tc}{x+a}\right]+۱$ ۳) $\left[\frac{Tc}{۲d}\right]+۱$ ۴) $\left[\frac{Tc}{۲(d-a)}\right]+۱$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) مقداری گاز در ظرفی محبوس است و به وسیلهٔ یک پیستون به جرم ناچیز، حجم آن قابل تغییر است. مطابق شکل پیستون به یک فنر که از قانون هوک پیروی می‌کند و ثابت آن k است وصل شده است. سرِ دیگر فنر به نقطهٔ ثابتی بسته شده است. مساحت سطح مقطع پیستون A است.

به آرامی به گاز گرما می‌دهیم طوری که از حجم و فشار اولیهٔ $(V_۱, P_۱)$ به حجم و فشار نهایی $(V_۲, P_۲)$ می‌رسد. کار انجام شده روی گاز کدام گزینه است؟

راهنمایی: به کمک تعادل نیروها در هر لحظه، نوع رابطهٔ P بر حسب V را تعیین کنید.

۱) $P_۱V_۱ - P_۲V_۲ + k(V_۲ - V_۱)^۲/۲A^۲$ **۲)** $(P_۲ + P_۱)(V_۱ - V_۲)/۲ + k(V_۲ - V_۱)^۲/۲A^۲$

۳) $\boxed{(P_۲ + P_۱)(V_۱ - V_۲)/۲}$ **۴)** $P_۱V_۱ - P_۲V_۲$

---

۲۴) دو کرهٔ رسانای هم‌مرکز به شعاع‌های a و b متصل به زمین هستند. بار نقطه‌ای q بین دو کره و به فاصله‌ی d از مرکز کره‌ها قرار دارد و بارهای $Q_۱$ و $Q_۲$ را به ترتیب روی کره‌های با شعاع a و b القاء می‌کند. $Q_۱ + Q_۲ = -q$. می‌توان نشان داد بارهای $Q_۱$ و $Q_۲$ کدام‌اند؟

توجه: اگر درون یک کرهٔ رسانا بار الکتریکی وجود نداشته باشد و فقط روی سطح آن بار وجود داشته باشد، پتانسیل الکتریکی همهٔ نقاط درون کره و سطح آن با هم برابراند. همچنین لازم به دقت است که پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن $V = \frac{q}{۴\pi\epsilon_۰ r}$ است و برای مجموعه‌ای از بارها، پتانسیل الکتریکی در هر نقطه برابر با مجموع پتانسیل الکتریکی بارها در آن نقطه است.

۱) $Q_۱ = -q\frac{a(b-d)}{d(b-a)}$، $Q_۲ = -q\frac{b(b-d)}{d(b-a)}$ **۲)** $Q_۱ = -q\frac{a(d-a)}{d(b-a)}$، $Q_۲ = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}$

۳) $\boxed{Q_۱ = -q\frac{a(b-d)}{d(b-a)}، \quad Q_۲ = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}}$ **۴)** $Q_۱ = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}$، $Q_۲ = -q\frac{a(b-d)}{d(b-a)}$

---

۲۵) چگالی آب مایع $۱\ \mathrm{g/cm^۳}$ و عدد آووگادرو $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ است. فاصلهٔ میانگین دو اتم اکسیژن همسایه در آب مایع چقدر است؟

۱) $۳\times۱۰^{-۷}\ \mathrm{cm}$ **۲)** $\boxed{۳\times۱۰^{-۸}\ \mathrm{cm}}$ **۳)** $۳\times۱۰^{-۹}\ \mathrm{cm}$ **۴)** $۳\times۱۰^{-۱۰}\ \mathrm{cm}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۶) مطابق شکل تسمه نقاله‌ای با سرعت ثابت $1\ \mathrm{m/s}$ به طرف چپ در حرکت است. جسمی را از نقطهٔ A نزدیک سطح تسمه و در امتداد آن به صورت افقی و با سرعت v_0 نسبت به ناظر زمین به سمت راست پرتاب می‌کنیم.

ضریب اصطکاک جنبشی بین تسمه و جسم ۰٫۲۵ و طول تسمه نقاله $5\ \mathrm{m}$ است. شتاب گرانش را $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$ بگیرید. حداکثر v_0 چقدر باشد تا جسم از سمت مقابل A از روی تسمه نقاله پایین نیفتد.

۱) $4\ \mathrm{m/s}$ ۲) $\boxed{5\ \mathrm{m/s}}$ ۳) $6\ \mathrm{m/s}$ ۴) $10\ \mathrm{m/s}$

---

۲۷) یک ماشین گرمایی با یک مول گاز کامل تک اتمی طی فرایند چرخه‌ای آرمانی نشان داده شده در شکل کار انجام می‌دهد. بازدهٔ این ماشین گرمایی چند درصد است؟

۱) $\boxed{7}$ ۲) ۲۷ ۳) ۳۴ ۴) ۶۴

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.
در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) قلب یک انسان بالغ تقریباً در هر ۰٫۸ ثانیه یک بار می‌زند و در هر بار $۷۰\ \text{cm}^۳$ خون را از سرخرگ آئورت عبور می‌دهد. قطر سرخرگ آئورت $۲\ \text{cm}$ است. سرعت خون عبوری از آئورت چند **سانتی‌متر بر ثانیه** است؟

پاسخ: $۲۸\ \text{cm/s}$

---

۲) فرض کنید پشت چراغ قرمز تعداد زیادی اتومبیل که طول هر یک $۴\ \text{m}$ است پشت سر هم و چسبیده به هم توقف کرده‌اند. وقتی چراغ سبز شد اتومبیل اول که دقیقاً پشت چراغ قرار دارد با شتاب ثابت $۱\ \text{m/s}^۲$ به راه می‌افتد و پس از آن که $۸\ \text{m}$ از اتومبیل عقبی فاصله گرفت، اتومبیل دوم نیز با همان شتاب به راه می‌افتد. اتومبیل سوم نیز پس از آن که اتومبیل دوم $۸\ \text{m}$ از آن فاصله گرفت با همان شتاب شروع به حرکت می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. اگر چراغ $۱۲۰\ \text{s}$ ثانیه سبز بماند حداکثر چند اتومبیل می‌توانند از چراغ سبز عبور کنند؟ پاسخ: ۲۷

---

۳) در مدار مقابل اگر یک باتری را بین نقاط A و B یا بین نقاط C و D وصل کنیم توان الکتریکی مصرفی در مدار P است. اگر همان باتری بین نقاط A و D یا بین نقاط B و C بسته شود توان الکتریکی مصرفی $P' = \frac{۶۵}{۹}P$ است. نسبت $\frac{R_۱}{R_۲}$ چقدر است؟ پاسخ: ۱۳

---

۴) بلندترین فوارهٔ جهان در شهر جده است. این فواره آب را با آهنگ ۳۷۵۰۰ لیتر در دقیقه تا ارتفاع $۲۶۰\ \text{m}$ پرتاب می‌کند. قطر ستون آب در محل پرتاب چند **سانتی‌متر** است؟ از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید و سرعت آب را در تمام نقاط سطح مقطع هنگام خروج از فواره یکسان فرض کنید. پاسخ: $۱۰\ \text{cm}$، $۱۱\ \text{cm}$ و $۱۲\ \text{cm}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) تعداد هسته‌ها در یک مادهٔ پرتوزا بنا بر رابطهٔ $N(t) = N_{\circ} \times ۱۰^{-k\lambda t}$ با زمان کاهش می‌یابد، که $k = ۰/۴۳$ و λ ثابت تلاشی نام دارد. همچنین می‌توان نشان داد که R، تعداد واپاشی بر واحد زمان، با N متناسب است، یعنی با کم شدن تعداد هسته‌ها، تعداد واپاشی‌ها بر واحد زمان نیز به همان نسبت کاهش می‌یابد.

در جدول مقابل برای یک نمونهٔ پرتوزا آهنگ واپاشی R (بر حسب تعداد بر دقیقه) در چهار لحظهٔ t (بر حسب دقیقه) داده شده است. با رسم نمودار $\log R$ بر حسب t نیمه عمر مادهٔ پرتوزا را بر حسب **دقیقه** به دست آورید. $\log ۲ \approx ۰/۳$.

R(تعداد بر دقیقه)	t(دقیقه)
۳۲۰	۸
۲۰۰	۲۳
۱۶۰	۳۰
۸۰	۵۴

پاسخ: ۲۳ دقیقه

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

پاسخ‌نامه (کلید اولیه) سؤالات دفترچه کد یک (۱) مرحله اول آزمون سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ المپیاد فیزیک

سوال شماره	گزینه/پاسخ صحیح	توضیح	سوال شماره	گزینه/پاسخ صحیح	توضیح
۱	۴		۱۷	۴	
۲	۴		۱۸	۲	
۳	۳		۱۹	۱	
۴	۲		۲۰	۲	
۵	۳		۲۱	۲	
۶	۲		۲۲	۱	
۷	۴		۲۳	۳	
۸	۱		۲۴	۳	
۹	۳		۲۵	۲	
۱۰	۴		۲۶	۲	
۱۱	۱		۲۷	۱	
۱۲	۴		مسئله کوتاه ۱	پاسخ: ۲۸ cm/s	
۱۳	۳		مسئله کوتاه ۲	پاسخ: ۲۷	
۱۴	۳		مسئله کوتاه ۳	پاسخ: ۱۳	
۱۵	۱		مسئله کوتاه ۴	پاسخ: ۱۰ cm، ۱۱ cm، ۱۲ cm	
۱۶	۴		مسئله کوتاه ۵	پاسخ: ۲۳ دقیقه	

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی(ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل

سی‌اُمین دورهٔ المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۵

صبح - ساعت: ۰۹:۰۰

کد دفترچه : **۱**

تعداد سؤالات		مدّت آزمون
چندگزینه‌ای	مسئله کوتاه	(دقیقه)
۲۸	۷	۲۱۰

نام : **نام خانوادگی :** **شمارهٔ صندلی :**

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۱ - کد دفترچهٔ سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچهٔ سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.

۲ - بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳ - یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴ - برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵ - در سوال‌های چهار گزینه‌ای به هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ‌مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی تعلق می‌گیرد. در مساله‌های کوتاه به هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

۶ - همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین‌حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

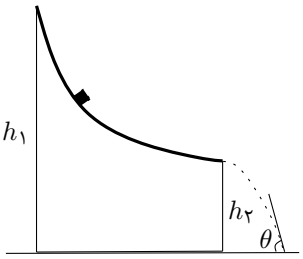
۷ - آزمون مرحلهٔ دوّم برای دانش‌آموزان پایهٔ دهم، صرفاً جنبهٔ آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان سوّم متوسّطه انتخاب می شوند.

۸ - داوطلبان نمی‌توانند دفترچهٔ سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.)

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای مرکز ملّی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) جسمی مطابق شکل از بالای یک سرسره‌ی بدون اصطکاک در ارتفاع h_1 بالای سطح زمین شروع به حرکت می‌کند. این جسم در ارتفاع h_2 از سطح زمین در حالی که سرعت‌اش کاملاً افقی است از روی سرسره خارج می‌شود و با زاویه‌ی θ نسبت به افق به سطح زمین برخورد می‌کند. $\frac{h_2}{h_1}$ کدام گزینه است؟



۱) $\sin^2\theta$ ۲) $\sin\theta$ ۳) $\tan\theta$ ۴) $\tan^2\theta$

---

۲) در یکی از روزهای آخر اسفند و یا اول فروردین، ماه تقریباً حدود ۴۰ دقیقه پس از خورشید طلوع می‌کند. می‌دانیم جهت گردش زمین به دور خورشید و جهت گردش ماه به دور زمین و جهت چرخش زمین به دور خودش یکسان است. فرض کنید صفحه‌ی حرکت ماه به دور زمین و صفحه‌ی حرکت زمین به دور خورشید یکی است. در غروب این روز

۱) ماه تقریباً ۱۵ دقیقه دیرتر از خورشید غروب می‌کند.

۲) ماه تقریباً ۱۵ دقیقه زودتر از خورشید غروب می‌کند.

۳) ماه تقریباً ۶۵ دقیقه دیرتر از خورشید غروب می‌کند.

۴) ماه تقریباً ۶۵ دقیقه زودتر از خورشید غروب می‌کند.

---

۳) برای یک حلقه‌ی بسته که از آن جریان الکتریکی می‌گذرد می‌توان کمیتی به نام ممان مغناطیسی تعریف کرد که از حاصلضرب جریان الکتریکی حلقه در مساحت آن به دست می‌آید. برای الکترون نیز می‌توان کمیتی مشابه تعریف کرد. اگر h ثابت پلانک، e بار الکترون و m_e جرم الکترون باشد، با توجه به یکای کمیت‌ها، کدام گزینه می‌تواند ممان مغناطیسی الکترون باشد؟

۱) $\frac{eh}{4\pi m_e}$ ۲) $\frac{eh}{4\pi m_e^2}$ ۳) $\frac{eh^2}{4\pi m_e^2}$ ۴) $\frac{e^2h^2}{4\pi m_e^2}$

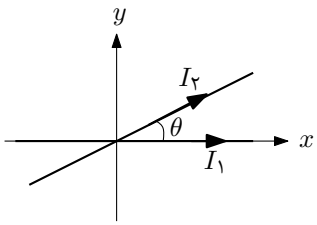
---

۴) فرض کنید چگالی هوای جو زمین از روی سطح زمین که مقدار آن $1/225\ \mathrm{kg/m^3}$ است به طور خطی با افزایش ارتفاع از سطح زمین کاهش می‌یابد تا به صفر برسد. با این مدل ضخامت جو زمین تقریباً چند کیلومتر خواهد بود؟ از تغییرات شتاب گرانش با ارتفاع صرفنظر کنید.

۱) ۳۴ ۲) ۲۵/۵ ۳) ۱۷ ۴) ۸/۵

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) دو سیم نامتناهی حامل جریان $I_۱$ و $I_۲$ مطابق شکل در صفحه‌ی $x-y$ قرار دارند. مکان هندسی نقاطی در این صفحه که میدان مغناطیسی در آن‌ها صفر است کدام است؟



۱) $y=(\frac{I_۱}{I_۲}\tan(\theta/۲))x$

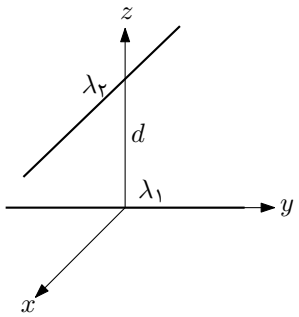
۲) $y=(\frac{I_۱\sin^۲\theta}{I_۲+I_۱\cos\theta})x$

۳) $y=(\frac{I_۱\sin^۲(\theta/۲)}{I_۲+I_۱\cos(\theta/۲)})x$

۴) $y=(\frac{I_۱\sin\theta}{I_۲+I_۱\cos\theta})x$

---

۶) دو خط بار نامتناهی با چگالی بار خطی (بار الکتریکی بر واحد طول) یکنواخت $\lambda_۱$ و $\lambda_۲$ مطابق شکل به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند. با توجه به ملاحظات فیزیکی اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو خط بار کدام گزینه می‌تواند باشد؟ خط بار $\lambda_۲$ موازی محور x است.



۱) $\frac{\lambda_۱^۲+\lambda_۲^۲}{۲\epsilon_۰}$

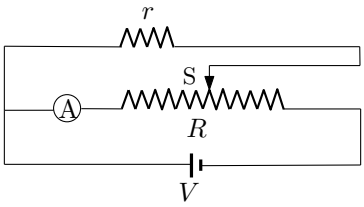
۲) $\frac{\lambda_۱\lambda_۲}{۲\epsilon_۰}$

۳) $\frac{\sqrt{\lambda_۱\lambda_۲}(\lambda_۱+۲\lambda_۲)}{۲\epsilon_۰}$

۴) $\frac{\lambda_۱\lambda_۲}{۲\epsilon_۰ d^۲}$

---

۷) در مدار شکل روبرو مقاومت کل پتانسیومتر R است و $r<R$. با جابجا کردن لغزنده‌ی S روی مقاومت R جریان گذرنده از آمپرسنج A قابل تغییر است. محدوده‌ی تغییرات جریان گذرنده از آمپرسنج کدام گزینه است؟



۱) $\frac{V}{R}\frac{۱}{۱+R/۲r}\le i\le\frac{V}{R}$

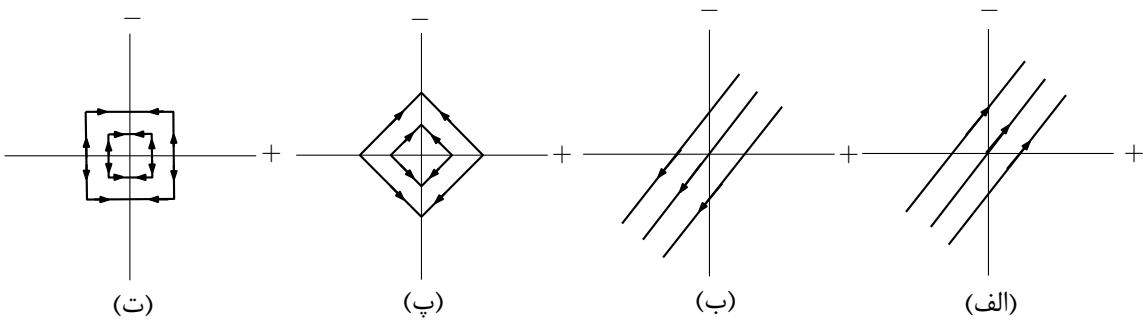
۲) $\frac{V}{R}\le i\le\frac{V}{R}\frac{۱}{۱-r/۲R}$

۳) $\frac{V}{R}\frac{۱}{۱+R/۴r}\le i\le\frac{V}{R}$

۴) $\frac{V}{R}\le i\le\frac{V}{R}\frac{۱}{۱-r/۴R}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

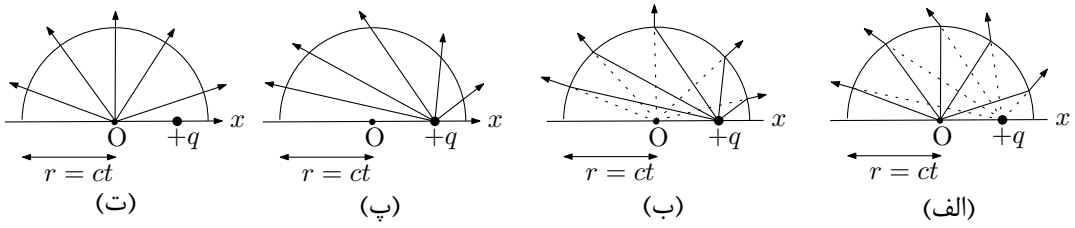
۸) می‌دانیم میدان الکتریکی ناشی از یک صفحه‌ی تخت نامتناهی با توزیع بار یکنواخت در بیرون از آن مقداری ثابت در جهت عمود بر صفحه است. اکنون دو صفحه‌ی تخت نامتناهی با توزیع بار الکتریکی یکنواخت ولی علامت‌های متفاوت در نظر بگیرید. این دو صفحه عمود بر هم هستند. کدام شکل خطوط میدان الکتریکی بین صفحه‌ها را درست نشان می‌دهد؟



۱) (الف) **۲)** (ب) **۳)** (پ) **۴)** (ت)

---

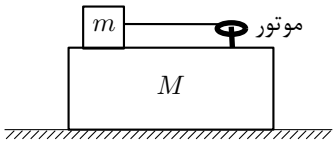
۹) بار الکتریکی q ابتدا در $x = 0$ ساکن است. ناگهان در $t = 0$ و در مدت بسیار کوتاهی سرعت آن در امتداد محور x به یک مقدار ثابت می‌رسد. تغییرات میدان الکتریکی در نقطه‌ای که به فاصله ی r از مبدأ واقع است پس از زمان $t = \frac{r}{c}$ احساس می‌شود که در آن c سرعت نور است. در زمان t خطوط میدان الکتریکی بار در حال حرکت به کدام شکل نزدیک‌تر است؟



۱) (الف) **۲)** (ب) **۳)** (پ) **۴)** (ت)

---

۱۰) در شکل مقابل جرم M با زمین اصطکاک ندارد ولی جرم m با جرم M اصطکاک دارد. موتوری روی جرم M نصب شده و نخی افقی که به جرم m وصل است را با سرعت ثابت دور یک قرقره جمع می‌کند. نیروی برآیند وارد به جرم M را F و کار آن را W بنامید. کدام گزینه صحیح است؟



۱) $F = 0, \quad W = 0$ **۲)** $F \neq 0, \quad W = 0$

۳) $F = 0, \quad W \neq 0$ **۴)** $F \neq 0, \quad W \neq 0$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱) فرض کنید یک نوع گاز از معادله‌ی

$$PV + \frac{an^۲}{V} = nRT$$

پیروی می‌کند که در آن P فشار گاز، V حجم گاز، T دمای مطلق گاز و n تعداد مول آن است. R ثابت گازها و a یک ثابت است. برای این گاز انرژی درونی چنین است

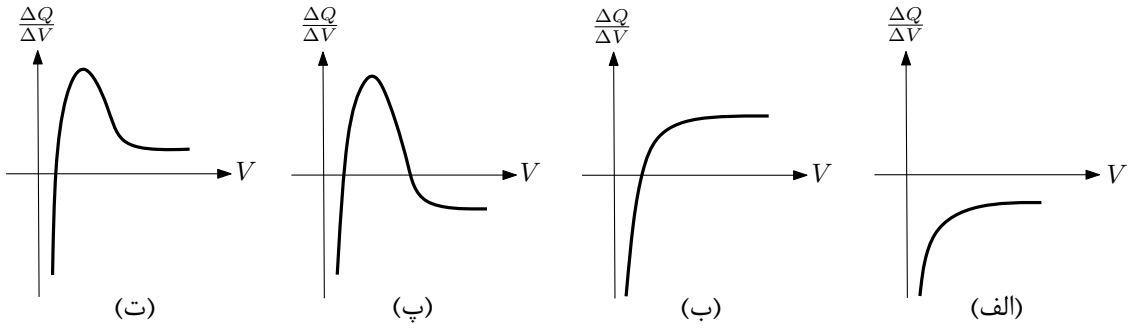
$$U = \frac{۳}{۲}nRT - \frac{an^۲}{V} + U_۰$$

که در آن $U_۰$ یک مقدار عددی ثابت است. فرض کنید رابطه‌ی فشار و حجم گاز به صورت زیر است

$$P = P_۰ + \frac{k}{V},$$

که در آن k و $P_۰$ ثابت و مثبت هستند. فرض کنید برای تغییر حجم ΔV، گرمای ΔQ مبادله شود. اگر این فرایند به آرامی صورت گیرد، $\frac{\Delta Q}{\Delta V}$ در کدام نمودار صحیح رسم شده است.

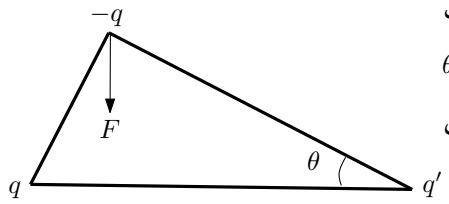
راهنمایی: $\Delta U = \frac{dU}{dV}\Delta V$



۱) (الف) **۲)** (ب) **۳)** (پ) **۴)** (ت)

---

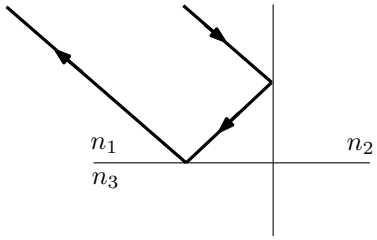
۱۲) بارهای q، $-q$ و q' مطابق شکل در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند که یکی از زاویه‌های حاده‌ی آن θ است. اگر راستای نیروی برآیند وارد بر بار $-q$ مطابق شکل عمود بر وتر باشد نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟



۱) $\tan\theta$ **۲)** $\tan^۳\theta$ **۳)** $\cot\theta$ **۴)** $\cot^۳\theta$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۳) سه محیط شفاف که ضریب شکست آن‌ها مطابق شکل n_1، n_2 و n_3 است در مجاورت هم قرار دارند و سطح جدایی آن‌ها صفحات عمود بر هم اند. اگر یک پرتو فرودی پس از دو بازتاب کلی متوالی به موازات پرتو نخستین بازتابد، کدام گزینه درست است؟



۱) $n_2^2 + n_3^2 < n_1^2$

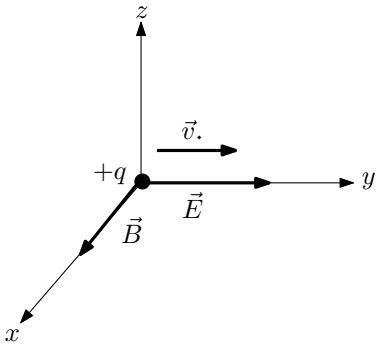
۲) $n_1^2 + n_2^2 > n_3^2$

۳) $n_1^2 + n_3^2 > n_2^2$

۴) $\frac{1}{n_1^2} > \frac{1}{n_2^2} + \frac{1}{n_3^2}$

---

۱۴) ذره‌ی با بار الکتریکی $+q$ با سرعت اولیه‌ی $\vec{v}_0$ در راستای محور y وارد ناحیه‌ای از فضا می‌شود که در آن مطابق شکل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم $\vec{E}$ و $\vec{B}$ برقرار است. کدام گزینه در مورد مسیر حرکت ذره درست است؟



۱) مسیر حرکت مارپیچی است که محور آن محور x است.

۲) مسیر حرکت مارپیچی است که محور آن محور در صفحه‌ی $x-y$ است و با محور x زاویه‌ی حاده می‌سازد.

۳) حرکت در صفحه‌ی $y-z$ صورت می‌گیرد و جابجایی کلی آن به سمت $+z$ است.

۴) حرکت در صفحه‌ی $y-z$ صورت می‌گیرد و جابجایی کلی آن به سمت $-z$ است.

---

۱۵) جسمی به جرم m به N فنر مشابه با ضریب سختی k و طول آزاد l_0 که در یک صفحه قرار دارند متصل شده است. انتهای این فنرها روی رأس‌های یک N ضلعی منتظم ثابت شده‌اند، به طوری که تمامی فنرها در حالت تعادل خود قرار دارند. این جسم را به آرامی و در جهتی عمود بر صفحه‌ی N ضلعی، به میزان δ که از l_0 خیلی کوچک‌تر است بلند کرده و سپس رها می‌کنیم. شتاب جسم درست در لحظه‌ی رها شدن چقدر است؟ از گرانش صرفنظر کنید.
راهنمایی: برای $|x|$ خیلی کوچک‌تر از یک داریم، $(1+x)^n \approx 1+nx$.

۱) $\frac{Nk\delta}{m}$ ۲) $\frac{Nk\delta^2}{2l_0 m}$ ۳) $\frac{Nk\delta^2}{l_0 m}$ ۴) $\frac{Nk\delta^3}{2l_0^2 m}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۶) کره‌ای فلزی به شعاع R و ظرفیت گرمایی C را تا دمای $T_\circ$ گرم می‌کنیم و سپس در لحظه‌ی $t = \circ$ در خلاء قرار می‌دهیم، به گونه‌ای که تنها عامل انتقال حرارت کره با محیط از طریق تابش باشد. فرض کنید سطح کره مشابه اجسام موسوم به اجسام سیاه تابش می‌کند به طوری که انرژی که در واحد زمان از واحد سطح آن تابش می‌شود $I = \sigma T^۴$ است که σ یک ثابت است. کدام رابطه دمای کره، T را بر حسب زمان، t نشان می‌دهد؟

۱) $\frac{۱}{۳T^۳} = \frac{۱}{۳T_\circ^۳} + \frac{۴\pi R^۲\sigma}{C}t$

۲) $\frac{۱}{T^۳} = \frac{۱}{T_\circ^۳} + \frac{۴\pi R^۲\sigma}{C}t$

۳) $\frac{۱}{۵T^۵} = \frac{۱}{۵T_\circ^۵} + \frac{۴\pi R^۲\sigma}{T_\circ^۲ C}t$

۴) $\frac{۱}{T^۵} = \frac{۱}{T_\circ^۵} + \frac{۴\pi R^۲\sigma}{T_\circ^۲ C}t$

---

۱۷) ماهواره‌ای در صفحه‌ی استوای زمین در مداری دایره‌ای به شعاع دو برابر شعاع زمین و هم‌سو با جهت چرخش زمین حول خودش، به دور زمین می‌چرخد. ناظری واقع بر استوای زمین، سرعت زاویه‌ای ماهواره را زمانی که بالای سرش قرار دارد $\Omega_۱$ و هنگامی که در حال غروب است $\Omega_۲$ ثبت می‌کند. نسبت $\frac{\Omega_۱}{\Omega_۲}$ بر حسب سرعت زاویه‌ای ماهواره، Ω_S، و سرعت زاویه‌ای زمین، Ω_e، کدام گزینه است؟

راهنمایی: سرعت زاویه‌ای یک جسم متحرک نسبت به یک ناظر با رابطه $\Omega = \frac{v_{۲t} - v_{۱t}}{d}$ داده می‌شود که در آن $v_{۱t}$ و $v_{۲t}$ به ترتیب مؤلفه‌ی سرعت ناظر و جسم در راستای عمود بر خط دید ناظر است و d فاصله‌ی ناظر از جسم را نشان می‌دهد.

۱) $۱ - \frac{\Omega_\mathrm{e}}{\Omega_\mathrm{S}}$ ۲) $۲ + \frac{\Omega_\mathrm{e}}{\Omega_\mathrm{S}}$ ۳) $۲ - \frac{\Omega_\mathrm{e}}{\Omega_\mathrm{S}}$ ۴) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}(۲ - \frac{\Omega_\mathrm{e}}{\Omega_\mathrm{S}})$

---

۱۸) شتاب گرانش زمین در فاصله‌ی r از مرکز آن $g = \frac{GM}{r^۲}$ است که G ثابت گرانش و M جرم زمین است. گلوله‌ای از نقطه‌ای واقع بر سطح زمین با سرعت اولیه‌ی $v_\circ$ به طور قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. فرض کنید ارتفاع گلوله نسبت به سطح زمین در مقایسه با شعاع زمین، R، کوچک است، طوری که (با توجه به رابطه‌ی $(۱ + x)^n \approx ۱ + nx$ برای $|x|$ بسیار کوچک‌تر از یک) شتاب ناشی از گرانش، علاوه بر شتاب ثابت $g_\circ = \frac{GM}{R^۲}$ شامل جمله‌ای است که مشابه شتاب ناشی از نیروی فنر است. در این صورت سرعت گلوله در ارتفاع h از سطح زمین کدام گزینه است؟

۱) $\sqrt{v_\circ^۲ - ۲g_\circ h + \frac{۲g_\circ h^۲}{R}}$

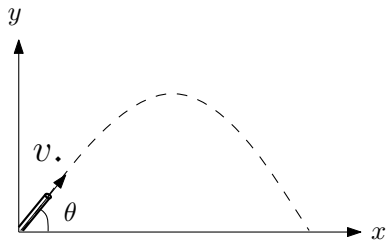
۲) $\sqrt{v_\circ^۲ - ۲g_\circ h + \frac{g_\circ h^۳}{R^۲}}$

۳) $\sqrt{v_\circ^۲ - ۲g_\circ h + \frac{g_\circ h^۳}{۲R^۲}}$

۴) $\sqrt{v_\circ^۲ - ۲g_\circ h + \frac{g_\circ h^۲}{R}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۹) لوله‌ی یک تفنگ ساچمه‌ای با آهنگ یکنواخت و آرام از زاویه‌ی $\theta = ۰$ تا زاویه‌ی $\theta = \frac{\pi}{۲}$ نسبت به افق می‌چرخد و در این مدت N ساچمه شلیک می‌کند، که N عددی بزرگ است. فاصله‌ی دو ساچمه‌ی متوالی، که اولی در زاویه‌ی θ شلیک شده است را روی محور افقی x حساب کنید و از روی آن تعداد ساچمه‌های فرود آمده در واحد طول محور x را بر حسب θ، g و $v_۰$ (سرعت شلیک ساچمه‌ها) به دست آورید.

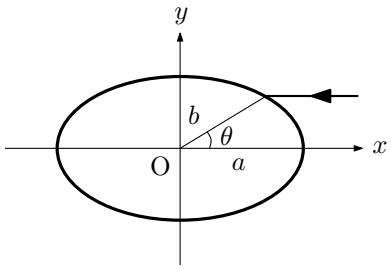


۱) $\frac{\pi g}{۴Nv_۰^۲\cos ۲\theta}$ ۲) $\frac{Ng}{\pi v_۰^۲\cos ۲\theta}$

۳) $\frac{\pi g}{۴Nv_۰^۲\sin ۲\theta}$ ۴) $\frac{Ng}{\pi v_۰^۲\sin ۲\theta}$

---

۲۰) لوله‌ای با مقطع بیضی در نظر بگیرید که سطح بیرونی آن آینه است. بیضی مقطع لوله مطابق شکل در صفحه‌ی $x-y$ با معادله‌ی $\frac{x^۲}{a^۲}+\frac{y^۲}{b^۲}=۱$ داده می‌شود. یک پرتو نور مطابق شکل موازی محور x به آینه می‌تابد. تانژانت زاویه‌ی بین پرتو تابیده با پرتو بازتابیده کدام گزینه است؟

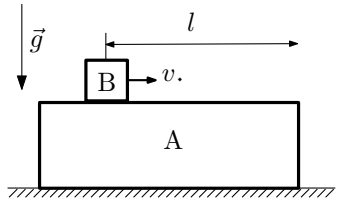


۱) $\frac{۲a^۲b^۲\tan\theta}{a^۴-b^۴\tan^۲\theta}$ ۲) $\frac{۲ab\cot\theta}{b^۲\cot^۲\theta-a^۲}$

۳) $\frac{۲ab\tan\theta}{a^۲-b^۲\tan^۲\theta}$ ۴) $\frac{۲a^۲b^۲\cot\theta}{b^۴\cot^۲\theta-a^۴}$

---

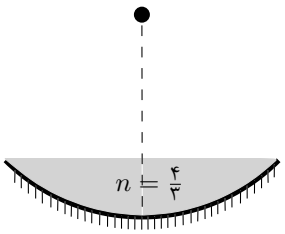
۲۱) در شکل مقابل جسم A با سطح افقی اصطکاک ندارد اما با جسم B اصطکاک دارد و ضریب اصطکاک بین سطوح آن‌ها μ است. در لحظه‌ی $t=۰$ جسم A ساکن و جسم B با سرعت $v_۰$ در حال حرکت است و فاصله‌ی وسط آن از انتهای جسم A برابر l است. بیشینه‌ی $v_۰$ چقدر باشد تا جسم B از روی جسم A نیفتد. شتاب گرانش g و $m_A = ۴m_B$ است.



۱) $\sqrt{\frac{۵}{۴}\mu gl}$ ۲) $\sqrt{\frac{۵}{۲}\mu gl}$ ۳) $\sqrt{۵\mu gl}$ ۴) $\sqrt{۱۰\mu gl}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

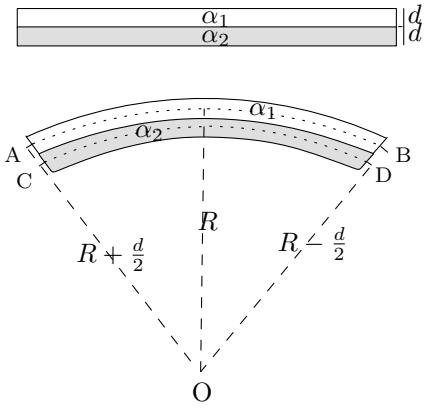
۲۲) یک آینه‌ی کاو (مقعر) پرتوهای نور موازی با محور را در فاصله‌ی ۳۰ cm از رأس آینه جمع می‌کند. مطابق شکل گودی آینه را با آب پر می‌کنیم. یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای روی محور آینه در نظر بگیرید. فاصله‌ی چشمه از رأس آینه چقدر باشد تا تصویر نهایی روی خودش تشکیل شود؟ فرض کنید ابعاد آینه از فاصله‌ی کانونی آن خیلی کوچکتر است و ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است.



۱) ۸۰ cm ۲) ۴۵ cm ۳) ۴۰ cm ۴) ۲۳ cm

---

۲۳) دو نوار فلزی با ضریب‌های انبساط طولی $\alpha_۱$ و $\alpha_۲$ $(\alpha_۱ > \alpha_۲)$ و ضخامت‌های یکسان d در دمای اتاق هم‌طول هستند و در این دما به هم پرچ شده‌اند. وقتی دما به اندازه‌ی ΔT افزایش یابد دو نوار مطابق شکل خم می‌شوند و به صورت کمانی از دایره به شعاع R در می‌آیند. R چقدر است؟ فرض کنید $\frac{d}{R}$، $\alpha_۱\Delta T$ و $\alpha_۲\Delta T$ از یک خیلی کوچک‌ترند. برای سهولت طول انبساط یافته‌ی دو نوار را مطابق شکل طول کمان‌های AB و CD بگیرید.

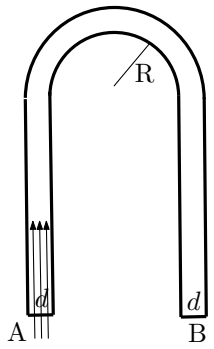


۱) $\frac{d}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)\Delta T}$ ۲) $\frac{۲d}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)\Delta T}$

۳) $\frac{d(\alpha_۱ + \alpha_۲)}{۲(\alpha_۱ - \alpha_۲)^۲\Delta T}$ ۴) $\frac{d(\alpha_۱ + \alpha_۲)}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)^۲\Delta T}$

---

۲۴) یک میله‌ی شیشه‌ای به ضریب شکست ۱٫۵ که سطح مقطع آن مربعی به ضلع d است مطابق شکل خم می‌کنیم به طوری که قسمت خمیده نیم دایره‌ای به شعاع داخلی R است. کمترین مقدار $\frac{R}{d}$ چقدر باشد تا همه‌ی پرتوهایی که عمود به سطح A می‌تابند از سطح B خارج شوند.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

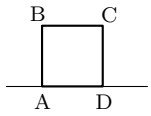
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

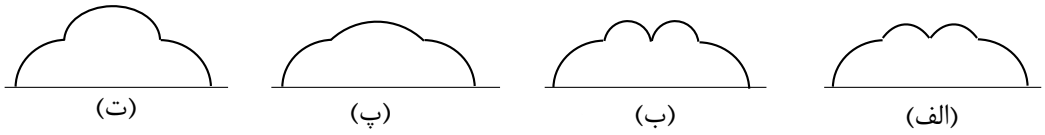
۲۵) یک خازن با ظرفیت C و بار q به همراه n تا خازن خالی با ظرفیت $\frac{C}{n}$ در اختیار داریم. تمام خازن‌ها را یکی پس از دیگری به خازن C وصل می‌کنیم و سپس جدا می‌کنیم. در حدی که n خیلی بزرگ است، بار نهایی باقیمانده در خازن C،

۱) کمتر از $\frac{q}{۲}$ و بزرگ‌تر از صفر است ۲) بیش‌تر از $\frac{q}{۲}$ است ۳) $\frac{q}{۲}$ است ۴) صفر است

---

۲۶) مربع ABCD را روی سطح افقی می‌غلتانیم به طوری که در هر لحظه در حال چرخیدن دور یکی از رأس‌ها باشد. شکل مسیر نقطه‌ی A به کدام گزینه شبیه است؟

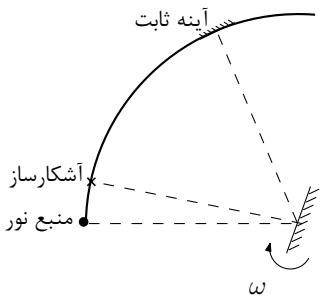




۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (پ) ۴) (ت)

---

۲۷) در شکل مقابل یک آینه‌ی ثابت، یک چشمه‌ی نور و یک آشکارساز همگی در فاصله‌ی ۳۰۰ m از یک آینه‌ی چرخان قرار دارند. آینه با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. فاصله‌ی چشمه‌ی نور تا آشکارساز، ۰٫۶ m است. مقدار ω بر حسب رادیان بر ثانیه کدام گزینه باشد تا نور بازتابیده از آینه‌ی ثابت توسط آشکارساز دریافت شود؟



۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

---

۲۸) طبق مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن، الکترون در مدار دایره‌ای مانای n ام حول هسته می‌چرخد. این حرکت یک میدان مغناطیسی در محل هسته ایجاد می‌کند که متناسب است با

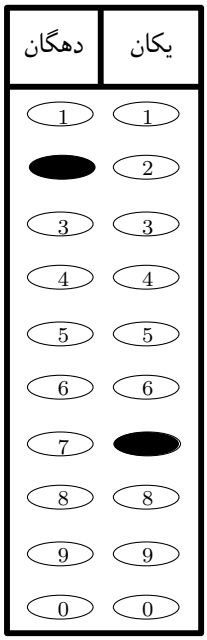
۱) $\frac{۱}{n^۲}$ ۲) $\frac{۱}{n^۳}$ ۳) $\frac{۱}{n^۴}$ ۴) $\frac{۱}{n^۵}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.
در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

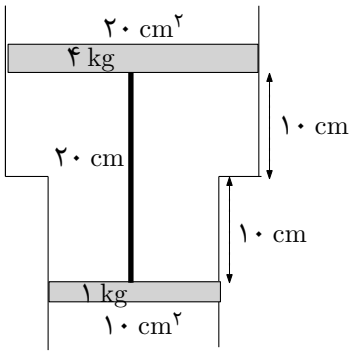
۱) کلیه‌ی اجسام می‌توانند بخشی از انرژی تابش شده به سطح خود را جذب کنند و به محیط اطراف خود نیز انرژی تابش کنند. یک دسته از اجسام که به آن‌ها جسم سیاه می‌گویند تمام انرژی که بر سطح آن‌ها می‌تابد را جذب می‌کنند و در دمای T با شدت $I = \sigma T^۴$ از سطح خود انرژی تابش می‌کنند که σ ثابت استفان ـ بولتزمن نام دارد و از خواص جسم مستقل است (شدت یعنی انرژی تابش شده در واحد زمان از واحد سطح). فرض کنید سطح خورشید جسم سیاه است و در تمام جهات یکسان تابش می‌کند، اما سطح زمین کسر $\alpha_۱$ از انرژی که به سطح آن می‌تابد را جذب می‌کند و به طور مؤثر در مقایسه با یک جسم سیاه ایده‌آل با شدت $\alpha_۲\sigma T^۴$ انرژی به اطراف تابش می‌کند. اگر دمای مؤثر خورشید $T_s = ۶۰۰۰\ \mathrm{K}$، دمای مؤثر زمین $T_e = ۳۰۰\ \mathrm{K}$، شعاع خورشید $R_s = ۷ \times ۱۰^۸\ \mathrm{m}$، فاصله‌ی زمین تا خورشید $D = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}\mathrm{m}$ و $\alpha_۱ = ۰/۷$ باشد، $۱۰\alpha_۲$ چقدر است؟

---

۲) در مدل کلاسیکی اتم هیدروژن، الکترون روی مسیر بسته‌ای حول هسته می‌چرخد. الکترون شتاب‌دار امواج الکترومغناطیسی تابش می‌کند. توان تابشی یک الکترون شتابدار $\frac{e^۲a^۲}{۶\pi\epsilon_۰c^۳}$ است که a شتاب الکترون، e بار الکترون و c سرعت نور است. فرض کنید در لحظه‌ی $t = ۰$ الکترون اتم هیدروژن بر روی یک مدار دایره‌ای می‌چرخد و دارای انرژی مکانیکی $E_۰ = -۱۳/۶\ \mathrm{eV}$ است. همچنین فرض کنید در این لحظه الکترون در هر دور به اندازه‌ی $\alpha|E_۰|$ انرژی از دست بدهد. اگر $\alpha = k \times ۱۰^{-n}$ که $۱ < k < ۱۰$، عدد n را تعیین کنید. برای الکترون $mc^۲ = ۰/۵۱۱\ \mathrm{MeV}$ که m جرم الکترون است.

---

۳) مطابق شکل ظرفی که به صورت دو استوانه‌ی هم محور به سطح مقطع‌های $۱۰\ \mathrm{cm}^۲$ و $۲۰\ \mathrm{cm}^۲$ ساخته شده و با دو پیستون به جرم‌های $۱\ \mathrm{kg}$ و $۴\ \mathrm{kg}$ بسته شده حاوی $۰/۰۱۵$ مول گاز ایده‌آل است. دو پیستون توسط نخی به طول $۲۰\ \mathrm{cm}$ به هم وصل شده‌اند. فشار هوای بیرون $۱۰^۵\ \mathrm{Pa}$ است. اگر در وضعیت نشان داده شده در شکل دستگاه در حال تعادل باشد، دمای گاز چند **درجه‌ی سلسیوس** است؟ ثابت گازها $R = ۸/۳\mathrm{J/mol.K}$ و شتاب گرانش $g = ۱۰\ \mathrm{m/s}^۲$ است.



---

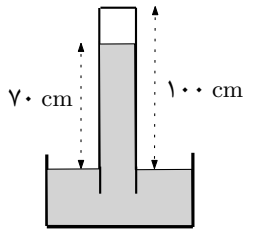
۴) توان تابشی خورشید بر واحد سطح روی سطح زمین $۱۴۰۰\ \mathrm{W/m}^۲$ است. شعاع خورشید $۷/۰ \times ۱۰^۸\ \mathrm{m}$ و فاصله‌ی زمین تا خورشید $۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}\ \mathrm{m}$ است. اگر تابش خورشید در تمام جهت‌ها یکسان باشد، چه مساحتی از سطح خورشید بر حسب **متر مربع**، توانی برابر یک نیروگاه برق ۱۰۰۰ مگاواتی تولید می‌کند؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

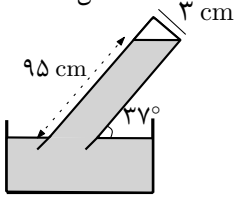
۵) گلوله‌ای از بالای یک ساختمان با ارتفاع ۶۴ m با سرعت ۴ m/s پرتاب می‌شود و به سطح زمین برخورد می‌کند. بیشترین فاصله‌ی افقی که محل برخورد گلوله از ساختمان می‌تواند داشته باشد چند **متر** است؟

---

۶) مقداری هوا در بالای لوله‌ی یک فشارسنج که به طور عمودی درون ظرف جیوه قرار گرفته محبوس است (شکل ۱). انتهای لوله‌ی فشارسنج ۱۰۰ cm بالای سطح جیوه و ارتفاع جیوه‌ی درون لوله ۷۰ cm است. لوله را خم می‌کنیم تا با زاویه‌ی ۳۷° نسبت به سطح جیوه درون ظرف قرار گیرد. در این وضعیت مطابق شکل ۲ ستون جیوه در سمت چپ لوله به فاصله‌ی ۹۵ cm از سطح آزاد جیوه و در سمت راست آن در انتهای لوله قرار دارد. فشار هوای بیرون چند **سانتی‌متر جیوه** است؟ در این فرایند دمای هوای محبوس تغییر نمی‌کند. سطح مقطع لوله، مربعی به ابعاد ۳ cm است. $\sin 37^\circ = 0/6$



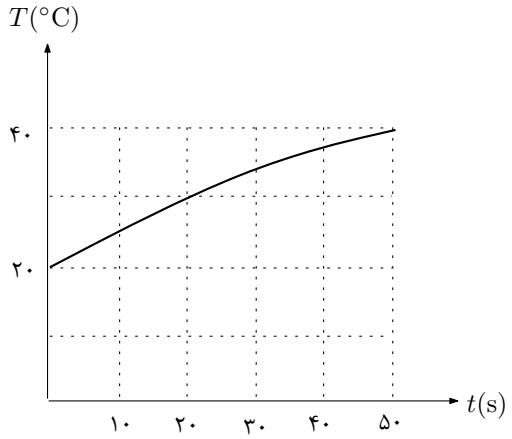
شکل ۱



شکل ۲

---

۷) در ظرفی مقداری آب در دمای T_0 موجود است. از بالای ظرف قطره‌های آب با آهنگ ثابت در ظرف ریخته می‌شود. فرض کنید دمای هر قطره موقع رسیدن به سطح آب T_1 است و با ورود هر قطره آب، آب درون ظرف به تعادل می‌رسد. اگر شروع ریزش قطرات لحظه‌ی $t = 0$ باشد، تغییرات دما بر حسب زمان مطابق شکل است. T_1 چند **درجه سلسیوس** است؟



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

کلید اولیه آزمون المپیاد فیزیک
مرحله اول کد ۱
تاریخ برگزاری ۹۵/۱۱/۸

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ۲

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

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

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

۲۱			۳	
۲۲		۳		
۲۳			۳	
۲۴		۳		
۲۵			۳	
۲۶				۱
۲۷		۳		
۲۸				۱
۲۹			۳	
۳۰			۳	

۳۱			۳	
۳۲		۳		
۳۳			۳	
۳۴		۳		
۳۵			۳	
۳۶		۳		
۳۷		۳		
۳۸		۳		
۳۹		۳		
۴۰			۳	

۴۱	۴			
۴۲	۴			
۴۳	۴			
۴۴	۴			
۴۵	۴			
۴۶	۴			
۴۷	۴			
۴۸	۴			
۴۹	۴			
۵۰	۴			

۵۱	۴			
۵۲	۴			
۵۳	۴			
۵۴	۴			
۵۵	۴			
۵۶	۴			
۵۷	۴			
۵۸	۴			
۵۹	۴			
۶۰	۴			

۶۱	۴			
۶۲	۴			
۶۳	۴			
۶۴	۴			
۶۵	۴			
۶۶	۴			
۶۷	۴			
۶۸	۴			
۶۹	۴			
۷۰	۴			

۷۱	۴			
۷۲	۴			
۷۳	۴			
۷۴	۴			
۷۵	۴			
۷۶	۴			
۷۷	۴			
۷۸	۴			
۷۹	۴			
۸۰	۴			

مساله ۱		مساله ۲		مساله ۳		مساله ۴		مساله ۵		مساله ۶		مساله ۷		مساله ۸		مساله ۹		مساله ۱۰	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶		۶		۶		۶		۶			۶			۶		۶		۶	
۷	۷	۷	۷			۷	۷	۷	۷	۷	۷		۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸			۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

پاسخ ۱۶ نیز صحیح است

محل امضاء

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

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

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

معاونت دانش پژوهان جوان

باشگاه دانش پژوهان جوان

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

دفترچه‌ی سؤالات مرحله‌ی اول

بیست و نهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۴

صبح – ساعت : ۹:۰۰

کد دفترچه : ۱

تعداد سؤالات		مدت آزمون (دقیقه)
چندگزینه‌ای	مسئله‌ی کوتاه	
۳۲	۵	۲۴۰

نام: نام خانوادگی: شماره صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

۱. کد برگه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه علامت بزنید. **در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.** توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤالات شما که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.

۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.

۳. یک برگ پاسخ‌نامه 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 نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴. برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، 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 خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵. در سؤال‌های چهار گزینه‌ای به هر پاسخ درست ۳ نمره مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمره منفی تعلق می‌گیرد. در مسئله‌های کوتاه به هر پاسخ درست ۵ نمره مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.

۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.

۷. آزمون مرحله‌ی دوم برای دانش‌آموزان سال دوم دبیرستان صرفاً جنبه‌ی آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان انتخاب می شوند.

۸. داوطلبان نمی‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند (دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل داده شود.)

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

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) اطلاعات ژنتیک در سلول‌ها و بر روی ملکول‌های DNA ذخیره شده‌اند. ملکول DNA از زنجیره‌ای از اسید نوکلئیک‌ها ساخته شده است. ملکول DNA در داخل سلول به صورتی بسیار فشرده قرار گرفته است. در هر سلول انسان در حدود ۳ میلیارد اسید نوکلئیک وجود دارد. طول متوسط یک اسید نوکلئیک ۵ آنگستروم است. یک انسان به طور متوسط ۵۰ هزار میلیارد سلول دارد. اگر تمامی DNA های بدن انسان را باز کنیم و در پی یکدیگر قرار دهیم حدوداً چند برابر فاصله‌ی زمین تا ماه که در حدود ۳۸۴ هزار کیلومتر است، می‌شود؟ هر آنگستروم $۱۰^{-۱۰}$ متر است و هر میلیارد $۱۰^{۹}$ است.

۱) ۲×۱۰^{-۱} ۲) ۲×۱۰^{۱} ۳) ۲×۱۰^{۳} ۴) $\boxed{۲ \times ۱۰^{۵}}$

---

۲) هلیوم در دمای اتاق گاز است. با کاهش دما هلیوم تغییر فاز می‌دهد و به مایع تبدیل می‌شود. به طور معمول اگر مایعی در حرکت باشد، به دلیل اتلاف انرژی، با گذشت زمانی معین از حرکت می‌ایستد. اما اگر هلیوم را بسیار سرد کنیم و دمای آن از یک دمای بحرانی، T_c، کمتر شود به فاز ابرشارگی می‌رود. در این حالت شاره می‌تواند برای زمان‌های بسیار طولانی بدون اتلاف انرژی به حرکت ادامه دهد. دمای بحرانی به کمیت‌های ثابت پلانک h، جرم ذرات تشکیل‌دهنده مایع m، تعداد ذرات بر واحد حجم n، و ثابت بولتزمن $k = R/N_A$ (که R ثابت جهانی گازها و N_A عدد آووگادرو است) بستگی دارد. دمای بحرانی با کدام گزینه متناسب است؟

۱) $\boxed{\frac{h^۲}{km} n^{\frac{۲}{۳}}}$ ۲) $\frac{km}{h^۲} n^{-\frac{۲}{۳}}$ ۳) $\frac{h}{km} n^{\frac{۲}{۳}}$ ۴) $\frac{km}{h} n^{-\frac{۲}{۳}}$

---

۳) چه کسری از الکترون‌های بدن انسان کاهش یابد تا نیروی الکتریکی که دو نفر در فاصله‌ی ۱۰ متری از یکدیگر به هم وارد می‌کنند، یک نیوتن باشد؟ فرض کنید فروریزش اتفاق نمی‌افتد و تقریباً همه جرم انسان از آب است. جرم هر مول آب ۱۸ g است.

۱) $۱۰^{-۱۷}$ ۲) $\boxed{۱۰^{-۱۴}}$ ۳) $۱۰^{-۱۱}$ ۴) $۱۰^{-۸}$

---

۴) قایقی درون رودخانه مستقیمی که سرعت آب آن ثابت است در جهت آب به پیش می‌رود. پارویی که به قایق متصل است هنگام گذشتن قایق از زیر یک پل از قایق جدا می‌شود و به آب می‌افتد. پس از گذشت نیم ساعت قایقران متوجه می‌شود و با همان توان قایق را در جهت مخالف آب می‌راند و در فاصله‌ی ۳ کیلومتری پل به پارو می‌رسد. سرعت آب رودخانه چند کیلومتر بر ساعت است؟

۱) $\boxed{۳}$ ۲) ۴٫۵ ۳) ۶ ۴) ۷٫۵

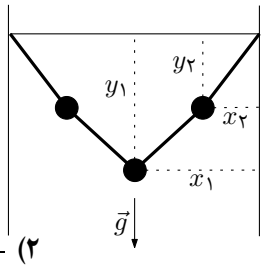
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) کوتاه‌ترین فاصله بین دو نقطه روی یک کره طول کمان کوتاه‌تر بین دو نقطه، روی دایره‌ای است که مرکز آن مرکز کره باشد. هواپیمایی می‌خواهد از بخارست با طول جغرافیایی ۲۲ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی به اولان‌باتور با طول جغرافیایی ۱۱۲ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی پرواز کند. اگر ارتفاع پرواز هواپیما را در مقایسه با شعاع زمین بسیار کوچک فرض کنیم، کوتاه‌ترین مسافت بین مبدأ و مقصد که هواپیما طی می‌کند چقدر است؟ (R_e شعاع زمین است.)

۱) $\boxed{\frac{\pi}{۳}R_e}$ ۲) $\frac{\pi\sqrt{۲}}{۴}R_e$ ۳) $\frac{\pi}{۲}R_e$ ۴) R_e

---

۶) مطابق شکل، سه گوی کوچک مشابه به وسیله‌ی چهار نخ با طول یکسان و جرم ناچیز بین دو دیوار قائم آویخته شده‌اند. مجموعه در حال تعادل است. نسبت $\frac{x_۱}{x_۲}$ کدام گزینه است؟

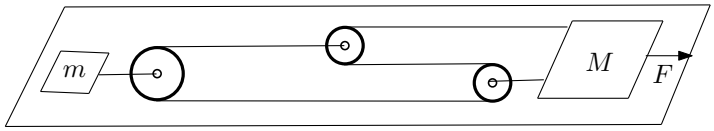


۱) $\frac{۲}{۳} - \frac{y_۱}{۳y_۲}$ ۲) $\frac{y_۲}{۳y_۱}$

۳) $\boxed{\frac{۳y_۱}{y_۲} - ۲}$ ۴) $\frac{۳y_۱}{y_۲}$

---

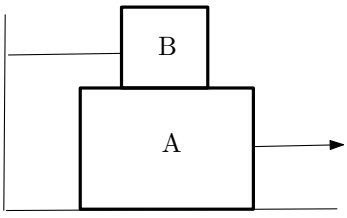
۷) دستگاه شکل زیر روی میز افقی بدون اصطکاکی قرار گرفته است و با نیروی ثابت F به سمت راست کشیده می‌شود. نخ‌ها و قرقره‌ها بدون جرم‌اند. اندازه‌ی شتاب جرم‌های M و m در وضعیت نشان داده شده (قبل از رسیدن قرقره‌ها به هم) به ترتیب کدام است؟



۱) $\boxed{\frac{F}{M} \text{ و صفر}}$ ۲) $\frac{F}{M}$ و $\frac{F}{m}$ ۳) $\frac{F}{M}$ و $\frac{۲F}{m}$ ۴) $\frac{F}{M+m}$ و $\frac{F}{M+m}$

---

۸) در شکل مقابل جسم B به جرم ۴ kg روی جسم A به جرم ۶ kg قرار دارد. دستگاه ساکن است و شتاب گرانش $g = ۱۰\ \mathrm{m/s^۲}$ است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین سطوح به ترتیب ۰٫۲ و ۰٫۱ است. کدام گزینه برای F اندازه‌ی نیروی F و اندازه‌ی نیروی کشش نخ T بر حسب نیوتن درست است. $g = ۱۰\ \mathrm{m/s^۲}$

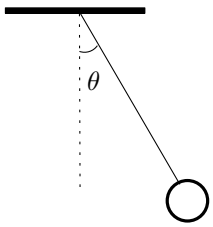


۱) $T = ۰$ و $۰ \le F \le ۲۰$ ۲) $۰ \le T \le ۸$ و $۰ \le F \le ۲۰$

۳) $T = ۸$ و $۰ \le F \le ۲۸$ ۴) $\boxed{۰ \le T \le ۸ \text{ و } ۰ \le F \le ۲۸}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

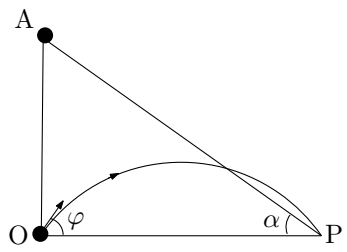
۹) گلوله‌ای به انتهای نخی بسته شده و می‌تواند در صفحه‌ی قائم نوسان کند. نخ را تا زاویه‌ی θ از امتداد قائم منحرف و دستگاه را از حالت سکون رها می‌کنیم. اگر نیروی کشش نخ در انتهای مسیر T_1 و در نقطه‌ی دارای بیشینه سرعت T_2 باشد، کدام گزینه نسبت T_2/T_1 است؟ لازم به ذکر است که در حرکت دایره‌ای غیریکنواخت (مانند حرکت دایره‌ای یکنواخت) اندازه‌ی شتاب جانب مرکز $\frac{v^2}{R}$ است.



۱) $\frac{2}{\cos\theta} - 1$ ۲) $\frac{2}{\cot\theta} + 1$ ۳) $\boxed{\frac{3}{\cos\theta} - 2}$ ۴) $\frac{3}{\cot\theta} - 2$

---

۱۰) دو جسم به طور هم‌زمان یکی از حالت سکون از نقطه‌ی A سطح شیب‌دار بدون اصطکاک سُر می‌خورد و دیگری از نقطه‌ی O پرتاب می‌شود. هر دو جسم به طور هم‌زمان به نقطه ی P می‌رسند. چه رابطه‌ای بین زاویه پرتاب φ و زاویه شیب سطح، α، برقرار است؟ خط OA قائم است.

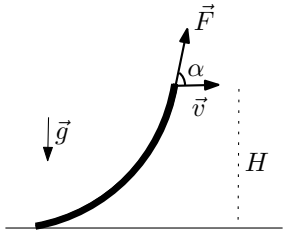


۱) $\boxed{2\cot\varphi = \sin 2\alpha}$ ۲) $\tan\varphi = \frac{2}{\cos\alpha}$

۳) $\cot\varphi = \sin 2\alpha$ ۴) $\tan\varphi = \frac{1}{\cos\alpha}$

---

۱۱) با اعمال نیروی ثابت F که با افق زاویه‌ی α می‌سازد مطابق شکل طنابی را می‌کشیم. نقطه اثر نیرو تا سطح زمین فاصله H دارد و طول طناب L است به طوری که $(H < L)$. انتهای دیگر طناب روی زمین است. سطح مقطع طناب دایره‌ای به شعاع r و چگالی طناب ρ است و با سرعت ثابت v حرکت می‌کند. طناب تحت اثر نیروی مقاومت هوا نیز قرار دارد.



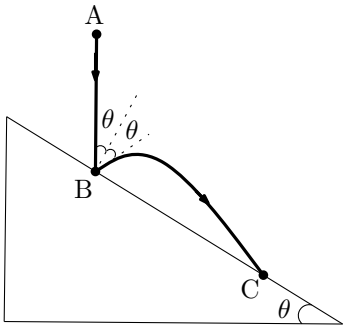
نیروی مقاومت هوا با رابطه‌ی $f = kv^2A$ داده می‌شود که v سرعت طناب، A سطح تصویر طناب روی صفحه‌ای است که بر سرعت عمود است و k ضریب ثابتی است. حداکثر سرعت طناب چقدر باشد تا انتهای طناب از سطح زمین جدا نشود؟

۱) $\sqrt{\frac{\rho rLg}{kH\tan\alpha}}$ ۲) $\sqrt{\frac{\pi\rho rLg}{kH\tan\alpha}}$

۳) $\sqrt{\frac{\rho rLg}{2kH\tan\alpha}}$ ۴) $\boxed{\sqrt{\frac{\pi\rho rLg}{2kH\tan\alpha}}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱



۱۲) گلوله‌ی کوچکی از نقطه‌ی A در بالای سطح شیب‌داری که زاویه‌ی شیب آن θ است از حالت سکون رها می شود. گلوله در نقطه‌ی B به سطح برخورد می‌کند. اندازه‌ی سرعت گلوله بعد از برخورد با قبل از برخورد برابر است و زاویه‌ی راستای سرعت با خط عمود بر سطح شیب‌دار در نقطه‌ی برخورد بعد از برخورد با قبل از برخورد برابر است. اگر گلوله در نفطه‌ی C مجدداً به سطح شیب‌دار برخورد کند نسبت $\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{AB}}$ کدام گزینه است؟

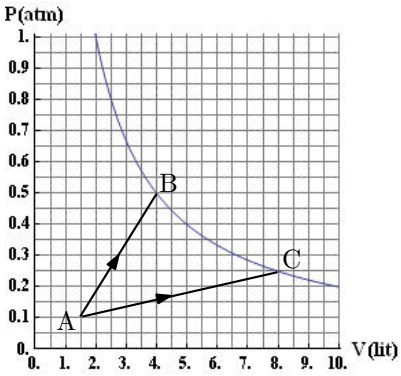
۱) $۴\sin\theta$ ۲) $۴\sin\theta\cos\theta$ ۳) $\boxed{۸\sin\theta}$ ۴) $۸\sin\theta\cos\theta$

---

۱۳) دو چشمه‌ی موج سوزنی شکل در سطح آب، موج تولید می‌کنند. صفحه‌ی $x-y$ را منطبق بر سطح آب ساکن در نظر بگیرید. یکی از دو چشمه در نقطه‌ی $(a,۰)$ و دیگری در نقطه‌ی $(-a,۰)$ قرار دارد. دو چشمه عمود بر سطح آب نوسان می‌کنند و دامنه و بسامد آن‌ها با یکدیگر برابر است. در فاصله‌های دور از دو چشمه، موج ناشی از دو چشمه را به ترتیب $u_۱=A\sin(\omega t-kr_۱)$ و $u_۲=A\sin(\omega t-kr_۲)$ بگیرید که $r_۱$ و $r_۲$ فاصله از دو چشمه است. معادله‌ی مکان هندسی نقاط هم‌فاز ناشی از برهم‌نهی این امواج (جبهه‌های موج) کدام است؟ (m یک پارامتر است.) لازم به یادآوری است $\sin\alpha+\sin\beta=۲\sin\frac{\alpha+\beta}{۲}\cos\frac{\alpha-\beta}{۲}$.

۱) $\boxed{\frac{x^۲}{a^۲+m^۲}+\frac{y^۲}{m^۲}=۱}$ ۲) $\frac{x^۲}{a^۲}+\frac{y^۲}{a^۲+m^۲}=۱$

۳) $\frac{x^۲}{a^۲+m^۲}-\frac{y^۲}{m^۲}=۱$ ۴) $\frac{x^۲}{a^۲}-\frac{y^۲}{a^۲+m^۲}=۱$



۱۴) مقداری گاز ایده‌آل طی دو فرآیند متفاوت یک بار از A به B و بار دیگر از A به C تحول می‌یابد. نقاط B و C روی یک نمودار هم‌دما قرار دارند. $Q_{AC}-Q_{AB}$ تقریباً چند ژول است؟

۱) $-۳۸/۸$ ۲) $\boxed{۳۸/۸}$

۳) ۱۵۵ ۴) -۱۵۵

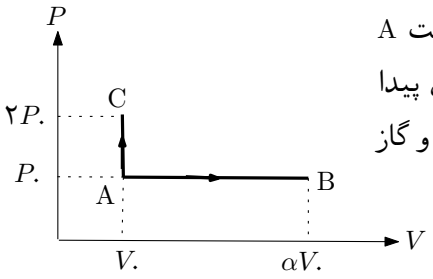
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) دو ظرف به حجم‌های ۵ لیتر و ۳ لیتر به وسیله‌ی یک لوله‌ی نازک به هم وصل شده‌اند و از یک گاز کامل (آرمانی) در دمای $۲۷\,^\circ\mathrm{C}$ و فشار یک اتمسفر پر شده‌اند. دمای ظرف بزرگتر را به $۱۲۷\,^\circ\mathrm{C}$ می‌رسانیم و ظرف کوچکتر را در همان دمای قبلی نگه می‌داریم. فشار گاز چند اتمسفر خواهد شد؟

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۲۰}{۹}$ ۴) $\boxed{\frac{۳۲}{۲۷}}$

---

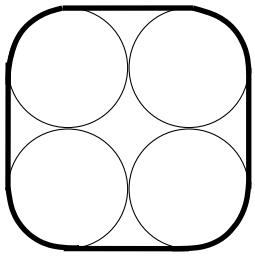
۱۶) در نمودار شکل مقابل گاز ایده‌آلی از وضعیت A یک بار در مسیر AB و یک بار در مسیر AC تحول پیدا می‌کند. گرمای مبادله شده در دو مسیر یکسان است و گاز تک اتمی است. مقدار α چقدر است؟



۱) $\frac{۸}{۳}$ ۲) $\boxed{\frac{۸}{۵}}$ ۳) $\frac{۱۲}{۵}$ ۴) $\frac{۱۲}{۷}$

---

۱۷) چهار لوله‌ی مشابه به ضریب انبساط طولی λ و شعاع R را در دمای صفر درجه سانتیگراد با تسمه‌ی بدون اصطکاکی که ضریب انبساط طولی آن $\frac{\lambda}{۳}$ است به هم می‌بندیم، طوری که مقطع دستگاه مطابق شکل باشد. در این حالت تسمه نه کشیده شده است و نه به حالت شُل قرار گرفته است.

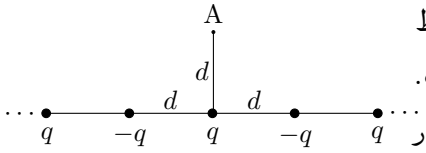


وقتی تسمه تحت کشش قرار گیرد مشابه فنری با ثابت k عمل می‌کند. وقتی دمای محیط به اندازه‌ی θ بالا رود، نیروی کشش در تسمه $\alpha k R \lambda \theta$ است. با فرض این که ضریب کشسانی تسمه با افزایش دما تغییر نمی‌کند، ضریب α کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۲}{۳}(\pi+۴)$ ۴) $\boxed{\frac{۴}{۳}(\pi+۴)}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸) مطابق شکل، تعداد نامتناهی بارهای مثبت و منفی با اندازه‌ی یکسان به صورت یک در میان روی یک خط راست قرار گرفته‌اند. فاصله‌ی هر دو بار متوالی d است. نقطه‌ی A را در فاصله‌ی d از یک بار مثبت درست در بالای آن در نظر بگیرید. کدام گزینه درست است؟



۱) میدان الکتریکی در A رو به بالا است.

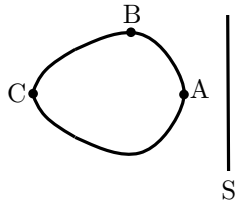
۲) میدان الکتریکی در A رو به پایین است.

۳) میدان الکتریکی در A صفر است.

۴) چون تعداد بارها نامتناهی است تعیین جهت میدان در A ممکن نیست.

---

۱۹) بین جسم دوکی شکل فلزی و سطح فلزی S اختلاف پتانسیل V برقرار است. بار آزمون $q_\circ$ از نقطه‌ای روی جسم دوکی شکل کنده شده و به سطح S می‌رسد. در کدام حالت سرعت بار $q_\circ$ هنگام رسیدن به سطح S بیشتر است.



۱) در صورتی که از A کنده شود.

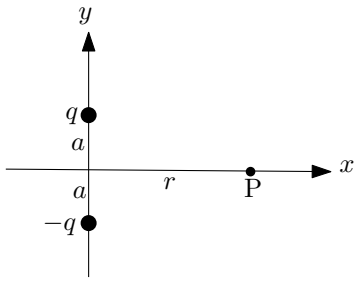
۲) در صورتی که از B کنده شود.

۳) در صورتی که از C کنده شود.

۴) برای همه‌ی حالت‌ها یکسان است.

---

۲۰) مطابق شکل دو بار نقطه‌ای q و $-q$ روی محور y در فاصله‌ی a دو طرف مبدأ مختصات قرار دارند. اندازه‌ی میدان الکتریکی در نقطه‌ی P به فاصله‌ی r از مبدأ $E(r)$ است. اگر $\lim_{r\to\infty} r^n E(r)$ کمیتی متناهی و مخالف صفر باشد، کدام گزینه برای n درست است؟



۱) $n = ۲$ ۲) $۲ < n < ۳$ ۳) $n = ۳$ ۴) $n > ۳$

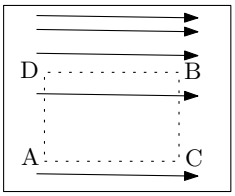
---

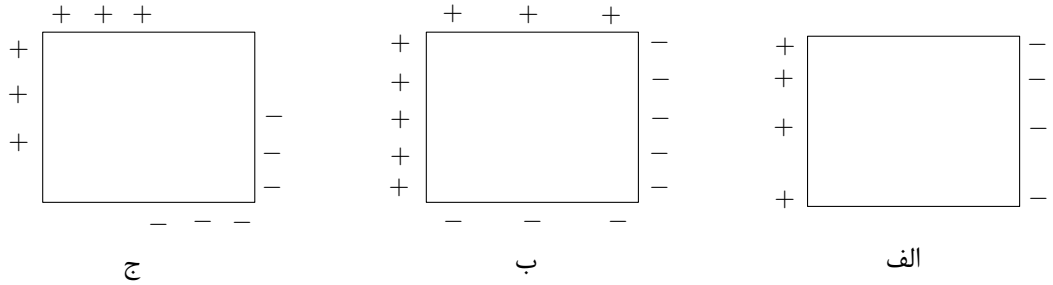
۲۱) نوری که از تخلیه‌ی الکتریکی در گاز هیدروژن تابش می‌شود پس از عبور از فیلتر نوری خاصی که تنها یک خط نوری را عبور می‌دهد به سطح یک فلز می‌تابد. انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌هایی که از فلز بیرون می‌آیند ۰٫۷۳ eV و تابع کار فلز ۱٫۸۲ eV است. شماره‌ی دو مداری که به این خط طیفی مربوط می‌شوند چند است؟

۱) ۲ و ۳ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۳ و ۴ ۴) ۳ و ۵

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۲) در شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی مستقل از زمان در داخل یک اتاقک رسم شده است. اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ را یک بار از مسیر ACB و بار دیگر از مسیر ADB با استفاده از رابطه‌ی $\Delta V = \frac{W}{q}$ حساب کنید که W کار انجام شده توسط نیروی خارجی در جابجایی از A به B است. کدام گزینه در مورد توزیع بار الکتریکی روی دیواره‌ها صحیح است؟

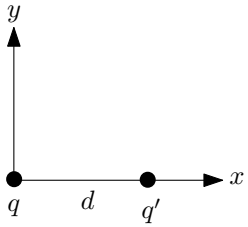




۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) هیچ توزیع بار فیزیکی نمی‌تواند میدان الکتریکی فوق را ایجاد کند.

---

۲۳) پتانسیل الکتریکی ناشی از یک بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r از آن $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ است. مطابق شکل دو بار الکتریکی q و $q' = \alpha q$ (ضریب α منفی است) به فاصله‌ی d از یکدیگر هستند. مبدأ مختصات روی بار q قرار دارد و محور x در امتداد خط واصل بین این دو بار است. مکان هندسی نقاطی از صفحه‌ی $x-y$ که پتانسیل کل ناشی از دو بار q و q' برابر صفر است کدام است؟



۱) $(x - \frac{d}{1-\alpha^2})^2 + y^2 = (\frac{d}{1-\alpha^2})^2$

۲) $\frac{(x - \frac{d}{1-\alpha^2})^2}{(\frac{d}{1-\alpha^2})^2} + \frac{y^2}{d^2} = 1$

۳) $(x - \frac{d}{1-\alpha^2})^2 + y^2 = (\frac{d\alpha}{1-\alpha^2})^2$

۴) $\frac{(x - \frac{d}{1-\alpha^2})^2}{(\frac{d\alpha}{1-\alpha^2})^2} + \frac{y^2}{d^2} = 1$

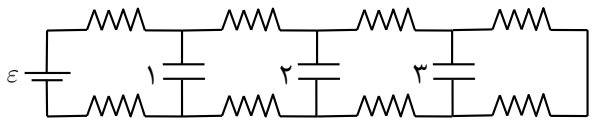
---

۲۴) بر طبق مدل اتمی بور، در اتم هیدروژن، به دلیل نیروی جاذبه الکتریکی پروتون و الکترون، الکترون می‌تواند در مدارهای دایره‌ای با شعاع مشخص دور پروتون بچرخد. شعاع این مدارها گسسته و به صورت $r_n = n^2 a$ است که a شعاع بور، شعاع کوچکترین مدار و n عددی طبیعی است. فرض کنید سرعت الکترون در کوچکترین مدار v باشد. سرعت در n امین مدار $v_n = n^\alpha v$ است. α کدام است؟

۱) $-\frac{1}{2}$ ۲) -1 ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

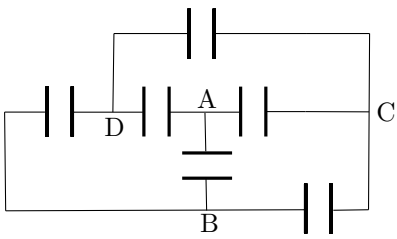
۲۵) در مدار شکل زیر تمام مقاومت‌ها و خازن‌ها یکسان هستند. اگر q_1 بار خازن ۱ و q_2 بار خازن ۲ در حالت تعادل باشد نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام گزینه است؟



۱) ۱ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\boxed{\frac{۳}{۲}}$ ۴) ۲

---

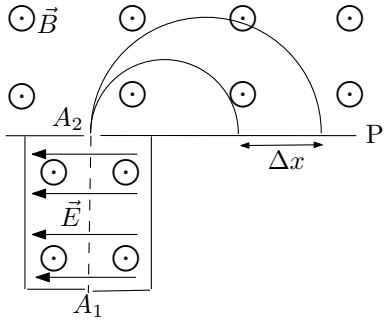
۲۶) در مدار شکل مقابل همه‌ی خازن‌ها در ابتدا بی‌بارند. در کدام شاخه از مدار یک باتری اضافه کنیم تا تمام خازن‌ها باردار شوند. ظرفیت خازن‌ها برابر است.



۱) بین A و B ۲) بین A و C ۳) بین A و D ۴) $\boxed{\text{چنین چیزی امکان‌پذیر نیست.}}$

---

۲۷) در یک طیف‌سنج جرمی، یون‌های دارای بار $+e$ از روزنه‌ی A_1 با سرعت‌های مختلف وارد منطقه‌ای می‌شوند که در آن میدان الکتریکی یکنواخت E و میدان مغناطیسی یکنواخت B عمود بر هم وجود دارند. جهت حرکت یون‌ها نیز بر جهت میدان‌های $\vec{E}$ و $\vec{B}$ عمود است. تنها یون‌هایی با سرعت خاص از روزنه‌ی A_2 که درست مقابل A_1 است عبور می‌کنند. این یون‌ها پس از عبور از روزنه‌ی A_2 فقط تحت میدان مغناطیسی B هستند.جرم ایزوتوپ‌های این یون‌ها به ترتیب m_1 و m_2 است. این ایزوتوپ‌ها به فاصله‌ی Δx از یکدیگر با صفحه‌ی P برخورد می‌کنند. اندازه‌ی میدان الکتریکی کدام گزینه است؟

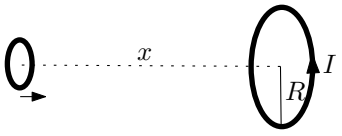


۱) $\frac{eB^2\Delta x}{|m_2 - m_1|}$ ۲) $\frac{2eB^2\Delta x}{|m_2 - m_1|}$

۳) $\boxed{\frac{eB^2\Delta x}{2|m_2 - m_1|}}$ ۴) $\frac{4eB^2\Delta x}{|m_2 - m_1|}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

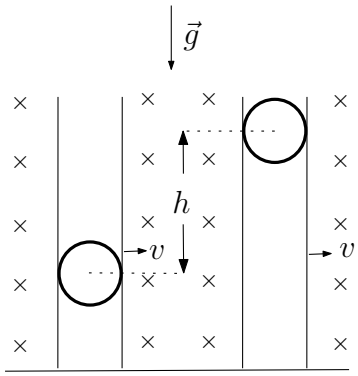
۲۸) مطابق شکل، جریان I از یک حلقه‌ی ساکن به شعاع R می‌گذرد. حلقه‌ی دیگری که شعاع آن بسیار کوچک‌تر است با سرعت ثابت به حلقه‌ی حامل جریان نزدیک می‌شود. صفحه‌ی دو حلقه همواره با یکدیگر موازی و محور دو حلقه مشترک است. میدان مغناطیسی حلقه‌ی حامل جریان در فاصله‌ی x روی محورش $B(x) = \frac{\mu_\circ I R^۲}{۲(x^۲+R^۲)^{\frac{۳}{۲}}}$ است. میدان مغناطیسی در سطح حلقه‌ی کوچکتر تقریباً یکنواخت است. به ازای چه مقداری از x نیروی محرکه القایی در حلقه‌ی کوچک‌تر بیشینه است؟



۱) صفر
۲) $\boxed{\frac{R}{۲}}$
۳) $\frac{R}{\sqrt{۶}}$
۴) $\frac{R}{۴}$

---

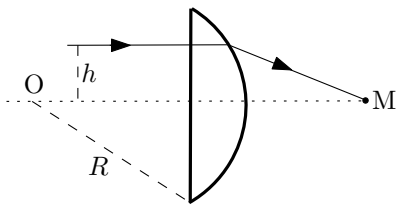
۲۹) مطابق شکل یک کره‌ی باردار نارسانا با بار $+q$ و جرم m درون استوانه‌ای قرار دارد. شعاع کره و استوانه برابر و اصطکاک بین آن‌ها ناچیز است. استوانه و کره در یک میدان مغناطیسی ثابت B که جهت آن عمود بر صفحه‌ی کاغذ است قرار دارند. استوانه با سرعت ثابت v رو به راست حرکت می‌کند. در مدتی که گلوله به اندازه‌ی h در طول استوانه بالا می‌رود کل کار نیروی مغناطیسی و تغییر انرژی جنبشی گلوله به ترتیب کدام است؟



۱) صفر و $-mgh$
۲) $\boxed{\text{صفر و } qvBh - mgh}$
۳) $qvBh$ و $-mgh$
۴) $qvBh$ و $qvBh - mgh$

---

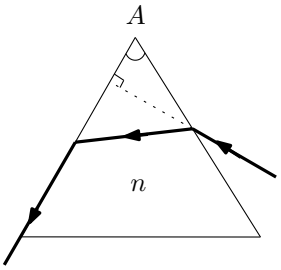
۳۰) یک پرتو نور موازی محور یک عدسی تخت ـکوژ و به فاصله‌ی h از آن به سطح تخت برخورد می‌کند. این پرتو پس از خروج از عدسی در نقطه‌ی M محور عدسی را قطع می‌کند. اگر شعاع سطح کروی عدسی R و مرکز آن O باشد، فاصله‌ی OM چقدر است؟ ضریب شکست عدسی n است.



۱) $\frac{n\sqrt{R^۲-n^۲h^۲}+\sqrt{R^۲-h^۲}}{n-۱}$
۲) $\boxed{\frac{n\sqrt{R^۲-n^۲h^۲}+n^۲\sqrt{R^۲-h^۲}}{n^۲-۱}}$
۳) $\frac{n\sqrt{R^۲-n^۲h^۲}+n^۲\sqrt{R^۲-h^۲}}{n-۱}$
۴) $\frac{n\sqrt{R^۲-n^۲h^۲}+\sqrt{R^۲-h^۲}}{n^۲-۱}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱



۳۱) مطابق شکل یک پرتو نور به منشوری به ضریب شکست n و زاویه‌ی رأس A می‌تابد. راستای پرتو تابیده شده به وجه اول بر وجه دیگر عمود است. چه رابطه‌ای بین ضریب شکست و زاویه رأس منشور برقرار باشد تا پرتو خروجی از منشور مماس بر وجه منشور باشد؟

۱) $\cot A = n - \sqrt{n^۲ - ۱}$

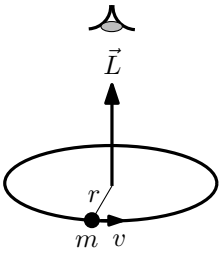
۲) $\tan A = n - \sqrt{n^۲ - ۱}$

۳) $\boxed{\cot A = \sqrt{n^۲ - ۱} - ۱}$

۴) $\tan A = \sqrt{n^۲ - ۱} - ۱$

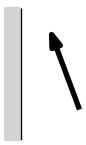
---

۳۲) هر گاه ذره‌ای به جرم m روی دایره‌ای به شعاع r بچرخد و اندازه‌ی سرعت آن v باشد به این ذره برداری با اندازه‌ی $L = rmv$ نسبت داده می‌شود که تکانه‌ی زاویه‌ای نام دارد. بردار $\vec{L}$ بر صفحه حرکت ذره عمود است و جهت آن مطابق شکل ۱ به سمت ناظری است که حرکت ذره را پادساعتگرد می‌بیند.



شکل ۱

حال فرض کنید ذره‌ای در مقابل یک آینه تخت قرار گرفته و بردار تکانه‌ی زاویه‌ای آن مطابق شکل ۲ است. کدام یک از شکل‌های زیر بردار تکانه‌ی زاویه‌ای ذره و تصویر آن را درست نشان می‌دهد؟



شکل ۲



الف ب ج د

۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

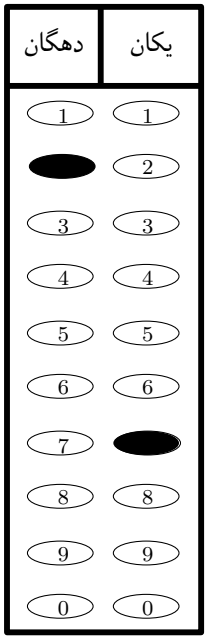
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

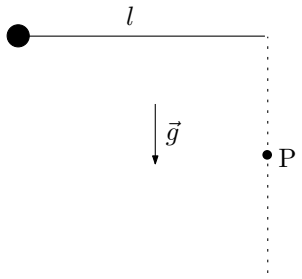


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) خرگوشی روی خط مستقیم از دست گرگی در حال فرار است. گرگ نیز که روی همان خط حرکت می‌کند در لحظه‌ای که در فاصله‌ی ۴۵ متری خرگوش است سرعت $14\ \mathrm{m/s}$ دارد، اما به دلیل خستگی، از این به بعد هر ۱۰ ثانیه $1\ \mathrm{m/s}$ از سرعت‌اش کاسته می‌شود. حداقل سرعت خرگوش چند **متر بر ثانیه** باشد تا هیچ‌گاه به دام گرگ نیفتد. پاسخ: $11\ \mathrm{m/s}$ یا $12\ \mathrm{m/s}$

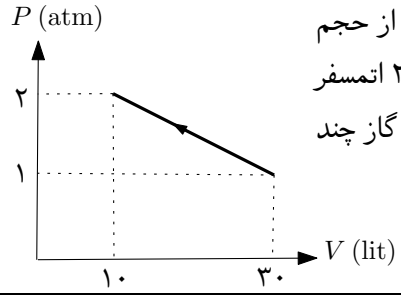
---

۲) مطابق شکل یک سر نخ سبکی به طول $l = 54\ \mathrm{cm}$ به گلوله‌ای متصل شده و سر دیگر نخ به نقطه‌ای از یک دیوار قائم بسته شده است. این آونگ می‌تواند در صفحه‌ی قائمی در مجاورت دیوار نوسان کند. نقطه‌ی P زیر نقطه‌ی آویز و به فاصله‌ی $\frac{l}{2}$ از آن میخی به دیوار زده شده که نخ آونگ هنگام نوسان می‌تواند به آن گیر کند. اگر آونگ از وضعیت افقی نشان داده شده در شکل رها شود پس از گیر کردن نخ به میخ بیشترین ارتفاع قائم گلوله از میخ چند **سانتی‌متر** خواهد بود؟ لازم به ذکر است که در حرکت دایره‌ای غیریکنواخت نیز اندازه‌ی شتاب جانب مرکز $\frac{v^2}{R}$ است. پاسخ: $23\ \mathrm{cm}$



---

۳) مطابق شکل، مقداری گاز کامل (آرمانی) را از حجم ۳۰ لیتر و فشار ۱ اتمسفر تا حجم ۱۰ لیتر و فشار ۲ اتمسفر متراکم می‌کنیم. وقتی دمای گاز بیشینه است حجم گاز چند **لیتر** است؟ پاسخ: $25\ \mathrm{lit}$



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۴) یک عدسی واگرا در فاصله‌ی ۲۵ cm از یک آینه‌ی مقعر با فاصله‌ی کانونی ۲۰ cm قرار دارد. محورهای اصلی آینه و عدسی بر هم منطبق اند. در فاصله‌ی ۶۰ cm از عدسی یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای روی محور اصلی آن قرار می‌دهیم. تصویر نهایی چشمه نور بر خودش منطبق می‌شود. اندازه‌ی فاصله‌ی کانونی عدسی چند **سانتی‌متر** است؟ پاسخ: ۲۰ cm

---

۵) یک پرتو نور شامل دو طول موج ۴۹۶ nm و ۶۲۰ nm با شدت $۳/۶ \times ۱۰^{-۳}\ \mathrm{W/m^۲}$ است که به طور مساوی بین طول موج‌ها تقسیم شده است. پرتو به طور عمود به سطح یک فلز به مساحت $۱\ \mathrm{cm^۲}$ می‌تابد. تابع کار فلز ۲/۳ eV است. حداکثر تعداد فوتوالکترون‌ها در مدت ۲ s برابر است با $k \times ۱۰^{n}$ که k عددی بین ۱ و ۱۰ است. n چند است؟ $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$ و $hc = ۱۲۴۰\ \mathrm{eV \cdot nm}$. پاسخ: ۱۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

طبع نهایی آزمون المپیاد فیزیک
مرحله‌ی اول سال ۱۳۹۴
سوال‌های دفترچه‌ی کد ۱

۹۴/۱۲/۱۱

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.
کد دفترچه ۲

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

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

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

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

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

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

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

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

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

۱۲ هم جواب است

مساله ۱	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۲	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۳	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۴	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۵	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۶	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۷	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۸	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۹	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

مساله ۱۰	یکان	دهگان
	۰	۰
	۱	۱
	۲	۲
	۳	۳
	۴	۴
	۵	۵
	۶	۶
	۷	۷
	۸	۸
	۹	۹

محل امضاء

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

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

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

طلیعه یاران آزمون المپیاد فیزیک
مرحله اول سال ۱۳۹۴
سوال های دفترچه کد ۲
۹۴/۱۲/۱۱

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.
کد دفترچه ۱

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

۱	۲	۳	۴	
۲	۱	۳	۴	
۳	۱	۲	۴	
۴	۱	۳	۴	
۵	۱	۲	۴	
۶	۱	۳	۴	
۷	۲	۳	۴	
۸	۱	۳	۴	
۹	۱	۲	۳	
۱۰	۴	۲	۳	
۱۱	۲	۳	۴	
۱۲	۲	۳	۴	
۱۳	۲	۳	۴	
۱۴	۴	۲	۳	
۱۵	۱	۲	۳	
۱۶	۲	۳	۴	
۱۷	۱	۲	۳	
۱۸	۱	۲	۳	
۱۹	۴	۲	۳	
۲۰	۳	۲	۴	
۲۱	۲	۳	۴	
۲۲	۱	۳	۴	
۲۳	۲	۳	۴	
۲۴	۱	۳	۴	
۲۵	۳	۲	۴	
۲۶	۱	۳	۴	
۲۷	۲	۳	۴	
۲۸	۳	۲	۴	
۲۹	۴	۲	۳	
۳۰	۳	۲	۴	
۳۱	۳	۲	۴	
۳۲	۱	۲	۴	
۳۳	۲	۳	۴	
۳۴	۱	۲	۴	
۳۵	۱	۲	۴	
۳۶	۱	۲	۴	
۳۷	۱	۲	۴	
۳۸	۱	۲	۴	
۳۹	۱	۲	۴	
۴۰	۱	۲	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
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
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
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

۱۲ام قبول است.

مساله ۱		مساله ۲		مساله ۳		مساله ۴		مساله ۵		مساله ۶		مساله ۷		مساله ۸		مساله ۹		مساله ۱۰	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

محل امضاء

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

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

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان
معاونت دانش‌پژوهان جوان

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

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

دفترچه‌ی سؤالات مرحله‌ی اول

بیست و هشتمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۳

صبح - ساعت: ۹:۰۰

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات		مدت آزمون
چند گزینه‌ای	مساله‌های کوتاه	(دقیقه)
۳۱	۸	۲۴۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

۱. کد برگه‌ی سؤالات شما **۱** است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه علامت بزنید، **در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد**. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤالات شما که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.

۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.

۳. یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.

۴. برگه‌ی پاسخ نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، 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 خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵. در سؤال‌های **چهار گزینه‌ای** به هر پاسخ درست ۳ نمره‌ی مثبت و به هر پاسخ نادرست یک نمره‌ی منفی تعلق می‌گیرد. در **مساله‌های کوتاه** به هر پاسخ درست ۸ نمره مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمره‌ی منفی ندارد.

۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.

۷. آزمون مرحله‌ی دوم برای دانش‌آموزان سال اول و دوم دبیرستان **صرفاً جنبه‌ی آزمایشی و آمادگی** دارد و شرکت کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.

۸. داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند، **در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل داده شود.**

کلیه‌ی حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) آونگی برای اندازه‌گیری زمان چنان تنظیم شده است که دوره‌ی نوسان‌های آن یک ثانیه باشد. فرض کنید طول آونگ ده درصد بزرگ‌تر شود. اگر با این آونگ طول شبانه روز را اندازه‌گیری کنیم، مدت زمان اندازه‌گیری شده (+۳, −۱)

۱) تقریباً ۱۴۰ دقیقه بیشتر می‌شود. ۲) تقریباً ۷۰ دقیقه بیشتر می‌شود.

۳) تقریباً ۱۴۰ دقیقه کمتر می‌شود. ۴) تقریباً ۷۰ دقیقه کمتر می‌شود.

---

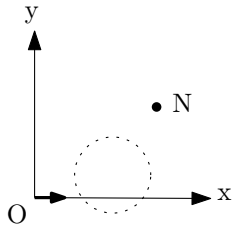
۲) می‌توان نشان داد میدان گرانشی ناشی از یک پوسته‌ی کروی با توزیع جرم یکنواخت در داخل آن صفر و در بیرون آن مشابه یک جسم نقطه‌ای با همان جرم در مرکز کره است. با استفاده از این مطلب شدت میدان گرانشی، g'، در کف چاهی به عمق d کدام گزینه است؟ فرض کنید چگالی زمین ثابت، شعاع زمین R و شتاب گرانش در سطح زمین g است. (+۳, −۱)

۱) $g' = g\dfrac{(R-d)^۳}{R^۳}$ ۲) $g' = g\dfrac{R-d}{R}$

۳) $g' = g\dfrac{(R+d)^۳}{R^۳}$ ۴) $g' = g\dfrac{R+d}{R}$

---

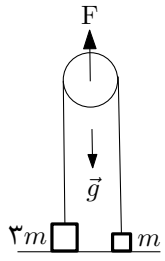
۳) الکترونی مطابق شکل از نقطه‌ی O شروع به حرکت می‌کند و تحت تأثیر میدان مغناطیسی یکنواخت B در ناحیه‌ی محصور در دایره به نقطه‌ی N در صفحه‌ی x-y می‌رسد. محورهای x و y مطابق شکل و محور z عمود بر صفحه و جهت مثبت آن رو به بیرون است. جهت میدان مغناطیسی کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)



۱) $+y$ ۲) $-y$ ۳) $+z$ ۴) $-z$

---

۴) در دستگاه شکل مقابل قرقره و نخ‌ها جرم ناچیز دارند. نیروی F را به محور قرقره وارد می‌کنیم تا جرم $۳m$ در آستانه‌ی بلند شدن از سطح زمین قرار گیرد. در این حالت شتاب جرم m به سمت بالا چقدر است؟ (+۳, −۱)

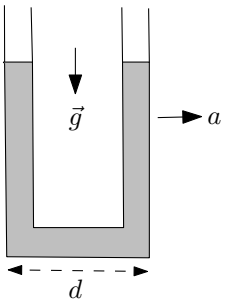


۱) $۲g$ ۲) g ۳) $\frac{g}{۲}$ ۴) $\frac{g}{۳}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) بخش‌های قائم یک لوله‌ی U شکل محتوی جیوه به فاصله‌ی d از هم هستند و قطر لوله در مقابل d ناچیز است. این دستگاه را در حضور گرانش با شتاب ثابت و افقی a مطابق شکل به حرکت درمی‌آوریم. اختلاف ارتفاع جیوه در لوله‌ها چقدر خواهد شد؟

(+۳, −۱)

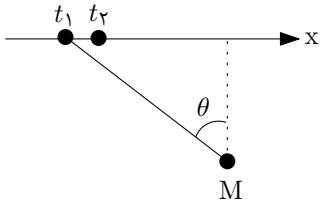


۱) صفر ۲) $\frac{ad}{g}$ ۳) $\frac{ad}{\sqrt{g^۲+a^۲}}$ ۴) $\frac{dg}{\sqrt{g^۲+a^۲}}$

---

۶) یک فرستنده‌ی صوتی با سرعت ثابت v روی محور x در حال حرکت است. این فرستنده در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ دو علامت صوتی منتشر می‌کند و گیرنده‌ای در نقطه‌ی M آن‌ها را دریافت می‌کند. اگر سرعت صوت در محیط برابر c و جابجایی متحرک در بازه‌ی زمانی $\Delta t = t_۲ - t_۱$ در مقایسه با فاصله‌ی گیرنده و فرستنده ناچیز باشد، بازه‌ی زمانی $\Delta t' = t'_۲ - t'_۱$ بین دریافت علامت‌ها توسط گیرنده کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)



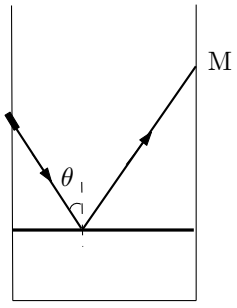
۱) $\Delta t' = \Delta t(۱ - \frac{v}{c}\sin\theta)$ ۲) $\Delta t' = \Delta t(۱ - \frac{v}{c}\cos\theta)$

۳) $\Delta t' = \Delta t(۱ + \frac{v}{c}\sin\theta)$ ۴) $\Delta t' = \Delta t(۱ + \frac{v}{c}\cos\theta)$

---

۷) یک باریکه‌ی لیزر مطابق شکل با زاویه‌ی θ از دیواره‌ی سمت چپ یک منبع آب به سطح آب می‌تابد و پس از بازتاب، نقطه‌ی نورانی M را روی دیواره‌ی سمت راست تشکیل می‌دهد. از این دستگاه برای سنجش ارتفاع آب مخزن استفاده می‌کنیم. تعیین کنید اگر سطح آب به اندازه‌ی h بالا بیاید، نقطه‌ی M روی دیواره‌ی سمت راست چقدر جابجا می‌شود؟

(+۳, −۱)

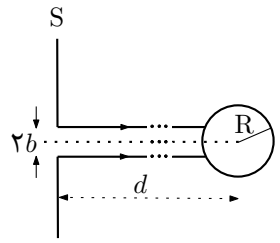


۱) h ۲) $۲h$ ۳) $\frac{h}{\cos\theta}$ ۴) $\frac{۲h}{\cos\theta}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸) دسته پرتو نور موازی شده‌ای از یک پنجره‌ی دایره‌ای به شعاع b که روی پرده‌ی S ایجاد شده، عبور کرده و به کره‌ای به شعاع R ($۲b < R$) که سطح آن آینه است، می‌تابد. مرکز کره در امتداد محور پنجره قرار دارد و فاصله‌ی آن تا پرده d است که از R بسیار بزرگ‌تر است. شعاع دایره‌ی نورانی که روی پرده‌ی S تشکیل می‌شود کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)

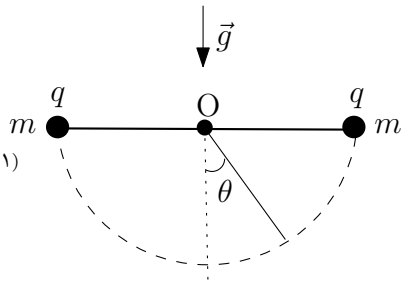


۱) $۲b$ ۲) $\frac{۲bd}{R}$ ۳) $\frac{bd}{\sqrt{R^۲ - b^۲}}$ ۴) $\frac{۲bd\sqrt{R^۲ - b^۲}}{R^۲ - ۲b^۲}$

---

۹) دو بار نقطه‌ای q هر یک به جرم m به دو سر نخی به طول $۲l$ متصل‌اند. در حالی که نخ مطابق شکل افقی است و نقطه‌ی O در وسط آن ثابت است بارها را از حالت سکون رها می‌کنیم تا تحت تأثیر گرانش سقوط کنند. فرض کنید حرکت به طور کامل در صفحه شکل صورت می‌گیرد.

(+۳, −۱)



کوچکترین زاویه‌ی $\theta_۰$ که نخ‌ها با امتداد قائم درست می‌کنند از کدام رابطه به دست می‌آید؟ (انرژی پتانسیل الکتریکی دو بار $q_۱$ و $q_۲$ به فاصله‌ی d از یکدیگر $\frac{q_۱ q_۲}{۴\pi\epsilon_۰ d}$ است.)

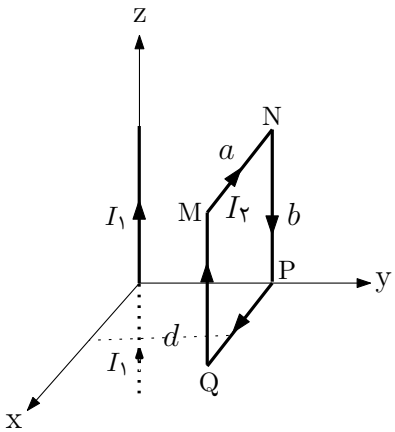
۱) $\frac{\sin ۲\theta_۰}{۱ - \sin\theta_۰} = \frac{q^۲}{۸\pi\epsilon_۰ mgl^۲}$ ۲) $\frac{۲\sin^۲\theta_۰}{۱ - \sin\theta_۰} = \frac{q^۲}{۸\pi\epsilon_۰ mgl^۲}$

۳) $\tan\theta_۰ = \frac{q^۲}{۱۶\pi\epsilon_۰ mgl^۲}$ ۴) $\sin ۲\theta_۰ = \frac{q^۲}{۸\pi\epsilon_۰ mgl^۲}$

---

۱۰) در شکل مقابل سیم بسیار طویل حامل جریان $I_۱$ بر محور z منطبق است. حلقه‌ی مستطیل شکل MNPQ حامل جریان $I_۲$ نیز طوری قرار دارد که صفحه‌ی آن بر محور y عمود است و به فاصله‌ی d از محور z است. ضلع PQ در صفحه‌ی x-y و ضلع PN در صفحه‌ی y-z است. اگر F_x و F_y مؤلفه‌های نیروی وارد بر حلقه باشند نسبت $\frac{F_y}{F_x}$ کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)

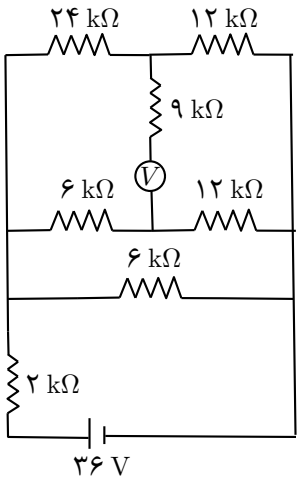


۱) $-\frac{a}{d}$ ۲) $-\frac{d}{a}$ ۳) $-\frac{\sqrt{a^۲ + d^۲}}{d}$ ۴) $-\frac{d}{\sqrt{a^۲ + d^۲}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱) در مدار شکل روبرو، نیروی محرکه‌ی باتری و مقدار مقاومت‌ها در شکل مشخص شده‌اند. ولت‌سنج V و باتری هر دو آرمانی‌اند. ولت‌سنج چه عددی را بر حسب ولت نشان می‌دهد؟

(+۳, −۱)



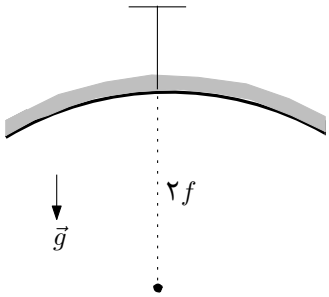
۱) ۴ ۲) ۱۲

۳) ۸ ۴) ۱۸

---

۱۲) مطابق شکل آینه‌ی مقعری به فاصله‌ی کانونی f طوری از سقف آویزان شده است که محور آن در راستای قائم باشد. جسمی درست از زیر رأس آینه و به فاصله‌ی $۲f$ از آن، از حالت سکون رها می‌شود و سقوط می‌کند. زمانی که تصویر جسم بیشترین سرعت را دارد، فاصله‌ی جسم از رأس آینه چقدر است؟

(+۳, −۱)

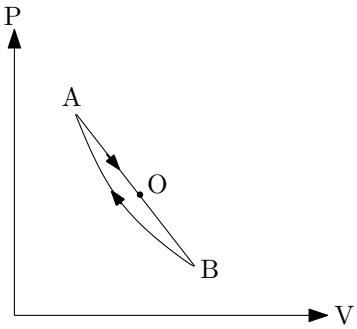


۱) $\frac{۷}{۴}f$ ۲) $۲f$ ۳) $\frac{۷}{۳}f$ ۴) $\frac{۸}{۳}f$

---

۱۳) مقداری گاز کامل که چرخه‌ی ABA را در صفحه‌ی P-V طی می‌کند در شکل نشان داده شده است. فرآیند AB یک خط راست و فرآیند BA بی‌دررو است. اندازه‌ی کار خالص انجام شده در یک چرخه را برابر W بگیرید. O نقطه‌ای بین A و B روی فرایند AB است. اندازه‌ی گرمای خالص داده شده به گاز در مسیر AO را Q_{AO} بگیرید. کدام گزینه صحیح است؟

(+۳, −۱)



۱) نقطه‌ی O هر جا که باشد $Q_{AO} < W$

۲) نقطه‌ی O هر جا که باشد $Q_{AO} > W$

۳) نقطه‌ی O می‌تواند چنان باشد که $Q_{AO} > W$

۴) هیچ نقطه‌ای نمی‌توان یافت که $Q_{AO} = W$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

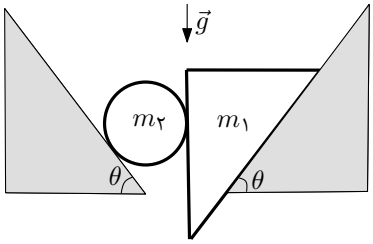
۱۴) یک مول گاز با ضریب اتمیسیته‌ی $\frac{۵}{۳}$ با دو مول گاز با ضریب اتمیسیته‌ی $\frac{۷}{۵}$ مخلوط شده است. با فرض آن که هر دو گاز و مخلوط آن‌ها ایده‌آل است، یعنی انرژی آن مجموع انرژی جنبشی کل ملکول‌هاست، ضریب اتمیسیته‌ی مخلوط چقدر است؟ (ضریب اتمیسیته نسبت $\frac{C_P}{C_V}$ است.)

(+۳, −۱)

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۷}{۴}$ ۳) $\frac{۱۹}{۱۳}$ ۴) $\frac{۶۷}{۴۵}$

---

۱۵) در شکل مقابل اصطکاک کلیه‌ی سطوح ناچیز است. استوانه و گوه در حالی که پیوسته در تماس با هم هستند بر روی دو سطح شیب‌دار ثابت با زاویه‌ی شیب θ می‌لغزند. جرم گوه و استوانه به ترتیب $m_۱$ و $m_۲$ است و $(m_۲ > m_۱)$. اندازه‌ی شتاب $m_۱$ کدام گزینه است؟

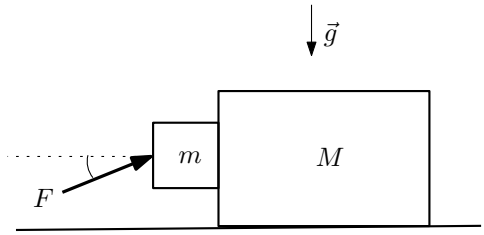


(+۳, −۱)

۱) $g\sin\theta$ ۲) $\frac{۱}{۲}g\sin\theta$ ۳) $\frac{m_۲ - m_۱}{m_۲ + m_۱}g\sin\theta$ ۴) $\frac{۱}{۲}\frac{m_۲ - m_۱}{m_۲ + m_۱}g\sin\theta$

---

۱۶) در شکل روبرو ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم μ_S و جرم اجسام m و M است. نیروی F هر دو جسم را در حالی که نسبت به هم نمی‌لغزند به جلو می‌راند. کمترین مقدار F کدام است؟ جرم M با سطح افقی اصطکاک ندارد.



(+۳, −۱)

۱) $\frac{(m+M)mg}{\mu_S M}$ ۲) $\frac{(m+M)mg}{\sqrt{(m+M)^۲ + \mu_S^۲ M^۲}}$

۳) $\frac{mg}{\sqrt{۱ + \mu_S^۲}}$ ۴) $\frac{mg\sqrt{(m+M)^۲ + \mu_S^۲ M^۲}}{۲\mu_S M}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) عرض رودخانه‌ای $36\,\mathrm{m}$ است. شخصی می‌خواهد با قایق پارویی که بیشترین سرعت آن $3\,\mathrm{m/s}$ است از یک طرف رودخانه به طرف دیگر برود. سرعت جریان آب نسبت به ساحل $4\,\mathrm{m/s}$ است. طول کوتاه‌ترین مسیر ممکن چند متر است؟ (+۳, −۱)

۱) ۳۶ ۲) ۴۵ ۳) ۴۸ ۴) ۶۰

---

۱۸) آزمایش‌ها نشان می‌دهند که شعاع هسته‌ی هر اتم از رابطه‌ی $R = r_\circ A^{\frac{1}{3}}$ به دست می‌آید که در آن $r_\circ = 1/5 \times 10^{-15}\,\mathrm{m}$ و A عدد جرمی است. جرم هر نوکلئون (پروتون و نوترون) تقریباً $m = 1/67 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$ و چگالی یک ستاره‌ی نوترونی تقریباً با چگالی هسته‌ی یک اتم برابر است. اگر خورشید با جرم $M = 2/0 \times 10^{30}\,\mathrm{kg}$ به ستاره‌ی نوترونی تبدیل شود شعاع آن حدوداً چقدر خواهد بود؟ (+۳, −۱)

۱) $5\,\mathrm{km}$ ۲) $15\,\mathrm{km}$ ۳) $25\,\mathrm{km}$ ۴) $35\,\mathrm{km}$

---

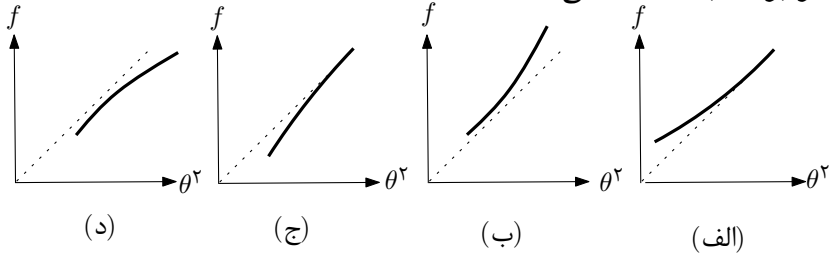
۱۹) فرض کنید تعداد ستاره‌ها در واحد حجم کیهان، ثابت و برابر با n است و زمین در مرکز کیهان قرار دارد. توان تابشی هر ستاره را یکسان و برابر با L بگیرید. اگر شدت نور یک ستاره در سطح زمین (انرژی دریافت شده در واحد زمان در واحد سطح زمین) با f نشان داده شود، تعداد ستاره‌هایی که شدت آن‌ها در سطح زمین از مقدار معین $f_\circ$ بیشتر است کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)

۱) $\frac{4}{3}\pi n \left(\frac{L}{4\pi f_\circ}\right)^3$ ۲) $\frac{4}{3}\pi n \left(\frac{L}{\pi f_\circ}\right)^3$

۳) $\frac{4}{3}\pi n \left(\frac{L}{4\pi f_\circ}\right)^{\frac{3}{2}}$ ۴) $\frac{4}{3}\pi n \left(\frac{L}{\pi f_\circ}\right)^{\frac{3}{2}}$

---

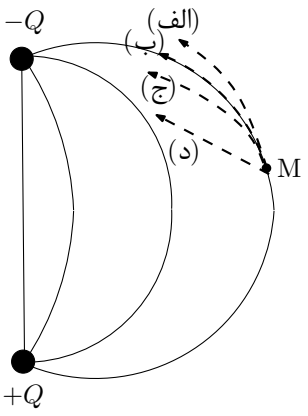
۲۰) یک خوشه‌ی ستاره‌ای مجموعه‌ای از ستاره‌های نزدیک هم است. فرض کنید خوشه‌های ستاره‌ای متعددی در فواصل مختلف زمین قرار دارند که قطر همه‌ی خوشه‌ها و توان تابشی همه‌ی آن‌ها با هم برابر است. همچنین فرض کنید بین این خوشه‌ها تا زمین گاز و غبار وجود دارد که باعث کاهش نور رسیده از این خوشه‌ها به زمین می‌شود. اگر θ زاویه‌ای باشد که یک خوشه‌ی ستاره‌ای تحت آن زاویه از سطح زمین دیده می‌شود، کدام نمودار شدت نور دریافت شده روی زمین، f، را بر حسب θ^2 نشان می‌دهد؟ (+۳, −۱)



۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۱) در شکل خطوط میدان الکتریکی دو بار $-Q$ و $+Q$ با خطوط پر رسم شده است. بار آزمون از نقطه‌ی M و از حال سکون رها می‌شود. کدام یک از مسیرهای خط‌چین در شکل مقابل می‌تواند مسیر حرکت بار آزمون باشد؟ (+۳, −۱)



۱) الف ۲) ب

۳) ج ۴) د

---

۲۲) با تخمین‌های مناسب حساب کنید مصرف سالیانه‌ی آب در کشور برای استحمام بر حسب **میلیون متر مکعب** به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

۱) $۱۰^{۳}$ ۲) $۱۰^{۶}$ ۳) $۱۰^{۹}$ ۴) $۱۰^{۱۲}$

---

۲۳) پرتابه‌ای از سطح زمین تحت زاویه‌ی نامعلوم نسبت به افق رو به بالا پرتاب می‌شود. پرتابه پس از زمان t به ارتفاع h از سطح زمین می‌رسد و پس از زمان T (از زمان پرتاب) مجدداً به سطح زمین برمی‌گردد کدام گزینه مقدار h را نشان می‌دهد؟ شتاب گرانش g است. (+۳, −۱)

۱) $gt(T-t)$ ۲) $\frac{۱}{۲}gt(T-t)$ ۳) $gt\sqrt{T^{۲}-t^{۲}}$ ۴) $\frac{۱}{۲}gt\sqrt{T^{۲}-t^{۲}}$

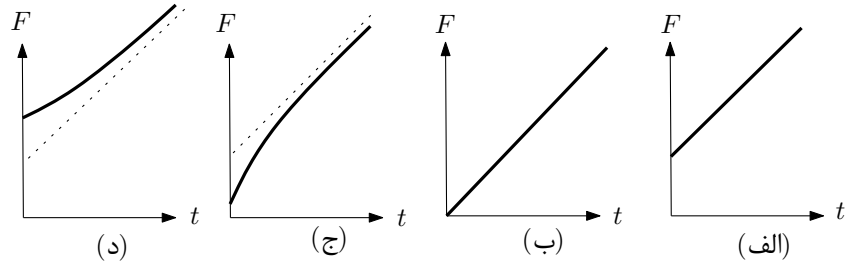
---

۲۴) برای اندازه‌گیری زمان دو نوع روز می‌توان تعریف کرد، یکی روز نجومی و دیگری روز خورشیدی. روز نجومی که آن را با T_A نشان می‌دهیم بازه‌ی زمانی میان دو وضعیت متوالی زمین است که در آن نقطه‌ی معینی (مثلاً در استوای زمین) مقابل یک ستاره‌ی دور دست باشد. روز خورشیدی که آن را با T_S نشان می‌دهیم بازه‌ی مشابه برای آن است که یک نقطه‌ی معین زمین در مقابل خورشید باشد (که اصطلاحاً به آن ظهر شرعی می‌گویند). با توجه به آن که جهت چرخش زمین دور خودش و دور خورشید یکسان است، $T_A - T_S$ حدوداً چقدر است؟ (+۳, −۱)

۱) ۲۲۰ s ۲) ۱۱۰ s ۳) −۱۱۰ s ۴) −۲۲۰ s

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

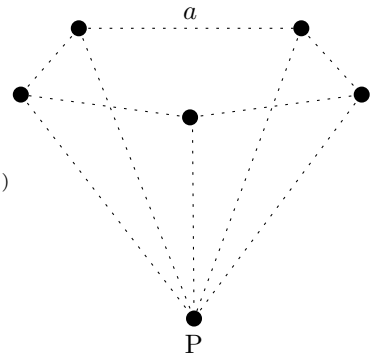
۲۵) فرض کنید شیر آبی را ناگهان باز می‌کنیم. زیر شیر یک ترازو قرار دارد که ظرفی روی آن است تا آب درون آن بریزد. اگر لحظه‌ی $t = ۰$ لحظه‌ای باشد که آب در ابتدا به کف ظرف می‌رسد، کدام گزینه می‌تواند نیرویی باشد که ترازو بر حسب زمان نشان می‌دهد؟ $(+۳, -۱)$



۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

---

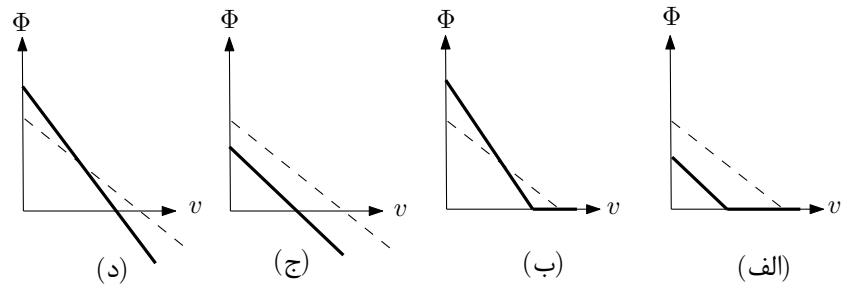
۲۶) شش بار نقطه‌ای یکسان q مطابق شکل روی رأس‌های یک شش وجهی که طول همه‌ی یال‌های آن a است، قرار دارند. این شش وجهی یک هرم با قاعده‌ی پنج‌ضلعی منتظم است. نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی واقع در رأس P کدام گزینه است؟ $\tan ۵۴^\circ \approx ۱/۳۸$ $(+۳, -۱)$



۱) $۰/۵\frac{q^۲}{\varepsilon_۰ a^۲}$
۲) $۰/۴\frac{q^۲}{\varepsilon_۰ a^۲}$
۳) $۰/۳\frac{q^۲}{\varepsilon_۰ a^۲}$
۴) $۰/۲\frac{q^۲}{\varepsilon_۰ a^۲}$

---

۲۷) یک خودرو در هوای بارانی با سرعت ثابت v در جاده‌ی مستقیم و افقی حرکت می‌کند. قطرات باران به طور عمودی و با سرعت u به زمین می‌رسند و باد نمی‌آید. فرض کنید شیشه‌ی عقب اتومبیل با راستای عمودی زاویه‌ی θ می‌سازد. کدام گزینه می‌تواند نمودار مقدار باران فرو ریخته در ثانیه به شیشه عقب، Φ، بر حسب سرعت خودرو را نشان دهد؟ خط پیوسته برای $\theta = ۳۰^\circ$ و خط‌چین برای $\theta = ۴۵^\circ$ است. $(+۳, -۱)$



۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

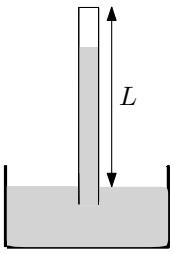
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۸) در فیزیک دستگاه‌هایی داریم در ابعاد حدود چند صد نانومتر که به آن‌ها دستگاه‌های مزوسکوپی گفته می‌شود. این قبیل دستگاه‌ها با وجود آن که از ابعاد اتمی بسیار بزرگ‌ترند، برای توصیف برخی از خواص آن‌ها باید فیزیک کوانتومی به کار برد. آزمایش نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی (کمیت $G = I/V$) برای یک سیم رسانای مزوسکوپی کوانتیده است، یعنی مضرب صحیحی از یک مقدار بنیادی G_0 است. کدام گزینه می‌تواند G_0 را بر حسب ثابت‌های بنیادی h (ثابت پلانک)، e (بار الکتریکی) و ε_0 (ضریب گذردهی خلاء) نشان دهد؟ (+۳, −۱)

۱) $\frac{2e^2}{h}$ ۲) $\frac{2h}{e^2}$ ۳) $\frac{2e^2\varepsilon_0}{h}$ ۴) $\frac{2h}{e^2\varepsilon_0}$

---

۲۹) یک جوسنج جیوه‌ای (بارومتر) مطابق شکل به واسطه‌ی وجود مقداری هوا در بالای ستون جیوه‌ی داخل لوله‌ی قائم، فشار هوای محیط را درست نشان نمی‌دهد. وقتی فشار هوا ۷۵۵ mm Hg است جوسنج عدد ۷۴۸ mm Hg و هنگامی که فشار هوا ۷۴۰ mm Hg است جوسنج عدد ۷۳۶ mm Hg را نشان می‌دهد. طول L از لوله که بالای سطح آزاد جیوه قرار گرفته چقدر است؟ فرض کنید دمای هوای بالای ستون جیوه همواره ثابت است. (+۳, −۱)



۱) ۷۵۸ mm ۲) ۷۶۴ mm ۳) ۷۷۰ mm ۴) ۷۷۶ mm

---

۳۰) دو متحرک ۱ و ۲ هم‌زمان از دو انتهای یک جاده‌ی مستقیم به سوی یکدیگر حرکت می‌کنند. بزرگی سرعت اولیه‌ی آن‌ها v_1 و v_2 و بزرگی شتاب آن‌ها در طول مسیر همواره ثابت و به ترتیب برابر a_1 و a_2 است. اگر این دو متحرک در وسط مسیر از کنار یکدیگر عبور کنند و نیز با سرعت یکسان به انتهای دیگر جاده برسند کدام رابطه بین کمیت‌های داده شده برقرار است؟ (+۳, −۱)

۱) $\frac{a_2}{a_1} = \frac{9v_2 + v_1}{9v_1 + v_2}$ ۲) $\frac{a_2}{a_1} = \frac{9v_2 - v_1}{9v_1 - v_2}$

۳) $\frac{a_2}{a_1} = \frac{7v_2 + v_1}{7v_1 + v_2}$ ۴) $\frac{a_2}{a_1} = \frac{7v_2 - v_1}{7v_1 - v_2}$

---

۳۱) در یک شب مهتابی شدت نور ماه روی زمین حدود $3 \times 10^{-4}\ \mathrm{W/m^2}$ است. مرتبه‌ی بزرگی تعداد فوتون‌هایی که در یک ثانیه وارد چشم ما می‌شود چقدر است؟ طول موج نوری که از ماه به زمین می‌رسد را ۵۵۰ nm و قطر مردمک چشم را ۶ mm در نظر بگیرید. ثابت پلانک $6/63 \times 10^{-34}\ \mathrm{J.s}$ و سرعت نور $3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$ است. (+۳, −۱)

۱) ۱۰ ۲) 10^4 ۳) 10^7 ۴) 10^{10}

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

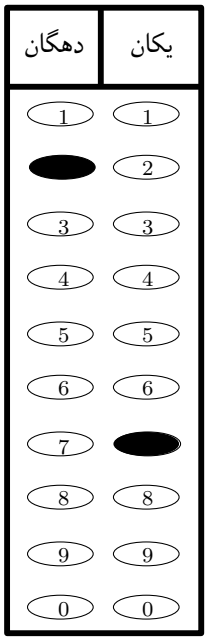
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

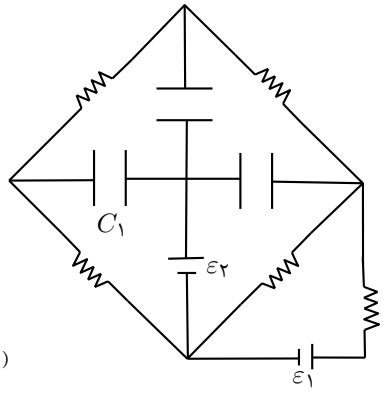
پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱) در مدار شکل روبرو، ظرفیت همه‌ی خازن‌ها $۸\,\mu\mathrm{F}$ و مقدار همه‌ی مقاومت‌ها $۱۰\,\mathrm{k}\Omega$ است. پس از گذشت زمان طولانی از بسته شدن مدار، اندازه‌ی بار ذخیره شده روی خازن $C_۱$ چند **میکروکولن** است؟ $\varepsilon_۱ = ۱۴\,\mathrm{V}$ و $\varepsilon_۲ = ۵\,\mathrm{V}$.



(۸ نمره)

---

۲) بر روی محور اصلی عدسی نازکی که به صورت قرص دایره‌ای به شعاع $۲\,\mathrm{cm}$ است لامپ میله‌ای نازکی به طول $۱۰\,\mathrm{cm}$ قرار گرفته است. فاصله‌ی نزدیک‌ترین نقطه‌ی لامپ تا عدسی $۳۰\,\mathrm{cm}$ است. در طرف دیگر عدسی پرده‌ای عمود بر محور اصلی قرار دارد و لکه‌ی روشنی روی آن مشاهده می‌شود. با جابجا کردن پرده به موازات عدسی قطر لکه‌ی روشن کم و زیاد می‌شود. کمترین مقدار قطر لکه‌ی روشن چند **میلی‌متر** است؟ فاصله‌ی کانونی عدسی $۲۰\,\mathrm{cm}$ است. (۸ نمره)

---

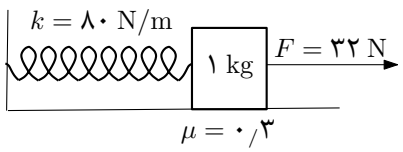
۳) در هسته‌های گازی شکل خورشید واکنش‌های گوناگون همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد. یکی از این واکنش‌ها که قسمت عمده‌ی انرژی لازم برای منظومه‌ی شمسی (از جمله سیاره‌ی زمین) را فراهم می‌کند چرخه‌ی پروتون نام دارد. این چرخه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

$$۴\,\mathrm{p} + ۲\,\mathrm{e}^- \rightarrow ۱\,\mathrm{He}^{++} + ۲\,\nu$$

که p پروتون، e^- الکترون، He هلیوم و ν نوترینو است. در هر چرخه $۲۶/۲\times۱۰^{۶}\mathrm{eV}$ انرژی حاصل می‌شود که $۱\mathrm{eV} = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\mathrm{J}$. انرژی خورشیدی با آهنگ ۱۳۸۰ وات بر متر مربع به زمین می‌رسد و شعاع زمین ۶۳۷۰ کیلومتر است. اگر تعداد نوترینوهایی که در هر ثانیه به زمین می‌رسد $a \times ۱۰^{n}$ $(۱ < a < ۱۰)$ باشد عدد n چقدر است؟ (۸ نمره)

---

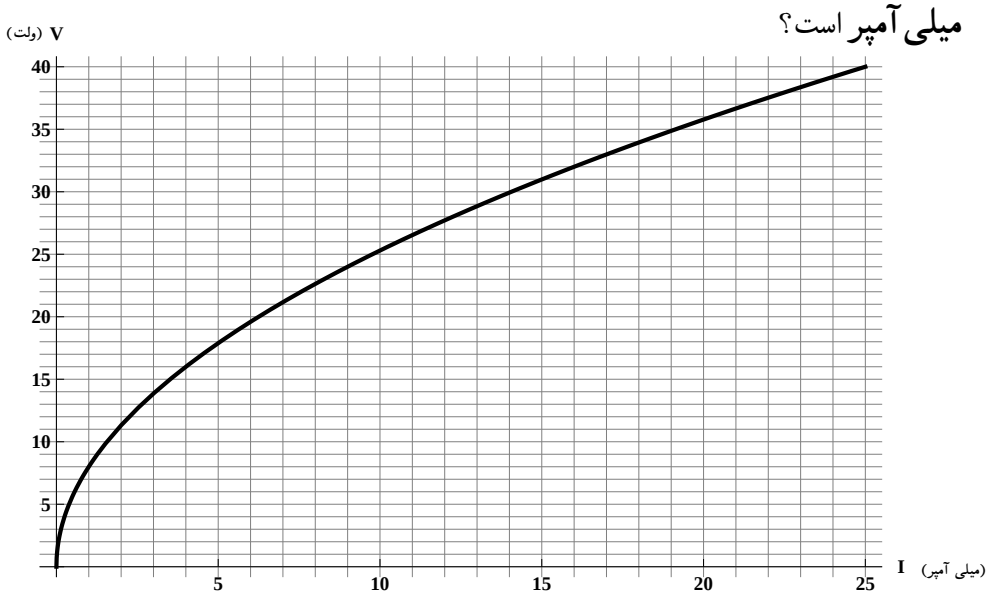
۴) وزنه‌ای به جرم $۱\,\mathrm{kg}$ مطابق شکل توسط فنری به ضریب سختی $k = ۸۰\,\mathrm{N/m}$ که یک انتهای آن به دیواری قائم و انتهای دیگر آن به این وزنه متصل است روی سطح افقی نگه داشته شده است. در این حالت طول فنر عادی و ضریب اصطکاک بین وزنه و سطح $۰/۳$ است. شخصی با نیروی ثابت و افقی $F = ۳۲\,\mathrm{N}$ شروع به کشیدن جسم می‌کند. توان نیروی F در لحظه‌ای که وزنه $۵۰\,\mathrm{cm}$ جابجا شده است چند **وات** است؟ $(g = ۱۰\,\mathrm{m/s^۲})$



(۸ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) منحنی ولتاژ ـ جریان برای یک مقاومت غیر خطی که از قانون اهم تبعیت نمی‌کند مطابق شکل است. این مقاومت را با یک باتری با نیروی محرکه ۴۰ V و یک مقاومت معمولی ۲ kΩ در یک مدار سری می‌کنیم. مقاومت داخلی باتری قابل اغماض است. شدت جریان مدار چند **میلی‌آمپر** است؟



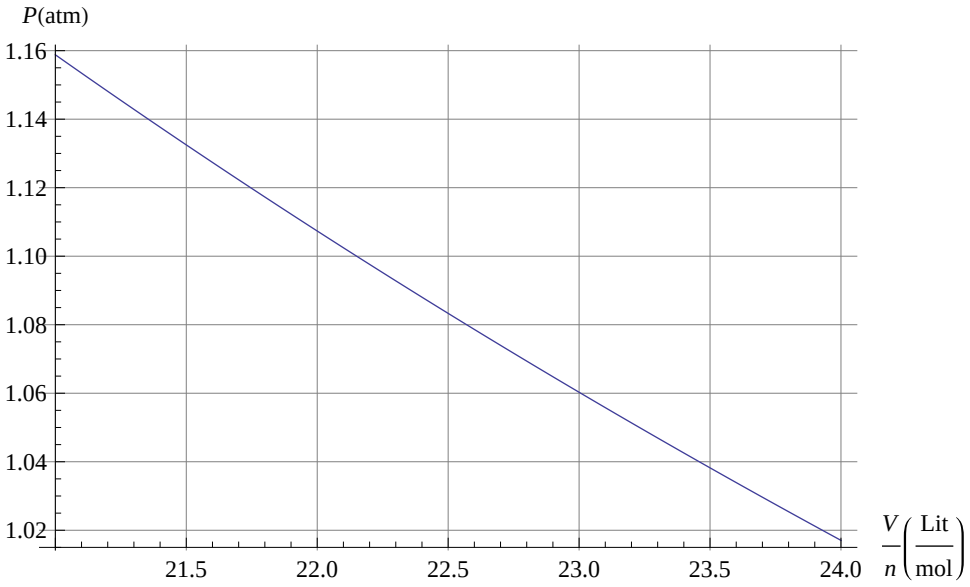
(۸ نمره)

---

۶) معادله‌ی حالت برخی از گازها را می‌توان به تقریب به شکل زیر در نظر گرفت

$$(P + a\frac{n^2}{V^2})V = nRT,$$

که در آن P فشار، V حجم، n تعداد مول، T دما، R ثابت جهانی گازها و a ثابت واندروالس است که تنها به جنس گاز بستگی دارد. نمودار زیر فشار گاز کربن دی‌سولفید را بر حسب حجم بر مول در دمای ۳۰۰ K نشان می‌دهد. ثابت واندروالس برای این گاز چند $\mathbf{Lit^2.atm/mol^2}$ است؟ ثابت جهانی گازها ۸٫۳۱۴ $\mathrm{J/mol \cdot K}$ است.



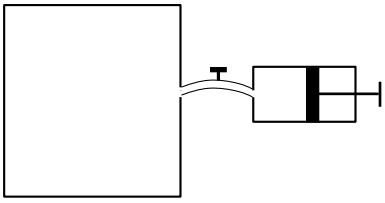
(۸ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) یک مخزن آب به شکل مکعب مستطیل که مساحت قاعده‌ی آن $۱۰۰\ \mathrm{m}^۲$ و ارتفاع آن $۱۰\ \mathrm{m}$ است طوری داخل زمین کار گذاشته شده که سقف آن هم‌سطح زمین است. پمپی توسط لوله‌ای که سطح مقطع آن $۱۰۰\ \mathrm{cm}^۲$ است و به کف مخزن وصل است آب را تا سطح زمین بالا می‌کشد. مقدار آبی که در هر ثانیه به وسیله‌ی پمپ تخلیه می‌شود ثابت است. در وضعیتی که مخزن پر از آب است پمپ در مدت $۵ \times ۱۰^۴\ \mathrm{s}$ قادر است تمام آب را تخلیه کند. حداقل کاری که پمپ باید انجام دهد چند **مگاژول** است؟ توجه کنید که انرژی پتانسیل اولیه‌ی آب را می‌توان با فرض آن که تمام آب مخزن در نیمه ارتفاع مخزن قرار دارد، به حساب آورد. چگالی آب $۱\ \mathrm{g/cm}^۳$ و شتاب ثقل $۱۰\ \mathrm{m/s}^۲$ است. (۸ نمره)

---

۸) حجم یک مخزن فولادی ۹ لیتر است و در ابتدا از هوای اتاق که آن را گاز کامل در نظر می‌گیریم با فشار یک اتمسفر پر شده است. می‌خواهیم به وسیله‌ی تلمبه‌ای مطابق شکل که حجم مخزن آن یک لیتر است هوای داخل مخزن فولادی را بکشیم تا فشار داخل آن به یک هزارم اتمسفر برسد. در طی فرایند دما ثابت است. چند **بار** باید تلمبه بزنیم؟ $\log ۳ \approx ۰/۴۷۷$



(۸ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کلید نهایی مرحله اول بیست و هشتمین المپیاد فیزیک ایران (کد۱) - ۱ اسفند ۱۳۹۳

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

	۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و
۱				●			۱۱			●				۲۱	●						۳۱							۴۱						
۲		●					۱۲			●				۲۲	●						۳۲							۴۲						
۳			●				۱۳			●				۲۳		●					۳۳							۴۳						
۴	●						۱۴			●				۲۴				●			۳۴							۴۴						
۵		●					۱۵			●				۲۵				●			۳۵							۴۵						
۶	●						۱۶		●					۲۶				●			۳۶							۴۶						
۷		●					۱۷			●				۲۷	●						۳۷							۴۷						
۸				●			۱۸		●					۲۸	●						۳۸							۴۸						
۹	●						۱۹			●				۲۹		●					۳۹							۴۹						
۱۰	●						۲۰			●				۳۰				●			۴۰							۵۰						

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

۱			۲			۳			۴			۵			۶			۷			۸			۹			۱۰			۱۱		
یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم	یکان	دهگان	رقم
		۰		●	۰			۰			۰			۰	●		۰			۰			۰			۰			۰			۰			۰
		۱			۱			۱			۱			۱			۱			۱			۱			۱			۱			۱		
	●	۲			۲		●	۲			۲			۲			۲	●		۲			۲			۲			۲			۲		
		۳			۳			۳			۳			۳			۳	●		۳			۳			۳			۳			۳		
●		۴			۴			۴			۴			۴			۴			۴			۴			۴			۴			۴		
		۵			۵			۵			۵			۵			۵	●		۵		●	۵			۵			۵			۵		
		۶			۶			۶		●	۶			۶			۶			۶		●	۶			۶			۶			۶		
		۷			۷			۷			۷			۷			۷			۷			۷			۷			۷			۷		
		۸			۸			۸			۸		●	۸			۸			۸			۸			۸			۸			۸		
		۹			۹			۹	●		۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹		

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

	تعداد کل
چند گزینه ای	۳۱
پاسخ کوتاه	۸
نمره	۱۵۷

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان

معاونت دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌ها است.

« امام خمینی (ره) »

بیست و هفتمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۲ اسفند ۱۳۹۲

کد دفترچه: ۱

شامل ۳۴ سؤال چندگزینه‌ای و ۷ مسئله‌ی کوتاه

توضیحات مهم: **استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.**

۱. کد برگه‌ی سؤال‌های شما **۱** است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه سیاه کنید. **در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.** توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.

۳. یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.

۴. برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه پاسخ هر سؤال را با مداد مشکی نرم در محل مربوطه کاملاً سیاه کنید.

۵. در سؤال‌های چندگزینه‌ای به هر پاسخ درست نمره‌ی مثبت و به هر پاسخ نادرست نمره‌ی منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است. مسئله‌های کوتاه نمره‌ی منفی ندارند.

۶. همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.

۷. آزمون مرحله‌ی دوم برای دانش‌آموزان سال اول و دوم دبیرستان صرفاً جنبه‌ی آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستان از بین دانش‌آموزان پایه‌ی سوم انتخاب می‌شوند.

۸. داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند، در غیر اینصورت دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) بادکنکی را باد می‌کنیم و با یک نخ به جسم سنگینی می‌بندیم. دستگاه را به آرامی درون آب ساکن رها می‌کنیم تا پایین رود. پس از غوطه‌وری کامل بادکنک، با پایین‌تر رفتن آن در آب نیروی وارد از طرف آب به آن (+۲, −۱)

۱) بیشتر می‌شود ۲) کمتر می‌شود ۳) تغییر نمی‌کند

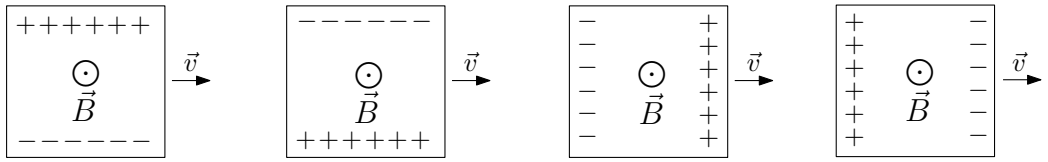
---

۲) جسمی با سرعت اولیه ۱۰ m/s در جهت جنوب به شمال در حرکت است. در بازه‌ی زمانی $0 \le t \le 5\,\mathrm{s}$ جسم در معرض یک میدان نیروی ثابت قرار می‌گیرد به طوری که شتاب آن $2\,\mathrm{m/s^2}$ در جهت جنوب غربی است و با جنوب ـ شمال زاویه‌ی ۶۰° می‌سازد. سرعت جسم در لحظه‌ی $t = 6\,\mathrm{s}$ چقدر است؟ (+۴, −۱)

۱) صفر ۲) ۲ m/s ۳) ۵ m/s ۴) $5\sqrt{3}$ m/s ۵) ۱۰ m/s

---

۳) یک صفحه‌ی مربعی رسانا درون میدان مغناطیسی یکنواخت که عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت بیرون است حرکت می‌کند. کدام شکل آرایش بارها را درست نشان می‌دهد؟ (+۳, −۱)



۱) ۲) ۳) ۴)

---

۴) القاگر روبرو بخشی از یک مدار است و مقاومت الکتریکی ندارد. در مدت زمان Δt پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A بیشتر از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B است. کدام گزینه در مورد جریان الکتریکی در القاگر درست است؟ (+۲, −۱)



۱) اگر جریان الکتریکی از B به A باشد، کاهنده است.

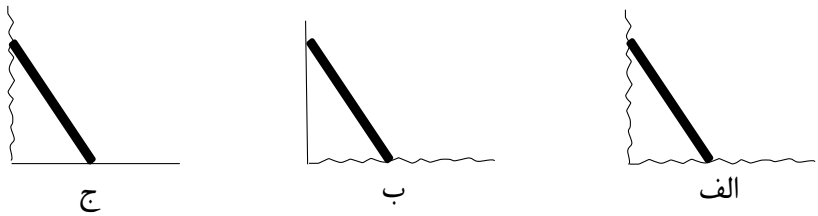
۲) جریان الکتریکی ثابت است.

۳) اگر جریان الکتریکی از A به B باشد، کاهنده است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) در شکل‌های زیر سطوح بدون اصطکاک با خطوط صاف و سطوح دارای اصطکاک با خطوط موج‌دار رسم شده‌اند. می‌خواهیم یک سرِ میله‌ی مایلی به دیوار قائم و سرِ دیگر آن روی سطح افقی قرار داشته باشد و ساکن بماند.

(+۳, −۱)



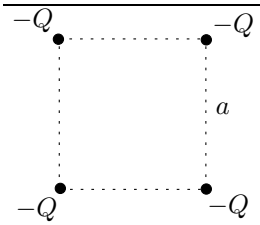
کدام پیکربندی‌ها برای ساکن نگه‌داشتن میله می‌تواند مناسب باشد؟

۱) فقط الف ۲) فقط الف و ب ۳) فقط الف و ج ۴) الف، ب و ج

---

۶) چهار بار یکسان $-Q$ در چهار گوشه‌ی مربعی به ضلع a ساکن نگه داشته شده‌اند. در کدام نقطه اندازه‌ی میدان الکتریکی بزرگ‌تر است؟

(+۳, −۱)



۱) مرکز مربع ۲) وسط اضلاع مربع ۳) نزدیکی هر بار ۴) در فاصله‌ی دور از بارها

---

۷) جسمی بر روی یک خط راست حرکت می‌کند و در تمام طول مسیر شتاب آن ثابت است. اگر $\bar{v}_1$، $\bar{v}_2$ و $\bar{v}_3$ سرعت متوسط در سه بازه‌ی زمانی متوالی Δt_1، Δt_2 و Δt_3 باشد، کدام رابطه درست است؟

(+۳, −۱)

۱) $\dfrac{\bar{v}_1 - \bar{v}_2}{\bar{v}_2 - \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{\Delta t_2 + \Delta t_3}$

۲) $\dfrac{\bar{v}_1 - \bar{v}_2}{\bar{v}_2 - \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\Delta t_2 - \Delta t_3}$

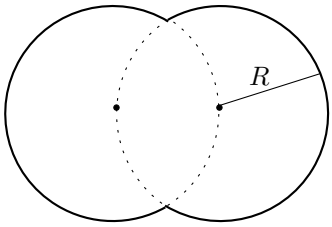
۳) $\dfrac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{\bar{v}_2 + \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{\Delta t_2 + \Delta t_3}$

۴) $\dfrac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{\bar{v}_2 + \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\Delta t_2 - \Delta t_3}$

---

۸) سطح مقطع افقی استخری با دیواره‌های قائم در شکل نشان داده شده است. مرکز هر دایره بر محیط دایره‌ی دیگر واقع است و شعاع هر کدام R است. در وضعیتی که استخر تا ارتفاع h آب داشته باشد و فشار هوای بیرون $P_\circ$ باشد نیروی وارد بر کف استخر چقدر است؟ چگالی آب را ρ و شتاب گرانش را g بگیرید.

(+۳, −۱)



۱) $(P_\circ + \rho g h)(\frac{5\pi}{3} - \sqrt{3})R^2$

۲) $(P_\circ + \rho g h)(\frac{8\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2})R^2$

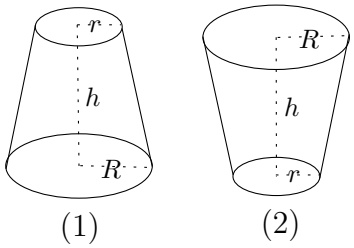
۳) $(P_\circ + \rho g h)(\frac{5\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4})R^2$

۴) $(P_\circ + \rho g h)(\frac{4\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2})R^2$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹) حجم هر یک از ظرف‌های نشان داده شده در شکل $\frac{1}{3}\pi(R^2 + r^2 + rR)h$ است. ظرف‌ها کاملاً بسته و پر از آب هستند به نحوی که فشار در سطح بالایی آن‌ها صفر است. نسبت $\frac{r}{R}$ چقدر باشد تا در وضعیتی که ظرف‌ها پر از آب هستند نیروی ناشی از فشار آب، وارد بر دیواره‌ی جانبی ظرف (۱) یک و نیم برابر ظرف (۲) باشد؟

(+۳, −۱)

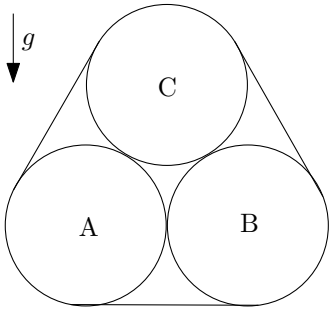


۱) ۰٫۶۰ ۲) ۰٫۵۰ ۳) ۰٫۳۰ ۴) **۰٫۲۵**

---

۱۰) سه استوانه‌ی یکسان هر یک به جرم m با یک نخ سبک به هم بسته شده‌اند و مطابق شکل روی یک سطح افقی قرار دارند. اصطکاک بین استوانه‌ها و بین استوانه‌ها و سطح افقی ناچیز و کشش نخ در تمام طول نخ یکسان است. اگر N_1 اندازه‌ی نیروی C به A و N_2 اندازه‌ی نیروی وارد از B به A باشد، $N_1 - N_2$ کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)

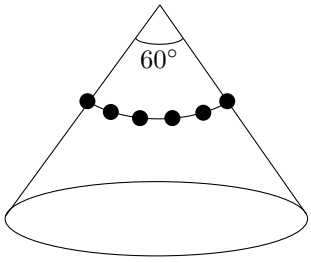


۱) ۰٫۵۰ mg ۲) ۰٫۵۸ mg ۳) ۰٫۷۴ mg ۴) **۰٫۸۷ mg**

---

۱۱) نخی بسیار سبکی را از داخل N مهره‌ی یکسان گذرانده و دو سر نخ را گره می‌زنیم. جرم هر یک از مهره‌ها m است. این حلقه را مطابق شکل از بالای یک مخروط بر روی آن قرار می‌دهیم و سپس مهره‌ها را با فاصله‌های برابر از هم روی مخروط مرتب می‌کنیم تا همگی در یک سطح افقی باشند. از اصطکاک بین مهره‌ها با سطح مخروط صرفنظر می‌کنیم. بزرگی مهره‌ها طوری است که نخ با بدنه‌ی مخروط تماس ندارد. اگر نیروی کشش نخ در تمام طول نخ یکسان باشد اندازه‌ی آن چقدر است؟

(+۳, −۱)

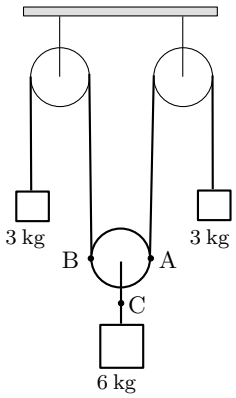


۱) $\boxed{\sqrt{\frac{3}{4}}\frac{mg}{\sin(\pi/N)}}$ ۲) $\frac{mg}{\sin(\pi/N)}$

۳) $\sqrt{\frac{3}{4}}\frac{mg}{\sin(2\pi/N)}$ ۴) $\frac{mg}{\sin(2\pi/N)}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) در دستگاه نشان داده شده در شکل جرم طناب‌ها قابل صرف‌نظر کردن است، اما از جرم قرقره‌ها نمی‌توان چشم‌پوشید. قرقره‌های ثابت مشابه هستند و در محور خود اصطکاک ندارند. دستگاه از حالت سکون رها می‌شود. اگر کشش طناب در نقاط A، B و C به ترتیب T_A، T_B و T_C باشد، کدام گزینه درست است؟ (+۴، −۱)



۱) $T_A = T_B$ و $T_A + T_B = T_C$

۲) $T_A < T_B$ و $T_A + T_B = T_C$

۳) $T_A > T_B$ و $T_A + T_B = T_C$

۴) $T_A = T_B$ و $T_A + T_B < T_C$

۵) $\boxed{T_A = T_B \text{ و } T_A + T_B > T_C}$

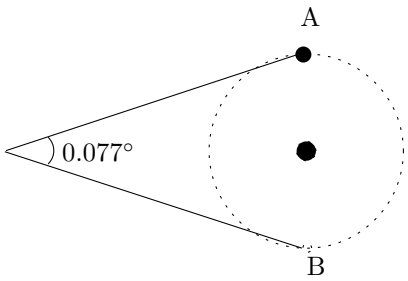
---

۱۳) در ظرفی با حجم متغیر، ۱۰٫۰ مول از یک گاز دو اتمی که برای آن $C_{\text{MP}} = ۷R/۲$ است وجود دارد. در دمای ۲۷٫۰ °C سرعت صوت در این گاز ۳۵۳ m/s است. اگر در یک فرایند هم‌فشار، ۶۰٫۰ kJ گرما به گاز داده شود سرعت انتشار صوت در این گاز چقدر می‌شود؟ لازم به ذکر است که سرعت صوت در گازی با فشار P، ضریب اتمیسیته γ و چگالی ρ از رابطه‌ی $v_s = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ به دست می‌آید. ثابت گازها $R = ۸٫۳۱ \text{J/mol.K}$ است. (+۳، −۱)

۱) ۲۷۱ m/s ۲) ۴۲۴ m/s ۳) $\boxed{۴۵۹ \text{ m/s}}$ ۴) ۵۹۷ m/s

---

۱۴) جرم سیاره‌ی مشتری $۱٫۹ \times ۱۰^{۲۷}$ kg است. از روی زمین و هنگامی که فاصله‌ی مشتری از زمین $۶٫۳ \times ۱۰^{۱۱}$ m است زاویه‌ی رصد یکی از قمرهای آن وقتی در دو وضعیت متقابل A و B قرار می‌گیرد ۰٫۰۷۷ درجه است. دوره‌ی تناوب حرکت این قمر به دور مشتری چند روز است؟ ثابت گرانش $G = ۶٫۷ \times ۱۰^{-۱۱} \text{ N.m}^۲/\text{kg}^۲$ است. (+۳، −۱)



۱) ۱۸۰۰ روز ۲) ۱۸۰ روز ۳) ۱۸ روز ۴) $\boxed{۱٫۸ \text{ روز}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) در مدل اتمی بور فرض می‌شود $m_e v_n r_n = nh/2\pi$ که h ثابت پلانک، r_n شعاع مدار دایره‌ای n ام و v_n سرعت الکترون در این مدار است. برای اتم هیدروژن معمولی نیروی بین الکترون و پروتون که باعث حرکت الکترون بر روی یک دایره می‌شود نیروی الکتریکی است و شعاع حالت پایه $r_1 = 0/5\text{A}^\circ$ است. اگر در مدل اتمی بور به جای نیروی الکتریکی، نیروی گرانشی مؤثر بود شعاع حالت پایه‌ی دستگاه به کدام عدد نزدیک‌تر بود؟ جرم الکترون $m_e = 9/1\times10^{-31}\,\text{kg}$، جرم پروتون $m_p = 1/7\times10^{-27}\,\text{kg}$، ثابت پلانک $h = 6/6\times10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$ است، ثابت گرانش $G = 6/7\times10^{-11}\,\text{N.m}^2/\text{kg}^2$، ثابت کولن $k = 9/0\times10^{9}\,\text{N.m}^2/\text{C}^2$ و بار الکتریکی الکترون $e = 1/6\times10^{-19}\,\text{C}$ است. (+۳، −۱)

۱) 10^{-8}m ۲) 10^{9}m ۳) $\boxed{10^{29}\text{m}}$ ۴) 10^{33}m

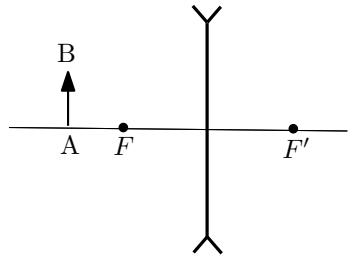
---

۱۶) فرض کنید در ابتدا N_1 اتم از یک عنصر پرتوزا در نمونه‌ای موجود است. پس از گذشت زمان ۴۵ دقیقه (که مضرب صحیحی از نیمه‌عمر است) N_2' اتم واپاشی کرده‌اند. پس از گذشت ۴۵ دقیقه دیگر N_3 اتم در نمونه باقی مانده‌اند به طوری که $\frac{N_2'}{N_3} = 56$. نیمه عمر این عنصر پرتوزا چند دقیقه است؟

۱) ۳/۷۵ ۲) ۷/۵ ۳) $\boxed{15}$ ۴) ۲۲/۵

---

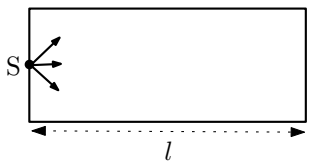
۱۷) در شکل مقابل جسم AB در مقابل یک عدسی واگرا قرار دارد که F و F' کانون‌های آن هستند. اگر $AF' = a$ و بزرگ‌نمایی تصویر m باشد، فاصله‌ی تصویر تا F چقدر است؟ (+۳، −۱)



۱) am ۲) $\boxed{am^2}$ ۳) $a(2m-m^2)$ ۴) $a(m-m^2)$

---

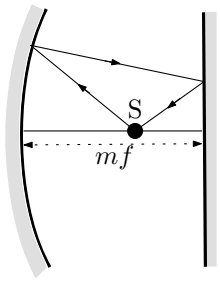
۱۸) استوانه‌ای شفاف به ضریب شکست n و طول l در هوا قرار دارد. در مرکز قاعده‌ی سمت چپ استوانه چشمه‌ی نقطه‌ای S وجود دارد. پرتوهای گسیلی که هم‌زمان از S خارج می‌شوند در زمان‌های متفاوتی به قاعده‌ی دیگر می‌رسند. اگر کوتاه‌ترین زمان رسیدن پرتوها t_1 و طولانی‌ترین زمان آن t_2 باشد $t_2 - t_1$ چقدر است؟ سرعت نور c است و طول استوانه نسبت به شعاع آن بزرگ است. (+۳، −۱)



۱) $\boxed{(n-1)\frac{nl}{c}}$ ۲) $(n^2-1)\frac{nl}{c}$ ۳) $(n^2-1)\frac{l}{c}$ ۴) $(n-1)\frac{l}{c}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۹) در شکل مقابل فاصله‌ی کانونی آینه‌ی مقعر f و فاصله‌ی آن از آینه‌ی تخت mf است. محور اصلی آینه‌ی مقعر بر سطح آینه‌ی تخت عمود است. تصویر نقطه‌ی نورانی S واقع بر محور اصلی آینه‌ی مقعر بر خودش منطبق است. فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی S از آینه‌ی تخت چقدر است؟



(+۳, −۱)

۱) $mf + \sqrt{m(m-۲)}\, f$

۲) $m(m-۲)f$

۳) $mf - \sqrt{m(m-۲)}\, f$

۴) $\boxed{\sqrt{m(m-۲)}\, f}$

---

۲۰) فاصله‌ی بین جسمی تا یک دیوار D است. عدسی همگرایی که محور اصلی آن عمود بر راستای جسم است در دو موقعیت تصویر حقیقی از جسم روی دیوار تشکیل می‌دهد. اگر فاصله‌ی بین مکان‌های عدسی در این دو وضعیت d باشد، نسبت طول تصویر کوچک‌تر به طول تصویر بزرگ‌تر کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)

۱) $\frac{d^۲}{D^۲}$

۲) $\frac{D-d}{D+d}$

۳) $\frac{D^۲-d^۲}{D^۲+d^۲}$

۴) $\boxed{\left(\frac{D-d}{D+d}\right)^۲}$

---

۲۱) چهار چشمه‌ی نقطه‌ای صوتی هم‌فاز در فاصله‌ی یکسان از گیرنده قرار دارند و دامنه‌ی موج منتشر شده از هر کدام یکسان است. اگر سه چشمه قطع شوند شدت صوت در محل گیرنده چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

(+۲, −۱)

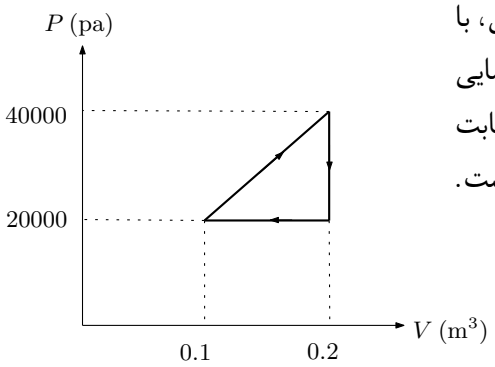
۱) ۳

۲) ۶

۳) $\boxed{۱۲}$

---

۲۲) یک ماشین گرمایی مطابق چرخه‌ی شکل، با یک گاز کامل تک‌اتمی کار می‌کند. ظرفیت گرمایی مولی گاز کامل تک‌اتمی در حجم ثابت و فشار ثابت به ترتیب $C_{MV} = ۳R/۲$ و $C_{MP} = ۵R/۲$ است. بازده این ماشین کدام گزینه است؟



(+۳, −۱)

۱) $\frac{۱}{۶}$

۲) $\frac{۱}{۱۱}$

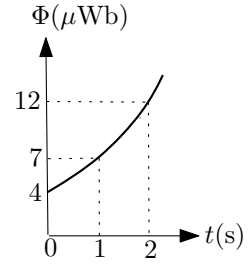
۳) $\boxed{\frac{۱}{۱۲}}$

۴) $\frac{۱}{۱۳}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۲۳) نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه بر حسب زمان یک سهمی است. محور تقارن سهمی موازی محور Φ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = ۰$ چند میکرو ولت است؟

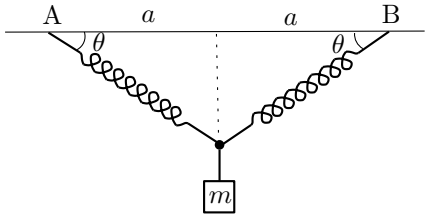


(+۳, −۱)

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

---

۲۴) بین دو نقطه‌ی A و B به فاصله‌ی افقی $۲a$ دو فنر که طول عادی هر کدام a است قرار دارد. به نقطه‌ی اتصال دو فنر یک بار جرم $m_۱$ و یک بار جرم $m_۲$ را می‌آویزیم. زاویه‌ی θ در شکل بار اول ۳۰° و بار دوم ۴۵° است. نسبت $m_۲/m_۱$ چقدر است؟

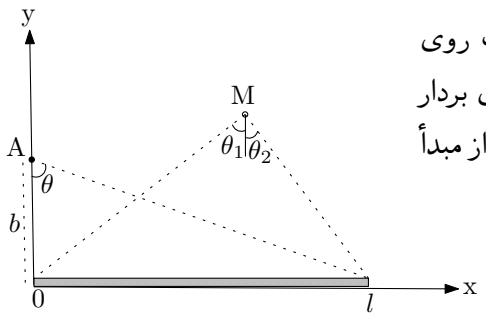


(+۳, −۱)

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\sqrt{۳}$ ۳) $\dfrac{\sqrt{۶}-\sqrt{۳}}{۲-\sqrt{۳}}$ ۴) $\boxed{\dfrac{۲\sqrt{۳}-\sqrt{۶}}{۲-\sqrt{۳}}}$

---

۲۵) بار الکتریکی q به طور یکنواخت روی میله‌ای به طول l توزیع شده است. مؤلفه‌های بردار میدان الکتریکی در نقطه‌ی A به فاصله‌ی b از مبدأ مختصات عبارتند از



$$E_x = \frac{q}{۴\pi\epsilon_۰ lb}(\cos\theta - ۱)$$
$$E_y = \frac{q}{۴\pi\epsilon_۰ lb}\sin\theta$$

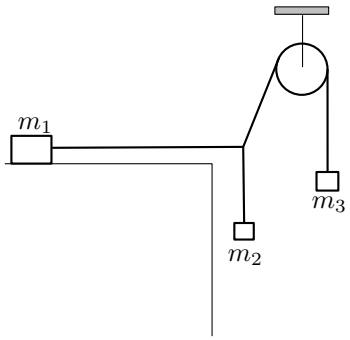
در این روابط θ زاویه‌ای است که در شکل نشان داده شده است. از نقطه‌ی M دو انتهای میله تحت زاویه‌های $\theta_۱$ و $\theta_۲$ دیده می‌شود. نسبت E_x/E_y در نقطه‌ی M کدام گزینه است؟

(+۳, −۱)

۱) $\tan\theta_۱ - \tan\theta_۲$ ۲) $\sin\left(\dfrac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)$ ۳) $\cot\left(\dfrac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)$ ۴) $\boxed{\tan\left(\dfrac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۶) در دستگاه نشان داده شده در شکل طناب‌ها و قرقره بدون جرم و اجسام دارای جرم‌های $m_1 = ۲۰\,\text{kg}$، $m_2 = ۸\,\text{kg}$ و $m_3 = ۱۰\,\text{kg}$ هستند. حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم m_1 و سطح چقدر باشد تا دستگاه در حال تعادل باشد؟ طناب متصل به جسم m_1 افقی است.



(+۳, −۱)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۳۰ ۳) ۰/۴۰ ۴) ۰/۵۳

---

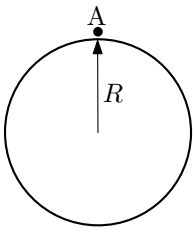
۲۷) صفحات یک خازن تخت مساحت A دارند و به فاصله‌ی d از هم قرار گرفته‌اند. وقتی خازن را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم هر صفحه با چه نیرویی دیگری را جذب می‌کند؟

(+۳, −۱)

۱) $\frac{A\epsilon_۰ V^۲}{۲d^۲}$ ۲) $\frac{A\epsilon_۰ V^۲}{d^۲}$ ۳) $\frac{۲A\epsilon_۰ V^۲}{d^۲}$ ۴) $\frac{۴A\epsilon_۰ V^۲}{d^۲}$

---

۲۸) یک کره‌ی شیشه‌ای شفاف توپر به شعاع R و ضریب شکست $\sqrt{۲}$ در نظر بگیرید. ناظر نقطه‌ای A بسیار نزدیک به سطح کره و بیرون آن واقع است. حداکثر چه کسری از سطح داخلی کره توسط A قابل رویت است، به شرط آن که نور فقط با یک بار شکسته شدن و بدون بازتاب کلی به ناظر A برسد؟

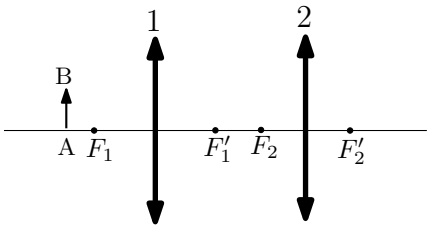


(+۳, −۱)

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

---

۲۹) در شکل مقابل فاصله‌ی دو عدسی به اندازه‌ای است که اگر عدسی ۲ نبود، تصویر حاصل از عدسی ۱، از جسم AB داخل فاصله‌ی کانونی عدسی دوم و سمت راست آن تشکیل می‌شد. با وجود عدسی دوم کدام گزینه درست است؟



(+۳, −۱)

۱) تصویر حقیقی است و سمت راست عدسی ۲ تشکیل می‌شود

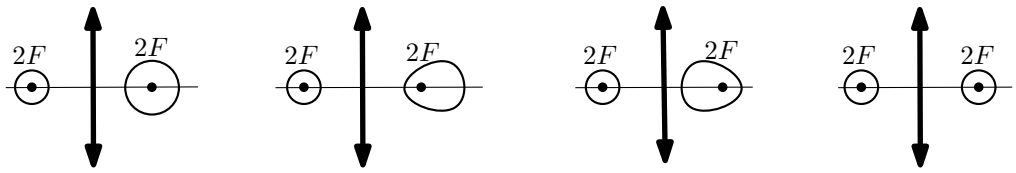
۲) تصویر مجازی است و سمت راست عدسی ۲ تشکیل می‌شود

۳) تصویر حقیقی است و سمت چپ عدسی ۲ تشکیل می‌شود

۴) تصویر مجازی است و سمت چپ عدسی ۲ تشکیل می‌شود

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۰) یک گوی کوچک نورانی در مقابل یک عدسی همگرا و سمت چپ آن قرار دارد، به طوری که مرکز آن در 2F روی محور اصلی است. کدام شکل تصویر حقیقی این گوی نورانی را نشان می‌دهد؟ (+۳, −۱)

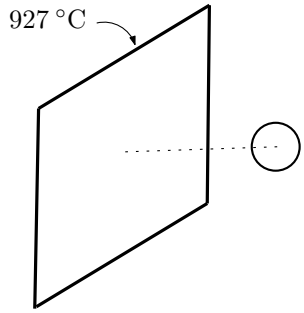


۱) ۲) ۳) ۴)

---

۳۱) بنا به نظریه‌ی تابش گرمایی کلیه‌ی اجسام به اطراف خود تابش می‌کنند و انرژی تابش شده از اطراف را نیز جذب می‌کنند. بنا به تعریف، جسم سیاه یک جذب‌کننده و تابش‌کننده‌ی ایده‌آل است که صددرصد انرژی تابیده شده بر آن را جذب می‌کند. آزمایش و نظریه نشان می‌دهد که شدت، یعنی مقدار انرژی که در واحد زمان از واحد سطح یک جسم سیاه تابیده می‌شود $\sigma T^۴$ است که T دمای مطلق جسم و σ ثابت است.

فرض کنید یک سطح سیاه تابش کننده در دمای ثابت ۹۲۷ °C قرار دارد و ابعاد سطح بسیار بزرگ است. در مقابل این سطح تابش‌کننده یک کره‌ی کوچک قرار دارد که آن هم یک جسم سیاه است. دمای تعادل کره چند درجه‌ی سانتیگراد است؟ (+۳, −۱)

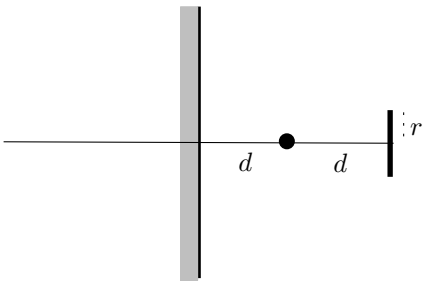


راهنمایی: اگر کره بین دو سطح تابنده‌ی موازی که هر کدام در دمای T هستند قرار گیرد، دمای تعادل آن همان T خواهد بود.

۱) ۹۲۷ ۲) ۷۳۶ ۳) ۵۷۵ ۴) ۳۲۷

---

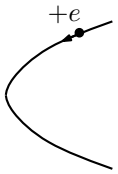
۳۲) یک پرده‌ی کوچک دایره‌ای به شعاع r در فاصله‌ی $۲d$ از یک آینه‌ی تخت قرار دارد. یک چشمه‌ی نقطه‌ای درست در وسط فاصله‌ی پرده و آینه در مقابل آینه قرار می‌دهیم. پرده به موازات آینه است و برای سهولت می‌توانید سطح آن را قسمتی از یک کره بگیرید. چه کسری از نور چشمه به طور مستقیم یا پس از بازتاب به پرده می‌رسد؟ r از d خیلی کوچک‌تر است. (+۳, −۱)



۱) $\frac{۱}{۳۶}\frac{r^۲}{d^۲}$ ۲) $\frac{۵}{۱۸}\frac{r^۲}{d^۲}$ ۳) $\frac{۵}{۱۶}\frac{r^۲}{d^۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}\frac{r^۲}{d^۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۳) در کدام میدان الکتریکی مسیر پروتون یک سهمی به شکل مقابل است؟



(+۳, −۱)

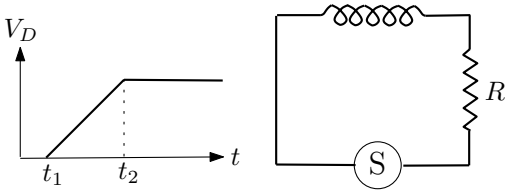


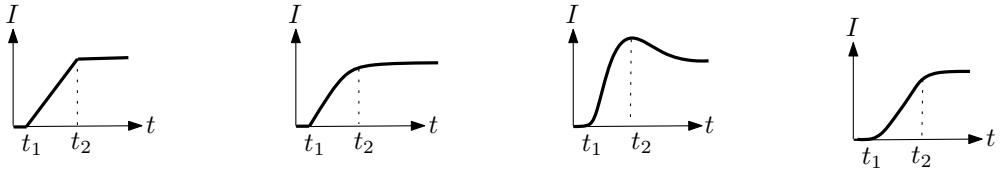
۱) ۲) ۳) ۴)

---

۳۴) مدار شکل مقابل از خودالقای L، مقاومت R و دستگاه S تشکیل شده که ولتاژ دو سر آن بر حسب زمان مطابق نمودار تغییر می‌کند. کدام گزینه نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان است؟

(+۳, −۱)





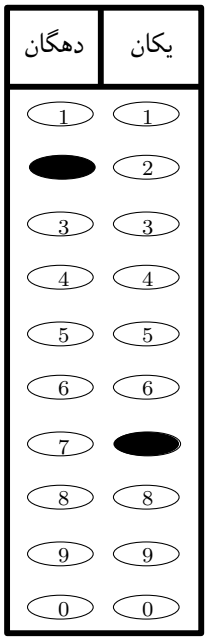
۱) ۲) ۳) ۴)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.
در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

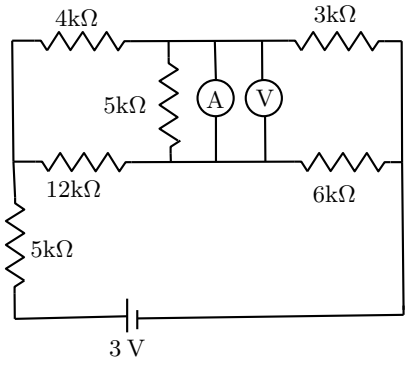
پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱) در مدار شکل مقابل یک آمپرسنج ایده‌آل A و یک ولت‌سنج ایده‌آل V در مدار قرار داده شده است. آمپرسنج چه جریانی را بر حسب **میکروآمپر** نشان می‌دهد؟ پاسخ: ۲۵ (۸ نمره)

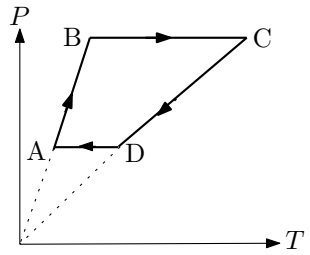


---

۲) میدان مغناطیسی ثابت ۰٫۱۰ T و میدان الکتریکی ۵٫۰ N/C هر دو در جهت محور z برقرار است. الکترونی تحت تأثیر این میدان‌ها حرکت می‌کند. تصویر مسیر حرکت الکترون بر صفحه‌ی x-y دایره‌ای به شعاع ۰٫۱۰ mm است. در لحظه‌ی $t = ۰$ سرعت الکترون بر محور z عمود است. انرژی جنبشی الکترون در $t = ۴٫۰ \times ۱۰^{-۶}$ s چند **الکترون ولت** است؟ جرم الکترون $۹٫۱ \times ۱۰^{-۳۱}$ kg و بار آن $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C است. پاسخ: ۴۴ (۸ نمره)

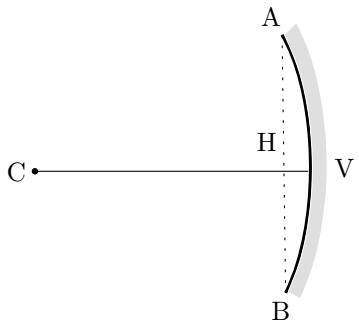
---

۳) یک مول گاز کامل تک اتمی چرخه‌ی مقابل را طی می‌کند. دمای گاز در نقاط A، B، C و D عبارتند از $T_A = ۳۰۰$ K، $T_B = ۶۰۰$ K، $T_C = ۱۸۰۰$ K و $T_D = ۹۰۰$ K. کار انجام شده توسط گاز در این چرخه چقدر است؟ ثابت گازها $R = ۸٫۳$ J/mol.K است. جواب را به صورت مضربی از **۱۰۰ J** بیان کنید. پاسخ: ۵۰ (۸ نمره)



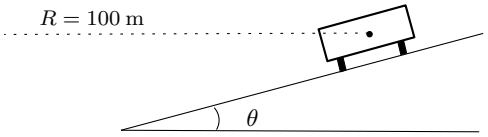
---

۴) قطر دهانه‌ی آینه کاوی $AB = ۴۰$ cm و فاصله‌ی رأس آینه از AB، مطابق شکل $VH = ۴$ cm است. شئ کوچکی عمود بر محور اصلی را در چه فاصله‌ای از آینه قرار دهیم تا طول تصویر حقیقی آن دو برابر طول جسم شود. پاسخ را بر حسب **سانتی‌متر** بیان کنید. پاسخ: ۳۹ (۸ نمره)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) شکل مقابل مقطع جاده‌ای را نشان می‌دهد که در آن شیب عرضی θ ایجاد شده است تا اتومبیل‌های دارای سرعت $20\ \mathrm{m/s}$ بتوانند پیچی به شعاع $R = 100\ \mathrm{m}$ را بدون نیاز به اصطکاک جانبی چرخ‌ها طی کنند (شکل اتومبیل را از پشت سر نشان می‌دهد).



اگر اتومبیلی با سرعت $25\ \mathrm{m/s}$ این پیچ را طی کند اصطکاک جانبی چرخ‌ها چقدر است؟ جرم اتومبیل $600\ \mathrm{kg}$ است. جواب را به صورت مضربی از $100\ \mathbf{N}$ بیان کنید.

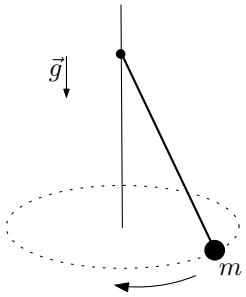
پاسخ: ۱۲ و ۱۳

(۸ نمره)

---

۶) گلوله‌ای به جرم $360\ \mathrm{g}$ در انتهای نخی به طول $90\ \mathrm{cm}$ قرار گرفته و مطابق شکل حول محور قائمی که انتهای نخ به آن بسته شده می‌چرخد. نخ حداکثر می‌تواند نیروی کشش $4\ \mathrm{N}$ وارد کند. حداکثر انرژی جنبشی ذره چقدر می‌تواند باشد؟ جواب را بر حسب $10^{-2}\ \mathbf{J}$ به دست آورید. فرض کنید $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.

پاسخ: ۳۴

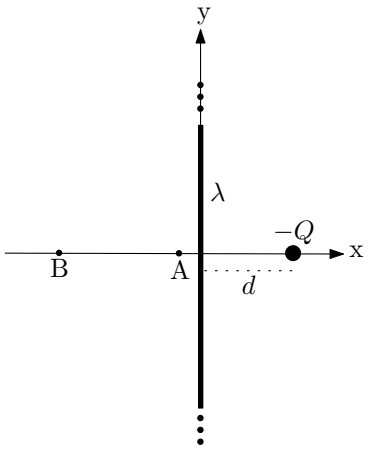


(۸ نمره)

---

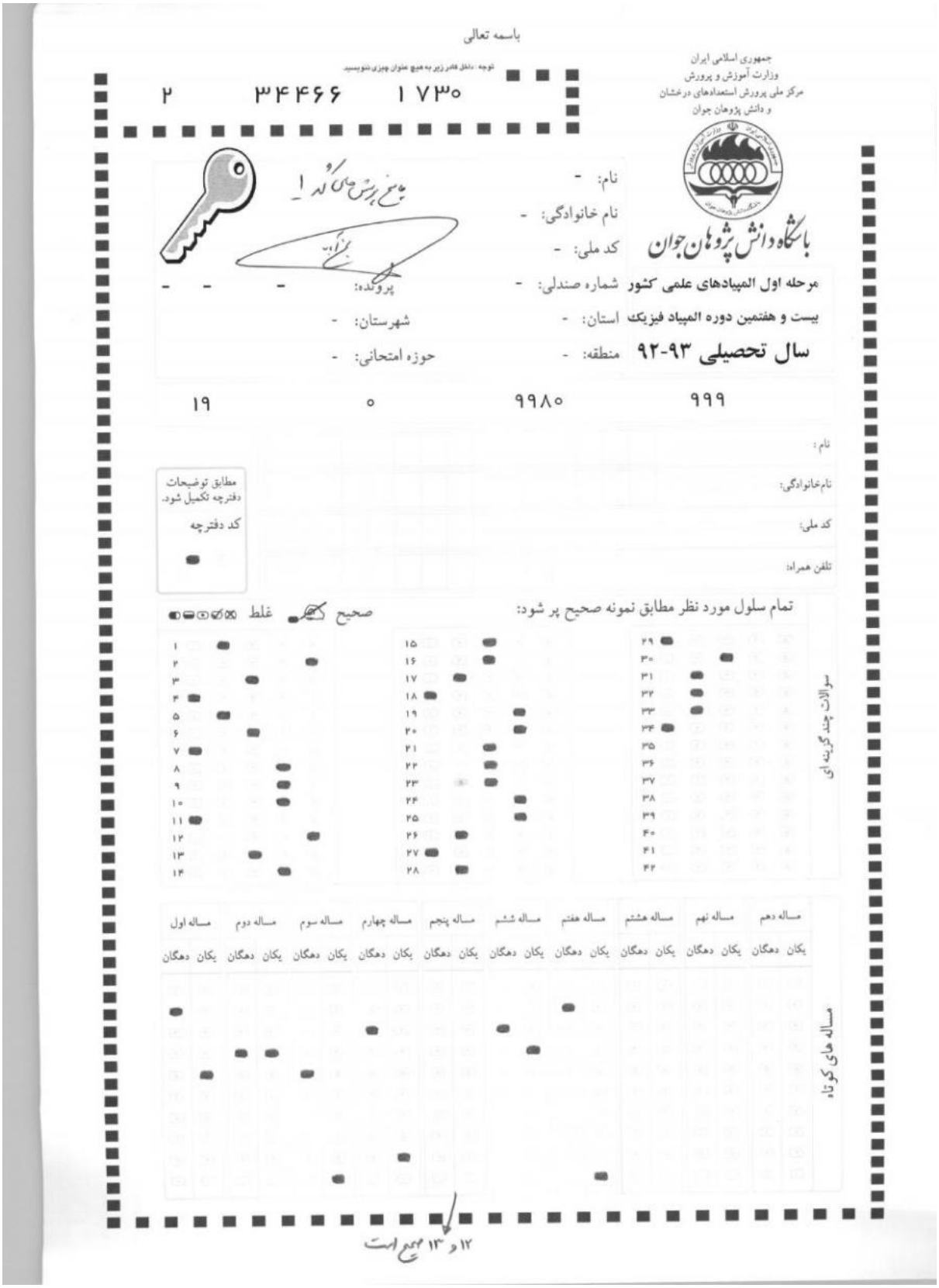
۷) بار الکتریکی مثبت به صورت یکنواخت روی محور y توزیع شده و مقدار آن در واحد طول λ است. بار نقطه‌ای منفی روی محور x و به فاصله‌ی d از خط بار مطابق شکل قرار دارد. اندازه‌ی میدان الکتریکی ناشی از یک خط بار بسیار بلند در فاصله‌ی r از آن $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_\circ r}$ و راستای آن بر خط بار عمود است. اگر میدان الکتریکی در نقاط A و B به مختصات $x_A = (-6 + 4\sqrt{2})\ \mathrm{cm}$ و $x_B = (-6 - 4\sqrt{2})\ \mathrm{cm}$ صفر باشد، d چند **میلی‌متر** است؟

پاسخ: ۲۰



(۸ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان
و دانش پژوهان جوان

توجه: داخل قاب زیر به هیچ عنوان چیزی ننویسید.

۲ ۳۴۴۶۶ ۱۷۳۰

باشگاه دانش پژوهان جوان

نام: -
نام خانوادگی: -
کد ملی: -
شماره صندلی: -
استان: -
منطقه: -
پروکده: - - -
شهرستان: -
حوزه امتحانی: -

مرحله اول المپیادهای علمی کشور
بیست و هفتمین دوره المپیاد فیزیک
سال تحصیلی ۹۳-۹۲

۱۹ ۰ ۹۹۸۰ ۹۹۹

نام:
نام‌خانوادگی:
کد ملی:
تلفن همراه:

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.
کد دفترچه

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود: صحیح غلط

سوالات چند گزینه ای

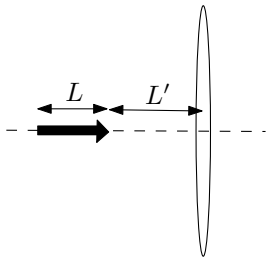
مساله های کوتاه

۱۲ و ۱۳ هم است

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

در همه‌ی مسئله‌ها شتاب گرانش در سطح زمین را $۱۰\ \mathrm{m/s^۲}$ بگیرید.

۱) مدادی به طول L مطابق شکل بر محور اصلی عدسی همگرای نازکی به فاصله‌ی کانونی f منطبق است. فاصله‌ی نوک مداد تا عدسی L' است. اگر طول تصویر حقیقی مداد با طول مداد برابر باشد مقدار f کدام است؟ $(+۳, -۱)$



۱) $\frac{L(L+L')}{۲L+L'}$

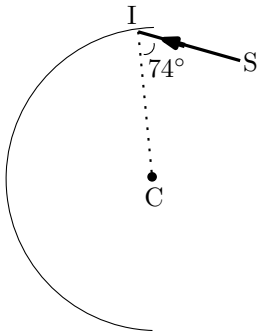
۲) $\frac{L'(۲L+L')}{L+۲L'}$

۳) $\frac{L(L+۲L')}{۲L+L'}$

۴) $\frac{L'(L+L')}{L+۲L'}$

---

۲) سطح داخلی نیم‌استوانه‌ای که در شکل مقطع آن نشان داده شده آینه است. نقطه‌ی C در شکل، مقطع محور نیم‌استوانه است. پرتو SI واقع در صفحه‌ی عمود بر محور استوانه به سطح داخلی استوانه و نزدیک به لبه‌ی بالایی با زاویه‌ی ۷۴° می‌تابد. این پرتو پس از چند بار بازتاب نیم‌استوانه را ترک می‌کند؟ $(+۳, -۱)$



۱) ۴

۲) ۵

۳) ۶

۴) ۷

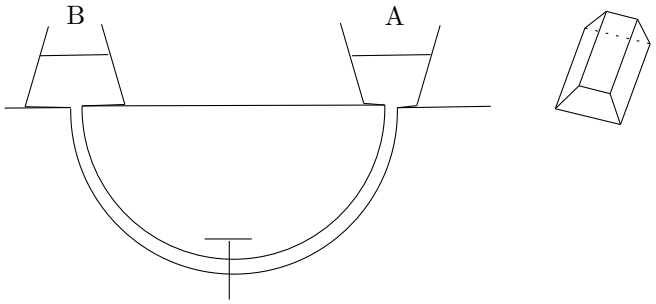
---

۳) یک باتری با نیروی محرکه‌ی ε، یک مقاومت خطی R و یک خازن مسطح با ظرفیت C به طور متوالی به هم بسته شده و مدار بسته‌ای را تشکیل داده‌اند. یک تیغه‌ی نارسانا با ثابت دی‌الکتریک K بین دو صفحه‌ی خازن قرار دارد و فضای بین دو صفحه را کاملاً پر کرده است. پس از پر شدن خازن و قطع جریان الکتریکی در مدار با انجام کاری به اندازه‌ی W روی خازن تیغه‌ی نارسانا را به سرعت از بین دو صفحه‌ی خازن خارج می‌کنیم. فرض کنید این فرایند به اندازه‌ای سریع است که بار روی خازن تغییر نمی‌کند. سپس صبر می‌کنیم تا جریان الکتریکی قطع گردد. در این فرایند گرمای Q در مقاومت تولید می‌شود. نسبت $\frac{Q}{W}$ چقدر است؟ $(+۴, -۱)$

۱) $\frac{K-۱}{K}$ ۲) $\frac{K+۱}{K}$ ۳) $\frac{۱}{۲}(K^۲-۱)$ ۴) $\frac{K-۱}{K+۱}$ ۵) $\frac{K+۱}{K-۱}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۴) ظرف‌های A و B به شکل دو منشور مشابه هستند که در شکل مقطع آن‌ها به صورت دو ذوزنقه‌ی متساوی‌الساقین نشان داده شده است. کف دو ظرف و سطح آب در هر دو ظرف هم‌تراز هستند و دمای آب دو ظرف یکسان است. دو ظرف با لوله‌ای که در وسط آن شیری قرار دارد به هم مرتبط‌اند. در هر یک از ظرف‌ها یک گرم‌کن الکتریکی قرار داده شده است. شیر در ابتدا بسته است. با صرفنظر از انبساط ظرف‌ها و انتقال گرما به وسیله‌ی لوله و آب داخل آن کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)



۱) اگر فقط آب درون ظرف A را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف B به ظرف A وارد می‌شود.

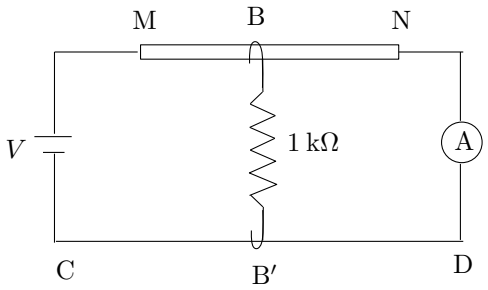
۲) اگر فقط آب درون ظرف B را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف A به ظرف B وارد می‌شود.

۳) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب از ظرف A به B می‌رود.

۴) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب درون ظرف‌ها جابجا نمی‌شود.

---

۵) مقاومت الکتریکی میله‌ی همگن و یکنواخت MN برابر ۱ kΩ است. اتصال‌های B و B′ به ترتیب روی سیم MN و سیم بدون مقاومت CD جابجا می‌شوند و بین آن‌ها مقاومت الکتریکی ثابت ۱ kΩ قرار دارد. اتصال B سیم MN را به دو مقاومت تقسیم می‌کند. اگر کمترین جریان الکتریکی که از آمپرسنج A می‌گذرد $I_{\min}$ باشد، کمیت $\frac{V}{I_{\min}}$ کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)



۱) $\frac{۵}{۴}\text{k}\Omega$

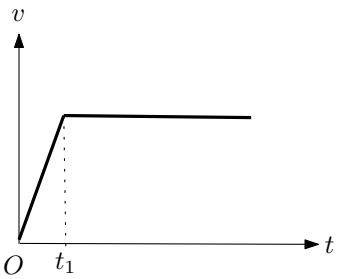
۲) $\frac{۴}{۵}\text{k}\Omega$

۳) $\frac{۳}{۴}\text{k}\Omega$

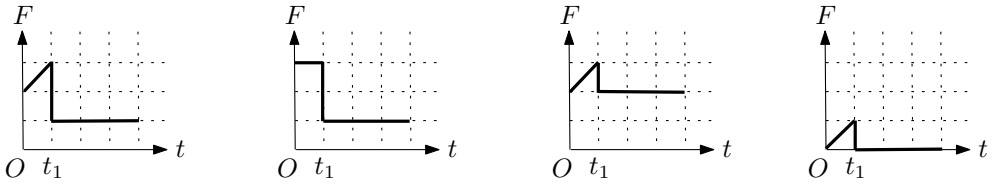
۴) $\frac{۴}{۳}\text{k}\Omega$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۶) نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در جاده‌ای افقی و مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل است.



در تمام مدت، خودرو با نیروی مقاومت هوا که متناسب با سرعت آن است مواجه است. کدام نمودار می‌تواند نیروی موتور بر حسب زمان را نشان دهد؟ (+۳, −۱)



۱) ۲) ۳) ۴)

---

۷) فرض کنید الکترونی حول پروتون ساکنی بر روی دایره‌ای به شعاع ۰٫۵ آنگستروم ($1\mathring{A} = 10^{-10}\ \mathrm{m}$) می‌چرخد. میدان مغناطیسی ایجاد شده در محل پروتون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$$
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0 \times 10^{9}\ \mathrm{N.m^2/C^2}, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T.m/A}$$

(+۳, −۱)

۱) ۰٫۱۵ T ۲) ۱٫۵ T ۳) ۱۵ T ۴) ۱۵۰ T

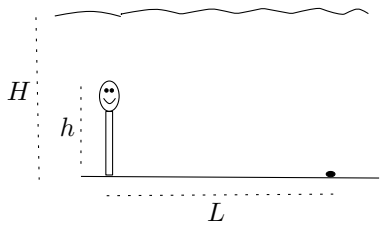
---

۸) فرض کنید سیاره‌ی تیر و زمین روی مدارهای دایره‌ای در یک صفحه و هر دو در یک جهت حول خورشید می‌چرخند. دوره‌ی تناوب تیر تقریباً ۹۰ روز و دوره‌ی تناوب زمین تقریباً ۳۶۰ روز است. وضعیتی که دو سیاره در نزدیک‌ترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی نزدیک و وضعیتی که در دورترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی دور می‌گویند. در یک دور چرخش زمین به دور خورشید چند مقارنه‌ی نزدیک و چند مقارنه‌ی دور اتفاق می‌افتد؟ (+۳, −۱)

۱) چهار و دو ۲) سه و شش ۳) شش و سه ۴) سه و سه

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹) قد شناگری h است و کف استخری که عمق آب آن H $(H > h)$ است ایستاده است. کمترین فاصله‌ی افقی این شخص از جسمی واقع در کف استخر، L، چقدر باشد تا بتواند تصویر آن را روی سطح آب ببیند؟ ضریب شکست آب n است. از بازتاب جزئی نور روی سطح آب چشم‌پوشی کنید. $(+۳, -۱)$



۱) $\frac{(۲H+h)n}{\sqrt{n^۲-۱}}$

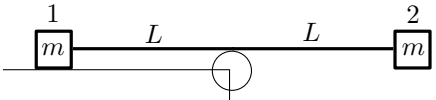
۲) $\frac{۲H-h}{\sqrt{n^۲-۱}}$

۳) $\frac{۲H+h}{\sqrt{n^۲-۱}}$

۴) $\frac{(۲H-h)n}{\sqrt{n^۲-۱}}$

---

۱۰) دو جسم کوچک ۱ و ۲ هر یک به جرم m مطابق شکل با ریسمانی به طول $۲L$ به هم متصل‌اند. جسم ۱ روی سطح افقی و بدون اصطکاک میزی قرار دارد. وسط ریسمان مماس بر سطح بالایی قرقره‌ی کوچکی است که در لبه‌ی میزی قرار دارد. ابتدا جسم ۲ طوری ساکن نگه داشته شده است که راستای ریسمان افقی است. در یک لحظه جسم ۲ رها می‌شود و دستگاه شروع به حرکت می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۲, -۱)$



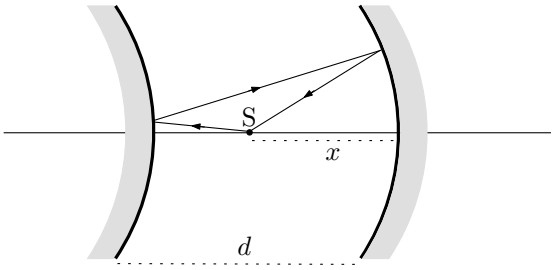
۱) ابتدا جسم ۱ به قرقره می‌رسد.

۲) ابتدا جسم ۲ به دیوار قائم می‌رسد.

۳) وقتی جسم ۱ به قرقره می‌رسد، جسم ۲ نیز به دیوار قائم می‌رسد.

---

۱۱) دو آینه‌ی کروی یکی مقعر و دیگری محدب روبروی هم و به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار گرفته‌اند و محور اصلی آن‌ها بر هم منطبق است. فاصله‌ی کانونی دو آینه نیز برابر و مقدار آن f است. یک پرتو نورانی از نقطه‌ی نورانی S مطابق شکل از روی دو آینه بازمی‌تابد. به ازای $d = ۲/۵f$ فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی از آینه‌ی مقعر، x، بر حسب f چقدر است؟ پرتوها را پیرامحوری بگیرید. $(+۳, -۱)$



۱) $۱/۲۵f$

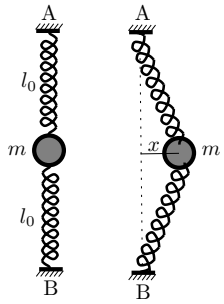
۲) $۱/۵f$

۳) $۱/۷۵f$

۴) $۲f$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) در یک صفحه‌ی افقی، گلوله‌ای به جرم m به دو فنر هر یک با ثابت k و طول کشیده نشده‌ی l_0 بسته شده است. سر دیگر فنرها به نقطه‌های ثابت A و B وصل‌اند. اگر گلوله را به اندازه‌ی x در راستای افقی بکشیم، اندازه‌ی نیرویی که به گلوله وارد می‌شود چقدر است؟ فرض کنید x خیلی از l_0 کوچکتر است. برای ϵ کوچک می‌توان نوشت $(1+\epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$. (+۳, −۱)



۱) $2kx$

۲) $\frac{1}{2}kx$

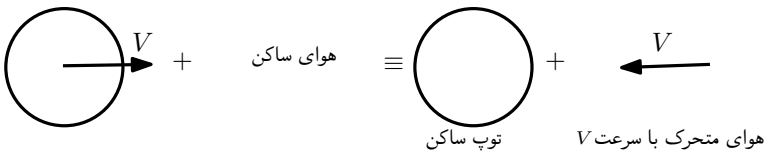
۳) $\frac{kx^3}{l_0^2}$

۴) $\frac{kx^2}{l_0}$

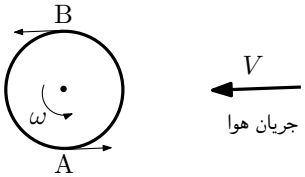
---

۱۳) اگر سرعت یک توده‌ی کوچک هوا، v، حین حرکت در ارتفاع ثابتی از سطح زمین تغییر کند بنا بر قانون برنولی فشار آن به نحوی تغییر می‌کند که کمیت $P + \frac{1}{2}\rho v^2$ ثابت بماند. P فشار، ρ چگالی و v سرعت هوا است.

توپی را در نظر بگیرید که با سرعت V در هوا حرکت می‌کند. این حرکت مشابه آن است که جریان هوا در جهت مخالف با همان سرعت V از روی توپ ساکن عبور کند. در این صورت فشار هوا در نفاط دور از توپ P_0 و سرعت آن V است.



فرض کنید شعاع توپ a باشد و با سرعت زاویه‌ای ω دور خود بچرخد. شکل زیر تصویر توپ را از بالا نشان می‌دهد. فرض کنید جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی A عبور می‌کند سرعت‌اش $V - a\omega$ می‌شود و جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی B عبور می‌کند سرعت‌اش $V + a\omega$ می‌شود. نسبت $\frac{P_A}{P_B}$ کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)



۱) $\frac{V - a\omega}{V + a\omega}$

۲) $\frac{2V - a\omega}{2V + a\omega}$

۳) $\frac{2P_0 - \rho(V - a\omega)^2}{2P_0 - \rho(V + a\omega)^2}$

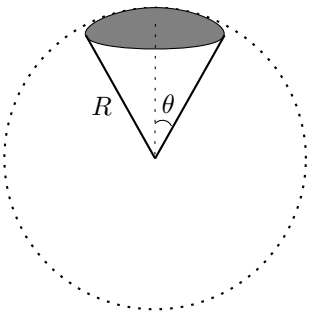
۴) $\frac{2P_0 + \rho a\omega(2V - a\omega)}{2P_0 - \rho a\omega(2V + a\omega)}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) یک ماهواره‌ی مخابراتی هر ۲۴ ساعت یک بار به دور زمین می‌گردد و همواره بالای یک نقطه‌ی ثابت از استوای زمین قرار دارد. چنین ماهواره‌ای حداکثر چند درصد از سطح کره زمین را می‌تواند پوشش دهد؟ شعاع زمین را $۶۴۰۰\ \text{km}$ و شتاب گرانش در سطح زمین را $۱۰\ \text{m/s}^۲$ در نظر بگیرید.

مطابق شکل مساحت عرقچین کروی نشان داده شده در شکل $۲\pi R^۲(۱-\cos\theta)$ است. $\sqrt[۲]{۲\pi^۲}=۲/۷$.

(+۳, −۱)



۱) ۲۸

۲) ۳۵

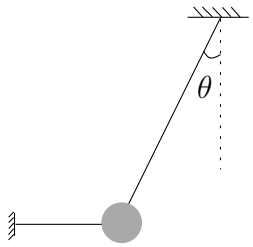
۳) ۴۲

۴) ۴۹

---

۱۵) گلوله‌ای مطابق شکل به وسیله‌ی دو نخ سبک به سقف و دیوار بسته شده و ساکن است. نخ افقی را می‌بریم و در نتیجه گلوله شروع به نوسان می‌کند. نسبت نیروی کشش نخ بسته به سقف درست بعد از قطع نخ افقی به نیروی کشش همان نخ درست قبل از قطع نخ افقی چقدر است؟

(+۳, −۱)



۱) ۱

۲) $\cos\theta$

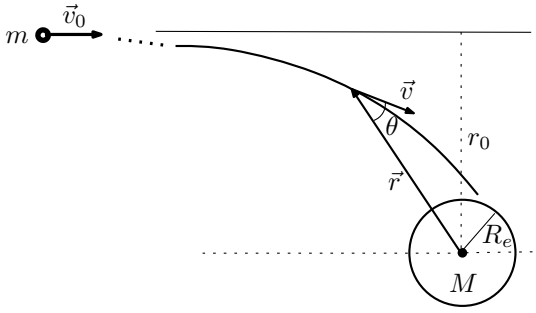
۳) $\cos^۲\theta$

۴) $\sin\theta\cos\theta$

---

۱۶) شهاب‌سنگی به جرم m مطابق شکل از فاصله‌ی بسیار دوری که نیروی گرانش قابل چشم‌پوشی است با سرعت $v_۰$ به سمت زمین می‌آید. در حضور نیروی گرانش کمیت $L=mvr\sin\theta$ تکانه زاویه‌ای شهاب‌سنگ نسبت به زمین است و در تمام مدت حرکت شهاب‌سنگ پایسته است. با نزدیک شدن شهاب‌سنگ به زمین نیروی گرانش آن را از مسیر مستقیم اولیه منحرف و به سمت خود می‌کشد. حداقل $r_۰$ چقدر باشد تا شهاب‌سنگ به زمین اصابت نکند. انرژی پتانسیل شهاب‌سنگ در میدان گرانشی زمین $-\dfrac{GMm}{r}$ است که G ثابت گرانش و M جرم زمین است.

(+۲, −۱)



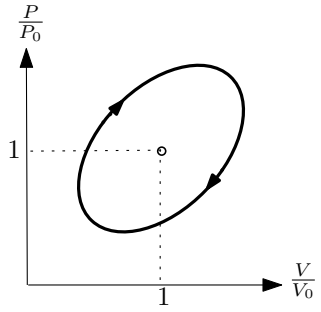
۱) R_e

۲) $R_e\sqrt{۱+\dfrac{۲GM}{R_e v_۰^۲}}$

۳) $R_e(۱+\dfrac{۲GM}{R_e v_۰^۲})$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) یک گاز کامل چرخه‌ای به شکل بیضی را طی می‌کند. مطابق شکل قطر بزرگ‌تر بیضی بر نیمساز ناحیه‌ی اول منطبق است و طول آن $\sqrt{۲}$ است. بازده ماشین کارنویی که بین بیشترین و کمترین دمای موجود در این چرخه کار می‌کند چقدر است؟



(+۳, −۱)

۱) ۰٫۱۱

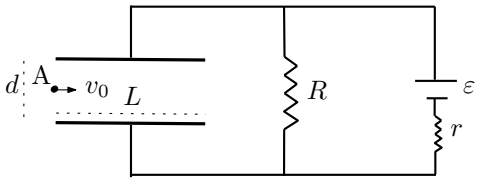
۲) ۰٫۶۷

۳) ۰٫۷۷

۴) ۰٫۸۹

---

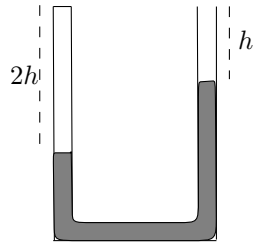
۱۸) فاصله‌ی صفحه‌های یک خازن تخت d و طول هر یک از صفحه‌ها L است. این خازن مطابق شکل در مدار قرار دارد و کاملاً پر شده است. الکترونی به جرم m و بار الکتریکی e از نقطه‌ی A واقع در لبه‌ی چپ خازن و وسط دو صفحه با سرعت اولیه‌ی افقی $v_۰$ شلیک می‌شود. تانژانت زاویه‌ی بردار سرعت الکترون هنگام خروج از خازن با امتداد اولیه‌ی حرکت الکترون چقدر است؟ فرض کنید سرعت اولیه‌ی الکترون طوری است که به صفحه‌ی خازن برخورد نمی‌کند. (+۴, −۱)



۱) $\frac{d}{۲L}$ ۲) $\frac{e\epsilon L}{mv_۰^۲ d}$ ۳) $\frac{e\epsilon L}{۲mv_۰^۲ d}$ ۴) $\frac{e\epsilon LR}{mv_۰^۲ d(R+r)}$ ۵) $\frac{e\epsilon LR}{۲mv_۰^۲ d(R+r)}$

---

۱۹) در شکل، یک لوله‌ی U شکل محتوی جیوه نشان داده شده است که انتهای سمت چپ آن بسته است. در حالت معمول که فشار هوای بیرون $P_۰$ است سطح آزاد جیوه در سمت راست و چپ لوله به ترتیب در فاصله‌ی h و $۲h$ از انتهای لوله قرار دارد. اگر این لوله‌ی محتوی جیوه در آسانسوری قرار گیرد که با شتاب رو به بالای $g/۲$ حرکت می‌کند سطح جیوه در دو لوله جابجا خواهد شد. اگر $h = \frac{P_۰}{\rho g}$ باشد اختلاف سطح جیوه در دو طرف در این حالت کدام است؟ فرض کنید در حین تغییر حجم گاز محبوس در سمت چپ لوله دمای آن ثابت می‌ماند. (+۳, −۱)



۱) $۰٫۲۴h$

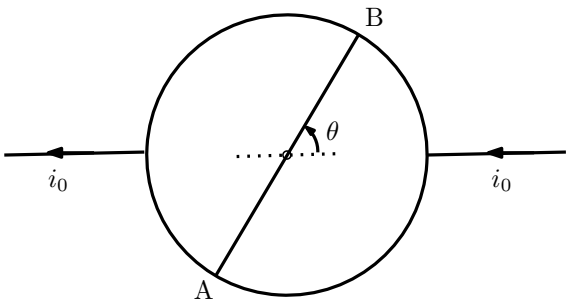
۲) $۰٫۴۸h$

۳) $۰٫۷۶h$

۴) h

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) مطابق شکل از یک سیم رسانای یکنواخت مقاومت‌دار یک حلقه‌ی دایره‌ای و یک قطعه مستقیم AB که طول‌اش با قطر دایره برابر است ساخته‌ایم. اگر جریان الکتریکی ورودی به حلقه $i_\circ$ باشد جریان گذرنده از قطعه‌ی AB بر حسب زاویه‌ی θ نشان داده شده در شکل چقدر است؟ $(+۳,-۱)$



۱) ۰

۲) $\frac{\theta}{\pi-\theta} i_\circ$

۳) $\frac{\pi-۲\theta}{\pi+۲} i_\circ$

۴) $\frac{\pi-۲\theta}{\pi+۴} i_\circ$

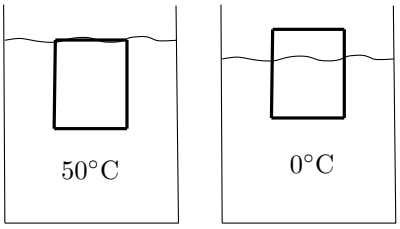
---

۲۱) اگر تابش الکترومغناطیسی با شدت I بر سطحی بتابد و کاملاً جذب شود نیروی وارد بر واحد سطح $\frac{I}{c}\cos\theta$ است که c سرعت نور و θ زاویه‌ی بین امتداد تابش با امتداد عمود بر سطح است. توان تابشی خورشید $۳/۹\times۱۰^{۲۶}\,\mathrm{W}$ است. نیروی تابشی وارد بر کره‌ی زمین به شعاع $۶/۴\times۱۰^{۶}\,\mathrm{m}$ که به فاصله‌ی $۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,\mathrm{m}$ از خورشید قرار دارد چقدر است؟ $(+۲,-۱)$

۱) $۲۴\times۱۰^{۸}\,\mathrm{N}$ ۲) $۱۲\times۱۰^{۸}\,\mathrm{N}$ ۳) $۶/۰\times۱۰^{۸}\,\mathrm{N}$

---

۲۲) مطابق شکل، استوانه‌ای جامد با ضریب انبساط حجمی $\beta_s = ۳\times۱۰^{-۶}\,/^\circ\mathrm{C}$ در آب $۵۰\,^\circ\mathrm{C}$ کاملاً غوطه‌ور است. اگر دمای دستگاه را به $۰\,^\circ\mathrm{C}$ برسانیم بخشی از استوانه از آب خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی آب $\beta_w = ۸\times۱۰^{-۵}\,/^\circ\mathrm{C}$ باشد چند درصد از ارتفاع استوانه از آب خارج می‌شود؟ $(+۳,-۱)$



۱) ۰/۳۹

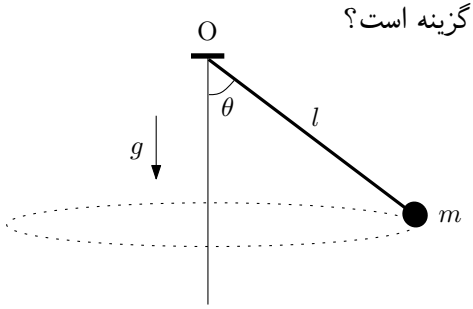
۲) ۰/۴۲

۳) ۰/۷۸

۴) ۰/۸۴

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳) گلوله کوچکی به جرم $m = ۲۰\ \mathrm{g}$ در انتهای نخی به طول $l = ۵۰\ \mathrm{cm}$ بسته شده است. انتهای دیگر نخ به نقطه O بسته شده و گلوله در صفحه افقی می‌چرخد، به طوری که زاویه نخ با امتداد قائم $\theta = ۶۰^\circ$ است. انرژی جنبشی گلوله کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)



۱) ۱۵۰ mJ

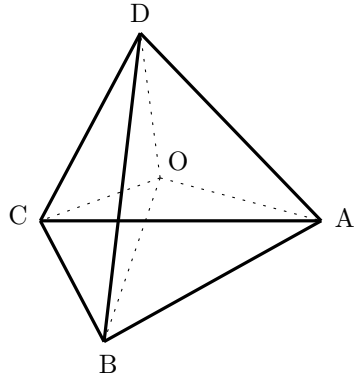
۲) ۸۶ mJ

۳) ۷۵ mJ

۴) ۳۰ mJ

---

۲۴) روی هر کدام از یالهای چهاروجهی ABCD مقاومت $۲R$ و روی هر کدام از خطوطی که از مرکز چهاروجهی، نقطه‌ی O، به رئوس آن وصل می‌شود مقاومت R بسته شده است. مقاومت معادل بین نقاط O و A کدام است؟ (+۳, −۱)



۱) $R/۲$

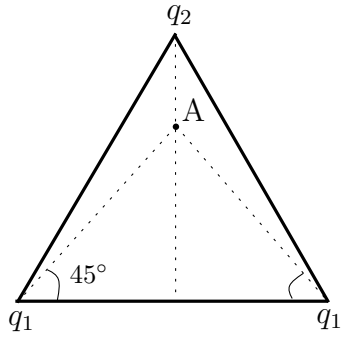
۲) R

۳) $۳R/۲$

۴) $۲R$

---

۲۵) مطابق شکل بر روی رأس‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع بارهای $q_۱$، $q_۱$ و $q_۲$ قرار دارند. در نقطه A میدان الکتریکی صفر است. نسبت $q_۲/q_۱$ کدام گزینه است؟ (+۴, −۱)



۱) ۱

۲) $\sqrt{۲}$

۳) $\sqrt{۲}(۲ - \sqrt{۳})$

۴) $۲\sqrt{۲}(۲ - \sqrt{۳})$

۵) $\sqrt{۲}(۲ + \sqrt{۳})$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۶) فلیکس بامگارتنر، چترباز ماجراجوی اتریشی بیست و سوم مهرماه سال ۱۳۹۱ از ارتفاع ۳۹ کیلومتری سطح زمین به پایین پرید. تفاوت شتاب گرانش در آن ارتفاع با شتاب گرانش در سطح زمین تقریباً چند در صد شتاب گرانش در سطح زمین است؟ شعاع زمین ۶۴۰۰ km است. (+۳, −۱)

۱) ۲٫۴ ۲) ۱٫۲ ۳) ۰٫۶ ۴) ۰٫۳

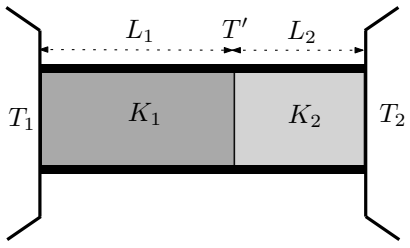
---

۲۷) ذره‌ای با بار الکتریکی q و جرم m وارد ناحیه‌ای می‌شود که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت B برقرار است. سرعت ذره با امتداد خطوط میدان مغناطیسی زاویه ۳۰ درجه می‌سازد. در نتیجه، مسیر آن یک مارپیچ به شعاع R است که در هر دور چرخش، ذره به اندازه طول D در امتداد خطوط میدان جابه‌جا می‌شود. نسبت D/R کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)

۱) $۲\sqrt{۳}\pi/۳$ ۲) $۲\sqrt{۳}\pi$ ۳) $\sqrt{۳}\pi$ ۴) π

---

۲۸) دو میله رسانای گرما به ترتیب دارای ضریب هدایت گرمایی $K_۱$ و $K_۲$ و طول $L_۱$ و $L_۲$ هستند. سطح مقطع دو میله یکسان است و مطابق شکل به هم متصل‌اند. سطح جانبی میله‌ها از محیط عایق شده و انتهای آزاد آنها با دو منبع به دماهای ثابت $T_۱$ و $T_۲$ در تماس حرارتی است. در حالت پایا سطح جدایی دو میله در دمای ثابت T' قرار دارد. جای میله‌ها را عوض می‌کنیم تا این بار میله $K_۱$ با منبع $T_۲$ و میله $K_۲$ با منبع $T_۱$ در تماس باشد. در این وضعیت و در حالت پایا دما در سطح جدایی دو میله T'' است.نسبت T''/T' کدام گزینه است؟ (+۴, −۱)



۱) ۱

۲) $\frac{K_۲L_۲T_۲ + K_۱L_۱T_۱}{K_۲L_۲T_۱ + K_۱L_۱T_۲}$

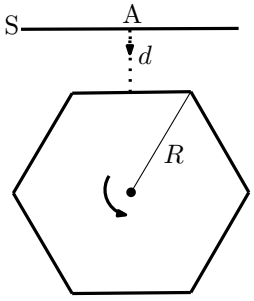
۳) $\frac{K_۲L_۲T_۱ + K_۱L_۱T_۲}{K_۲L_۲T_۲ + K_۱L_۱T_۱}$

۴) $\frac{K_۲L_۱T_۱ + K_۱L_۲T_۲}{K_۲L_۱T_۲ + K_۱L_۲T_۱}$

۵) $\frac{K_۲L_۱T_۲ + K_۱L_۲T_۱}{K_۲L_۱T_۱ + K_۱L_۲T_۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۹) دیواره‌های خارجی منشور قائمی آینه است. مقطع منشور یک شش ضلعی منتظم است که فاصله‌ی مرکز تا رئوس آن R است. منشور بدون آن که با پرده برخورد کند حول محور تقارنش می‌چرخد. در شکل، دستگاه در لحظه‌ای نشان داده شده که یکی از وجوه آن به موازات پرده ثابت S قرار دارد و باریکه‌ای عمود بر آن از نقطه A تابیده است. فاصله پرده از این وجه در لحظه مذکور d است. طول محدوده‌ای که نور بازتابیده روی پرده جابه‌جا می‌شود کدام گزینه است؟ (+۴, −۱)



۱) $۲R$

۲) $۲\sqrt{۳}d$

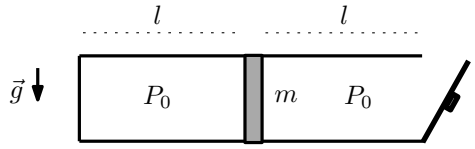
۳) $۴\sqrt{۳}d/۳$

۴) $R + ۲\sqrt{۳}d/۳$

۵) $۲\sqrt{۳}(d-R) + ۳R$

---

۳۰) ظرفی استوانه‌ای توسط یک پیستون متحرک به جرم m به دو بخش تقسیم شده که طول هر کدام l است. در ابتدا استوانه افقی است و فشار هوای محبوس در سمت چپ همان فشار هوا، $P_۰$ است. اگر درحالی که درِ ظرف در سمت راست باز است دما را ثابت نگه داریم و استوانه را ۹۰ درجه بچرخانیم تا در راستای قائم قرار گیرد و قسمت باز ظرف به طرف بالا باشد، پیستون به اندازه $۲l/۳$ پایین می آید. اگر همین کار را در حالی انجام دهیم که درِ ظرف بسته است پیستون چقدر پایین می‌آید؟ (+۳, −۱)



۱) $۲l/۳$

۲) $(\sqrt{۵}-۱)l/۲$

۳) $(\sqrt{۱۳}-۲)l/۳$

۴) $(\sqrt{۲}-۱)l$

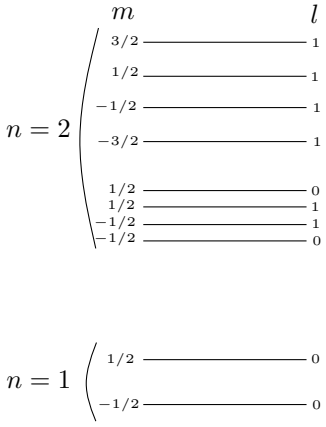
---

۳۱) مسیر هر سیاره دور خورشید یک بیضی است که خورشید در یکی از کانون‌های آن است. بنا به قانون سوم کپلر برای سیاره‌ای که در یک مدار بیضی شکل حول خورشید می‌چرخد بین زمان تناوب حرکت سیاره، T، و طول نیم قطر بزرگ بیضی، a، رابطه‌ی تقریبی $T^۲ = \frac{۴\pi^۲}{MG}a^۳$ برقرار است که M جرم خورشید و G ثابت گرانش است. مدار زمین دور خورشید تقریباً دایره است. فرض کنید زمین در حین حرکت به دور خورشید ناگهان متوقف شود. چند روز طول می‌کشد تا زمین در اثر نیروی گرانش به خورشید برخورد کند؟ حرکت سقوطی زمین به سوی خورشید را یک بیضی کشیده بگیرید که کانون آن در یک انتها قرار دارد. از شعاع خورشید و زمین چشم بپوشید. (+۳, −۱)

۱) ۵۸ روز ۲) ۶۵ روز ۳) ۹۱ روز ۴) ۱۲۹ روز

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۲) حالت‌های مانای اتم هیدروژن که یک میدان مغناطیسی ضعیف به آن اعمال شده در شکل نشان داده شده است. حالت‌های $n = ۱$ حالت‌های پایه و حالت‌های $n = ۲$ حالت‌های برانگیخته‌اند که با l و m در شکل مشخص شده‌اند. اتم هیدروژن می‌تواند از یکی از حالت‌های $n = ۲$ به یکی از حالت‌های $n = ۱$ گذار کند. این گذار به شرطی اتفاق می‌افتد که $\Delta l = \pm ۱$ و $\Delta m = \pm ۱, ۰$ باشد. Δl اختلاف l دو حالت و Δm اختلاف m دو حالت است. تعداد گذارهای ممکن چند تا است؟ (+۳, −۱)



۱) ۸

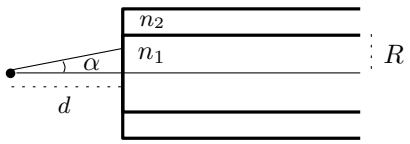
۲) ۱۰

۳) ۱۲

۴) ۱۴

---

۳۳) یک نوع تار نوری متشکل از یک مغزی استوانه‌ای به شعاع R و ضریب شکست $n_۱$ و غلافی به ضریب شکست $n_۲$ است که اندکی از $n_۱$ کوچک‌تر است. پرتوهای نوری که با محور مغزی زاویه کوچکی می‌سازند می‌توانند ضمن انعکاس‌های متوالی روی سطح جدایی با غلاف در داخل مغزی منتشر شوند. یک چشمه نقطه‌ای نور مطابق شکل روی محور دستگاه به فاصله d از سطح خارجی مقطع قائم تار قرار دارد. پرتوهایی که در داخل مخروطی به زاویه رأس α از چشمه تابیده شوند در طول مغزی منتشر می‌شوند. $\sin\alpha$ کدام گزینه است؟ (+۳, −۱)



۱) $\sqrt{n_۱^۲ - n_۲^۲}$

۲) $\frac{R}{d}\sqrt{n_۱^۲ - n_۲^۲}$

۳) $\sqrt{۱ - \frac{n_۲^۲}{n_۱^۲}}$

۴) $\frac{n_۱}{n_۲}\sqrt{n_۱^۲ - n_۲^۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

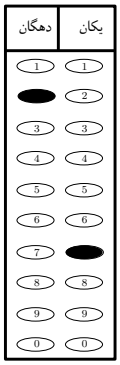
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به **دقت** بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه** و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب **میکروفاراد** خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

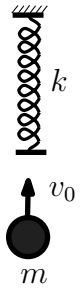


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) گلوله‌ی کوچکی را از ارتفاع h بالای سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. گلوله پس از T ثانیه به زمین اصابت می‌کند. طول مسیری که گلوله در ۱٫۵ ثانیه‌ی آخر حرکتش پیموده است معادل نصف کل طول مسیری است که گلوله پس از پرتاب پیموده است. ارتفاع محل پرتاب از سطح زمین چند **متر** باشد تا زمان کل حرکت گلوله، T، بیشینه باشد؟ (۱۰ نمره)

---

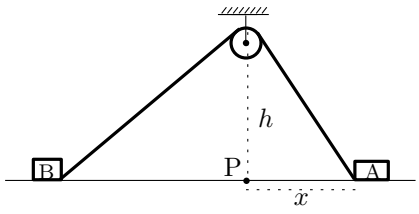
۲) فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی $k = ۱\ \mathrm{N/cm}$ از سقف آویزان است. گلوله کوچکی به جرم $m = ۳۰\ \mathrm{g}$ به سمت بالا پرتاب شده و در لحظه $t = ۰$ با سرعت $v_۰ = ۰٫۳\ \mathrm{m/s}$ به انتهای پایینی فنر برخورد می‌کند و آن را فشرده می‌سازد. زمان جدا شدن گلوله از فنر بر حسب **میلی ثانیه** چیست؟ (۱۰ نمره)



---

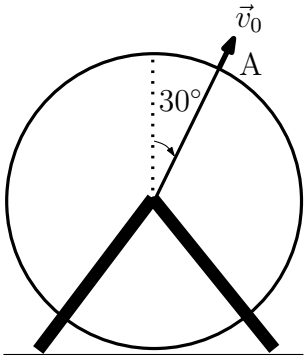
۳) دو صندوق A و B مطابق شکل با طنابی که از روی قرقره‌ی کوچکی گذشته است به هم بسته شده‌اند. طول طناب $۱۳٫۵\ \mathrm{m}$ است و ارتفاع بالاترین نقطه‌ی قرقره از سطح زمین $h = ۴\ \mathrm{m}$ است.

در یک لحظه‌ی معین صندوق A با سرعت افقی $۰٫۲۵\mathrm{m/s}$ به سمت راست حرکت می‌کند و نخ کاملاً کشیده شده است. در این لحظه فاصله‌ی افقی صندوق A از نقطه‌ی P واقع در زیر قرقره $x = ۳\ \mathrm{m}$ است. قرقره و صندوق‌ها همواره در یک صفحه‌ی قائم قرار دارند. سرعت نزدیک شدن صندوق B به نقطه‌ی P در لحظه‌ی مورد نظر چند **سانتی‌متر بر ثانیه** است؟ (۱۰ نمره)



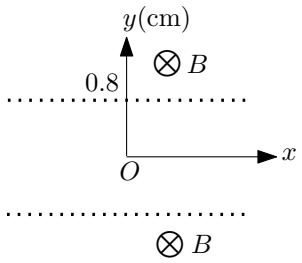
---

۴) چرخ‌فلکی به شعاع $۴\ \mathrm{m}$ در یک صفحه‌ی قائم به صورت ساعتگرد می‌چرخد. کودکی در نقطه‌ی A از مسیر چرخ‌فلک سنگی را به بیرون پرتاب می‌کند. راستای پرتاب سنگ از نظر کودک شعاعی است و اندازه‌ی سرعت آن $v_۰$ است، اما ناظر روی زمین راستای آن را افقی می‌بیند. سنگ پس از برخورد به زمین تا زیر نقطه‌ی پرتاب $۲۰\ \mathrm{m}$ فاصله دارد. $v_۰^۲$ بر حسب $\mathbf{m^۲/s^۲}$ چقدر است؟ پایین‌ترین نقطه‌ی چرخ‌فلک تقریباً نزدیک سطح زمین است. $\sqrt{۳} = ۱٫۷۳۲$. (۱۰ نمره)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

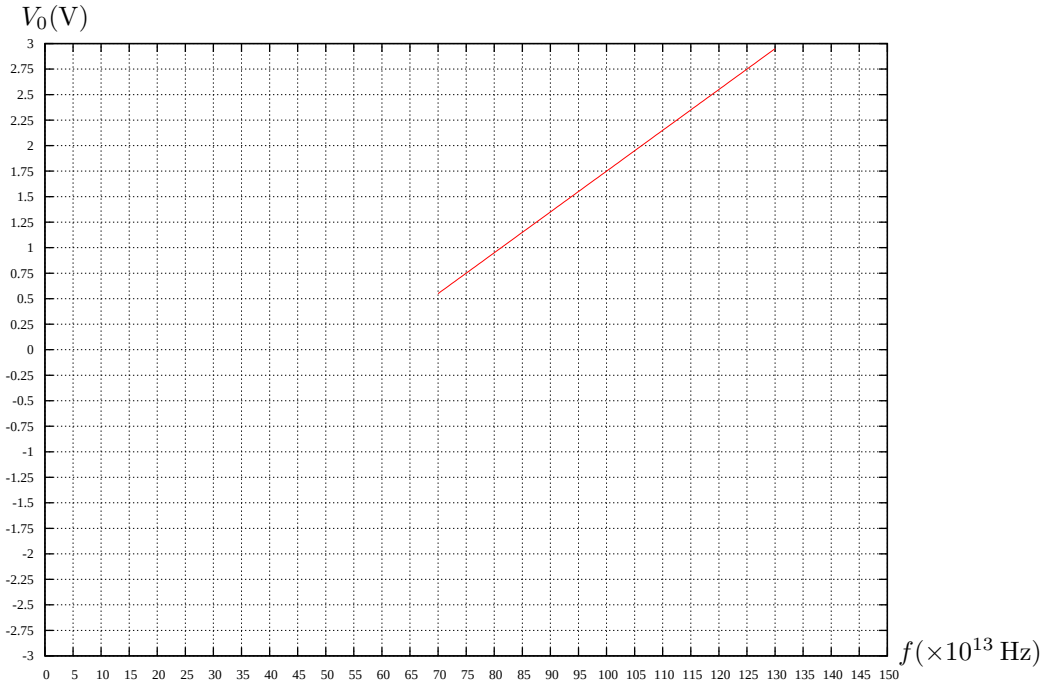
۵) مطابق شکل بین دو صفحه‌ی فلزی تخت توری‌مانند موازی به فاصله‌ی ۱٫۶ cm از یکدیگر اختلاف پتانسیل ۱۴۵ mV برقرار است. در شکل مقطع صفحات فلزی با خطوط $y = ۰٫۸$ cm و $y = -۰٫۸$cm نشان داده شده است. بیرون صفحات میدان مغناطیسی ثابت ۲×۱۰^{-۴} T عمود بر صفحه‌ی شکل وجود دارد. الکترونی به جرم $۹٫۱ \times ۱۰^{-۳۱}$ kg و بار $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C از حال سکون در مبدأ مختصات رها می‌شود و پس از عبور از یکی از توری‌ها و حرکت در میدان مغناطیسی دوباره به ناحیه‌ی بین دو صفحه باز می‌گردد.



چه مدت زمان بر حسب $۱۰^{-۸}$ s طول می‌کشد تا الکترون در مسیرش محور x را برای اولین بار قطع کند؟ فرض کنید به جز نیروهای الکتریکی و مغناطیسی نیروی دیگری وجود ندارد. (۱۰ نمره)

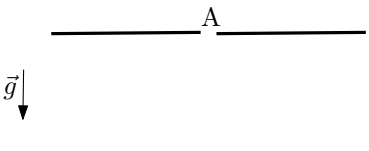
---

۶) شکل زیر نمودار ولتاژ متوقف کننده بر حسب بسامد نور تابشی برای اثر فوتوالکتریک در فلز سدیم است. فرض کنید یک باریکه لیزر به شدت ۱۵۰ $W/m^۲$ را به فلز سدیم می‌تابانیم. اگر الکترون در سطحی محدود باشد که شعاع آن برابر شعاع اتم سدیم یعنی ۰٫۱ nm باشد به لحاظ کلاسیکی چه مدت طول می‌کشد تا انرژی لازم برای آزاد کردن یک الکترون بر اثر تابش به سطح بتابد؟ این زمان را بر حسب **میلی ثانیه** حساب کنید. (لازم به ذکر است که پیش‌بینی نظریه کلاسیک در این مورد درست نیست و در عمل برای کنده شدن فوتوالکترون‌ها زمانی کمتر از ۱×۱۰^{-۹} s لازم است.) بار الکتریکی الکترون $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C است. (۱۰ نمره)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

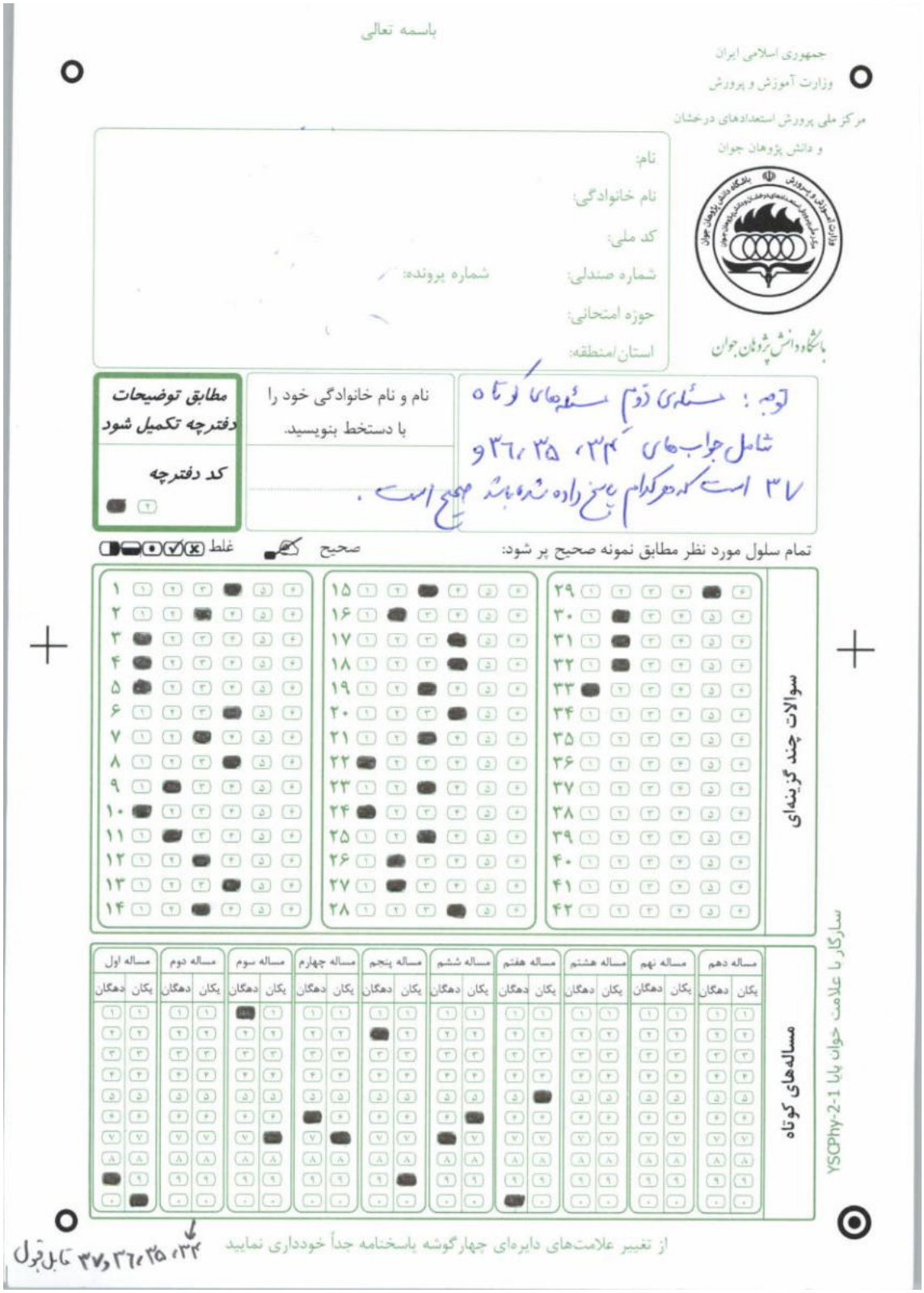
۷) در ابتدای قرن بیستم آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان برای توضیح کوانتومی بودن بار الکتریکی انجام شد. در این آزمایش بین دوصفحه‌ی فلزی تخت موازی یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ که قابل قطع و وصل کردن است برقرار است. از روزنه‌ی A در صفحه‌ی بالایی قطره‌های ریز روغن به وسیله‌ی یک پودرافشان بین دو صفحه پاشیده می‌شوند. قطره‌های روغن به سبب مالش با لوله‌ی پودرافشان دارای بار الکتریکی منفی می‌شوند. اندازه‌ی نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت قطره $f = ۶\pi\eta r v$ است که r شعاع قطره و v اندازه‌ی سرعت آن است. η ضریب گرانروی هوا نام دارد و مقدار آن $\eta = ۱٫۸ \times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N\,s/m^۲}$ است.



(۱۰ نمره)

فرض کنید یکی از قطره‌های روغن در غیاب میدان الکتریکی مسافت ۱۶ mm را در مدت ۱۶ s با سرعت یکنواخت سقوط می‌کند. همین قطره در حضور میدان الکتریکی یکنواخت $۱٫۴ \times ۱۰^{۶}\ \mathrm{N/C}$ معلق می‌شود. بار الکتریکی این قطره چند برابر **بار الکتریکی الکترون** است؟ چگالی روغن $۰٫۸۰\ \mathrm{g/cm^۳}$ است و بار الکتریکی الکترون $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}$ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان
و دانش پژوهان جوان

نام:
نام خانوادگی:
کد ملی:
شماره صندلی: شماره پرونده:
حوزه امتحانی:
استان/منطقه:

دانشگاه دانش پژوهان جوان

توجه: سئوالهای دوم مسئله‌های کوتاه شامل جواب‌های ۳۴، ۳۵، ۳۶ و ۳۷ است که هر کدام پاسخ داده شده باشد صحیح است.

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید.

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود

کد دفترچه

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود: صحیح غلط

سوالات چند گزینه‌ای

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	
۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	

مسأله‌های کوتاه

مساله اول		مساله دوم		مساله سوم		مساله چهارم		مساله پنجم		مساله ششم		مساله هفتم		مساله هشتم		مساله نهم		مساله دهم	
یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

از تغییر علامت‌های دایره‌ای چهارگوشه پاسخنامه جداً خودداری نمایید

۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷ قابل قبول

YSCPhy-2-1 سازگار با علامت خوان پایا

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

به نام خدا

پاسخنامه تشریحی کد ۱

مرحله اول المپیاد فیزیک

دورهٔ ۲۶ - بهمن ۱۳۹۱

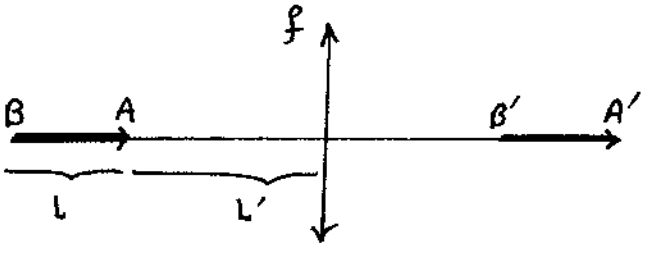
۱- گزینهٔ ۴ صحیح است.

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \longrightarrow q=\frac{fp}{p-f}$$

$$p_A = L' \longrightarrow q_A = \frac{fL'}{L'-f}$$

$$p_B = L+L' \longrightarrow q_B = \frac{f(L+L')}{L+L'-f}$$

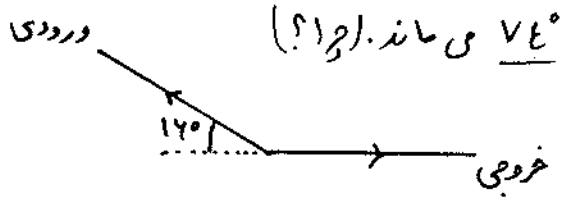
$$q_A - q_B = L \Rightarrow \boxed{f=\frac{L'(L+L')}{L+2L'}}$$



۲- گزینهٔ ۳ صحیح است.

در هر برخورد، پرتو نور به اندازهٔ ۳۲° نسبت به مسیر قبلی خود، منحرف می‌شود.

برای اینکه پرتو نور دیگر به نیم استوانه برخورد نکند، پرتو نور باید به صورت افقی یا بالاتر از افق خارج شود. توجه کنید که زاویه تابش و بازتابش همواره ۷۴° می‌ماند. (چرا؟)



انحراف کل $\geq 180+16$

$$\longrightarrow n=\left[\frac{180+16}{32}\right] \Rightarrow \boxed{n=32^\circ}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳- گزینهٔ ۱ صحیح است.

$q = KC\mathcal{E}$, $q' = C\mathcal{E} = \frac{q}{K}$

$U_1 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{KC}$, $U_1' = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \longrightarrow W = U_1' - U_1 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}(1-\frac{1}{K})$

$U_2 = \frac{1}{2}\frac{q'^2}{C}$, $U_3 = \mathcal{E}(q-q') \longrightarrow Q = U_1' - U_2 - U_3 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}(1-\frac{1}{K})^2$

$$\frac{Q}{W} = 1-\frac{1}{K} = \boxed{\frac{K-1}{K}}$$

۴- گزینهٔ ۱ صحیح است.

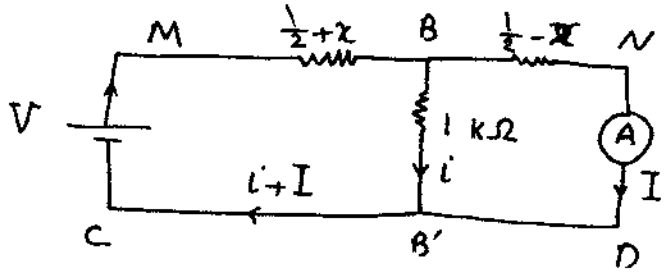
- اگر A گرم شود، مایع از B به A جریان می‌یابد. فشار عمق h برابر با ρgh است. وقتی آب در مخزن A منبسط شود، ارتقاع h افزایش و چگالی ρ کاهش می‌یابد. مقدار ρ متناسب با $\frac{1}{A}$ است که A سطح مقطع ذوزنقه و $A=\bar{w}h$ که $\bar{w}$ عرض متوسط ظرف است. پس: $P=\rho gh \propto \frac{h}{A} = \frac{1}{\bar{w}}$. از آنجایی که $\bar{w}$ با افزایش h، افزایش می‌یابد، فشار در مخزن A کاهش یافته و درنتیجه مایع از B به A جریان می‌یابد.

- اگر B گرم شود، مایع بازهم از B به A جریان می‌یابد. دراین حالت $\bar{w}$ با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد (ظرف B). بنابراین فشار B افزایش می‌یابد و جریان از B به A جریان خواهد داشت.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵- گزینه ۱ صحیح است.

مقاومت نصف سیم برابر $\frac{1}{2}\,k\Omega$ است. x مقدار انزاف سیم BB' به سمت راست است.



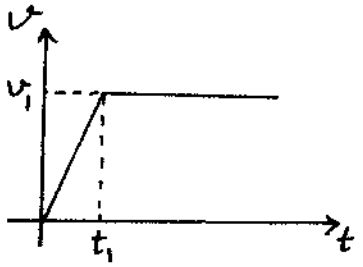
$$V = (I+i)\left(\frac{1}{2}+x\right)+i$$

$$0 = I\left(\frac{1}{2}-x\right)-i$$

$$\Rightarrow I = \frac{V}{\frac{5}{4}-x^2}$$

$$\Rightarrow I_{min} = \frac{V}{\frac{5}{4}} \Rightarrow \frac{V}{I_{min}} = \frac{5}{4}\ k\Omega$$

۶- گزینه ۴ صحیح است.



f : نیروی مقاومت هوا F : نیروی موتور

$$0 \leqslant t \leqslant t_1 \quad : \quad F-f=ma \Rightarrow F = m\frac{v_1}{t_1} + k\frac{v_1}{t_1}\cdot t$$

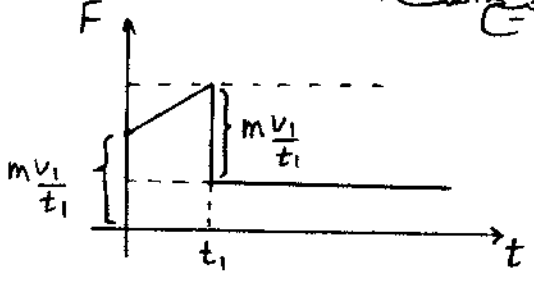
$$t_1 \leqslant t \quad : \quad F-f=0 \Rightarrow F = kv_1$$

مقدار کاهش نیرو در زمان $t=t_1$ با مقدار نیرو در زمان صفر یکسان است:

$$t=0 \longrightarrow F = m\frac{v_1}{t_1}$$

$$t=t_1 \longrightarrow \Delta F = m\frac{v_1}{t_1} + kv_1 - kv_1 = m\frac{v_1}{t_1}$$

بنابراین گزینه ۲ نمی‌تواند صحیح باشد و گزینه ۴ صحیح است.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷- گزینهٔ ۳ صحیح است.

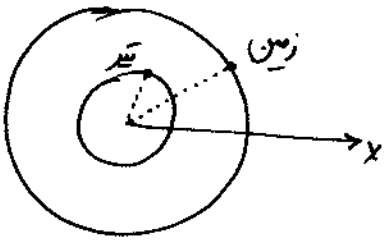
میدان مغناطیسی ناشی از یک جریان دایره‌ای در مرکز دایره : $B=\frac{\mu_0 I}{2R}$

I: جریان الکتریکی R: شعاع دایره $k: \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$k\frac{e^2}{R^2}=mR\omega^2=mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \longrightarrow T=\frac{2\pi}{e}\sqrt{\frac{mR^3}{k}}$$

$$I=\frac{e}{T}=\frac{e^2}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mR^3}} \quad , \quad B=\frac{\mu_0 I}{2R} \Rightarrow B=\frac{\mu_0 e^2}{4\pi}\sqrt{\frac{k}{mR^5}}=15\ T$$

۸- گزینهٔ ۴ صحیح است.



$$\theta_E=\omega_E t=\frac{2\pi}{T_E}t=\frac{2\pi}{360}t$$

$$\theta_V=\omega_V t=\frac{2\pi}{T_V}t=\frac{2\pi}{90}t$$

در روابط بالا فرض شده است هر دو سیاره از روی محور xها شروع به حرکت می‌کنند.

مقارنه نزدیک : $|\theta_E-\theta_V|=2k\pi \quad , \quad k=0,1,\ldots$

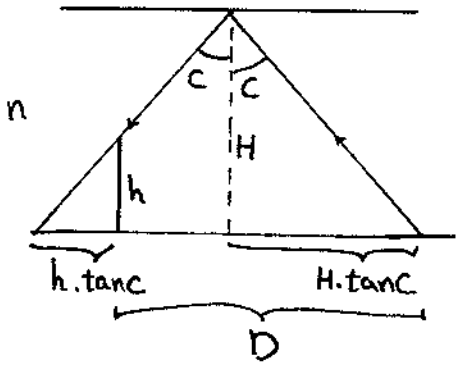
$$\Rightarrow 2\pi t\left(\frac{1}{90}-\frac{1}{360}\right)=2k\pi \Rightarrow t=120.k \longrightarrow t=0,120,240 : \text{3 بار}$$

مقارنه دور : $|\theta_E-\theta_V|=(2k+1)\pi \quad , \quad k=0,1,\ldots$

$$\Rightarrow 2\pi t\left(\frac{1}{90}-\frac{1}{360}\right)=(2k+1)\pi \Rightarrow t=60(2k+1) \longrightarrow t=60,180,330 : \text{3 بار}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹- گزینه ۲ صحیح است.



$$\sin C = \frac{1}{n} \rightarrow \cos C = \sqrt{1-\frac{1}{n^2}} \Rightarrow \tan C = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$$

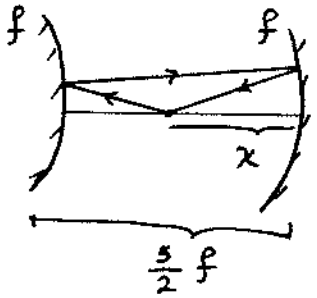
$$D = 2H.\tan C - h.\tan C = (2H-h).\tan C$$

$$\Rightarrow \boxed{D = \frac{2H-h}{\sqrt{n^2-1}}}$$

۱۰- گزینه ۱ صحیح است.

فاصلهٔ اولیه افقی دو جسم یکسان است. به جسم ۱ نیروی افقی T وارد می‌شود و به جسم ۲، نیروی افقی $T\cos\theta$ (θ زاویه بین امتداد نخ و افق) وارد می‌شود. با توجه به اینکه جرم دو جسم یکسان است، پس شتاب افقی جسم ۱ بیشتر از شتاب افقی جسم ۲ است. پس جسم ۱ زودتر می‌رسد.

۱۱- گزینه ۲ صحیح است.



آینه محدب: $\frac{1}{\frac{5}{2}f-x} - \frac{1}{q_1} = \frac{-1}{f} \rightarrow q_1 = \frac{f(\frac{5}{2}f-x)}{\frac{7}{2}f-x}$

تصویر اول در آینه محدب در فاصلهٔ q_1 از آینه محدب تشکیل می‌شود.

این تصویر، نقش جسم مجازی برای آینه مقعر را دارد که تصویر آن در فاصلهٔ x تشکیل می‌شود:

$$\frac{1}{q_1+\frac{5}{2}f} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3.5f-x}{11.25f^2-3.5fx} = \frac{x-f}{fx}$$

$$\Rightarrow 2.5x^2 - 11.25fx + 11.25f^2 = 0 \longrightarrow \boxed{x = 1.5f}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲ـ گزینهٔ ۳ صحیح است.



$$F = 2K(L - L_0)\sin\theta \qquad , \sin\theta = \frac{x}{L}$$

$$\Rightarrow F = 2Kx\left(1 - \frac{L_0}{L}\right) \quad (I)$$

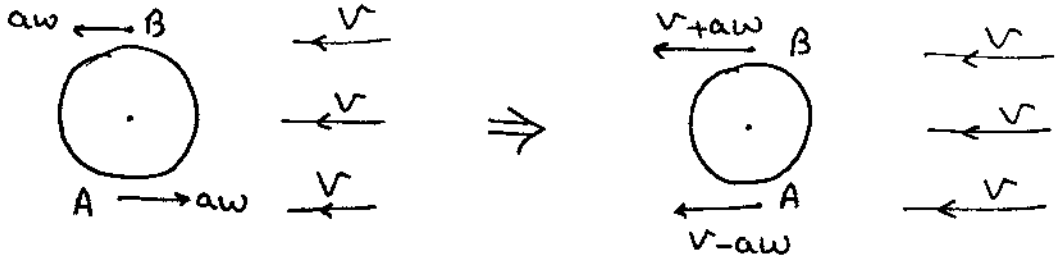
$$L^2 = L_0^2 + x^2 \longrightarrow L = L_0\left[1 + \frac{x^2}{L_0^2}\right]^{1/2} \simeq L_0\left[1 + \frac{x^2}{2L_0^2}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{L_0}{L} = \left[1 + \frac{x^2}{2L_0^2}\right]^{-1} \simeq 1 - \frac{x^2}{2L_0^2} \quad (II)$$

$$\Rightarrow \boxed{F = K\frac{x^3}{L_0^3}}$$

۱۳ـ گزینهٔ ۴ صحیح است.

به علت چرخش توپ، هوای اطراف آن نیز به همراه توپ با سرعت خطی $a\omega$ در حال چرخش است.



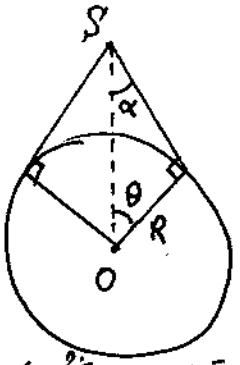
$$P_c + \frac{1}{2}\rho v^2 = P_A + \frac{1}{2}\rho(V - a\omega)^2$$

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho(V + a\omega)^2$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{P_A}{P_B} = \frac{2P_0 + \rho a\omega(2V - a\omega)}{2P_0 - \rho a\omega(2V + a\omega)}}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴ـ گزینه ۳ صحیح است.



$$g_0 = \frac{GM}{R^2} \quad , \quad \frac{GmM}{r^2} = mr\omega^2 = mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\Rightarrow g_0 R^2 = r^3\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \Rightarrow r = \left[\frac{g_0 R^2 T^2}{4\pi^2}\right]^{1/3}$$

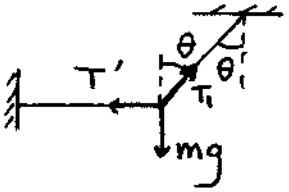
g_0 : شتاب گرانشی در سطح زمین ، R : شعاع زمین ، T : دوره تناوب چرخش زمین به دور خود

$$\Rightarrow r \simeq 42'000 \text{ km} \quad , \quad \alpha + \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\theta = \sin\alpha = \frac{R}{r}$$

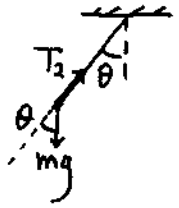
درصد $\eta = \frac{2\pi R^2(1-\cos\theta)}{4\pi R^2} \times 100 = \frac{1-\cos\theta}{2} \times 100 = 50 \times (1-\sin\alpha) = 50 \times \left(1-\frac{R}{r}\right)$

$$\Rightarrow \eta = 50 \times \left(1 - \frac{6400}{42000}\right) \Rightarrow \boxed{\eta = 42\%}$$

۱۵ـ گزینه ۳ صحیح است.



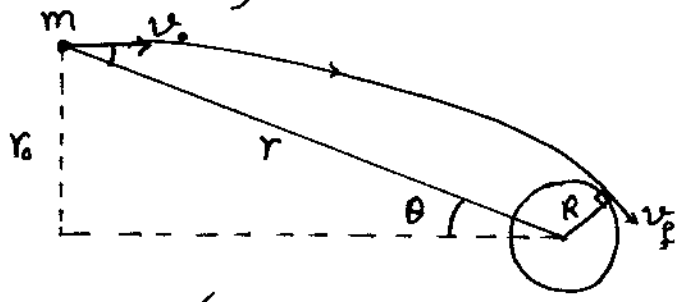
$$T_1 \cos\theta = mg \Rightarrow T_1 = \frac{mg}{\cos\theta}$$



$$T_2 = mg\cos\theta$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{T_2}{T_1} = \cos^2\theta}$$

۱۶ـ گزینه ۲ صحیح است.



$$\left.\begin{aligned} mv_0 r\sin\theta &= mRv_f \\ r\sin\theta &= r_0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow r_0 v_0 = Rv_f$$

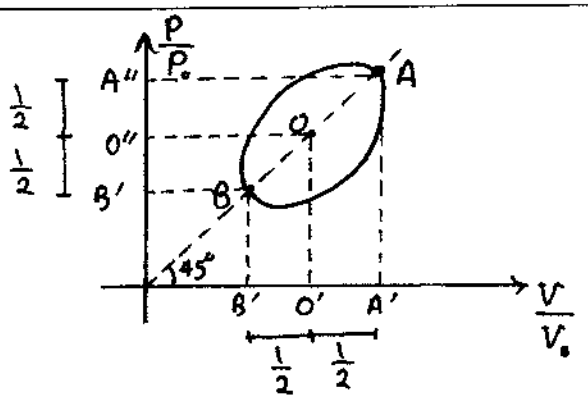
پایستگی انرژی : $\frac{1}{2}mv_0^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{GmM}{R} \Rightarrow v_0^2 + \frac{2GM}{R} = v_f^2$

$$\Rightarrow v_0^2 + \frac{2GM}{R} = \left(\frac{r_0}{R}v_0\right)^2 \Rightarrow \boxed{r_0 = R\left[1 + \frac{2GM}{Rv_0^2}\right]^{1/2}}$$

۷

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷- گزینه ۴ صحیح است.



$O:\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}$, $AB=\sqrt{2} \Rightarrow AO=BO=\frac{\sqrt{2}}{2}$

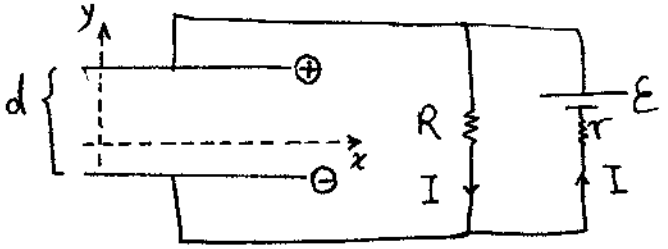
$A'O'=B'O'=A''O''=B''O''=\frac{\sqrt{2}}{2}\times\frac{\sqrt{2}}{2}=\frac{1}{2}$

$\Rightarrow A'=A''=\frac{3}{2}$, $B'=B''=\frac{1}{2}$

$$\eta=1-\frac{T_C}{T_H}=1-\frac{T_B}{T_A}=1-\frac{P_BV_B}{P_AV_A}=1-\frac{B'\cdot B''}{A'\cdot A''}=1-\frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{3}{2})^2}=1-\frac{1}{9}$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta\simeq 0.89}$$

۱۸- گزینه ۴ صحیح است.



چون خازن پر شده است، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R یکسان است.

$$I=\frac{\mathcal{E}}{r+R} \Rightarrow V=RI \\ V=E_yd \Big\} \Rightarrow E_y=\frac{R\mathcal{E}}{d(r+R)}$$ میدان الکتریکی:

$E_x=0 \Rightarrow F_x=0 \Rightarrow a_x=0 \Rightarrow v_x=v_0$, $x=v_0t$

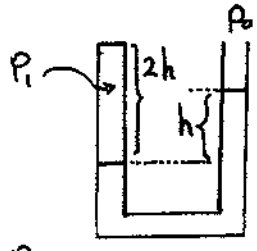
$E_y\neq 0 \Rightarrow F_y=eE_y=ma_y \Rightarrow a_y=\frac{eR\mathcal{E}}{md(r+R)}$, $v_y=a_yt$ $\Big\} \Rightarrow v_y=\frac{a_y}{v_0}x$

$x=L \Rightarrow v_y=\frac{eR\mathcal{E}L}{mdv_0(r+R)}$

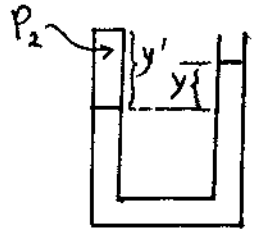
$\tan\theta=\frac{v_y}{v_x}$ $\Rightarrow \boxed{\tan\theta=\frac{eR\mathcal{E}L}{mv_0^2d(r+R)}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۹ - گزینه ۳ صحیح است.



$$P_1 = P_0 + \rho g h = 2\rho g h$$



$$P_2 = P_0 + \rho \tfrac{3}{2} g y = \rho g (h + \tfrac{3}{2} y)$$

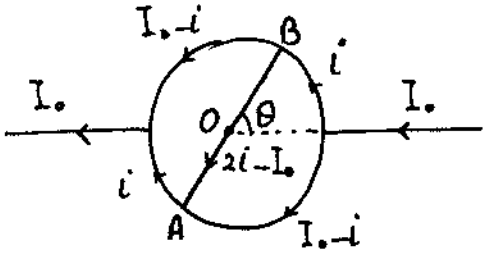
$$y' = 2h - \left(\frac{h-y}{2}\right) = \frac{3h+y}{2}$$

$$P_1 \cdot 2h = P_2 \cdot y'$$

$$\Rightarrow 2\rho g h \cdot 2h = \rho g (h + \tfrac{3}{2} y)\left(\frac{3h+y}{2}\right) \longrightarrow 3y^2 + 11hy - 10h^2 = 0$$

$$\Rightarrow y = h\left(\frac{\sqrt{241} - 11}{6}\right) \simeq \boxed{0.76\,h}$$

۲۰ - گزینه ۴ صحیح است.



با توجه به تقارن شکل حول نقطهٔ O، جریان به شکل زیر است:

$$i\,r\theta + (I_0 - i)\,r(\pi - \theta) = 2i\,r\theta + 2(2i - I_0)\,r$$

$$\Rightarrow i = \frac{\pi - \theta + 2}{\pi + 4} I_0$$

$$I_{AB} = 2i - I_0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{I_{AB} = \frac{\pi - 2\theta}{\pi + 4} I_0}$$

۲۱ - گزینه ۳ صحیح است.

شدت × سطح = توان . توان خورشید روی سطح کره منتشر می‌شود. همچنین سطح مؤثر زمین برابر با سطح مقطع دایره‌ای آن است. (چرا؟)

$$F = \frac{I}{C}\pi R_e^2 = \left(\frac{P}{4\pi D^2}\right)\frac{\pi R_e^2}{C} = \frac{P}{4C}\cdot\left(\frac{R_e}{D}\right)^2$$

$$\Rightarrow F = \frac{3.9\times10^{6}}{4\times3\times10^{8}}\left(\frac{6.4\times10^{6}}{1.5\times10^{11}}\right)^2 \Rightarrow \boxed{F \simeq 6\times10^{8}\ N}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۲ - گزینهٔ ۱ صحیح است.

$$\rho_{2s} = \frac{m_s}{V_{2s}} = \frac{m_s}{V_{1s}(1+\beta_s \Delta T)} = \rho_{1s}(1-\beta_s \Delta T)$$

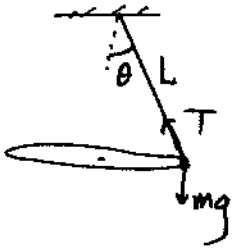
$$\rho_{2w} = \frac{m_w}{V_{2w}} = \frac{m_w}{V_{1w}(1+\beta_w \Delta T)} = \rho_{1w}(1-\beta_w \Delta T)$$

قانون ارشمیدس: $\rho_w g V = \rho_s g V_s \Rightarrow \frac{V}{V_s} = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\rho_{1s}}{\rho_{1w}}\left(\frac{1-\beta_s \Delta T}{1-\beta_w \Delta T}\right) = \frac{\rho_{1s}}{\rho_{1w}}\left[1+(\beta_w-\beta_s)\Delta T\right]$

$$\left(\frac{V}{V_s}\right)_2 = \left(\frac{V}{V_s}\right)_1\left[1+(\beta_w-\beta_s)\Delta T\right] \Rightarrow \frac{\left(\frac{V}{V_s}\right)_2 - \left(\frac{V}{V_s}\right)_1}{\left(\frac{V}{V_s}\right)_1} = (\beta_w-\beta_s)\Delta T$$

$\Rightarrow$ درصد تغییر ارتفاع $= (\beta_w-\beta_s)\Delta T \times 100 \simeq 0.39\%$

۲۳ - گزینه ۳ صحیح است.

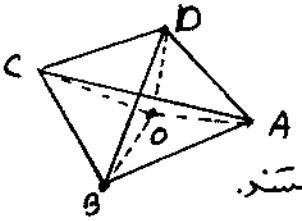


$$\left.\begin{aligned} r &= L\sin\theta \\ T\sin\theta &= \frac{mv^2}{r} \\ T\cos\theta &= mg \end{aligned}\right\} \Rightarrow v^2 = Lg\sin\theta\tan\theta$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mLg\sin\theta\tan\theta$$

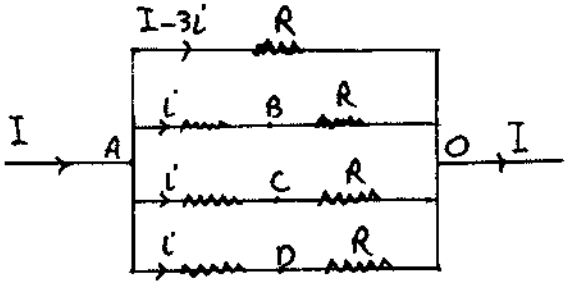
$$\Rightarrow K = \frac{1}{2}\times 20\times 10^{-3}\times 50\times 10^{-2}\times 10\times\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow K = 75\ mJ$$

۲۴ - گزینه ۱ صحیح است.



با توجه به تقارن شکل حول محور AO، رئوس B، C، D هم پتانسیل هستند.

و جریان از اضلاع BC، CD، BD عبور نمی کند و جریان عبوری از AB، AC، AD یکسان است.

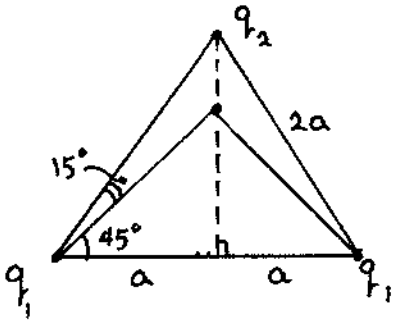


$$R(I-3i) = 3Ri \Rightarrow i = \frac{I}{6}$$

$$\left.\begin{aligned} V &= R_e I \\ V &= 3Ri \\ i &= \frac{I}{6} \end{aligned}\right\} \Rightarrow R_e = \frac{R}{2}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵ - گزینه ۳ صحیح است.



$$\frac{q_1}{(a\sqrt{2})^2}\sqrt{2} = \frac{q_2}{(2a\frac{\sqrt{3}}{2}-a)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}(\sqrt{3}-1)^2 \Rightarrow \boxed{\frac{q_2}{q_1} = \sqrt{2}(2-\sqrt{3})}$$

۲۶ - گزینهٔ ۲ صحیح است.

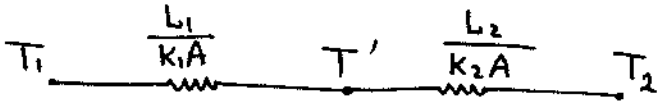
$$g = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM}{R^2}\frac{1}{(1+\frac{h}{R})^2} = g_0(1+\frac{h}{R})^{-2} \simeq g_0(1-\frac{2h}{R})$$

$$\Rightarrow \frac{g}{g_0} \simeq 1-\frac{2h}{R} \Rightarrow \left|\frac{g-g_0}{g}\right| = \frac{2h}{R} \Rightarrow \text{درصد تفاوت} = \frac{2\times 39}{6400}\times 100 \simeq \boxed{1.2\%}$$

۲۷ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\left.\begin{aligned} D &= v\cos\theta \cdot T \\ T &= \frac{2\pi R}{v\sin\theta} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{D}{R} = 2\pi\cdot\cot\theta = \boxed{2\pi\sqrt{3}}$$

۲۸ - گزینهٔ ۴ صحیح است.



با استفاده از روش مقاومت گرمایی:

$$\frac{T'-T_2}{\frac{L_2}{K_2A}} = \frac{T_1-T_2}{\frac{L_1}{K_1A}+\frac{L_2}{K_2A}} \Rightarrow T' = \frac{L_1K_2T_2+L_2K_1T_1}{L_1K_2+L_2K_1}$$

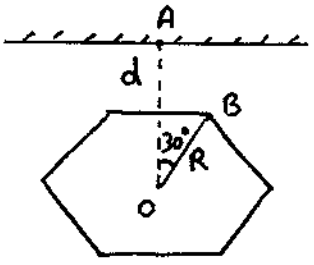
با تعویض جای T_1 و T_2، مقدار T'' به دست می‌آید:

$$T'' = \frac{L_1K_2T_1+L_2K_1T_2}{L_1K_2+L_2K_1}$$

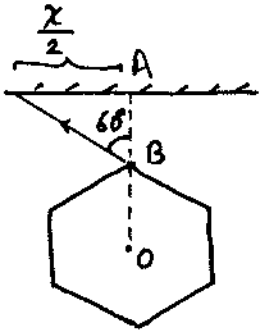
$$\Rightarrow \boxed{\frac{T''}{T'} = \frac{L_1K_2T_1+L_2K_1T_2}{L_1K_2T_2+L_2K_1T_1}}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۹ـ گزینهٔ ۵ صحیح است.



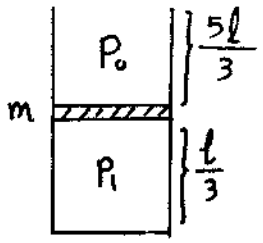
$$\longrightarrow \quad OA = d + \frac{\sqrt{3}}{2}R$$

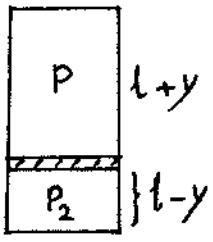


$$AB = AO - OB = d + \frac{\sqrt{3}}{2}R - R$$

$$\frac{x}{2} = AB.\tan 60^\circ \Longrightarrow \boxed{x = 2\sqrt{3}(d-R) + 3R}$$

۳۰ـ گزینهٔ ۲ صحیح است.



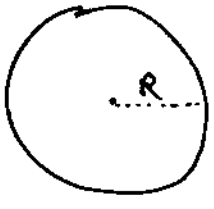


$$\left.\begin{aligned} P_1 &= P_0 + \frac{mg}{A} \\ P_1\frac{l}{3} &= P_0 l \end{aligned}\right\} \longrightarrow \frac{mg}{A} = 2P_0$$

$$\left.\begin{aligned} P + \frac{mg}{A} &= P_2 \\ P_2(l-y) &= P_0 l \\ P(l+y) &= P_0 l \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{P_0 l}{l+y} + 2P_0 = \frac{P_0 l}{l-y} \longrightarrow \frac{1}{l-y} - \frac{1}{l+y} = \frac{2}{l}$$

$$\Rightarrow y^2 + ly - l^2 = 0 \Rightarrow \boxed{y = \frac{\sqrt{5}-1}{2}l}$$

۳۱ـ گزینهٔ ۲ صحیح است.



$$T_e^2 = \frac{4\pi^2}{GM}R^3 \qquad T_e = 365 \text{ روز}$$



$$(2T)^2 = \frac{4\pi^2}{GM}\left(\frac{R}{2}\right)^3 \Rightarrow T^2 = \frac{1}{32}T_e^2$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_e}{4\sqrt{2}} = \frac{365}{4\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{T \simeq 65 \text{ روز}}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۲ـ گزینه‌ٔ ۲ صحیح است.

باتوجه به‌اینکه درحالت $n=1$ ، همه‌ٔ l ها برابر صفر است و برای رخ دادن گذار $\Delta l=\pm 1$ باشد،

لذا حالت‌های $l=0$ از $n=2$ حذف می‌شوند:

	m	l
$n=2$	$\frac{3}{2}$	1
	$\frac{1}{2}$	1
	$-\frac{1}{2}$	1
	$-\frac{3}{2}$	1
	$\frac{1}{2}$	1
	$-\frac{1}{2}$	1
$n=1$	$\frac{1}{2}$	0
	$-\frac{1}{2}$	0

$\Delta m = 0, \pm 1$

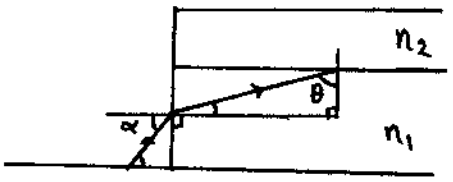
$m_2 - m_1 = 0, \pm 1$

$m_2 - \frac{1}{2} = 0, \pm 1 \longrightarrow m_2 = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{2}$: 5 حالت

$m_2 + \frac{1}{2} = 0, \pm 1 \longrightarrow m_2 = -\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$: 5 حالت

10 حالت

۳۳ـ گزینه‌ٔ ۱ صحیح است.



$$\sin\alpha = n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) \longrightarrow \cos\theta = \frac{\sin\alpha}{n_1}$$

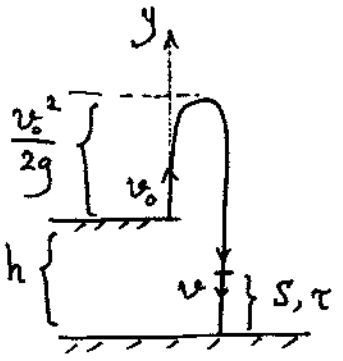
$$\sin C = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow \cos C = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

$$\theta > C \longrightarrow \cos\theta < \cos C$$

$$\Rightarrow \frac{\sin\alpha}{n_1} < \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1} \Rightarrow \sin\alpha < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

سوالات پاسخ کوتاه



۱- پاسخ $h = 90\ m$ است.

$$-h = -\frac{1}{2}gT^2 + v_0 T$$

مسافت کل $= h + 2\times\frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{g} - v_0 T + \frac{1}{2}gT^2$

$$\left.\begin{aligned} v &= -v_0 + g(T-\tau) \\ S &= v\tau + \frac{1}{2}g\tau^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow S = -\frac{1}{2}g\tau^2 + gT\tau - v_0\tau$$

$$h = 2S \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} - v_0 T + \frac{1}{2}gT^2 = -g\tau^2 + 2gT\tau - 2v_0\tau$$

$$\Rightarrow \frac{g}{2}T^2 - (v_0 + 2g\tau)T + \left(\frac{v_0^2}{g} + g\tau^2 + 2v_0\tau\right) = 0$$

$$\Delta = 2g^2\tau^2 - v_0^2 \quad , \quad T = \frac{(v_0 + 2g\tau) \pm \sqrt{2g^2\tau^2 - v_0^2}}{g} = \left(2\tau + \frac{v_0}{g}\right) \pm \sqrt{2\tau^2 - \frac{v_0^2}{g^2}}$$

$$\frac{dT}{dv_0} = \frac{1}{g} \pm \left(\frac{1}{2}\cdot\frac{-2\,\frac{v_0}{g^2}}{\sqrt{2\tau^2 - \frac{v_0^2}{g^2}}}\right) = 0 \Rightarrow v_0 = g\tau \rightarrow \frac{v_0}{g} = \tau$$

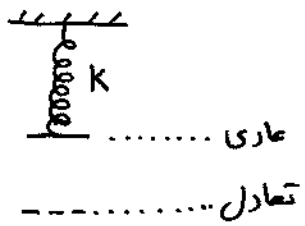
$\Rightarrow T_{max} = 4\tau$ علامت ⊕ قابل قبول است. (چرا؟)

$$h = \frac{1}{2}gT^2 - v_0 T = \frac{1}{2}g(4\tau)^2 - g\tau\cdot 4\tau = 4g\tau^2$$

$$h = 4\times 10\times\left(\frac{3}{2}\right)^2 \Rightarrow \boxed{h = 90\ m}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲- پاسخ ۳۴ ، ۳۵ ، ۳۶ یا ۳۷ درست است.



راه حل اول : دوره تناوب سیستم جرم وفنر برابراست با: $2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

واین نوسان حول نقطهٔ تعادل انجام می‌شود.

بافرض اینکه حرکت از نقطهٔ تعادل شروع شود ، اولین بار بعدازِ $\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ دوباره به نقطهٔ تعادل بازمی‌گردد.

گلوله فاصله بین نقطهٔ تعادل ونقطهٔ عادی را در زمان $\frac{2(\frac{mg}{K})}{v_0}$ به صورت رفت وبرگشت طی می‌کند.

بنابراین زمان لازم از لحظهٔ برخورد جسم به فنر تاجدایی مجدد جسم ، برابر است با زمان لازم یک

رفت وبرگشت به حالت عادی : $T=\pi\sqrt{\frac{m}{K}}-\frac{2mg}{Kv_0}=\pi\sqrt{\frac{30\times10^{-3}}{10^2}}-\frac{2\times30\times10^{-3}\times10}{10^2\times3\times10^{-1}}$

$\Rightarrow T=(\pi\sqrt{300}-20)\,ms \Rightarrow \boxed{T=34.4\,ms\simeq34\,ms}$

راه حل دوم : فرض کنید فنر تا نقطهٔ تعادل کشیده شده است وگلوله‌ای باسرعت v_m چنان به فنر برخورد

می‌کند تا هنگام عبوراز نقطهٔ عادی سرعت گلوله v_0 باشد :

$$\frac{1}{2}mv_m^2+\frac{1}{2}K\left(\frac{mg}{K}\right)^2=\frac{1}{2}mv_0^2+mg\left(\frac{mg}{K}\right)\longrightarrow v_m=\left[v_0^2+\frac{mg^2}{K}\right]^{1/2}$$

$$v=v_m\cdot\cos(\omega t)\longrightarrow\cos(\omega t)=\frac{v}{v_m}=\frac{v_0}{\left[v_0^2+\frac{mg^2}{K}\right]^{1/2}},\quad \omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\frac{100}{\sqrt{3}}$$

$$\cos\left(\frac{100}{\sqrt{3}}t\right)=\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow\frac{100}{\sqrt{3}}t=\frac{\pi}{6}\Rightarrow t=\frac{\pi\sqrt{3}}{600}\simeq9.07\,ms$$

زمان رفت از نقطهٔ تعادل تا نقطهٔ عادی ← زمان رفت وبرگشت بین نقاط تعادل وعادی $=18.14\,ms$

$$\Rightarrow T=\pi\sqrt{\frac{m}{K}}-\frac{18.14}{1000}=\frac{\pi\sqrt{3}}{100}-\frac{\pi\sqrt{3}}{300}=\frac{2\pi\sqrt{3}}{300}\Rightarrow$$

$$\boxed{T=36.28\,ms\simeq36\,ms}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

راه حل سوم : معادله سرعت زمان جسم: $v = v_m \cos(\omega t)$, $v_m = \left[v_0^2 + \frac{mg^2}{k}\right]^{1/2}$

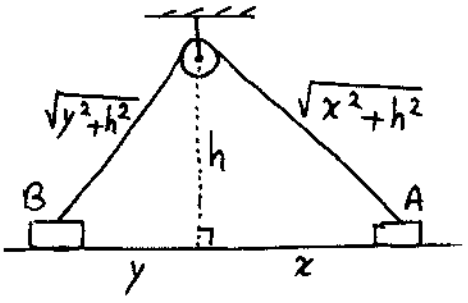
$$\Rightarrow \begin{cases} v_0 = v_m \cos(\omega t_1) \\ -v_0 = v_m \cos(\omega t_2) \end{cases} \longrightarrow \cos(\omega t_1) = \frac{v_0}{v_m} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$\cos(\omega t_2) = \frac{-v_0}{v_m} = \frac{-\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t_2 = \frac{5\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} \longrightarrow t_2 - t_1 = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{3 \times \frac{100}{\sqrt{3}}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{\pi\sqrt{3}}{150} = 36.28 \text{ ms} \simeq 36 \text{ ms}$$

۳- پاسخ 17 cm/s است.



طول نخ $= L = \sqrt{x^2 + h^2} + \sqrt{y^2 + h^2}$

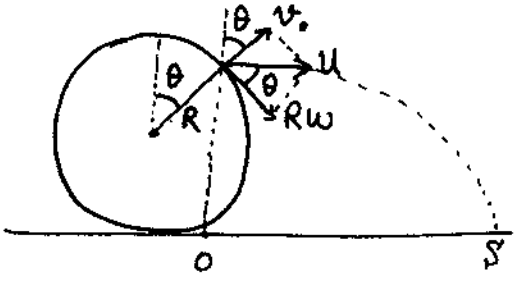
$$\frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{2x\dot{x}}{\sqrt{x^2+h^2}} + \frac{1}{2}\frac{2y\dot{y}}{\sqrt{y^2+h^2}} = 0$$

$$\Rightarrow \dot{y} = \left(\frac{\sqrt{y^2+h^2}}{y}\right)\left(\frac{x}{\sqrt{x^2+h^2}}\right)\dot{x}$$

$$\left.\begin{array}{l} x = 3 \text{ m} \\ h = 4 \text{ m} \\ L = 13.5 \text{ m} \end{array}\right\} \sqrt{y^2 + 4^2} + \sqrt{3^2 + 4^2} = 13.5 \longrightarrow y = 7.5 \text{ m}$$

$$\dot{x} = 25 \text{ cm/s} \longrightarrow \dot{y} = \left(\frac{8.5}{7.5}\right) \times \left(\frac{3}{5}\right) \times 25 \text{ cm/s} \longrightarrow \dot{y} = v_B = 17 \text{ cm/s}$$

۴- پاسخ $4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ درست است.

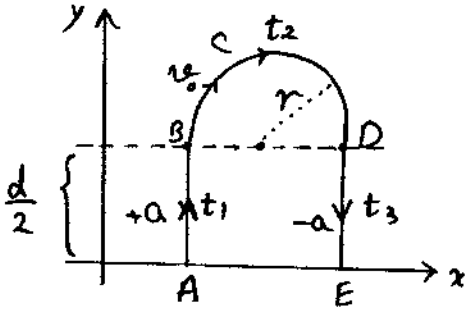


$$\left.\begin{array}{l} v_0 \cos\theta = R\omega \sin\theta \\ u = v_0 \sin\theta + R\omega\cos\theta \end{array}\right\} \longrightarrow u = \frac{v_0}{\sin\theta}$$

$$x = ut \ , \ y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = \frac{gx^2}{2u^2} \Rightarrow u^2 = \frac{gx^2}{2y}$$

$$\left.\begin{array}{l} u = v_0/\sin\theta \\ y = R(1+\cos\theta) \\ x = S \end{array}\right\} \longrightarrow v_0^2 = \frac{gS^2}{R} \cdot \frac{1-\cos\theta}{2} \Rightarrow v_0^2 = 67 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



۵- پاسخ ۲۹ درست است.

مسیر $\overline{AB}$: تحت نیروی الکتریکی، شتاب ثابت دارد.

مسیر $\overset{\frown}{BCD}$: تحت نیروی مغناطیسی، حرکت دایره‌ای با سرعت ثابت دارد.

مسیر $\overline{DE}$: تحت نیروی الکتریکی، شتاب ثابت دارد.

$\overline{AB}$ ، $\overline{DE}$ شتاب :

$$E=\frac{V}{d}\ ,\ F=eE=ma \Rightarrow a=\frac{eV}{md}$$

$$\frac{d}{2}=\frac{1}{2}\frac{eV}{md}t_1^2 \longrightarrow t_1=\left[\frac{md^2}{eV}\right]^{1/2}=t_3$$

$$\left.\begin{aligned} qv_0B &= mr\omega^2 \\ v_0 &= r\omega \\ \omega &= \frac{2\pi}{2t_2} \end{aligned}\right\} \longrightarrow t_2=\frac{\pi m}{eB}$$

$$T=t_1+t_2+t_3=2\sqrt{\frac{md^2}{eV}}+\frac{\pi m}{eB}$$

$B=2\times10^{-4}\ T$

$m=9.1\times10^{-31}\ kg$, $e=1.6\times10^{-19}C$, $d=1.6\times10^{-2}\ m$, $V=145\times10^{-3}\ v$

$$\Rightarrow \boxed{T=29\times10^{-8}\ s}$$

۶- پاسخ ۷۲ ms درست است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷- پاسخ ۵ درست است.

درحالت اول، نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن یکسان است و سرعت برابر $\frac{L}{T}$ می باشد:

$$\rho \frac{4}{3}\pi r^3 g = 6\pi\eta r \frac{L}{T} \longrightarrow r = \left(\frac{9}{2}\cdot\frac{\eta L}{\rho g T}\right)^{1/2}$$

درحالت دوم، نیروی الکتریکی با وزن یکسان است:

$$\rho \frac{4}{3}\pi r^3 g = ne.E \longrightarrow n = \frac{4}{3}\frac{\pi\rho g}{eE}.r^3$$

$$\longrightarrow n = \left(\frac{4}{3}\frac{\pi\rho g}{eE}\right)\cdot\left(\frac{9}{2}\cdot\frac{\eta L}{\rho g T}\right)^{3/2}$$

$$\longrightarrow n = \left(\frac{4}{3}\times\frac{\pi\times 8\times10^{-1}\times10^{3}\times10}{1.4\times10^{6}\times1.6\times10^{-19}}\right)\cdot\left(\frac{9}{2}\times\frac{1.8\times10^{-5}\times16\times10^{-3}}{0.8\times10^{3}\times10\times16}\right)^{3/2} \simeq 4.82$$

$$\Rightarrow \boxed{n = 5}$$

سلامت، شاد و موفق باشید.

- امیر پرتوی -

بهمن-۱۳۹۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

دفترچه‌ی سؤال و پاسخ

ی اول المپیاد کشور

ماه ۱۳۹۰

تعداد سؤال	زمان آزمون
۳۵	۱۸۰ دقیقه

ناظر علمی	علیرضا فروغی
ویرایش و نگارش پاسخ‌نامه	پویا قارونی (دارنده‌ی مدال برنز جهانی ۲۰۱۰)، علیرضا کمالی‌پور (دارنده‌ی مدال نقره‌ی جهانی ۲۰۱۱)
حروف‌نگاری و صفحه‌آرایی	مونا علیزاده

با توجه به تایپ مجدد متن سؤالات و پلسخ تشریحی امکان بروز اشتباه وجود دارد. لذا خواهشمندیم در صورت مشاهده‌ی این موارد با تلفن ۰۶۴۶۳- ۰۲۱ داخلی ۱۶۰ تماس گرفته و ما را در ارائه هر چه بهتر این خدمات یاری نمایید.

بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی (وقف عام)

دفتر مرکزی: خیابان انقلاب بین صبا و فلسطین پلاک ۹۲۳ بنیاد آموزشی قلم‌چی (وقف عام) ۶۴۶۳-۰۲۱

«تمام دارایی‌ها و درآمدهای بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی وقف عام است بر گسترش دانش و آموزش»

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

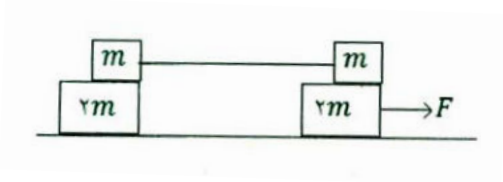
۱- شخصی که طول قدش $۱۸۰cm$ است در مقابل آئینه تختی که روی دیوار قائمی نصب شده، ایستاده است. چشم این شخص $۱۰cm$ پایین‌تر از بالای سر او است. اگر این شخص فقط تمام قد خود را تحت زاویه‌ی ۴۵° در آئینه ببیند، فاصله‌اش از آئینه چه‌قدر است؟

۱) $۷۵cm$ ۲) $۸۶cm$ ۳) $۹۴cm$ ۴) $۱۱۵cm$

۲- یک آئینه مقعر به شعاع $۱m$ ته مخزن آبی که ارتفاع آب در آن $۴۰cm$ است قرار دارد. نور خورشید از بالا عمود به سطح آب و سپس به آئینه می‌تابد. ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است. تصویر در چه فاصله‌ای از آئینه تشکیل می‌شود.؟

۱) $۳۷/۵cm$ ۲) $۴۷/۵cm$ ۳) $۵۰cm$ ۴) $۵۲/۵cm$

۳- در دستگاه نشان داده شده در شکل زیر، دو قطعه به جرم m با نخ به هم وصل شده‌اند. ضریب اصطکاک ایستایی بین m و $۲m$ (در هر دو قسمت) μ_s است. از اصطکاک بین قطعه‌های به جرم $۲m$ با سطحی که روی آن قرار دارند صرف نظر کنید. بیشینه‌ی F چه‌قدر باشد تا چهار قطعه با هم حرکت کنند؟



۱) $۲\mu_s mg$ ۲) $\mu_s mg$
۳) $\frac{۳}{۴}\mu_s mg$ ۴) $\frac{۳}{۲}\mu_s mg$

۴- یک اتاق خواب معمولی گنجایش حدوداً چند ذرت بو داده (پف فیل) را دارد؟

۱) $۱۰^{۱۱}$ ۲) $۱۰^{۹}$ ۳) $۱۰^{۷}$ ۴) $۱۰^{۵}$

۵- آونگی از سقف آسانسوری آویزان و در حرکت نوسانی است. اگر آسانسور ناگهان سقوط آزاد کند، حرکت آونگ چگونه خواهد بود؟

۱) تغییری ایجاد نمی‌شود و آونگ به نوسان خود ادامه می‌دهد.
۲) ساکن می‌ماند.
۳) حول نقطه آویز حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد.
۴) هر یک از دو گزینه‌ی ۲ و ۳ ممکن است رخ دهد.

۶- هزار قطره آب هم شکل و یکسان هر یک با پتانسیل یک ولت و به فاصله‌ی خیلی دور از یکدیگر قرار دارند. پتانسیل الکتریکی قطره‌ی بزرگی که از به هم پیوستن این قطرات کوچک به وجود می‌آید چند ولت است؟ (آب را رسانا و قطره‌ها را کروی فرض کنید.)

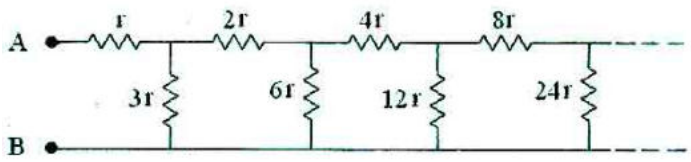
۱) ۱ ولت ۲) ۱۰ ولت ۳) ۱۰۰ ولت ۴) ۱۰۰۰ ولت

۷- فرض کنید در حال عبور از اقیانوس با قایق هستید و امیدوار هستید که در جزیره‌ای به خشکی برسید. بلندترین قله جزیره ۲۳۰۰ متر ارتفاع دارد. از چه فاصله‌ای می‌توانید این قله را در حالی که تازه از افق سر برآورده ببینید؟

۱) ۸۵ کیلومتر ۲) ۱۲۷ کیلومتر ۳) ۱۷۰ کیلومتر ۴) ۲۱۲ کیلومتر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸- مدار شکل زیر از زنجیره نامحدودی از مقاومت‌ها تشکیل شده است که مقدار آن‌ها در شکل داده شده است. مقاومت معادل بین نقطه‌ی A و B چه‌قدر است؟



۱) $3r$

۲) $2r$

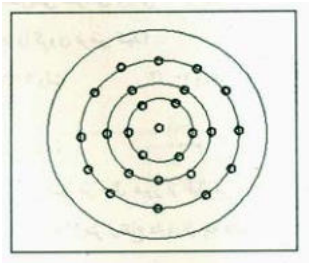
۳) $2/5r$

۴) $3/5r$

۹- از نظر موتورسواری که با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه به شرق می‌رود باد از جنوب شرقی با زاویه‌ی ۴۵ درجه می وزد. اگر موتورسوار با سرعت ۸ متر بر ثانیه در جهت شرق حرکت کند به نظر وی باد از جنوب می‌وزد. اندازه سرعت باد از نظر شخصی که روی زمین ساکن است چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۹ ۲) ۱۰/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۷

۱۰- مطابق شکل سوراخ‌هایی روی محیط دوایر هم مرکزی روی یک قرص ایجاد شده است. فاصله هر دو سوراخ مجاور روی هر یک از دایره‌ها $1cm$ است. چراغی پشت قرص روشن است و قرص با سرعت ۳۰ دور در دقیقه حول محورش می‌چرخد. حداقل شعاع دایره‌ای که نور عبور کرده از سوراخ‌های آن به صورت یکنواخت دیده می‌شود چه‌قدر است؟ چشم انسان نوری که با بسامدی بیش از ۱۶ بار در ثانیه روشن و خاموش شود، پیوسته روشن می‌بیند.



۱) $2/55cm$

۲) $5/1cm$

۳) $7/5cm$

۴) $10/2cm$

۱۱- یک منبع نور نقطه‌ای روی کانون یک عدسی واگرای نازک به قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار دارد. قطر قرص روشنی که بر روی پرده‌ای که موازی عدسی است و فاصله‌ی آن از عدسی برابر فاصله‌ی کانونی عدسی است ایجاد می‌شود، چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۵

۱۲- نصف یک ظرفی را از مایع A با چگالی ρ_A و نصف دیگر را از مایع B با چگالی ρ_B پر می‌کنیم. دو مایع با یکدیگر مخلوط می‌شوند و چگالی مخلوط $8\frac{g}{cm^3}$ است. اگر یک سوم ظرف را از مایع A و مابقی را از مایع B پر کنیم چگالی مخلوط $6\frac{g}{cm^3}$ می‌شود. چگالی هر یک از مایعات چند $\frac{g}{cm^3}$ است؟

۱) ۶ و ۹ ۲) ۶ و ۱۰ ۳) ۵ و ۱۱ ۴) ۴ و ۱۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۳- دو باتری یکسان هر یک با نیروی محرکه‌ی E و مقاومت داخلی r در نظر بگیرید. این دو باتری را می‌توان به صورت سری یا موازی به هم وصل کرد. مجموعه‌ی دو باتری را هر بار به دو سر مقاومت R می‌بندیم. برای این که اتلاف انرژی گرمایی در مقاومت R بیشینه باشد، چه رابطه‌ای بین R و r باید برقرار باشد؟

۱) در حالت موازی $R=\frac{r}{2}$ و در حالت سری $R=2r$

۲) در حالت موازی $R=2r$ و در حالت سری $R=\frac{r}{2}$

۳) در هر دو حالت $R=\frac{r}{2}$

۴) در هر دو حالت $R=2r$

۱۴- شخصی که طول قدش h است با سرعت یکنواخت v روی یک مسیر افقی و مستقیم در جهت عمود بر دیواری که مقابلش است به سمت دیوار راه می‌رود. یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای روی زمین و پشت سر او قرار دارد. فاصله‌ی چشمه‌ی نور نقطه‌ای از دیوار D است. وقتی فاصله‌ی شخص از دیوار $d\,(d<D)$ است، اندازه سرعت حرکت سایه‌اش روی دیوار چه‌قدر است؟

۱) $\frac{hDv}{2d^2}$ ۲) $\frac{2hDv}{d^2}$ ۳) $\frac{hDv}{4d^2}$ ۴) $\frac{hDv}{d^2}$

۱۵- دو آینه‌ی واگرای یکسان که فاصله‌ی کانونی هر یک ۳۰ سانتی‌متر است مقابل هم قرار دارند. کانون‌ها و محورهای اصلی دو آینه بر هم منطبق است. شیء کوچکی روی محور اصلی مشترک دو آینه و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکی از آینه‌ها قرار دارد. فاصله تصویر ایجاد شده پس از انعکاس در دو آینه، از آینه‌ای که به فاصله‌ی دورتری از شیء قرار دارد، چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۶- یک میز گرد به شعاع r در نظر بگیرید که لامپی درست بالای مرکز آن روشن است. فاصله‌ی قائم بین مرکز میز و لامپ چه‌قدر باشد تا روشنایی لبه‌ی میز بیشینه باشد؟

۱) $\frac{r}{\sqrt{2}}$ ۲) $\frac{r}{2}$ ۳) $\sqrt{2}r$ ۴) r

۱۷- یک ظرف محتوی یخ صفر درجه و ظرف دیگری محتوی آب جوش صد درجه موجود است. با یک میله رسانای استوانه‌ای شکل مسی دو ظرف را به هم وصل می‌کنیم. سطح جانبی میله عایق‌بندی شده است به طوری که گرما از سطح جانبی آن به محیط منتقل نمی‌شود. مشاهده می‌کنیم که یخ بعد از ۳۰ دقیقه ذوب می‌شود. اگر با میله آهنی همین تجربه را تکرار کنیم مشاهده می‌کنیم که یخ بعد از ۷۵ دقیقه ذوب می‌شود. اگر میله‌ها را به صورت سری برای انتقال گرما به کار بریم، یخ پس از چه مدتی ذوب می‌شود؟ سطح مقطع میله‌ها یکسان است.

۱) ۹۰ دقیقه ۲) ۱۰۵ دقیقه ۳) ۱۲۰ دقیقه ۴) ۱۳۵ دقیقه

۱۸- دو تیغه‌ی متوازی‌السطوح شفاف یکی به ضخامت $d_1=4cm$ و ضریب شکست $n_1=2$ و دیگری به ضخامت $d_1=6cm$ و ضریب شکست $n_2=1/5$ را به هم می‌چسبانیم. یک پرتو نور با زاویه‌ی 37° نسبت به خط عمود، به تیغه‌ی متوازی‌السطوح اول می‌تابد. جابه‌جایی عرضی پرتو نور پس از خروج از تیغه‌ی دوم نسبت به امتداد پرتو فرودی چند سانتی‌متر است؟ $(\sin 37^\circ \approx 0/6)$

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۹- دو بار نقطه‌ای $+q_1$ و $+q_2$ در مکان $\vec{r_1}$ و $\vec{r_2}$ از فضا در نظر بگیرید. می‌توان یک بار نقطه‌ای مانند Q در مکان مناسبی از فضا مانند $\vec{R}$ قرار داد به طوری که هر سه بار در حال تعادل باشند. Q و $\vec{R}$ چه‌قدر هستند؟

۱) $\vec{R}=\frac{\vec{r_1}\sqrt{q_2}+\vec{r_2}\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1}+\sqrt{q_2}}$ و $Q=-\frac{q_1q_2}{(\sqrt{q_1}+\sqrt{q_2})^2}$

۲) $\vec{R}=\frac{\vec{r_1}\sqrt{q_1}+\vec{r_2}\sqrt{q_2}}{\sqrt{q_1}+\sqrt{q_2}}$ و $Q=-\frac{q_1q_2}{(\sqrt{q_1}+\sqrt{q_2})^2}$

۳) $\vec{R}=\frac{\vec{r_1}q_2+\vec{r_2}q_1}{q_1+q_2}$ و $Q=-\frac{q_1q_2}{q_1+q_2}$

۴) $\vec{R}=\frac{\vec{r_1}q_1+\vec{r_2}q_2}{q_1+q_2}$ و $Q=-\frac{q_1q_2}{q_1+q_2}$

۲۰- سطح آب یک حوض، یخ بسته است. ضخامت لایه‌ی یخ d و عمق آب زیر یخ D است. دمای هوای بالای استخر بر حسب سانتی‌گراد θ_1 و دمای کف استخر θ_2 می‌باشد. اگر رسانندگی گرمایی یخ و آب به ترتیب k_1 و k_2 باشند. نسبت $\frac{d}{D}$ چه‌قدر باشد تا مقادیر d و D ثابت بمانند؟ انتقال گرما از سطح بالایی یخ و کف استخر صورت می‌گیرد.

۱) $\frac{\theta_1k_2}{\theta_2k_1}$ ۲) $\frac{\theta_1k_1}{\theta_2k_2}$ ۳) $\frac{\theta_2k_2}{\theta_1k_1}$ ۴) $\frac{\theta_2k_1}{\theta_1k_2}$

۲۱- شیئی به فاصله‌ی یک متر از پرده‌ای قرار دارد. یک عدسی همگرا تصویری از شیء روی پرده تشکیل داده است. عدسی را $20cm$ به طرف شیء حرکت می‌دهیم مجدداً تصویر آن روی پرده تشکیل می‌شود. نسبت طول تصویر در حالت اول به طول تصیور در حالت دوم چه‌قدر است؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{9}{4}$ ۴) $\frac{4}{9}$

۲۲- دو ذره‌ی باردار یکی به جرم M و بار الکتریکی $+Q$ و دیگری به جرم $\frac{M}{2}$ و بار الکتریکی $-2Q$ در میدان الکتریکی یکنواخت E در نظر بگیرید. فاصله‌ی دو بار از یکدیگر چه‌قدر باشد تا پس از این که رها می‌شوند در همان فاصله‌ی نسبی اولیه نسبت به هم باقی بمانند. میدان الکتریکی در امتداد خط واصل دو بار می‌باشد.

۱) $\sqrt{\frac{3Q}{10\pi\varepsilon_\circ E}}$ ۲) $\sqrt{\frac{7Q}{10\pi\varepsilon_\circ E}}$ ۳) $\sqrt{\frac{3Q}{5\pi\varepsilon_\circ E}}$ ۴) $\sqrt{\frac{7Q}{5\pi\varepsilon_\circ E}}$

۲۳- دمای هوای اتاقی که حجم آن $50m^3$ است $27^\circ C$ و فشار هوای داخل آن $1atm$ می‌باشد. اگر این امکان وجود داشت که انرژی جنبشی کل مولکول‌های هوای داخل این اتاق را برای پرتاب یک گلوله‌ی نیم تنی در راستای قائم به سمت بالا صرف کنیم، گلوله تا چه ارتفاعی بالا می‌رفت؟ هوا را گاز کامل با ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت، $\frac{5}{2}R$ در نظر بگیرید.

۱) ۲۰ کیلومتر ۲) ۲ کیلومتر ۳) ۲ متر ۴) ۲ سانتی‌متر

۲۴- کمینه فاصله‌ی ممکن بین یک شیء و تصویر حقیقی‌اش در یک عدسی همگرا که فاصله کانونی آن f است، چه‌قدر می‌تواند باشد؟ شیء روی محور عدسی واقع است.

۱) f ۲) $2f$ ۳) $3f$ ۴) $4f$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵- از بالای سطح زمین سنگی با سرعت اولیه‌ی V_0 به سمت بالا پرتاب می‌شود. بعد از گذشت ۱۰ ثانیه، از همان نقطه سنگ دیگری بدون سرعت اولیه رها می‌شود، با فرض این که ارتفاع نقطه‌ی پرتاب از سطح زمین زیاد است، شرط لازم و کافی برای آن که دو سنگ در نقطه‌ای از مسیر به هم برسند، چیست؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۱) $V_0 > 50 \frac{m}{s}$
۲) $V_0 < 100 \frac{m}{s}$
۳) $100 \frac{m}{s} < V_0 < 170 \frac{m}{s}$
۴) $50 \frac{m}{s} < V_0 < 100 \frac{m}{s}$

۲۶- قطاری روی یک ریل مستقیم حرکت می‌کند. شخصی که در داخل قطار رو به جنوب ایستاده است، سکه‌ای را که در دست دارد رها می‌کند. سکه جلوی شخص بر کف قطار می‌افتد. کدام گزینه‌ی زیر صحیح است؟

۱) شتاب قطار حتماً به طرف شمال است.
۲) شتاب قطار حتماً به طرف جنوب است.
۳) قطار حتماً به طرف شمال حرکت می‌کند.
۴) قطار حتماً به طرف جنوب حرکت می‌کند.

۲۷- مسافتی که یک انسان به طور متوسط در طول عمر خود می‌پیماید، به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) 10^9 کیلومتر
۲) 10^7 کیلومتر
۳) 10^5 کیلومتر
۴) 10^3 کیلومتر

۲۸- یک لامپ با توان P داخل یخچال کارنو که موتورش با توان P کار می‌کند، روشن مانده است. اگر دمای هوای بیرون یخچال T باشد، دمای داخل آن حداقل به چه مقدای می‌تواند برسد؟

۱) T
۲) $\frac{T}{2}$
۳) $\frac{3T}{4}$
۴) $\frac{T}{4}$

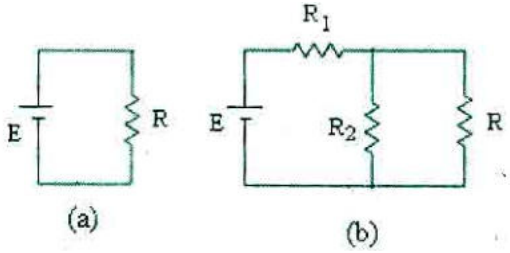
۲۹- بنابر یکی از نظریه‌های موجود در مورد مبدأ عالم، جهان اولیه دارای چگالی $10^{15} \frac{g}{cm^3}$ و شعاع آن برابر فاصله‌ی کنونی زمین تا خورشید بوده است. اگر ماده‌ی موجود در عالم را متشکل از پروتون، نوترون و الکترون با تعداد مساوی در نظر بگیریم، مرتبه بزرگی تعداد ذرات تشکیل دهنده‌ی جهان، کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) 10^{73}
۲) 10^{76}
۳) 10^{79}
۴) 10^{82}

۳۰- در مقیاس دمای بنزن $(^\circ B)$، دمای یخ زدن C_6H_6 برابر $0^\circ B$ (معادل $5/5^\circ C$) و دمای جوش آن $100^\circ B$ (معادل $80/1^\circ C$) است. در این مقیاس دمایی، دمای جوش آب چه‌قدر است؟

۱) $114^\circ B$
۲) $121^\circ B$
۳) $127^\circ B$
۴) $133^\circ B$

۳۱- دو مدار زیر را در نظر بگیرید. $R_1 R_2$ چه‌قدر باشد تا جریان گذرنده از باتری در هر دو مدار یکسان ولی جریان گذرنده از R در مدار (b) برابر ۰/۱ جریان گذرنده از R در مدار (a) باشد؟



۱) R^2
۲) $0/9R^2$
۳) $0/7R^2$
۴) $0/1R^2$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۲- قطعه چوبی به جرم m از ارتفاع H بالای سطح آب یک دریاچه رها می‌شود. بر این قطعه در داخل آب نیروی شناوری رو به بالای $F(F > mg)$ وارد می‌شود. با صرف نظر کردن از نیروی مقاومت هوا، از لحظه‌ی رها شدن، چه مدت طول می‌کشد تا قطعه پس از فرو رفتن در آب، دوباره به سطح آب برگردد؟

۱) $\frac{F+mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}$
۲) $\frac{F+mg}{mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}$
۳) $\frac{2F+mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}$
۴) $2\frac{F+mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

۳۳- یک مخزن نفت استوانه‌ای شکل به قطر $6m$، ارتفاع $10m$ و ضریب انبساط طولی $1\times10^{-5}\frac{1}{k}$ در نظر بگیرید. در دمای $-10^{\circ}C$ فاصله‌ی سطح نفت داخل مخزن تا لبه‌ی مخزن $50cm$ است. ضریب انبساط حجمی نفت $1\times10^{-3}\frac{1}{k}$ است. در چه دمایی نفت از مخزن لبریز می‌شود؟

۱) $40/9^{\circ}C$
۲) $42/6^{\circ}C$
۳) $44/3^{\circ}C$
۴) $46/0^{\circ}C$

۳۴- یک ستاره‌ی نوترونی کروی شکل که چگالی آن یکنواخت و برابر $10^{18}\frac{kg}{m^3}$ است، حول قطرش می‌چرخد. سریع‌ترین بسامدی که این ستاره می‌تواند با آن بچرخد بدون این که از هم بپاشد، بر حسب هرتز از چه مرتبه بزرگی است؟

۱) 10^3
۲) 10
۳) 10^2
۴) 10^4

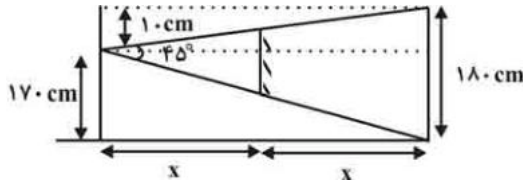
۳۵- یک جعبه‌ی مکعب مستطیل شکل به ابعاد $20cm\times40cm\times80cm$ در نظر بگیرید. مورچه‌ای می‌خواهد با راه رفتن روی سطوح جعبه، خود را از یک گوشه به گوشه‌ی مقابل برساند (دو گوشه در امتداد بزرگ‌ترین قطر جعبه واقع‌اند). کوتاه‌ترین مسافتی که می‌تواند طی کند چه‌قدر است؟

۱) $92cm$
۲) $100cm$
۳) $125cm$
۴) $140cm$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

** پاسخ‌نامه‌ی فیزیک **

۱- گزینه‌ی «۳» صحیح است.



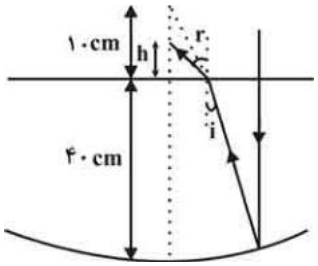
برای این که شخص فقط تمام قد خود را در آینه ببیند، باید:

$$\tan^{-1}(\frac{۱۰}{۲x})+\tan^{-1}(\frac{۱۷۰}{۲x})=۴۵^\circ$$

با جای‌گذاری گزینه‌ها در معادله‌ی بالا در می‌یابیم که نزدیک‌ترین جواب $x=۹۴cm$ است.

۲- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

می‌دانیم که نور وقتی به طور عمودی وارد آب می‌شود بدون شکست به مسیر خود ادامه می‌دهد، بعد به آینه برخورد می‌کند و در نقطه‌ی کانونی جمع می‌شود. اما چون فاصله‌ی کانونی بیش‌تر از عمق آب است، پس پرتوها در خارج شدن از آب می‌شکنند و در نقطه‌ای به فاصله‌ی h از سطح آب جمع می‌شوند.



$$\Rightarrow n\sin i=\sin r$$

$$\Rightarrow \frac{۴}{۳}\times\sin i=\sin r$$

$$\frac{\tan(۹۰-i)}{\tan(۹۰-r)}=\frac{۱۰}{h}$$

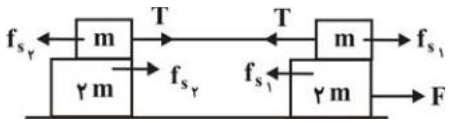
$$\Rightarrow \frac{\tan r}{\tan i}=\frac{۱۰}{h}\Rightarrow h=۱۰\times\frac{\tan i}{\tan r}$$

$$\Rightarrow \frac{\tan i}{\tan r}\approx\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{۱}{n}=\frac{۳}{۴}$$ تقریب پیرامحوری:

$$h=۱۰\times\frac{۳}{۴}=۷/۵cm$$

$$\Rightarrow ۴۰+۷/۵=۴۷/۵cm$$

۳- گزینه‌ی «۴» صحیح است.



$$\begin{cases} F-f_{s_۱}=۲ma \\ f_{s_۱}-T=ma \\ T-f_{s_۲}=ma \\ f_{s_۲}=۲ma \\ f_{s_۱}=\mu mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F-f_{s_۱}=f_{s_۲} \\ f_{s_۱}=۲f_{s_۲} \\ f_{s_۱}=\mu mg \end{cases} \Rightarrow F-\mu mg=\frac{\mu mg}{۲}\Rightarrow F=\frac{۳\mu mg}{۲}\ ,\ f_{s_۲}=\frac{\mu mg}{۲}$$

چون هر دو نیروی اصطکاک ایستایی از بیشینه‌ی آستانه‌ی حرکت خود بیش‌تر نیستند این جواب قابل قبول است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۴- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

یک اتاق معمولی را می‌توان $5m \times 4m \times 3m$ در نظر گرفت. یک ذرت بو داده را می‌توان یک کره به شعاع $1cm$ در نظر گرفت. پس:

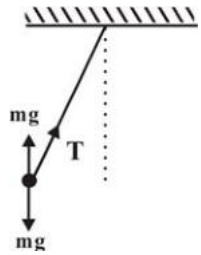
$$V_{\text{اتاق}} = 5 \times 4 \times 3 = 60 m^3$$

$$V_{\text{ذرت}} = \frac{4}{3}\pi \times 1^3 = \frac{4\pi}{3} \approx 4 cm^3$$

$$\Rightarrow N = \frac{V_{\text{اتاق}}}{V_{\text{ذرت}}} = \frac{60 m^3}{4 \times 10^{-6} m^3} = 15 \times 10^6 = 1.5 \times 10^7$$

پس گزینه‌ی «۳» قابل قبول است.

۵- گزینه‌ی «۴» صحیح است.



در حرکت شتابدار، می‌توانیم در یک دستگاه نالخت متصل به آسانسور معادلات حرکت جسم را بنویسیم، با این تفاوت که یک نیروی مجازی نیز به جسم وارد می‌شود: اندازه‌ی نیروی مجازی برابر است با شتاب آسانسور ضرب در جرم جسم و جهت آن در جهت خلاف شتاب است.

پس جمع نیروهای وارد بر جسم برابر است با:

$$\vec{T} + m\vec{g} - m\vec{g} = \vec{T}$$

پس فقط نیروی طناب است که به جسم وارد می‌شود، اگر جسم سرعت داشته باشد، پس با سرعت یکنواخت روی یک دایره به مرکز نقطه‌ی آویز حرکت می‌کند، اگر جسم بدون سرعت باشد، طناب شل می‌شود و جسم ساکن می‌ماند.

۶- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

بار هر قطره‌ی آب برابر است با q:

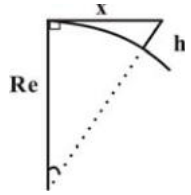
$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_\circ R} \Rightarrow q = 4\pi\varepsilon_\circ RV$$

$$Q = 1000q \qquad v' = 1000v \Rightarrow \frac{4}{3}\pi R'^3 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi R^3 = R' = 10R$$

$$\Rightarrow V' = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_\circ R} = \frac{1000 \times 4\pi\varepsilon_\circ RV}{4\pi\varepsilon_\circ R'} = \frac{1000 \times 1}{10} = 100V$$

۷- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

در این سؤال با فرض این که قدرت تشخیص ما زیاد است، باید انحنای زمین را در حل سؤال در نظر بگیریم:



$$R_e^2 + x^2 = (h + R_e)^2$$

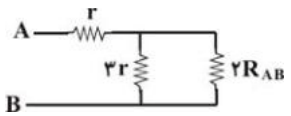
$$\Rightarrow x^2 = h^2 + 2R_e h \xrightarrow{h \ll R_e} x^2 \approx 2R_e h$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{2 \times 6/4 \times 10^6 \times 2300} \approx 170 km$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

اگر مقاومت معادل از هر نقطه‌چین را در نظر بگیریم می‌بینیم که در هر پله مقاومت بعدی ۲ برابر مقاومت پله‌ی قبلی است، چون مقاومت‌ها تا بی‌نهایت ادامه دارند و در مقاومت‌ها اگر مقدار همه‌ی مقاومت‌ها دو برابر شود، مقدار مقاومت معادل نیز دو برابر می‌شود، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B را R_{AB} در نظر می‌گیریم:

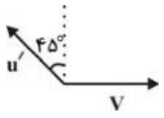


$$\Rightarrow \frac{۲R_{AB}\times ۳r}{۳r+۲R_{AB}}+r=R_{AB} \Rightarrow ۶rR_{AB}+۳r^{۲}+۲R_{AB}r=۳rR_{AB}+۲R_{AB}^{۲}$$

$$\Rightarrow ۲R_{AB}^{۲}-۵R_{AB}r-۳r^{۲}=۰ \Rightarrow R_{AB}=\left(\frac{۵\pm\sqrt{۲۵+۲۴}}{۲\times ۲}\right)r \Rightarrow R_{AB}=۳r$$

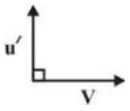
۹- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

سرعت باد از نظر موتورسوار برابر است با سرعت باد از نظر ناظر ساکن منهای سرعت موتورسوار: $u'=u-V \Rightarrow u=u'+V$



$$\Rightarrow u_x=V-u'\cos ۴۵=۱۵-\frac{\sqrt{۲}}{۲}u'$$

$$u_y=u'\sin ۴۵=u'\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$



$$u_x=V=۸$$

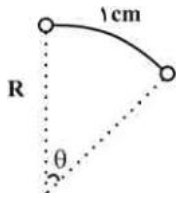
$$\Rightarrow ۱۵-\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times u'=۸ \Rightarrow u_y=۷$$

$$\Rightarrow u=\sqrt{u_x^{۲}+u_y^{۲}}=\sqrt{۶۴+۴۹}\approx ۱۰/۵\ m/s$$

۱۰- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

اگر فرکانس نوری که از سوراخ عبور می‌کند از ۱۶ هرتز بیش‌تر شود، انسان نور را پیوسته می‌بیند. پس باید شعاع دایره‌ای را بیابیم که در آن فاصله‌ی زمانی بین دو وضعیت یکسان کم‌تر از $\frac{۱}{۱۶}s$ شود:

$$T=\frac{۱}{۱۶}s$$



$$\theta=\omega T=\frac{۱cm}{R} \Rightarrow R=\frac{۱}{\omega T}$$

$$\omega=\frac{۳۰\times ۲\pi}{۶۰}=\pi rad/s$$

$$\Rightarrow R=\frac{۱}{\pi\times\frac{۱}{۱۶}}=\frac{۱۶}{\pi}\approx ۵/۱cm$$

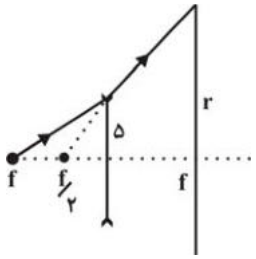
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

$$\frac{1}{P}+\frac{1}{q}=-\frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f}+\frac{1}{q}=-\frac{1}{f} \Rightarrow q=-\frac{f}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{f}{2}}{f+\frac{f}{2}}=\frac{5}{r} \Rightarrow \frac{5}{r}=\frac{1}{3} \Rightarrow r=15\,cm \Rightarrow 2r=30\,cm$$



۱۲- پاسخ صحیح ندارد.

$$\rho_A \frac{V}{2}+\rho_B \frac{V}{2}=\rho \times V$$

$$\Rightarrow \rho=\frac{\rho_A+\rho_B}{2} \Rightarrow \rho_A+\rho_B=16\ g/cm^3$$

$$\rho_A \times \frac{V}{3}+\rho_B \frac{2V}{3}=\rho' \times V$$

$$3\rho'=2\rho_B+\rho_A=18 g/cm^3$$

$$\Rightarrow \begin{cases}\rho_A+2\rho_B=18\\ \rho_A+\rho_B=16\end{cases} \Rightarrow \rho_B=2g/cm^2 \Rightarrow \rho_A=14 g/cm^3$$

۱۳- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

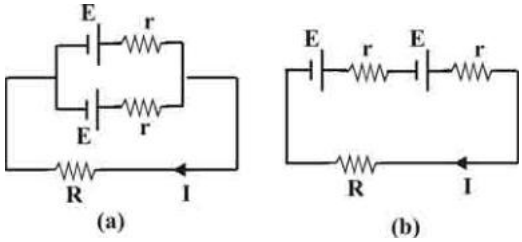
$$a: E-\frac{rI}{2}-RI=0 \qquad b: 2E-2rI-RI=0$$

$$\Rightarrow I=\frac{E}{R+\frac{r}{2}} \qquad \Rightarrow I=\frac{2E}{2r+R}$$

$$\Rightarrow P=RI^2=\frac{4E^2R}{(r+2R)^2} \qquad \Rightarrow P=RI^2=\frac{4E^2R}{(R+2r)^2}$$

$$\frac{dP}{dR}=\frac{4E^2(r-2R)}{(r+2R)^3}=0 \qquad \frac{dP}{dR}=\frac{4E^2(2r-R)}{(R+2r)^3}=0$$

$$\Rightarrow R=\frac{r}{2} \qquad \Rightarrow R=2r$$

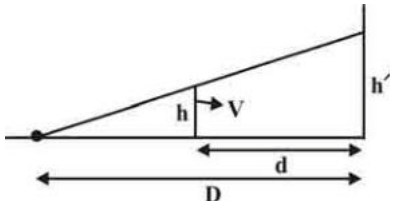


۱۴- پاسخ صحیح ندارد.

$$\frac{D-d}{D}=\frac{h}{h'}$$

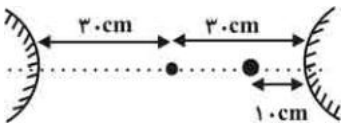
$$\Rightarrow h'=\frac{Dh}{D-d}$$

$$V'=\frac{dh'}{dt}=\frac{Dh}{(D-d)}\times V=\frac{DhV}{(D-d)^2}$$



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵- پاسخ صحیح ندارد.



تصویر در آینه‌ی اول : $\frac{۱}{P}+\frac{۱}{q}=-\frac{۱}{f}\Rightarrow\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{q}=-\frac{۱}{۳۰}\Rightarrow-\frac{۱}{q}=\frac{۳+۱}{۳۰}\Rightarrow q=-۷/۵\,cm$

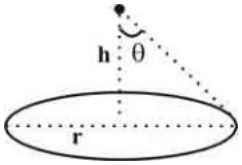
$\Rightarrow ۷/۵+۶۰=۶۷/۵\,cm$

تصویر در آینه‌ی دوم : $\frac{۱}{۶۷/۵}+\frac{۱}{q'}=-\frac{۱}{۳۰}\Rightarrow-\frac{۱}{q'}=\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{۶۷/۵}\Rightarrow q'\approx-۲۰/۸\,cm$

۱۶- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

می‌دانیم روشنایی نور با معکوس فاصله به توان ۲ و کسینوس زاویه‌ی θ رابطه دارد:

$$\Rightarrow I\propto\frac{h}{(h^۲+r^۲)^{\frac{۳}{۲}}}$$



$$\Rightarrow\frac{dI}{dh}=۰\Rightarrow\frac{(h^۲+r^۲)^{\frac{۳}{۲}}-\frac{۳}{۲}\times۲h^۲(h^۲+r^۲)^{\frac{۱}{۲}}}{(h^۲+r^۲)^۳}=۰$$

$$\Rightarrow h^۲+r^۲-۳h^۲=۰\Rightarrow۲h^۲=r^۲\Rightarrow h=\frac{r}{\sqrt{۲}}$$

۱۷- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

در سری کردن دو میله می‌توانیم ضریب رسانندگی معادل به کار ببریم:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}=k_{Cu}A\frac{\Delta T_۲}{\Delta L}=k_{Fe}A\frac{\Delta T_۱}{\Delta L}=k\,A\frac{\Delta T}{\Delta L}$$

$$\left.\begin{array}{l}\Delta T_۱+\Delta T_۲=\Delta T\\ \Rightarrow k_{Cu}\Delta T_۱=k_{Fe}\Delta T_۲\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{k_{Fe}}{k_{Cu}}\Delta T_۲+\Delta T_۲=\Delta T\Rightarrow\Delta T_۲=\frac{\Delta T}{۱+\frac{k_{Fe}}{k_{Cu}}}$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta Q}{\Delta t}=k_{Fe}\,A\times\frac{\Delta T}{۱+\frac{k_{Fe}}{k_{Cu}}}\times\frac{۱}{\Delta T}=\frac{k_{Fe}\,k_{Cu}}{k_{Fe}+k_{Cu}}\times\frac{\Delta T}{\Delta L}A$$

$$\Rightarrow k=\frac{k_{Fe}\,k_{Cu}}{(k_{Fe}+k_{Cu})}$$

$$k_{Cu}\times۳۰\,min=k_{Fe}\times۷۵\,min\Rightarrow\frac{k_{Fe}}{k_{Cu}}=\frac{۳۰}{۷۵}=\frac{۲}{۵}$$

$$\Rightarrow۷۵k_{Fe}=\Delta t\times k$$

$$\Rightarrow\Delta t=\frac{۷۵k_{Fe}}{k}$$

$$k=\frac{k_{Fe}}{(۱+\frac{k_{Fe}}{k_{Cu}})}=\frac{k_{Fe}}{(۱+\frac{۲}{۵})}=\frac{۵k_{Fe}}{۷}$$

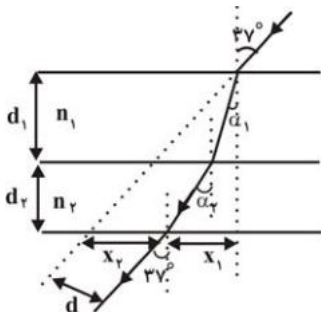
$$\Rightarrow\Delta t=\frac{۷۵\times k_{Fe}}{\frac{۵k_{Fe}}{۷}}=۱۰۵\,min$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

$$\sin ۳۷^\circ = n_۱ \sin\alpha_۱ \Rightarrow \sin\alpha_۱ = ۰/۳ \Rightarrow \cos\alpha_۱ = ۰/۹۵ \Rightarrow \tan\alpha_۱ = ۰/۳۲$$

$$\Rightarrow n_۱ \sin\alpha_۱ = n_۲ \sin\alpha_۲ \Rightarrow \sin\alpha_۲ = ۰/۴ \Rightarrow \cos\alpha_۲ = ۰/۹۲ \Rightarrow \tan\alpha_۲ = ۰/۴۳$$



جابه‌جایی افقی پرتو به دست می‌آید: $x_۱ = d_۱ \tan\alpha_۱ + d_۲ \tan\alpha_۲ = ۳/۸۶\,cm$

انحراف افقی پرتو از مسیر اولیه: $x_۲ = (d_۱ + d_۲)\tan ۳۷^\circ - x_۱ = ۳/۶۴\,cm$

جابه‌جایی عرضی پرتو: $d = x_۲ \sin(۹۰ - ۱۷) \simeq ۳\,cm$

۱۹- پاسخ صحیح گزینه‌ی «۱»

برای به دست آوردن Q و R به دو معادله از تعادل نیروها برای بارها نیازمندیم:

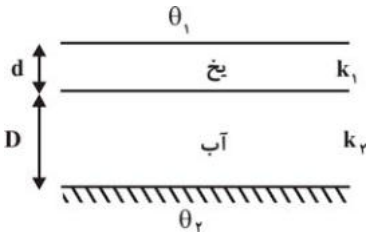
برای بار Q: $\Rightarrow \sum \vec{F} = ۰ \Rightarrow \dfrac{q_۱(\vec{R} - \vec{r_۱})}{۴\pi\varepsilon_۰ |\vec{R} - \vec{r_۱}|^۳} + \dfrac{q_۲(\vec{R} - \vec{r_۲})}{۴\pi\varepsilon_۰ |\vec{r_۲} - \vec{R}|^۳} = ۰$

برای بار $q_۱$: $\dfrac{Q(\vec{r_۱} - \vec{R})}{۴\pi\varepsilon_۰ |\vec{r_۱} - \vec{R}|^۳} + \dfrac{q_۲(\vec{r_۱} - \vec{r_۲})}{۴\pi\varepsilon_۰ |\vec{r_۱} - \vec{r_۲}|^۳} = ۰$

با حل معادلات و یا جای‌گزینی گزینه‌ها جواب صحیح به دست می‌آید:

$$\Rightarrow R = \frac{\vec{r_۱}\sqrt{q_۲} + \vec{r_۲}\sqrt{q_۱}}{\sqrt{q_۱} + \sqrt{q۲}} \quad , \quad Q = \frac{-q_۱ q_۲}{(\sqrt{q_۱} + \sqrt{q۲})^۲}$$

۲۰- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

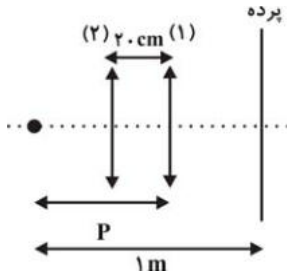


برای این که مقادیر d و D ثابت بمانند باید سیستم به حالت پایدار برسد. پس گرمای از دست رفته و گرفته شده برای هر دو ماده باید یکی باشد. در مرز آب و یخ دما صفر درجه است:

$$\frac{k_۱ A(\theta_۱ - ۰)}{d} = \frac{k_۲ A(\theta_۲ - ۰)}{D}$$

$$\Rightarrow \frac{k_۱\theta_۱}{d} = \frac{k_۲\theta_۲}{D} \Rightarrow \frac{d}{D} = \frac{k_۱\theta_۱}{k_۲\theta_۲}$$

۲۱- گزینه‌ی «۴» صحیح است.



ابتدا فاصله‌ی شئ تا عدسی را بر حسب فاصله‌ی کانونی حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{p} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{۱}{p} + \frac{۱}{۱-p} = \frac{۱}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{۱-p+p}{p(۱-p)} = \frac{۱}{f} \Rightarrow p(۱-p) = f \Rightarrow p^۲ - p + f = ۰ \Rightarrow p = \frac{۱ \pm \sqrt{۱-۴f}}{۲}$$

هر دو ریشه قابل قبول هستند، یکی از ریشه‌ها فاصله‌ی جسم تا عدسی در حالت اول و ریشه‌ی بعدی فاصله‌ی جسم تا عدسی در حالت دوم است. اختلاف فاصله‌ی دو حالت ۲۰cm است:

$$\frac{۱+\sqrt{۱-۴f}}{۲} - \frac{۱-\sqrt{۱-۴f}}{۲} = ۰/۲$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

$$\Rightarrow \frac{۲\sqrt{۱-۴f}}{۲} = ۰/۲$$

$$\Rightarrow ۱-۴f = ۰/۴ \Rightarrow ۴f = ۰/۹۶\,m$$

$$\Rightarrow f = ۲۴\ cm \Rightarrow p_۱ = ۰/۶\ ,\ p_۲ = ۰/۴$$

از فرمول بزرگ‌نمایی خطی می‌دانیم:

$$m = \left|\frac{q}{p}\right|$$

$$\Rightarrow \frac{m_۱}{m_۲} = \frac{\frac{q_۱}{p_۱}}{\frac{q_۲}{p_۲}} = \frac{\frac{۰/۴}{۰/۶}}{\frac{۰/۶}{۰/۴}} = (\frac{۰/۴}{۰/۶})^۲ = \frac{۴}{۹}$$

۲۲- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

از قانون نیوتون برای بار $-۲Q$ داریم:

$$-۲QE + \frac{Q \times ۲Q}{۴\pi\varepsilon_\circ L^۲} = \frac{M}{۲}a$$

برای بار $+Q$ داریم:

$$QE - \frac{۲Q}{۴\pi\varepsilon_\circ L^۲} = Ma'$$

برای این که فاصله‌ی نسبی دو بار ثابت بماند باید شتاب دو بار برابر باشد:

$$a' = a$$

$$\Rightarrow \frac{۴Q^۲}{۴\pi\varepsilon_\circ L^۲} - ۴QE = QE - \frac{۲Q^۲}{۴\pi\varepsilon_\circ L^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۶Q^۲}{۴\pi\varepsilon_\circ L^۲} = ۵QE \Rightarrow L = \sqrt{\frac{۳Q^۲}{۱۰\pi\varepsilon_\circ E}}$$

۲۳- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

از قانون گازهای کامل می‌توانیم تعداد مول مولکول هوای اتاق را حساب کنیم:

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

از تعریف گاز کامل می‌دانیم که مولکول‌های گاز انرژی پتانسیل ندارند و انرژی جنبشی آن‌ها در دمای صفر کلوین، صفر است. پس تغییرات انرژی درونی آن‌ها از دمای صفر کلوین تا دمای T همان انرژی جنبشی مولکول‌ها می‌باشد.

$$\Delta u = nC_{MV}\Delta T$$

$$\Delta u = \frac{PV}{RT} \times \frac{۵}{۲} R \times T = \frac{۵}{۲} PV$$

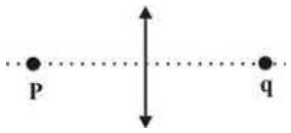
$$\Rightarrow \Delta u = mgh \Rightarrow h = \frac{۵PV}{۲mg}$$

$$\Rightarrow h = \frac{۵ \times ۱۰^۵ \times ۵۰}{۲ \times ۵۰۰ \times ۱۰} = ۲۵۰۰\,m = ۲/۵\,km$$

که به گزینه‌ی «۲» نزدیک‌تر است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۴- گزینه‌ی «۴» صحیح است.



$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{q+p}{pq}=\frac{1}{f}\Rightarrow \frac{pq}{q+p}=f$$

$$D=p+q\Rightarrow q=D-p$$

$$\Rightarrow \frac{p(D-p)}{D}=f\Rightarrow pD-p^{2}=fD$$

$$\Rightarrow D=\frac{p^{2}}{p-f}$$

برای این که D کمینه شود:

$$\frac{dD}{dp}=0\Rightarrow \frac{2p(p-f)-p^{2}}{(p-f)^{2}}=0$$

$$\Rightarrow p^{2}-2pf=0\Rightarrow p=2f$$

$$\Rightarrow D=\frac{(2f)^{2}}{2f-f}=\frac{4f^{2}}{f}=4f$$

۲۵- گزینه‌ی «۴» صحیح است.

اگر جهت مثبت را رو به پایین بگیریم، سرعت سنگ اول در هر لحظه برابر است با: $V_1=gt-V_0$

اندازه‌ی سرعت سنگ دوم بعد از پرتاب برابر است با: $V_2=g(t-10)$

سرعت نسبی سنگ دوم نسبت به اول برابر است با: $\Rightarrow V_2-V_1=g(t-10)-(gt-V_0)$

$$\Rightarrow V_2-V_1=V_0-100$$

اگر سرعت نسبی سنگ‌ها منفی باشد، یعنی فاصله‌ی آن‌ها کم شود، دو سنگ می‌توانند به هم برسند: $V_0<100\,m/s$

از طرفی می‌دانیم اگر سرعت اولیه طوری باشد که سنگ اول قبل از رها شدن سنگ دوم از نقطه‌ی اولیه عبور کند، دو سنگ هیچ گاه به هم نمی‌رسند: $V_0=gt_0-V_0$

$$\Rightarrow \frac{2V_0}{g}=t_0\Rightarrow t_0>10\,s\Rightarrow \frac{2V_0}{g}>10\Rightarrow V_0>50\,m/s\Rightarrow 50\,m/s<V_0<100\,m/s$$

۲۶- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

اگر جسمی در داخل دستگاه شتاب داری قرار گیرد، یک نیروی مجازی برابر با شتاب دستگاه ضرب در جرم جسم به آن وارد می‌شود. جهت این نیرو خلاف جهت شتاب دستگاه است. پس اگر رو به جنوب بایستیم و سکه روبه‌روی شخص بیافتد، پس نیرویی رو به جنوب به سکه وارد شده است، بنابراین شتاب دستگاه به طرف شمال است. در این صورت گزینه‌ی «۱» صحیح است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۷- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

سرعت قدم زدن یک انسان معمولی‌تقریباً $3km/h$ است. یک انسان در طول روز حدود ۳ ساعت قدم می‌زند. طول عمر یک انسان را ۶۰ سال در نظر می‌گیریم:

$$60\times365\times3\times3\approx10^5 km$$

۲۸- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

ماکسیمم توان ورودی به یخچال برابر است با:

$$P'=P(\frac{T}{T'}-1)$$

که T' دمای داخل یخچال است. در حالت تعادل این توان با توان لامپ برابر است:

$$P=(\frac{T}{T'}-1)=P\Rightarrow\frac{T}{T'}=2\Rightarrow T'=\frac{T}{2}$$

۲۹- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

تقریباً $500s$ طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد، پس فاصله‌ی زمین تا خورشید را می‌توانیم حساب کنیم:

$$R=500\times3\times10^8=1/5\times10^{11}m$$

جرم ماده‌ی اولیه‌ی جهان می‌شود:

$$M=\frac{4}{3}\pi R^3\rho=\frac{4}{3}\pi\times(1/5\times10^{11})^3\times10^{18}kg$$

$$\Rightarrow M=1/4\times10^{52}kg$$

می‌دانیم جرم پروتون و نوترون‌تقریباً برابر است و از جرم الکترون در برابر پروتون و نوترون می‌توان صرف نظر کرد. جرم پروتون‌تقریباً $1/7\times10^{-27}kg$ است:

تعداد هر یک از ذرات با فرض برابر بودن =

$$N=\frac{M}{2\times1/7\times10^{-27}}$$

$$N=\frac{1/4\times10^{52}}{3/4\times10^{-27}}=4\times10^{78}$$

$$\text{تعداد کل ذرات}=3N=1/2\times10^{79}\approx10^{79}$$

۳۰- پاسخ صحیح گزینه‌ی «۳»

ابتدا رابطه‌ی دمای بنزن و سانتی‌گراد را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{80/1-5/5}{100}=0/746$$

یعنی هر $0/746^\circ C$ معادل $1^\circ B$ است.

$$100-80/1=19/9^\circ C$$

$$\frac{19/9}{0/746}=26/7^\circ B\Rightarrow100+26/7=126/7^\circ B\approx127^\circ B$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

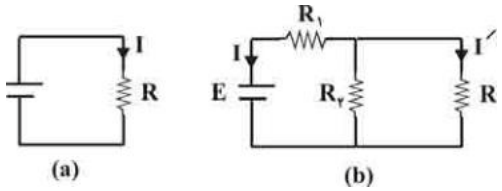
۳۱- گزینه‌ی «۴» صحیح است.

برای این که جریان گذرنده از هر دو باتری یکسان باشد، باید مقاومت معادل از دو سر باتری در هر دو حالت یکی باشد:

$$R=\frac{RR_2}{R+R_2}+R_1$$

$$\Rightarrow R^2+RR_2=RR_2+R_1R+R_1R_2$$

$$\Rightarrow R^2-RR_1-R_1R_2=0$$



$$I'=0/1I\ ,\ I=\frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{E-\frac{ER_1}{R}}{R}=0/1\frac{E}{R} \quad \Rightarrow \quad 1-\frac{R_1}{R}=0/1\Rightarrow \frac{R_1}{R}=0/9\Rightarrow R_1=0/9R$$

$$\Rightarrow R_1R_2=R^2-RR_1=R^2-0/9R^2=0/1R^2$$

۳۲- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

قطعه از ارتفاع H بالای سطح آب رها شده است. سرعت و زمان رسیدن قطعه به سطح آب برابر می‌شود با:

$$V_0=\sqrt{2gH}\ ,\ t_0=\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

با صرف نظر از کشش سطحی آب، اگر فرض کنیم قطعه با همان سرعت V_0 و ارد آب می‌شود در داخل آب:

$$F-mg=ma\Rightarrow a=\frac{F-mg}{m}$$

$$\Rightarrow y=\frac{1}{2}\frac{F-mg}{m}t^2-V_0t\Rightarrow y=0\Rightarrow \begin{cases} t=0 & \text{(لحظه‌ی وارد شدن به آب)} \\ t=\frac{2mV_0}{F-mg}=\frac{2mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}} & \text{(زمان برگشتی به سطح آب)} \end{cases}$$

$$T=\frac{2mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}+\sqrt{\frac{2H}{g}}=\frac{F+mg}{F-mg}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

۳۳- پاسخ صحیح گزینه‌ی «۳»

زمانی نفت از مخزن لبریز می‌شود که حجم نفت از حجم مخزن بزرگ‌تر شود: $V_1=\pi\times3^2\times9/5m^2$: حجم نفت در $-10^\circ C$

$V_2=\pi\times3^2\times10m^2$: حجم مخزن در $-10^\circ C$

$$\Rightarrow V_1'=V_1(1+10^{-3}\Delta T)$$

$$\Rightarrow V_2'=V_2(1+3\times10^{-5}\Delta T)$$

$$\Rightarrow V_1'>V_2'$$

$$\Rightarrow= V_1(1+10^{-3}\Delta T)>V_2(1+3\times10^{-5}\Delta T)$$

$$\Rightarrow 9\pi\times9/5(1+10^{-3}\Delta T)>9\pi\times10(1+3\times10^{-5}\Delta T)$$

$$\Rightarrow 9/5\times10^{-3}\Delta T-30\times10^{-5}\Delta T>0/5$$

$$\Rightarrow \Delta T(0/0092)>0/5$$

$$\Delta T>54/3^\circ C$$

$$\Rightarrow T-10=54/3^\circ C\Rightarrow T=44/3^\circ C$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۴- گزینه‌ی «۱» صحیح است.

میدان گرانشی یک جسم کروی برابر است با: $F = \frac{GM(r)}{r^2}$

که $M(r)$ جرمی از ستاره است که داخل کره‌ای به شعاع r و هم مرکز با ستاره است. از این فرمول درمی‌یابیم که بیشینه میدان گرانشی در سطح جسم است.

شتاب ناشی از چرخش سیاره برابر است با: $a = r\omega^2$

که r فاصله از محور چرخش است. ماکسیمم این شتاب در سطح ستاره، روی استوای ستاره است. این شتاب رو به بیرون است.

برای این که ستاره از هم نپاشد باید این شتاب کم‌تر از میدان گرانشی باشد:

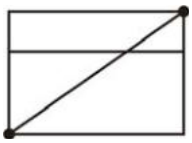
$$r\omega^2 = \frac{G \times \frac{4}{3}\pi r^3 \rho}{r^2}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4}{3}\pi\rho G} \Rightarrow F = \frac{\omega}{2\pi} = \sqrt{\frac{\rho G}{3\pi}}$$

$$\Rightarrow F = \sqrt{\frac{10^{18} \times 6/67 \times 10^{-11}}{3\pi}} = 2/7 \times 10^3\ Hz$$

۳۵- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

مورچه می‌خواهد به نقطه‌ای واقع در رأس مقابل برسد. می‌دانیم کوتاه‌ترین مسیر بین دو نقطه خط مستقیم بین دو نقطه است. اما مورچه نمی‌تواند روی خط مستقیم بین دو رأس روی قطر مکعب حرکت کند. پس مورچه باید حداقل روی دو سطح مجاور مکعب مستطیل حرکت کند. حال اگر دو سطح مجاور را که بر هم عمودند، در کنار هم قرار دهیم، مورچه برای این که کوتاه‌ترین مسافت را طی کند، باید روی قطر مستطیل به وجود آمده حرکت کند. برای سه حالت ممکن داریم:



$$\sqrt{(20+40)^2 + 80^2} = 100\,cm$$

$$\sqrt{(40+60)^2 + 80^2} = 128\,cm$$

$$\sqrt{(60+80)^2 + 40^2} = 145/6\,cm$$

پس کوتاه‌ترین مسافتی که مورچه می‌تواند طی کند $100\,cm$ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌ها است.

« امام خمینی (ره) »

بیست و چهارمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۶ بهمن ۱۳۸۹

مدّت آزمون: ۴ ساعت | از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ | کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

تذکرها:

ضمن آرزوی موفقیّت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱. کد برگه‌ی سؤال‌های شما **۱** است که لازم است خانه‌ی مربوط به این رقم را در محل مربوط در پاسخ‌نامه سیاه کنید و آن را روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. **در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.** توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲. این آزمون ۳۰ سؤال چندگزینه‌ای و ۵ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳. در سؤال‌های چندگزینه‌ای به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.

۴. هر سؤال چندگزینه‌ای **فقط یک گزینه‌ی درست دارد** و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۵. مشخصات خواسته شده را **به طور کامل** روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید و خانه‌های مربوط را پر کنید.

۶. لطفاً پاسخ‌نامه را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان تصحیح می‌شوند.

۷. **همراه داشتن ماشین حساب و تلفن همراه مجاز نیست. اگر دارید، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.**

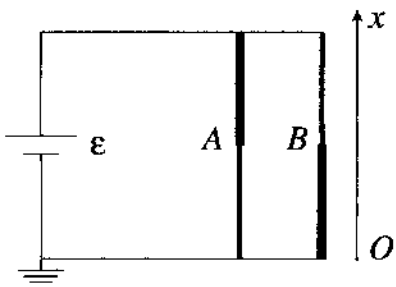
۸. نتیجه‌ی این آزمون در اواخر اسفند ماه اعلام خواهد شد.

۹. پس از پایان آزمون می‌توانید دفترچه‌ی سؤالات را همراه خود ببرید.

(ح) کلیه‌ی حقوق این سؤال‌ها برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

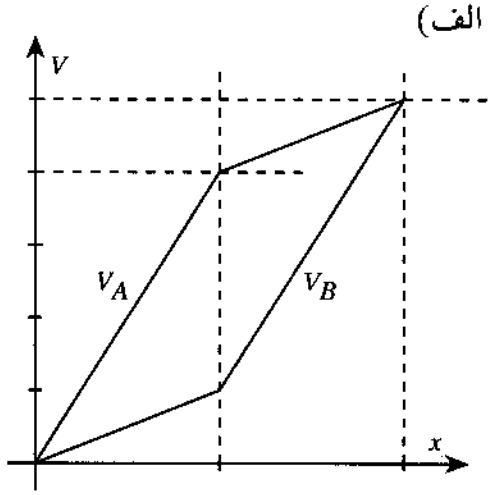
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱. در مدار ی که در شکل نشان داده شده شاخه‌ها ی A و B از دو سیم با جنس یکسان و طولهای یکسان ساخته شده است. قطر سیم در قسمت کلفت‌تر در هر شاخه دو برابر قسمت نازکتر است. محور x به موازات سیمها است و مبداء آن نقطه‌ی O است. پتانسیل نقطه‌ای به مختصه‌ی x در شاخه‌ی A ، $V_A(x)$ و در شاخه‌ی B ، $V_B(x)$ است.

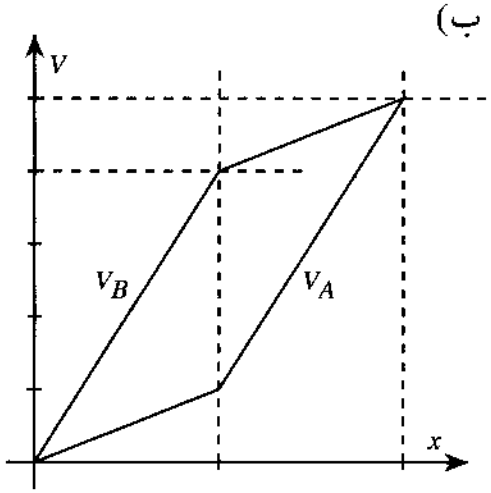


(3, −1) کدام نمودار درست است؟

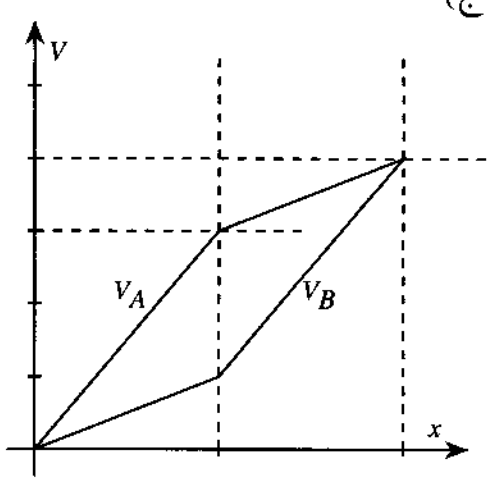
الف)



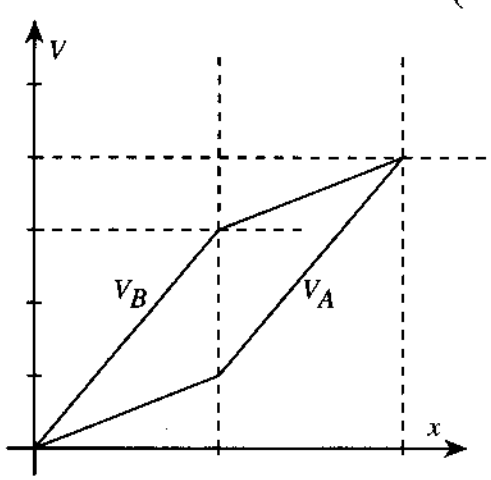
ب)



ج)



د)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲. کابل مقاومت‌دار یکنواختی به طول ℓ با غلاف نارسانا از زیر زمین عبور کرده و در نقاط A و B در دسترس است. در زیر زمین و در فاصله ی نامعلوم x از سر A، غلاف نارسانا ساییده شده و جریان الکتریکی از این نقطه وارد زمین می‌شود. زمین را رسانایی با پتانسیل صفر می‌گیریم. فرض می‌کنیم در محل ساییدگی، کابل با مقاومت الکتریکی R به زمین وصل است. می‌خواهیم x را بیابیم. برای این کار ابتدا سر A را به پتانسیل V_A نسبت به زمین وصل می‌کنیم و پتانسیل سر آزاد B را نسبت به زمین می‌سنجیم. فرض کنید این پتانسیل V باشد. بار دیگر، سر B را به پتانسیل قابل‌تنظیمی وصل می‌کنیم و پتانسیل آن نسبت به زمین، V_B را چنان تنظیم می‌کنیم که پتانسیل سر آزاد A نسبت به زمین V شود. فاصله ی مجهول x از کدام رابطه به دست می‌آید؟ (3, −1)

(الف) $\frac{\ell}{x} = 1 + \frac{V_B - V}{V_A - V}$

(ب) $\frac{x}{\ell} = 1 - \frac{V_A - V}{V_B + V_A}$

(ج) $\frac{\ell}{x} = 1 + \frac{V_A - V}{V_B - V}$

(د) $\frac{x}{\ell} = 1 - \frac{V_B - V}{V_B + V_A}$

۳. سیم ∩ شکل فلزی که مقاومت الکتریکی آن ناچیز است، در صفحه ای قائم نگه داشته شده است. میله ی افقی AD به طول ℓ و جرم m و مقاومت الکتریکی R می‌تواند آزادانه بر روی بازوها ی قائم سیم ∩ شکل بلغزد. میدان مغناطیسی یکنواخت B بر صفحه ی سیم ∩ شکل عمود است. میله ی افقی را رها می‌کنیم تا به اندازه ی h سقوط کند. شتاب گرانش g است. اگر میله در این فاصله تقریباً به سرعت ثابتی، که به آن سرعت حد می‌گویند، رسیده باشد، کل گرما ی تولید شده در این فاصله ی زمانی چه قدر است؟ (3, −1)

(الف) $\frac{m^3 g^2 R^2}{2\ell^4 B^4}$

(ب) mgh

(ج) $mgh + \frac{m^3 g^2 R^2}{2\ell^4 B^4}$

(د) $mgh - \frac{m^3 g^2 R^2}{2\ell^4 B^4}$

۴. گلوله ی کوچکی به جرم m به انتها ی نخی به طول ℓ در نقطه ی O بسته شده و مجموعه مانند آونگ ساده ای در صفحه‌ای عمودی نوسان می‌کند. دوره ی نوسان این آونگ در این حالت T است. اگر در نقطه ی O' که به فاصله‌ی $\frac{\ell}{n}$ از نقطه‌ی O و درست در زیر آن است میخی قرار دهیم به طوری که نخ آونگ در هنگام حرکت به آن برخورد کند، دوره‌ی نوسان آونگ در این حالت T' می‌شود. در هر حال دامنه‌ی نوسان کوچک است. نسبت $\frac{T'}{T}$ کدام است؟ (3, −1)

(الف) 1

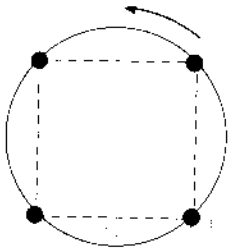
(ب) $\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{n-1}{4n}}$

(ج) $\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{n-1}{4(n+1)}}$

(د) $\sqrt{\frac{n-1}{n}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵. چهار جرم مشابه m که مطابق شکل روی رأس‌های مربعی به ضلع a قرار دارند، بر اثر نیروی گرانش بین خودشان روی دایره‌ای با سرعت زاویه‌ای ω می‌گردند. کدام گزینه درست است؟ $(3,-1)$



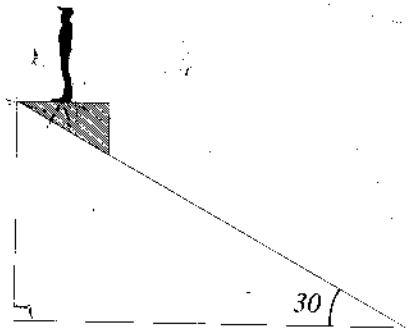
(الف) $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}\left(\frac{1}{2}+\sqrt{2}\right)}$

(ب) $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+2\right)}$

(ج) $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}+\sqrt{2}\right)}$

(د) $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}\left(\frac{-1}{2}+\sqrt{2}\right)}$

۶. شخصی روی سکوی متحرکی مطابق شکل ایستاده است. این سکو روی سطح شیبداری است که با افق زاویه ی $30°$ می‌سازد. در حالی که سکو به پایین می‌لغزد، نیروی قائمی که سکو به شخص وارد می‌کند $\frac{15}{16}$ وزن شخص است. ضریب اصطکاک بین سکو و سطح شیبدار چه قدر است؟ $(3,-1)$



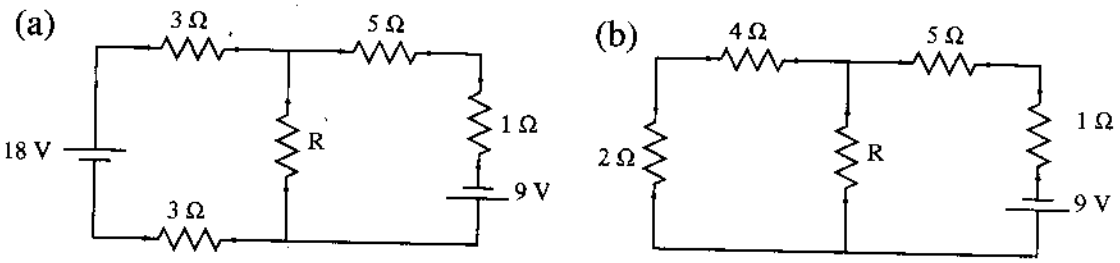
(الف) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

(ب) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

(ج) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(د) $\frac{2}{3}$

۷. در مدارهای (a) و (b) شکل زیر، مقاومت R یکسان است. نسبت توان مصرفی در مقاومت R در مدار (a) به توان مصرفی در این مقاومت در مدار (b) چقدر است؟ $(3,-1)$



(الف) 4

(ب) $\frac{1}{4}$

(ج) 1

(د) $\frac{9}{4}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۸. پرتابه‌ای را با سرعت اولیه‌ی v_0 و زاویه‌ی α نسبت به افق پرتاب می‌کنیم. v_0 چقدر باشد تا پس از زمان T پرتابه در حین پایین آمدن در نصف ارتفاع نقطه‌ی اوج خود باشد؟ (3, −1)

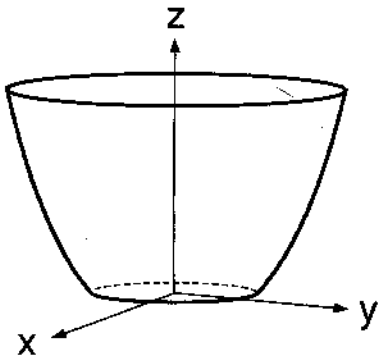
(الف) $\frac{2gT}{(2-\sqrt{2})\sin\alpha}$

(ب) $\frac{gT(\sqrt{2}-1)}{\sin\alpha}$

(ج) $\frac{gT\cos\alpha}{2+\sqrt{2}}$

(د) $\frac{gT(2-\sqrt{2})}{\sin\alpha}$

۹. فنجانی مطابق شکل در نظر بگیرید. فرض کنید این فنجان از چرخاندن سهمی $z=\alpha x^2-h$ در صفحه‌ی xz حول محور z ایجاد شده است، به طوری که بخش $z<0$ سهمی بریده شده و صفحه‌ی تختی کف آن چسبانده شده است. α و h مقادیر ثابت و مثبت هستند. ارتفاع فنجان H است. فنجان را با مایعی به چگالی ρ پر می‌کنیم. جرم مایع M و فشار هوای بیرون P_0 است. اندازه‌ی نیرویی که مایع به دیواره‌ی جانبی فنجان وارد می‌کند چه قدر است؟ (3, −1)



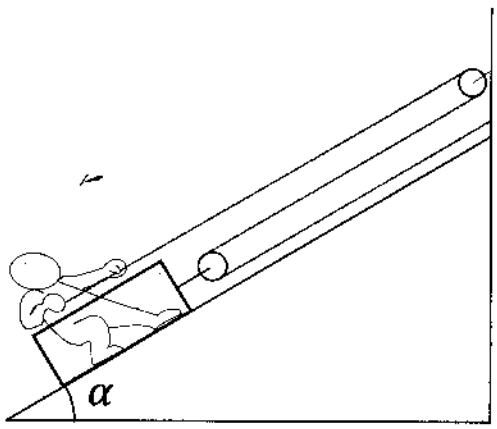
(الف) $Mg-\frac{\pi hH\rho g-P_0\pi(H+h)}{\alpha}$

(ب) $Mg-\frac{\pi h(H+h)\rho g-P_0\pi(H+h)}{\alpha}$

(ج) $Mg-\frac{\pi hH\rho g-P_0\pi H}{\alpha}$

(د) $Mg-\frac{\pi h(H+h)\rho g+P_0\pi h}{\alpha}$

۱۰. شخصی به جرم m درون جعبه ای به جرم m' ایستاده است. جعبه روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی است که با افق زاویه ی α می‌سازد. شخص طنابی را که در شکل مشخص شده با نیروی ثابت F به موازات سطح شیبدار می‌کشد، و به این ترتیب شخص و جعبه روی سطح شیبدار بالا می‌روند. جرم قرقره‌ها و نخ ناچیز است. اگر مجموعه از حالت سکون شروع به حرکت کند، پس از زمان t چه طولی از طناب از داخل دستان شخص رد می‌شود؟ (3, −1)



(الف) $\left(\frac{3F}{m'}-g\sin\alpha\right)t^2$

(ب) $\left(\frac{3F}{m+m'}-g\sin\alpha\right)t^2$

(ج) $\frac{3}{2}\left(\frac{3F}{m'}-g\sin\alpha\right)t^2$

(د) $\frac{3}{2}\left(\frac{3F}{m+m'}-g\sin\alpha\right)t^2$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱. برای رنگ‌آمیزی یک مجسمه ی برنجی توپر بزرگ، 100 قوطی رنگ لازم است. این مجسمه را ذوب می‌کنیم و با آن 1000 مجسمه ی برنزی توپر کوچک هم‌اندازه، که همگی متشابه مجسمه ی اصلی اند، می‌سازیم. برای رنگ‌آمیزی این 1000 مجسمه چند قوطی رنگ لازم است؟ ضخامت لایه‌ی رنگ در هر دو حالت یکسان است. $(3,-1)$

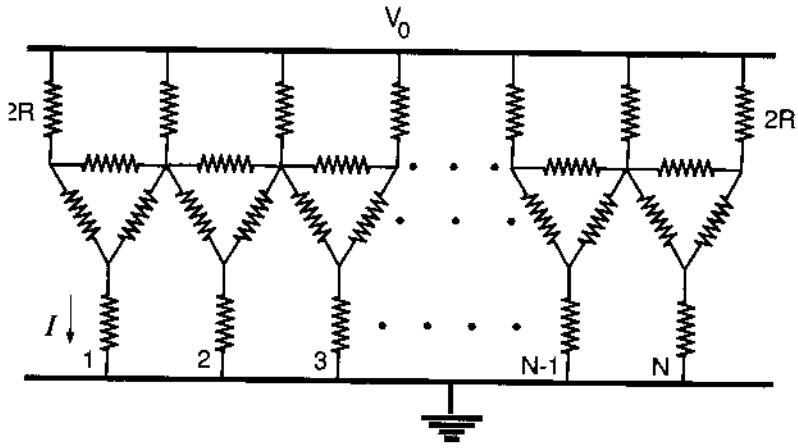
(الف) 10

(ب) 100

(ج) 1000

(د) 10000

۱۲. در مدار شکل، در ردیف پایین N مقاومت مشابه R قرار دارد. مقاومتهای انتهایی ردیف بالا $2R$ و بقیه‌ی مقاومتها، همگی R هستند. اگر انتهای مقاومتهای ردیف بالا به پتانسیل V_0 وصل شده باشد، جریان I در شکل چقدر است؟ $(3,-1)$



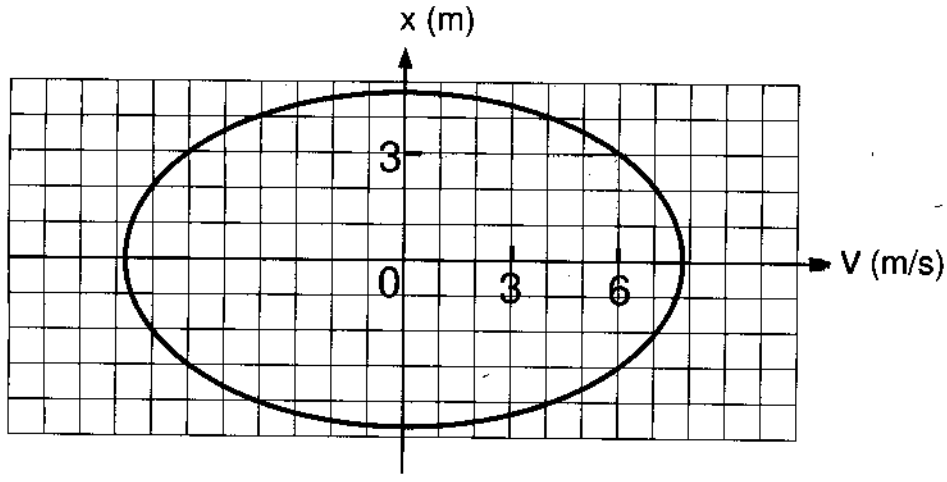
(الف) $\frac{2V_0(N+1)}{R(5N+3)}$

(ب) $\frac{2V_0(N+1)}{R(5N+2)}$

(ج) $\frac{V_0}{2R}$

(د) $\frac{2V_0}{5R}$

۱۳. منحنی سرعت ـ مکان ذره ای مطابق شکل است. هنگامی که سرعت ذره $6\,\mathrm{m/s}$ و مکان آن $3\,\mathrm{m}$ است، اندازه ی شتاب ذره به کدام مقدار نزدیکتر است؟ $(3,-1)$



(الف) $a=2\,\mathrm{m/s^2}$

(ب) $a=4\,\mathrm{m/s^2}$

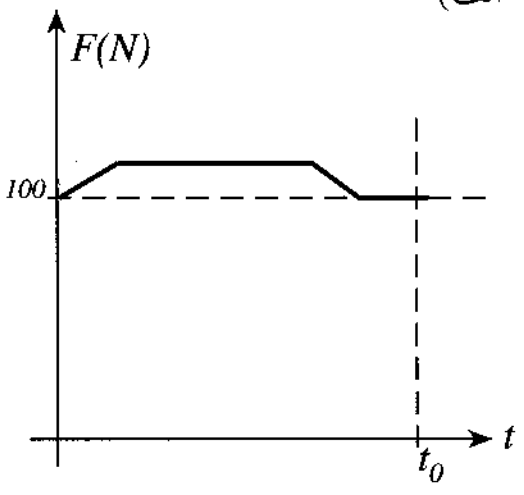
(ج) $a=8\,\mathrm{m/s^2}$

(د) $a=16\,\mathrm{m/s^2}$

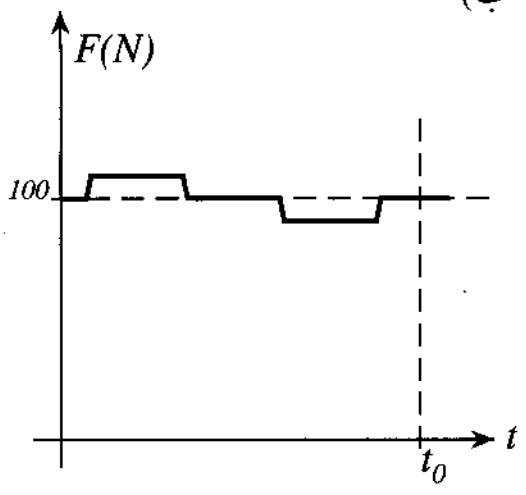
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴. جسمی به جرم $10\,\text{kg}$ کف یک آسانسور قرار دارد. آسانسور از حال سکون به طرف بالا به راه می‌افتد و پس از مدت t_0 در ارتفاع معینی می‌ایستد. کدام نمودار می‌تواند نشان‌دهنده‌ی بستگی زمانی نیرویی باشد که کف آسانسور به جسم وارد می‌کند؟ $(3,-1)$

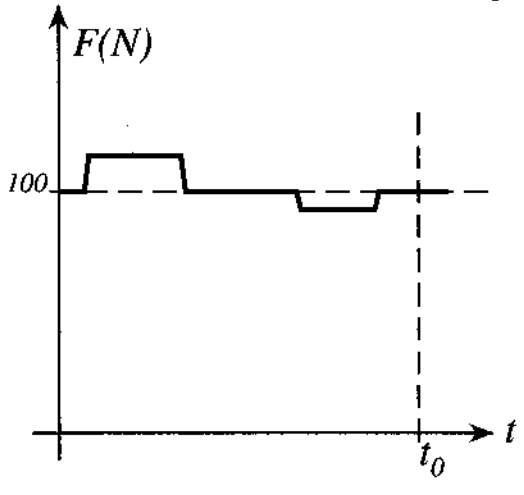
الف)



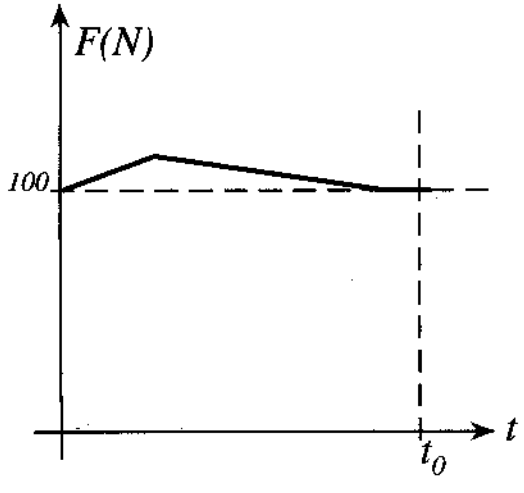
ب)



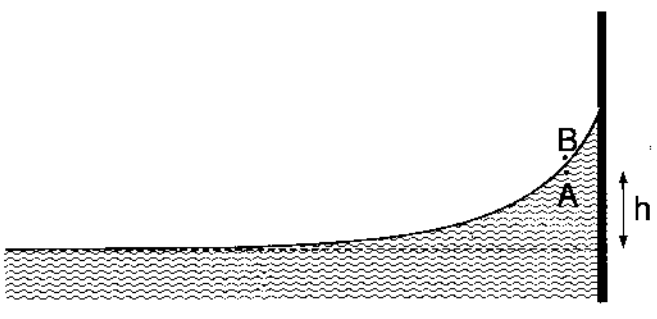
ج)



د)



۱۵. مایعی به چگالی ρ کنار یک دیوار، به علت چسبندگی، کمی از آن بالا می‌رود. مطابق شکل نقطه‌ی A نقطه‌ای درون مایع درست زیر سطح مایع است، طوری که ارتفاع آن از سطح مایع در فاصله‌ی دور از دیوار، h است. نقطه‌ی B در نزدیکی A و درست بالای سطح مایع است. شتاب گرانش g است. اختلاف فشار این دو نقطه، $P_A - P_B$ تقریباً برابر است با: $(2,-1)$



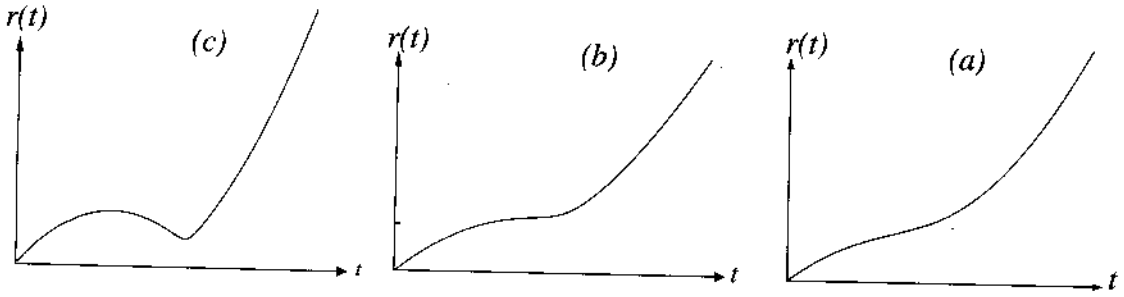
(الف) 0

(ب) $\rho g h$

(ج) $-\rho g h$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۶. پرتابه‌ای با سرعت اولیه‌ی v_0 و با زاویه ی اولیه ی $0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$ نسبت به افق، و بالای آن، از مبداء مختصات پرتاب می‌شود، و پس از رسیدن به سطح افق نقطه‌ی پرتاب به حرکت خود ادامه می‌دهد. فاصله‌ی پرتابه تا مبداء بر حسب زمان $r(t)$ است. سه حالت a و b و c را در نظر بگیرید.



(3, −1)

کدام گزینه درست است؟

(الف) به ازای مقادیری از v_0 که کوچکتر از یک مقدار بحرانی v_c است حالت a رخ می‌دهد. به ازای $v_0 = v_c$ حالت b رخ می‌دهد، و با بزرگ شدن v_0 بالاخره حالت c رخ می‌دهد.

(ب) به ازای مقادیری از v_0 که کوچکتر از یک مقدار بحرانی v_c است حالت c رخ می‌دهد. به ازای $v_0 = v_c$ حالت b رخ می‌دهد، و با بزرگ شدن v_0 بالاخره حالت a رخ می‌دهد.

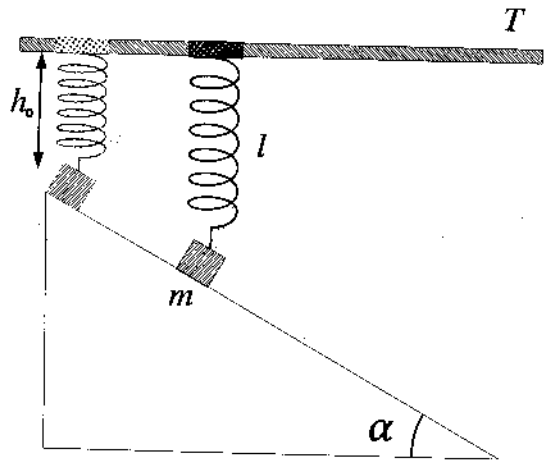
(ج) به ازای مقادیری از θ_0 که کوچکتر از یک مقدار بحرانی θ_c است حالت a رخ می‌دهد. به ازای $\theta_0 = \theta_c$ حالت b رخ می‌دهد، و با بزرگ شدن θ_0 بالاخره حالت c رخ می‌دهد.

(د) به ازای مقادیری از θ_0 که کوچکتر از یک مقدار بحرانی θ_c است حالت c رخ می‌دهد. به ازای $\theta_0 = \theta_c$ حالت b رخ می‌دهد، و با بزرگ شدن θ_0 بالاخره حالت a رخ می‌دهد.

۱۷. مطابق شکل جسم m با فنری به ضریب k و طول عادی ℓ_0 به میله‌ی افقی ثابت T وصل است. این جسم روی سطح شیبداری به زاویه‌ی شیب α و ضریب اصطکاک μ ساکن است و در این حالت طول فنر ℓ است. حلقه‌ی اتصال فنر به میله‌ی T بدون اصطکاک است. اگر جسم m در بالاترین نقطه‌ی سطح شیبدار باشد طول فنر h_0 است و $h_0 < \ell_0$. کلی‌ترین بازه‌ی مقادیر ممکن ℓ که جسم روی سطح شیبدار ساکن بماند کدام است؟

(3, −1)

به تاج



(الف) $\ell_0 \le \ell \le \ell_0 + \frac{mg}{k}$

(ب) $h_0 \le \ell \le \ell_0 + \frac{mg}{k}$

(ج) $\ell = \frac{mg \sin\alpha}{k}(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

(د) $\ell = \ell_0 + \frac{mg}{k}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸. آب از آبشاری به ارتفاع $100\,\mathrm{m}$ به زمین فرو می‌ریزد. فرض کنید ضمن فرو ریختن آب 1% آن تبخیر می‌شود، که همه‌ی گرمای لازم برای تبخیر آب از آب گرفته می‌شود. گرمای نهان تبخیر آب را $2 \times 10^6\,\mathrm{J/kg}$، گرمای ویژه ی آب را $4 \times 10^3\,\mathrm{J/(kg\,°C)}$، و شتاب گرانش را $1 \times 10^1\,\mathrm{m/s^2}$ بگیرید. تغییر دمای آب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (3, −1)

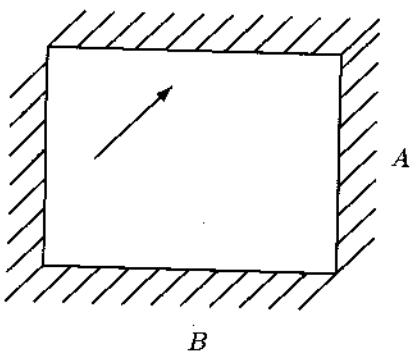
(الف) $5°\mathrm{C}$

(ب) $-5°\mathrm{C}$

(ج) $10°\mathrm{C}$

(د) $-10°\mathrm{C}$

۱۹. شکل زیر مقطع چهار آینه ی تخت را نشان می‌دهد که مستطیلی به ابعاد A و B است. مسیر یک پرتوی نور بین آینه‌ها مستطیلی به ابعاد a و b است. نسبت $\frac{A}{B}$ چیست؟ (3, −1)



(الف) $\frac{a}{b}$

(ب) $\frac{ab}{a^2+b^2}$

(ج) 1

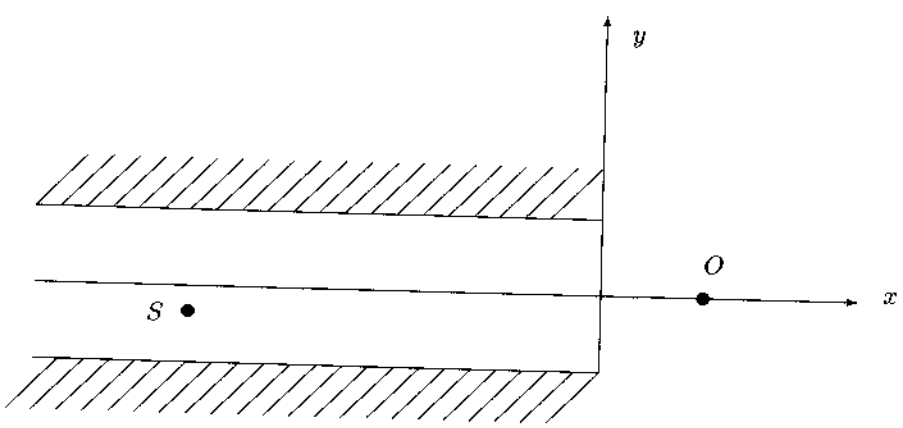
(د) $\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$

۲۰. دو آینه‌ی تخت موازی به فاصله‌ی $3.0\,\mathrm{cm}$ از یکدیگر قرار دارند. مطابق شکل محور x موازی آینه‌ها و به یک فاصله از هر دو است، و محور y عمود بر آینه‌ها است و از لبه‌ی آنها می‌گذرد. چشمه‌ی نقطه‌ای S و ناظر O هر دو در صفحه‌ی xy هستند و مختصه‌های آنها چنین است:

$x_S = -8.0\,\mathrm{cm}$ $\quad x_O = 2.0\,\mathrm{cm}$

$y_S = -0.5\,\mathrm{cm}$ $\quad y_O = 0.0$

ناظر O چند تصویر از چشمه‌ی S در آینه‌ها می‌بیند؟ (4, −1)



(الف) 2

(ب) 3

(ج) 4

(د) 5

(ه) ∞

@sampaadia amoozz.ir ی دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۱. قطره‌های باران تحت اثر بادی که با سرعت افقی v_w می‌وزد قرار دارند و شتاب گرانش g است. فرض کنید نیروی مقاومت هوا از دید ناظری که نسبت به هوا ساکن است $-b\vec{v}$ است، که $\vec{v}$ سرعت قطره ی باران نسبت به این ناظر و b یک ضریب ثابت و مثبت است. پس از مدتی، قطرات باران از دید ناظر زمین با سرعت حدی ثابتی که نسبت به امتداد قائم زاویه‌ی α می‌سازد، سقوط می‌کنند. کدام گزینه درست است؟ (3, −1)

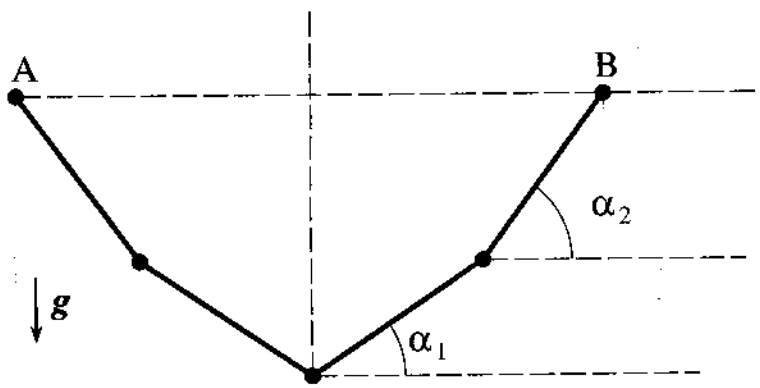
(الف) $\sin\alpha = \frac{bv_w}{mg}$

(ب) $\cos\alpha = \frac{bv_w}{mg}$

(ج) $\tan\alpha = \frac{bv_w}{mg}$

(د) $\cot\alpha = \frac{bv_w}{mg}$

۲۲. مطابق شکل سه گلوله ی متشابه با چهار ریسمان سبک به طولهای مساوی، بین نقاط هم‌ارتفاع A و B آویخته شده اند. امتداد نخها با افق زاویه‌های α_1 و α_2 می‌سازند. نسبت $\frac{\tan\alpha_1}{\tan\alpha_2}$ چیست؟ (3, −1)



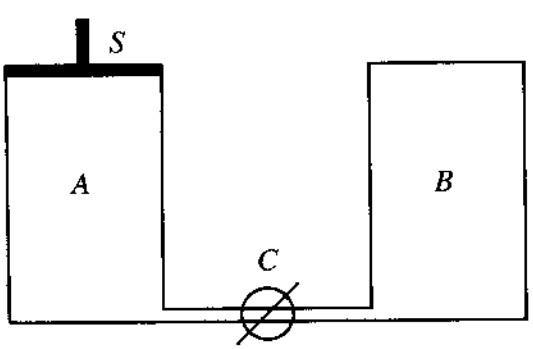
(الف) $\frac{2}{3}$

(ب) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(ج) $\frac{1}{3}$

(د) $\frac{1}{2}$

۲۳. دو محفظه‌ی عایق استوانه‌ای یکسان A و B به حجم V و ظرفیت گرمایی ناچیز، مطابق شکل، توسط شیر C به هم متصل اند. ابتدا استوانه‌ی A حاوی n مول گاز کامل تک‌اتمی در دمای T و ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت $\frac{3}{2}R$ است. انتهای بالایی محفظه‌ی A توسط پیستون S، که می‌تواند آزادانه درون استوانه حرکت کند، کاملاً بسته شده است. استوانه‌ی B دربسته و درون آن کاملاً خلاء است. شیر C به گونه‌ای باز می‌شود که بر اثر ورود گاز به استوانه‌ی B پیستون به طریقی به پایین بلغزد که فشار در A ثابت بماند. پس از آن که گاز تمامی حجم ظرف B و بخشی از حجم ظرف A را پر کرد، پیستون ساکن می‌شود. اگر T' دمای مطلق گاز در پایان این فرایند باشد، نسبت $\frac{T'}{T}$ چقدر است؟ (3, −1)



(الف) $\frac{8}{6}$

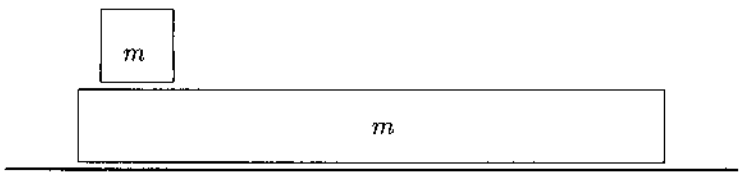
(ب) $\frac{6}{5}$

(ج) $\frac{7}{5}$

(د) $\frac{9}{7}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۴. جعبه‌ای به جرم m روی جعبه‌ی دراز دیگری به جرم m قرار دارد. اصطکاک جعبه ی زیر با زمین ناچیز است، اما دو جعبه با هم اصطکاک دارند. در لحظه‌ی $t=0$ جعبه‌ی زیری ساکن است و جعبه‌ی رویی با سرعت v_0 نسبت به زمین حرکت می‌کند. کل کار نیروی اصطکاک روی جعبه‌ی بالایی از دید ناظر زمینی چقدر است؟ فرض کنید جعبه‌ی پایینی آن قدر دراز است که جعبه‌ی بالایی از روی آن نمی‌افتد. $(3,-1)$



(الف) $-\frac{3}{8}mv_0^2$

(ب) $-\frac{1}{2}mv_0^2$

(ج) $-\frac{1}{4}mv_0^2$

(د) $-\frac{3}{4}mv_0^2$

۲۵. در فاصله‌ی d از یک دیوار، یک عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی $f>d$ به موازات دیوار قرار دارد. از سمت مقابل دیوار یک باریکه‌ی لیزر با سطح مقطع دایره‌ای، که محور آن همان محور عدسی است، به عدسی می‌تابد. شدت باریکه I_0 است. پس از عبور این باریکه از عدسی یک قرص روشن روی دیوار تشکیل می‌شود. شدت این قرص روشن، I، چیست؟ $(3,-1)$

(الف) $I=I_0$

(ب) $I=I_0\frac{f}{f-d}$

(ج) $I=I_0\left(\frac{f}{f-d}\right)^2$

(د) $I=I_0\frac{f^2}{(f-d)\,d}$

۲۶. گلوله‌ی کوچکی به جرم m دارای بار الکتریکی مثبت Q از نخی با جرم ناچیز به طول ℓ آویخته شده است. گلوله‌ی مشابه دیگری با همان بار الکتریکی را به آرامی به گلوله‌ی آویخته نزدیک می‌کنیم و در جای قبلی گلوله‌ی اول نگه می‌داریم. راستای نخ به اندازه‌ی θ از راستای قائم منحرف می‌شود. کشش نخ در این وضعیت چقدر است؟ شتاب گرانش g و ثابت قانون کولن k است. $(4,-1)$

(الف) mg

(ب) $mg\cos\theta$

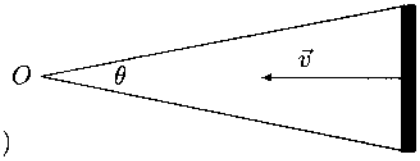
(ج) $\frac{mg}{\cos\theta}$

(د) $\frac{kQ^2}{4\ell^2\sin^3\theta}$

(ه) $\frac{kQ^2}{\ell^2\sin^3\theta}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

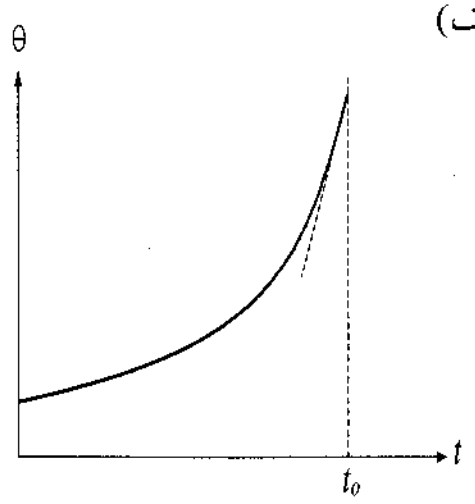
۲۷. میله‌ای مطابق شکل با سرعت ثابت $\vec{v}$ عمود بر امتداد خود حرکت می‌کند. ناظر O میله را با زاویه‌ی θ می‌بیند. خط واصل از ناظر O به مرکز میله در امتداد $\vec{v}$ است. اگر در لحظه‌ی t_0 میله به ناظر برسد، کدام گزینه بستگی θ به زمان را نشان می‌دهد؟



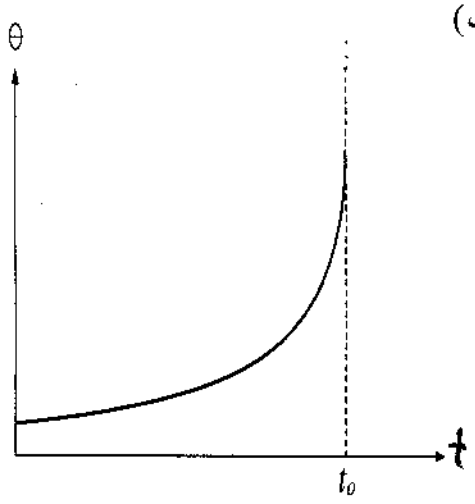
به تاج

(3, −1)

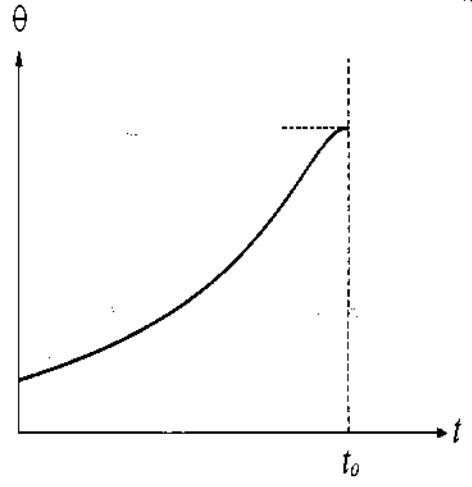
الف)



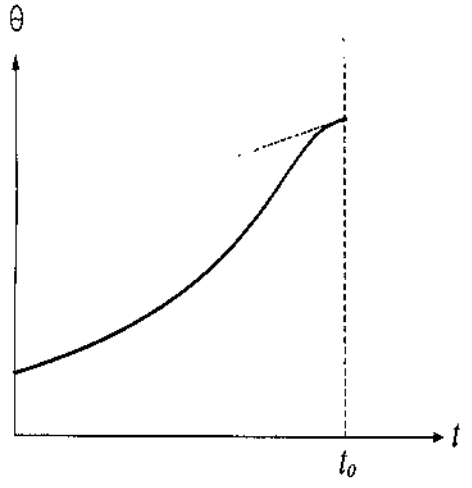
ب)



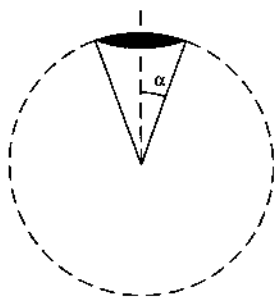
ج)



د)



۲۸. یک چشمه‌ی نقطه‌ای نور که در تمام جهات به طور یکسان تابش می‌کند زیر سطح افقی مایعی قرار دارد. ضریب شکست مایع 1.25 است. بالای مایع هوا است. چند درصد از نور چشمه از سطح مایع خارج می‌شود؟ مساحت یک عرقچین کروی به شعاع R با نیم‌زاویه‌ی رأس α برابر $4\pi R^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ است. (3, −1)



(الف) کمتر از 20%

(ب) بین 20% تا 30%

(ج) بین 30% تا 40%

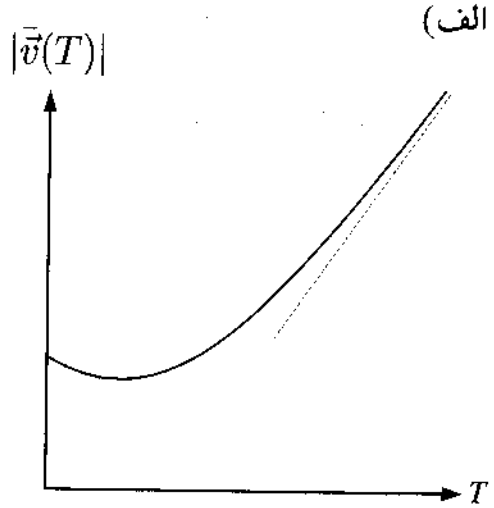
(د) بیشتر از 40%

@sampaadia amoozz.ir ای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

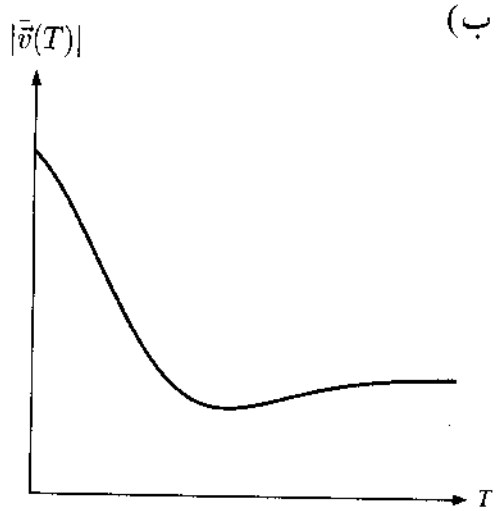
۲۹. پرتابه‌ای در زمان $t = 0$ با سرعت اولیه‌ی v_0 تحت زاویه‌ی θ نسبت به افق و بالای افق پرتاب می‌شود و پس از رسیدن به سطح افق نقطه‌ی پرتاب به حرکت خود ادامه می‌دهد. بردار سرعت متوسط پرتابه بین زمان $t = 0$ تا $t = T$ را با $\vec{v}(T)$ نشان می‌دهیم. $|\vec{v}(T)|$ اندازه‌ی این بردار است. کدام گزینه نمودار $|\vec{v}(T)|$ بر حسب T را درست نشان می‌دهد؟

(3, −1)

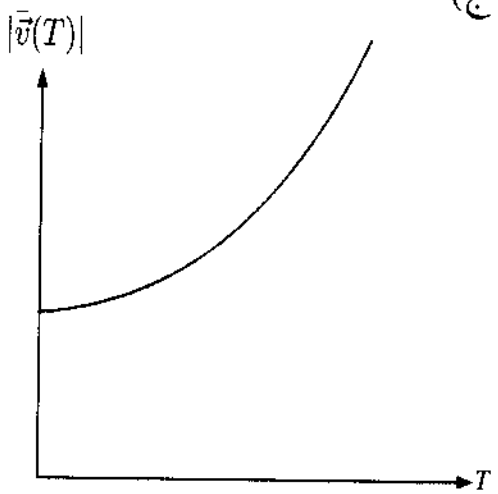
الف)



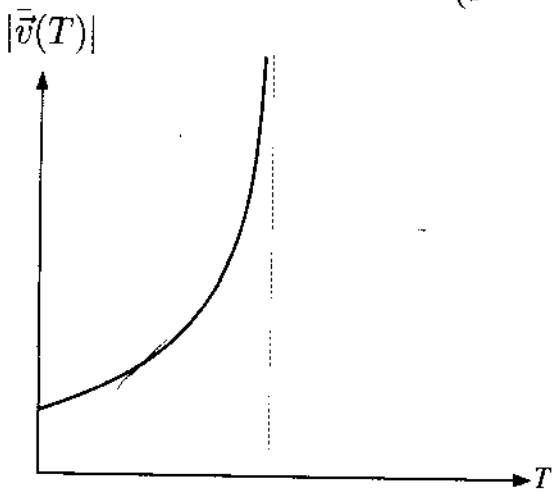
ب)



ج)

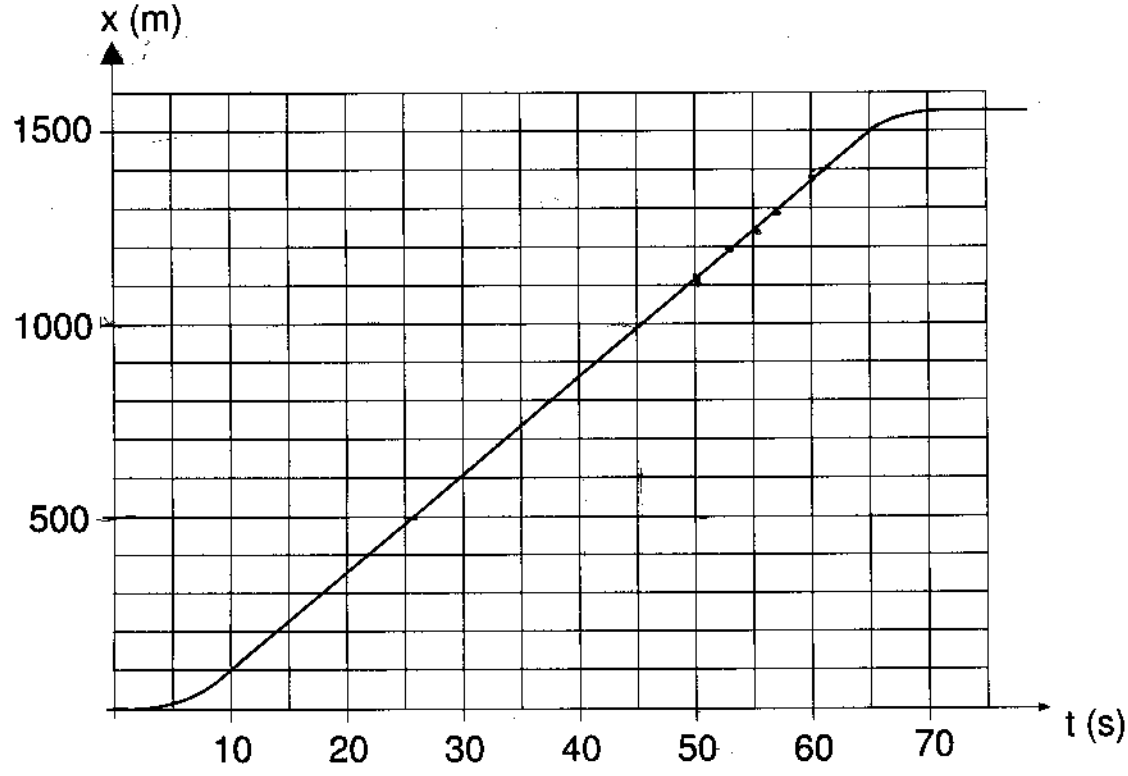


د)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۰. یوزپلنگی آهویی را در فاصله‌ی 500 متری خود می‌بیند و به سمت آن می‌دود. حرکت یوزپلنگ و آهو را در یک خط راست بگیرید. منحنی مکان ـ زمان یوزپلنگ را در شکل می‌بینید. به اندازه‌ی زمان τ طول می‌کشد تا آهو متوجه یوزپلنگ شود و شروع به فرار کند. آهو در مدت بسیار کوتاهی سرعت خود را به $60\,km/h$ می‌رساند و با این سرعت ثابت فرار می‌کند. از زمان شتاب گرفتن آهو چشم‌پوشی کنید. برای آن که آهو بتواند از دست یوزپلنگ فرار کند، حد اکثر مقدار τ به کدام گزینه نزدیکتر است؟ (3, −1)



(الف) 5 s

(ب) 10 s

(ج) 15 s

(د) 20 s

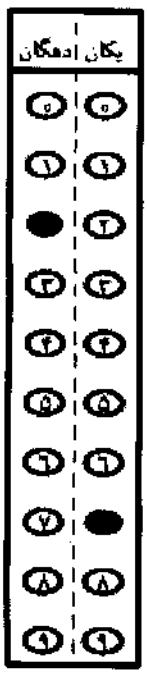
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به **دقت** بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً **میلی‌آمپر**، **متر**، **کیلوگرم**، **دقیقه**، و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید؛ سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخنامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب **میکروفاراد** خواسته شده و شما عدد $26.7\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیکترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد $27\,\mu F$ به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخنامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

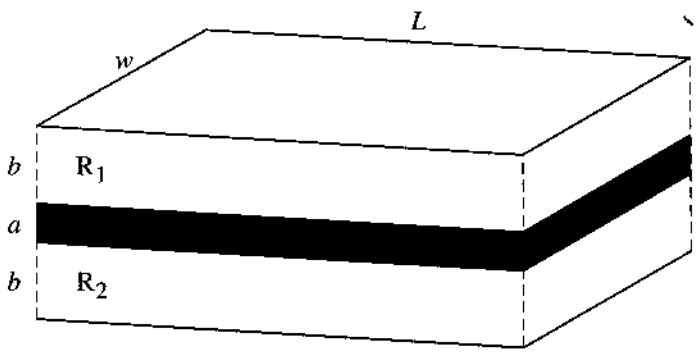


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱. نوار مسی نازکی به ضخامت a، عرض w، و طول بسیار بلند L (حدود متر) بین دو نوار لاستیکی با همین عرض و طول، و ضخامت b قرار گرفته است. این دو نوار در شکل زیر با نامهای R_1 و R_2 مشخص شده اند. a و b بسیار کوچکتر از w اند. از نوار مسی جریان I در امتداد طول آن می‌گذرد و مجموعه در محیطی به دمای ثابت θ_0 قرار گرفته است. نوار مسی بر اثر عبور جریان گرم می‌شود و گرما فقط از نوار مسی به دو نوار لاستیکی و فقط از سطوح بالایی و پایینی دو نوار لاستیکی به محیط منتقل می‌شود. فرض کنید دمای سطوح بالایی و پایینی این دو نوار لاستیکی همواره همان دمای محیط است. ضریب هدایت گرمایی لاستیک K و مقاومت ویژه‌ی مس ρ است. در حالت پایدار دمای نوار مسی چند **درجه‌ی سلسیوس** است؟ همه‌ی مقادیر عددی لازم در زیر داده شده است.

$$a = 0.1\,\text{mm}, \quad b = 2.0\,\text{mm}, \quad w = 1.0\,\text{cm}, \quad I = 20\,\text{A},$$

$$\rho = 1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,\text{m}, \quad K = 0.16\,\frac{\text{W}}{^\circ\text{C}\,\text{m}}, \quad \theta_0 = 23^\circ\text{C}.$$



۲. نوار مسی نازکی به عرض w، ضخامت a، و طول L (در حدود متر) در اتاقی به دمای $T = 300\,\text{K}$ قرار گرفته. از این نوار یک جریان الکتریکی به شدت I در جهت طول نوار می‌گذرد. نوار فقط می‌تواند با تابش با محیط اطرافش تبادل گرما بکند. وقتی جسمی به مساحت A و دمای مطلق T_2 در اتاقی به دمای مطلق T_1 قرار می‌گیرد، با توان $A\sigma T_1^4$ انرژی از دست می‌دهد، و با توان $A\sigma T_2^4$ از محیط انرژی می‌گیرد، که در این جا σ ثابت است.

دمای این نوار مسی در حالت پایدار چند **درجه ی سلسیوس** است؟ همه‌ی عددهای لازم در زیر آمده است. برای محاسبه می‌توانید از تقریب

$$(1+x)^{1/4} \simeq 1 + \frac{x}{4} - \frac{3\,x^2}{32}$$

که برای x های بسیار کوچکتر از 1 معتبر است، استفاده کنید.

$$w = 1.0\,\text{cm}, \quad a = 0.1\,\text{mm}, \quad \sigma = 5.7 \times 10^{-8}\,\text{W}\,\text{m}^{-2}\,\text{K}^{-4}, \quad \rho = 1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,\text{m}, \quad I = 20\,\text{A}.$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳. یکی از واکنشهای شکافت هسته‌ای اتم $^{235}_{92}\mathrm{U}$ به صورت زیر است.

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow ^{141}_{56}\mathrm{Ba} + ^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,^{1}_{0}\mathrm{n}$$

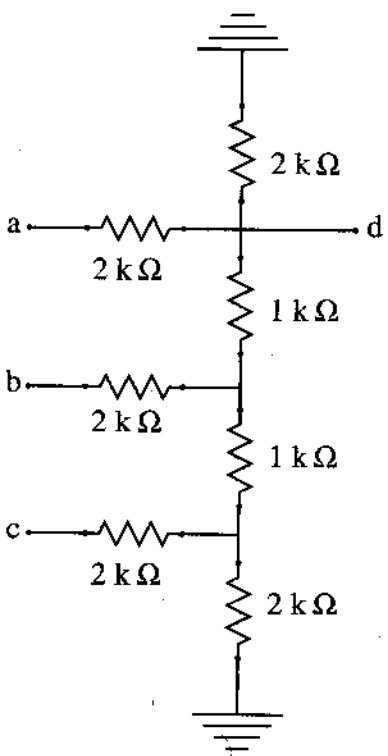
جرم ذرات این واکنش بر حسب واحد جرم اتمی (u) در جدول زیر آمده است.

ذره	$^{235}_{92}\mathrm{U}$	$^{141}_{56}\mathrm{Ba}$	$^{92}_{36}\mathrm{Kr}$	$^{1}_{0}\mathrm{n}$
جرم	235.04 u	140.91 u	91.91 u	1.01 u

5% از اتمهای اورانیوم غنی‌شده که در نیروگاه هسته‌ای به عنوان سوخت استفاده می‌شود $^{235}_{92}\mathrm{U}$ و بقیه $^{238}_{92}\mathrm{U}$ اند. هسته‌های $^{238}_{92}\mathrm{U}$ واکنش شکافت ندارند. در واکنش فوق فرض کنید انرژی جنبشی نوترون اولیه ناچیز است. انرژی آزاد شده از شکافت کامل 10 g سوخت نیروگاه هسته‌ای چند **گیگا ژول** است؟ (گیگا یعنی 10^9) فرض کنید فقط واکنشی که در بالا آمد روی می‌دهد.

$$1\,\mathrm{u} = 1.7 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg},$$

۴. در مدار شکل، نقاط a و b و c را به پتانسیل 24 V وصل می‌کنیم. پتانسیل نقطه ی d چند **ولت** است؟

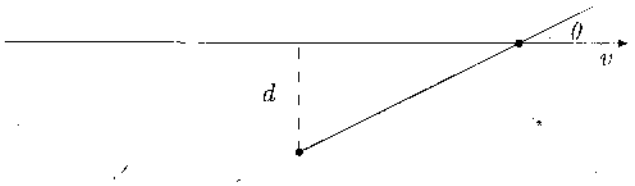


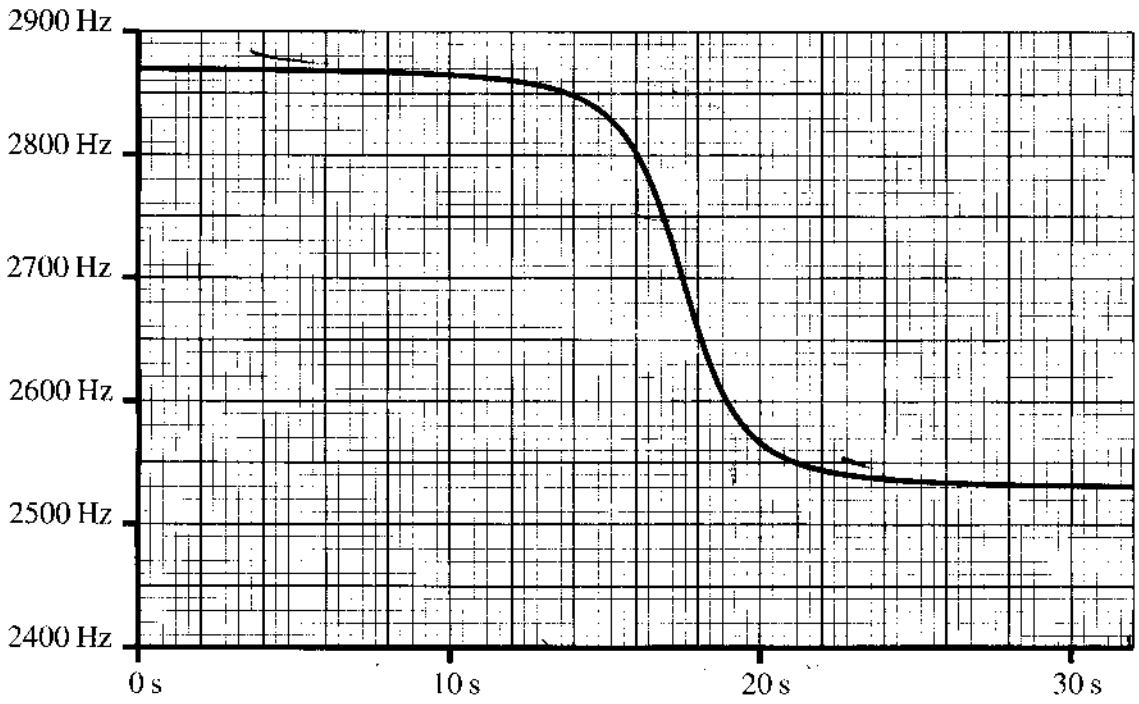
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵. شخصی در کنار جاده‌ای، به فاصله‌ی d از جادّه ایستاده است. آمبولانسی، آژیرکشان، در جادّه حرکت می‌کند، به نحوی که ابتدا به شخص نزدیک می‌شود و سپس دور می‌شود. اگر بسامد آژیر آمبولانس f_0 باشد، بسامدی که شخص می‌شنود f است که با فرمول زیر داده می‌شود.

$$f = f_0\left(1 - \frac{v}{c}\cos\theta\right)$$

در این فرمول $c = 320\,\mathrm{m/s}$ سرعت صوت در هوا است، و θ زاویه‌ای است که خط واصل شخص به آمبولانس با امتداد بردار سرعت آمبولانس می‌سازد. (شکل را ببینید.) این شخص با یک ابزار دقیق بسامد آژیر بر حسب زمان را ثبت کرده است. نمودار حاصل در زیر آمده است. سرعت آمبولانس چند **متر بر ثانیه** است؟





@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

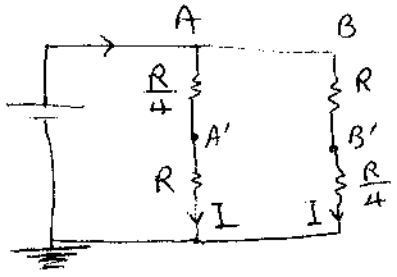
به نام خدا

پاسخنامه تشریحی کد ۱

مرحله اول المپیاد فیزیک

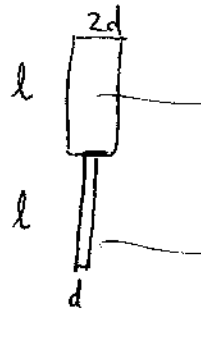
دوره ۲۴ - بهمن ۱۳۸۹

۱- گزینه الف درست است.



$$\left.\begin{aligned} 0 + RI &= V_{A'} \\ 0 + \frac{R}{4} I &= V_{B'} \end{aligned}\right\} \rightarrow \frac{V_{A'}}{V_{B'}} = 4$$

چون مقاومت با عکس مساحت ارتباط دارد، پس مقاومت قسمت کلفت $\frac{1}{4}$ مقاومت قسمت باریک است. همچنین با توجه به اینکه مقاومت کل دو شاخه با هم برابر است، پس جریان عبوری از هر دو شاخه یکسان می باشد.

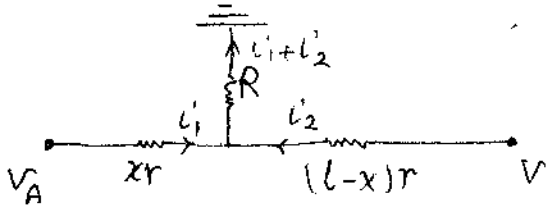


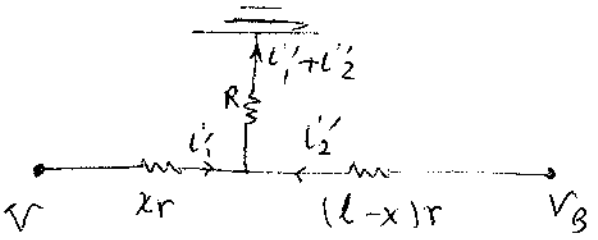
$$\rho \frac{l}{\frac{\pi}{4}(2d)^2} = \rho \frac{l}{\pi d^2} : \frac{R}{4}$$

$$\rho \frac{l}{\frac{\pi}{4} d^2} = 4\rho \frac{l}{\pi d^2} : R$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲- گزینه الف درست است.





$V_A = xri_1 + R(i_1+i_2)$

$V = (l-x)ri_2 + R(i_1+i_2)$

$V_B = (l-x)ri'_2 + R(i'_1+i'_2)$

$V = xri'_1 + R(i'_1+i'_2)$

حل دقیق این سوال مستلزم حل 4 معادله بالا و یافتن چهار مجهول i_1، i_2، i'_1، i'_2 است.

که بسیار طولانی و از حوصله بنده خارج است!

می‌توان از بررسی حالتهای خاص استفاده کرد:

حالت خاص اول: اگر $V_A = V_B$ $\longleftarrow$ $x = \frac{L}{2}$ $\Leftarrow$ $\frac{x}{L} = \frac{1}{2}$, $\frac{L}{x} = 2$

پس فقط گزینه های الف و ج می‌تواند درست باشند.

حالت خاص دوم: $x \to 0$ $\longleftarrow$ $V_A = V$ (چون از کابل هیچ جریانی عبور نمی‌کند و همه جریان عبور می‌کند)

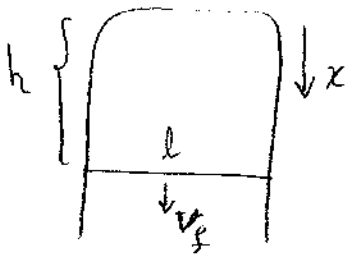
حالت خاص سوم: $x = L$ $\longleftarrow$ $V_B = V$

بنابراین گزینه الف درست است!

$$\frac{L}{x} = 1 + \frac{V_B - V}{V_A - V}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳- گزینه ۷ درست است.



$$\phi = Blx \longrightarrow \frac{d\phi}{dt} = \mathcal{E} = Blv$$

$$\mathcal{E} = RI \longrightarrow I = \frac{Blv}{R}$$

$$F = IlB \longrightarrow F = \frac{B^2l^2v}{R}$$

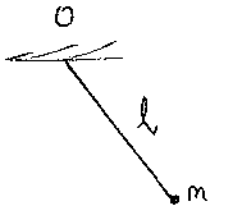
$$F = mg \longrightarrow v_f = \frac{mgR}{B^2l^2}$$

از پایستگی انرژی:

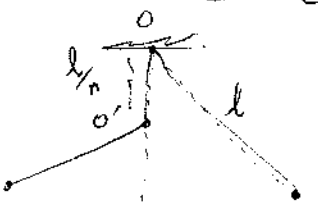
$$E_1 = 0 \quad , \quad E_2 = -mgh + \frac{1}{2}mv_f^2 = -mgh + \frac{m^3g^2R^2}{2B^4l^4}$$

$$E_2 - E_1 = -W_f \longrightarrow W_f = mgh - \frac{m^3g^2R^2}{2B^4l^4}$$

۴- گزینه ب درست است.



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

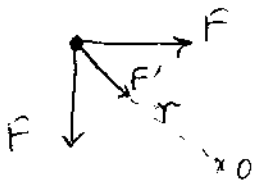


$$T' = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} + \pi\sqrt{\frac{l - l/n}{g}} = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \sqrt{1 - \frac{1}{n}}\right]$$

$$\longrightarrow \frac{T'}{T} = \frac{1}{2}\left[1 + \sqrt{\frac{n-1}{n}}\right] = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{n-1}{4n}}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵- گزینه ب درست است.



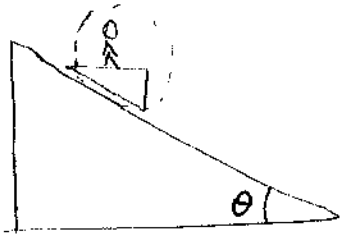
$$r = a\frac{\sqrt{2}}{2} \quad , \quad F = G\frac{m^2}{a^2} \quad , F' = \frac{Gm^2}{2a^2}$$

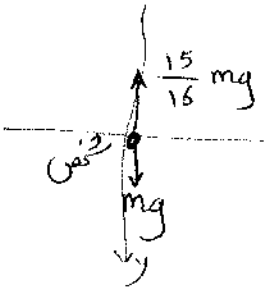
$$F' + F\sqrt{2} = mr\omega^2$$

$$\Rightarrow \frac{Gm^2}{a^2}\left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right) = ma\frac{\sqrt{2}}{2}\omega^2$$

$$\longrightarrow \omega = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 2\right)}$$

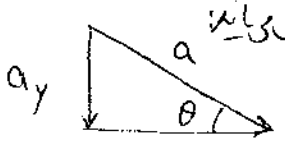
۶- گزینه ب درست است.



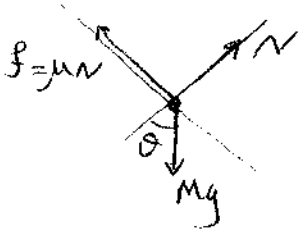


$$\longrightarrow a_{y_{\text{نخ}}} = \frac{1}{16}g$$

در راستای عمود بر شخص نیروی وزنه و نیروی عمودی از طرف سکو وارد می‌شود بنابراین شتاب نخ در راستای عمود $\frac{1}{16}g$ است. اگر نخ و سکو را یک جسم فرض کنیم (با توجه به اینکه نخ از سکو جدا نمی‌شود)، شتاب مولفه‌ی سطح شیبدار این جسم مطابق شکل بدست می‌آید:



$$a_y = a\sin\theta \rightarrow a = \frac{a_y}{\sin\theta} = \frac{1/16\,g}{\frac{1}{2}} = \frac{g}{8}$$



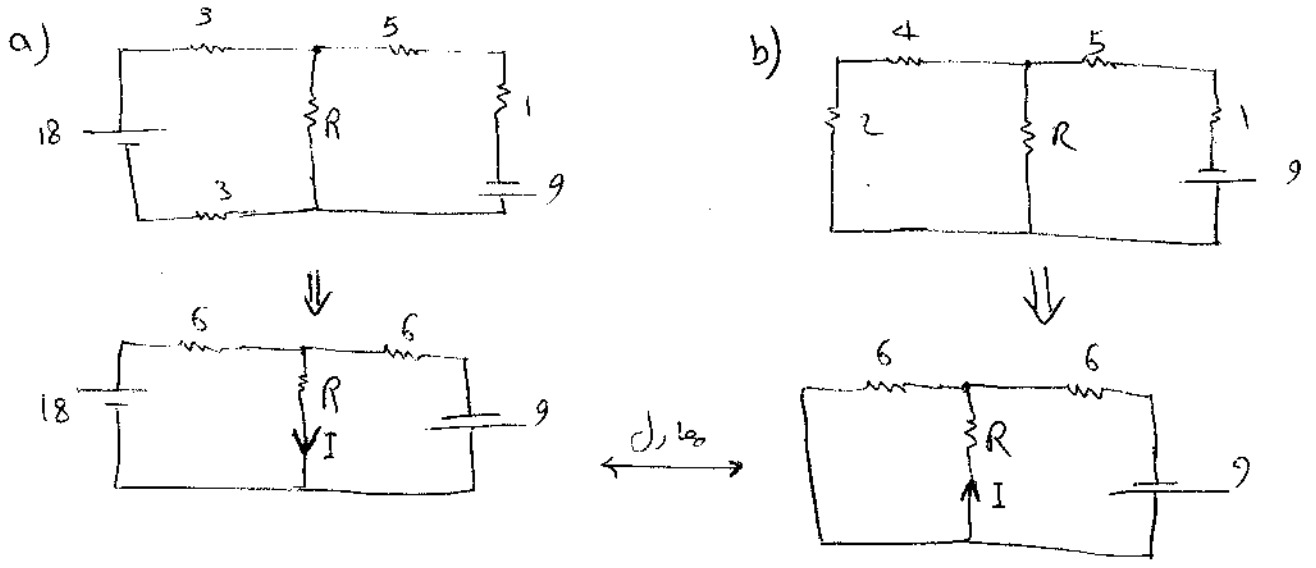
$$\left.\begin{aligned} Mg\sin\theta - \mu N &= Ma \\ N &= Mg\cos\theta \end{aligned}\right\} a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

$$\longrightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{2} - \mu\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

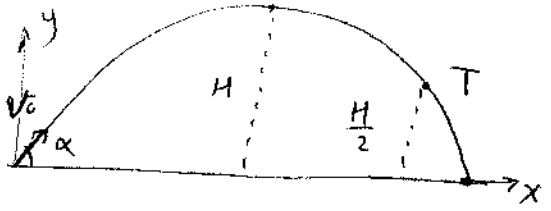
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷- گزینه ج درست است.

با کمی دقت در شکل مدارها، مشخص است که دو مدار یکسان هستند:



۸- گزینه د درست است.



$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

$$v_y = v_0 \sin\alpha - gt$$

$$v_y^2 - v_0^2 \sin^2\alpha = -2gy$$

$$\Rightarrow v_y^2 = + v_0^2 \sin^2\alpha - 2g\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{4g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2} \rightarrow v_y = -\frac{v_0 \sin\alpha}{\sqrt{2}}$$

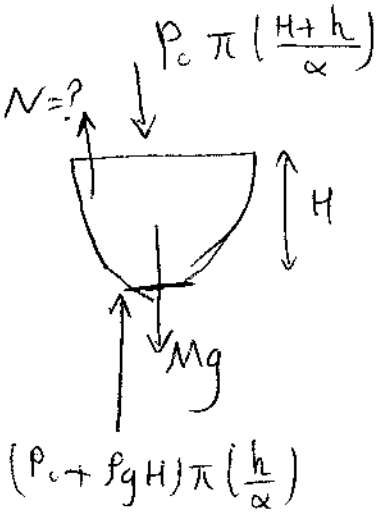
$$\rightarrow -\frac{v_0 \sin\alpha}{\sqrt{2}} = v_0 \sin\alpha - gT \Rightarrow v_0 \sin\alpha \cdot \left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = gT$$

$$\rightarrow v_0 = \frac{gT}{\sin\alpha}\cdot\frac{2}{2+\sqrt{2}} = \frac{gT}{\sin\alpha}\cdot\frac{\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}} = \frac{gT}{\sin\alpha}\cdot\frac{\sqrt{2}(\sqrt{2}-1)}{2-1}$$

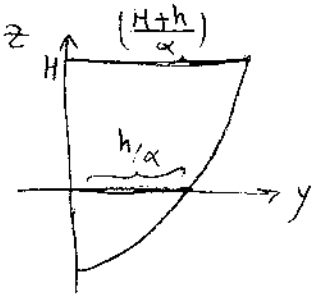
$$\rightarrow v_0 = \frac{gT}{\sin\alpha}\cdot(2-\sqrt{2})$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹- گزینه ج درست است.

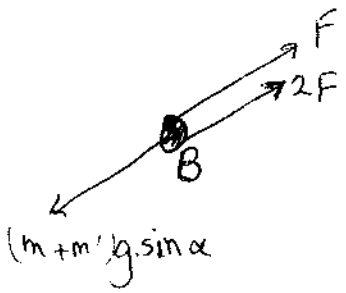


نیروهای وارد بر مایع را رسم می‌کنیم.



$$\frac{\pi(H+h)}{\alpha}P_0 + Mg = N + (P_0+\rho gH)\frac{\pi h}{\alpha} \Rightarrow N = Mg - \frac{\pi h H\rho g - P_0\pi H}{\alpha}$$

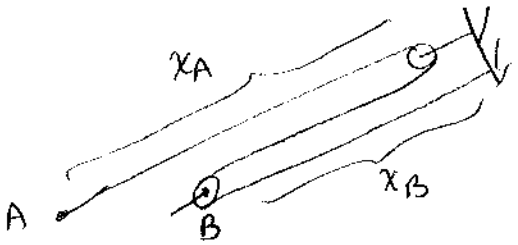
۱۰- گزینه د درست است.



نیروهای وارد شده به مجموعه شخص و جعبه:

شتاب حرکت جعبه و شخص: $\longrightarrow a = \frac{3F}{m+m'} - g\sin\alpha$

ولی سرطناب که در دست شخص است شتاب دیگری دارد!



طول طناب $= L = x_A + 2x_B$

$$\longrightarrow 0 = \frac{d^2x_A}{dt^2} + 2\frac{d^2x_B}{dt^2} \xrightarrow[\text{اندازه}]{} a_A = 2a$$

شتاب نسبی شخص نسبت به سر آزاد طناب: $a_A + 2a_B = 3a$

$$\longrightarrow S = \frac{1}{2}(3a)t^2 \longrightarrow S = \frac{3}{2}\left[\frac{3F}{m+m'} - g\sin\alpha\right]t^2$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱- گزینه ج درست است.

V : حجم مجسمه اولیه ، A : سطح مجسمه اولیه :

v : حجم هر مجسمه کوچک ، a : سطح هر مجسمه کوچک :

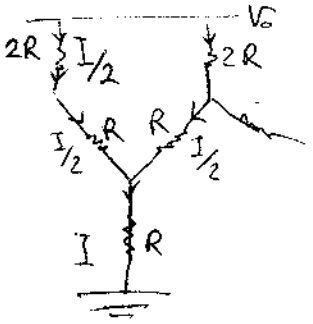
$1000v = V \Rightarrow \frac{v}{V} = \frac{1}{1000} \xrightarrow{\text{تشابه}} \frac{a}{A} = \left(\frac{1}{1000}\right)^{2/3} = \frac{1}{100} \Rightarrow a = \frac{A}{100}$

$A \longrightarrow 100$ قوطی

$1000a \longrightarrow 1000 \times \frac{A}{100} = 10A \longrightarrow$ 1000 قوطی

۱۲- گزینه د درست است.

با توجه به تقارن مدار، بی نهایت بودن آن، از مقاومت هایی که انتهای مرز دارند، جریانی عبور نمی کند! پس:



$V_0 = 2R\frac{I}{2} + R\frac{I}{2} + RI = \frac{5RI}{2} \rightarrow I = \frac{2V_0}{5R}$

۱۳- گزینه ج درست است.

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\cdot\frac{\Delta V}{\Delta x} = v\cdot\frac{\Delta v}{\Delta x}$

یا

$a = \frac{dV}{dt} = \frac{dx}{dt}\cdot\frac{dv}{dx} = v\frac{dv}{dx} = v \Big/ \left(\frac{dx}{dv}\right)$: شیب نمودار مکان سرعت $\frac{dx}{dv}$

بنابراین در نقطه $\begin{cases} x=3 \\ v=6 \end{cases}$ خط مماس بر نمودار را رسم کرده و مقدار سرعت را بر شیب خط مماس تقسیم می کنیم.

$\left|\frac{dx}{dv}\right| \simeq \frac{4}{6} \rightarrow a = \frac{6}{4/6} = 9 \Rightarrow a \simeq 8\ m/s^2$

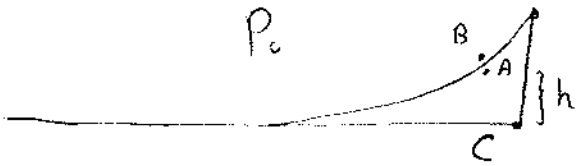
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴ـ گزینه ب درست است.

چون جسم از حالت سکون شروع کرده و در نهایت نیز به سکون می‌رسد پس براساس رابطه تغییر تکانه و نیرو (مساحت زیر نمودار نیرو-زمان برابر است با تغییر تکانه)، تغییر تکانه کل سیستم باید صفر باشد ← همه گزینه‌ها جز ب حذف می‌شوند.

هنگام شتاب تندشونده مقدار نیروی سطح افزایش و هنگام شتاب کندشونده نیروی سطح کاهش می‌یابد.

۱۵ـ گزینهٔ ج درست است.



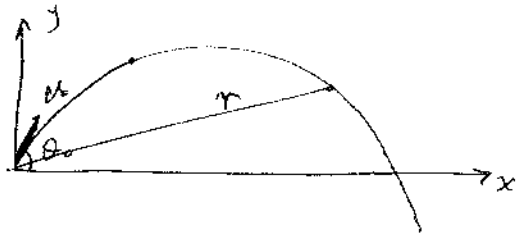
$$P_B = P_0$$

$$P_C = P_A + \rho g h = P_c$$

$$\Rightarrow P_A + \rho g h = P_B \Rightarrow \underline{P_A - P_B = -\rho g h}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷ـ گزینه ج درست است.



$$x = v_0\cos\theta_0 t \quad , \quad y = v_0\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$\rightarrow r^2 = v_0^2t^2 - gv_0\sin\theta_0 t^3 + \frac{1}{4}g^2t^4$$

برای تعیین رفتار تابع بالا، مشتق آن را بررسی می‌کنیم:

$$\frac{d(r^2)}{dt} = 2v_0^2t - 3gv_0\sin\theta_0 t^2 + g^2t^3 = t\left(2v_0^2 - 3gv_0\sin\theta_0 t + g^2t^2\right)$$

برای $t>0$، عبارت فوق می‌تواند مثبت یا صفر یا منفی:

$$\Delta = 9g^2v_0^2\sin^2\theta_0 - 8v_0^2g^2 = v_0^2g^2\left(9\sin^2\theta_0 - 8\right)$$

به ازای $\Delta<0$، عبارت فوق (مشتق r^2 نسبت به زمان) همواره مثبت است (چرا؟!)

$$\Delta<0 \rightarrow 9\sin^2\theta_0 < 8 \rightarrow \boxed{\sin\theta_0 < \frac{2\sqrt{2}}{3}} \rightarrow \theta_0 < \theta_c$$

بنابراین تابع همواره صعودی خواهد بود (حالت a)

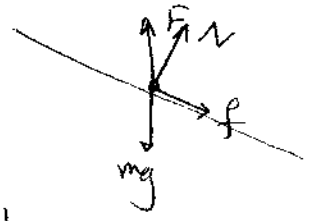
به ازای $\Delta=0$، عبارت $\frac{d(r^2)}{dt}$ فقط در یک نقطه صفر خواهد بود و در بقیهٔ نقاط مثبت است. $\leftarrow$ حالت b $\leftarrow \theta_0=\theta_c$

به ازای $\Delta>0$، عبارت $\frac{d(r^2)}{dt}$ در دو نقطه صفر می‌شود $\xleftarrow{\theta_0>\theta_c}$ حالت c

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷ - گزینه د درست است. (بانگاه دانش پژوهان طراح، گزینه ب را درست اعلام کرده است.)

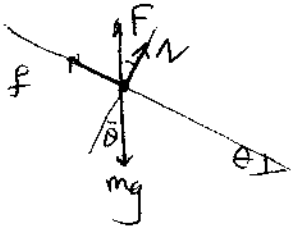
برای محاسبه‌ی حد بالا، اگر جسم در آستانه حرکت به سمت بالای سطح شیبدار باشد:



همانطور که از شکل نیروها مشخص است، این حالت امکان پذیر نیست! (چرا؟).

$F=k(l-l_0)$

پس جسم در آستانه حرکت به سمت پایین است:



$$F\cos\theta + N = mg\cos\theta \rightarrow (mg-F)\cos\theta = N$$

$$mg\sin\theta = F\sin\theta + f \rightarrow f = (mg-F)\sin\theta$$

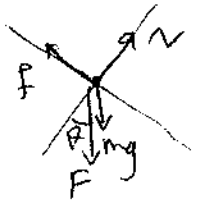
حالت حدی هنگامی است که جسم ساکن بوده و در آستانه جدایی از سطح است: $\begin{matrix} N=0 \\ f=0 \end{matrix}\}$

$$N=0 \Rightarrow mg=F \Rightarrow \frac{mg}{k} = l-l_0 \Rightarrow l = l_0 + \frac{mg}{k}$$ → گزینه د

اگر جسم در حالت کشیدگی فنر ساکن باشد، با توجه به معادلات نوشته شده:

$$f = (mg-F)\sin\theta \leq \mu(mg-F)\cos\theta \xrightarrow{mg\neq F} \tan\theta \leq \mu$$

همچنین اگر فنر فشرده باشد و جسم ساکن باشد:



$$\left.\begin{matrix} f = (mg+F)\sin\theta \leq \mu N \\ N = (mg+F)\cos\theta \end{matrix}\right\} \rightarrow \tan\theta \leq \mu$$

همانطور که مشخص است اگر $\tan\theta \leq \mu$ باشد جسم در محدوده $h_0 \leq l \leq l_0 + \frac{mg}{k}$ ساکن است. ولی هیچ لزومی به برقراری شرط $\tan\theta \leq \mu$ نیست! و متن سؤال هم در مورد صحتی نکرده است. پس گزینه د لزوماً درست است. اگر چه بانگاه دانش پژوهان گزینه ب را به عنوان پاسخ درست اعلام کرده است که صرفاً در حالت $\tan\theta \leq \mu$ درست است!

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

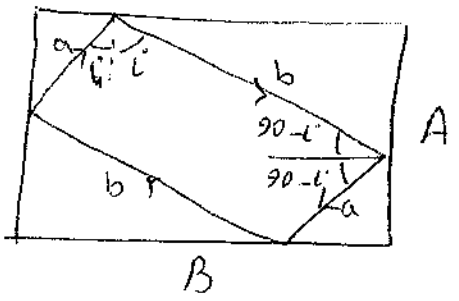
۱۸ـ گزینه ب درست است.

$$-mgh + m_1 L_1 + mc\Delta T = 0 \rightarrow \Delta T = \frac{gh}{c} - \frac{m_1 L_1}{mc}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{10\times 100}{4\times 10^3} - \frac{10^{-2}\times 2\times 10^6}{4\times 10^3} = 0.25 - 5 \simeq -5^\circ C$$

توجه کنید که سرعت جریان آب در بالا و پایین آبشار یکسان است. بنابراین انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند.

۱۹ـ گزینه ج درست است.



$$2i = 90 \rightarrow i = 45^\circ$$

$$\Rightarrow 90 - i = 45^\circ$$

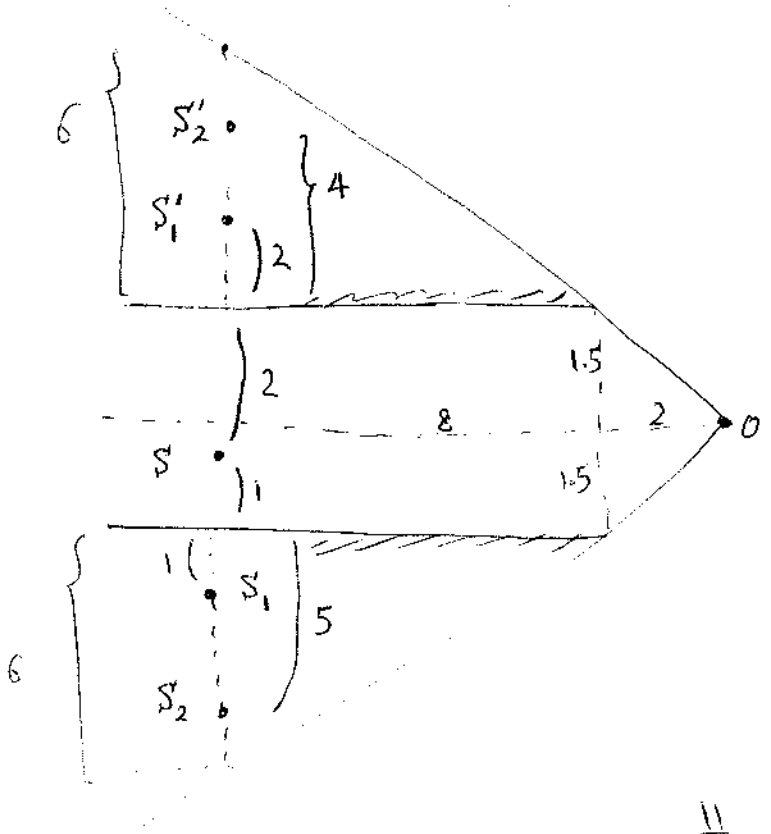
$$A = a\sin 45^\circ + b\sin 45 = (a+b)\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$B = a\cos 45^\circ + b\cos 45^\circ = (a+b)\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{A}{B} = 1$$

۲۰ـ گزینه ج درست است.

با رسم خطوط میدان دید و رسم تقاطع پرتوها، تعداد ۴ تصویر قابل مشاهده است.

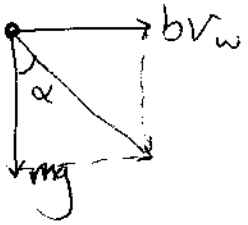


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۱ـ گزینه ج درست است.

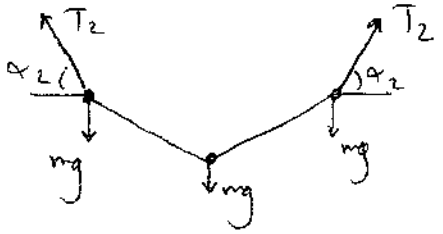
در حالت حدی، سرعت افقی قطرات باران با سرعت باد یکسان می‌شود. بنابراین از دید ناظر ساکن نسبت به هوا نیروی افقی (مقاومت هوا) به قطرات وارد نمی‌شود.

ولی از دید ناظر زمینی:



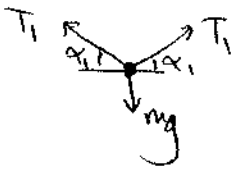
$$\tan\alpha = \frac{bv_w}{mg}$$

۲۲ـ گزینهٔ ج درست است.

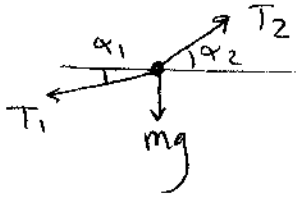


$$2T_2\sin\alpha_2 = 3mg$$

$$\longrightarrow T_2 = \frac{3mg}{2\sin\alpha_2}$$



$$2T_1\sin\alpha_1 = mg \longrightarrow T_1 = \frac{mg}{2\sin\alpha_1}$$



$$T_2\cos\alpha_2 = T_1\cos\alpha_1$$

$$\Rightarrow \frac{3mg}{2\sin\alpha_2}\cdot\cos\alpha_2 = \frac{mg}{2\sin\alpha_1}\cdot\cos\alpha_1$$

$$\Rightarrow \frac{\tan\alpha_1}{\tan\alpha_2} = \frac{1}{3}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۳ـ گزینه ج درست است.

فرآیند فشار ثابت است. $(P_1=P_2)$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \longrightarrow \frac{V}{T}=\frac{V_2}{T'} \quad , \quad P_1V=nRT \quad , \quad V_2=V+V'$$

$$\Delta U=Q-W \quad , \quad Q=0 \quad ,$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}nR(T'-T)=-P_1(V'-V)=\frac{nRT}{V}(V-V')$$

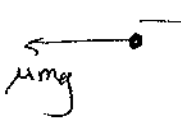
$$\Rightarrow 3V(T'-T)=2T(V-V') \longrightarrow 3VT'+2V'T=5VT \quad (I)$$

$$\frac{V}{T}=\frac{V+V'}{T'} \longrightarrow VT'-V'T=VT \quad (II)$$

$$(I),(II) \Rightarrow \boxed{\frac{T'}{T}=\frac{7}{5}}$$

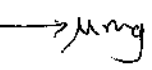
۲۴ـ گزینه الف درست است.

به جسم بالایی نیروی اصطکاک μmg خلاف جهت حرکت وارد می‌شود:



$$-\mu mg=ma \longrightarrow a=-\mu g$$

به جسم پایینی نیروی اصطکاک μmg در جهت حرکت وارد می‌شود:



$$\mu mgt=ma' \longrightarrow a'=\mu g$$

نیروی اصطکاک تا زمانی وارد می‌شود که سرعت دو جسم یکسان شود:

$$v_0-\mu gt=\mu gt \rightarrow t=\frac{v_0}{2\mu g}$$

$$\longrightarrow v_1=v_2=\frac{v_0}{2}$$

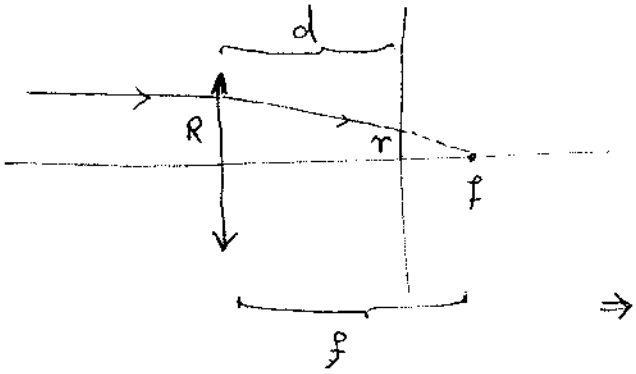
کار نیروی اصطکاک از قضیه کار و انرژی بدست می‌آید.

$$K_2-K_1=W_f$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2=\frac{-3}{8}mv_0^2$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵ـ گزینه ج درست است.



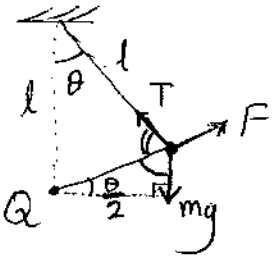
توان ورودی = توان خروجی

مساحت شدت روشنایی = توان

$$\Rightarrow I_0 \pi R^2 = I \pi r^2 \Rightarrow I = I_0 \left(\frac{R}{r}\right)^2$$

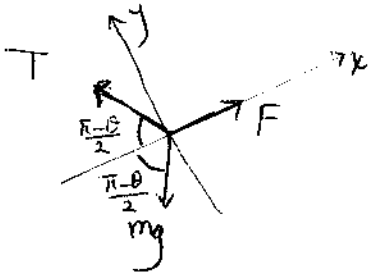
$$\text{شکل} \Rightarrow \frac{R}{r} = \frac{f}{f-d} \Rightarrow I = I_0 \left(\frac{f}{f-d}\right)^2$$

۲۶ـ گزینه الف درست است.



محور مختصات را طوری انتخاب می‌کنیم که یکی از محورها در راستای خط واصل دو بار الکتریکی باشد.

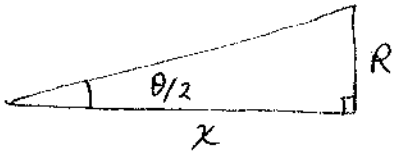
با توجه به هندسه شکل، زاویه نیروی وزن mg با نیروی کشش نخ T با راستای محور x یکسان و برابر $\frac{\pi-\theta}{2}$ است.



برآیند نیروها در راستای محور y باید صفر باشد:

$$T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2}\right) = mg \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2}\right) \Rightarrow T = mg$$

۲۷ـ گزینه الف درست است.



$$\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{R}{x} \quad , \quad x = l - vt$$

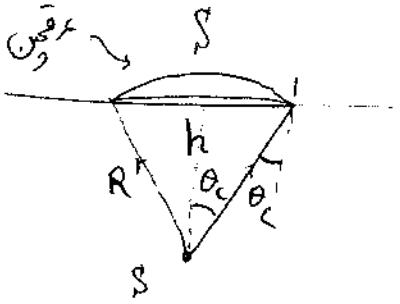
نسبت به زمان مشتق می‌گیریم:

$$\frac{\dot{\theta}}{2}\left(1 + \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\right) = R(-1)(\dot{x})(x^{-2}) \longrightarrow \dot{\theta} = \frac{2Rv}{R^2 + x^2}$$

با کاهش مقدار x، مقدار $\dot{\theta}$ (شیب نمودار) همواره در حال افزایش است و در $x = 0$ مقدار $\dot{\theta}_{|x=0} = \frac{2v}{R}$ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۸ـ گزینه الف درست است.



$$h = R\cos\theta_c \rightarrow R = \frac{h}{\cos\theta_c} \quad , \quad n = 1.25 = \frac{5}{4}$$

$$S = 4\pi R^2 \sin^2\left(\frac{\theta_c}{2}\right) = 2\pi R^2 (1-\cos\theta_c)$$

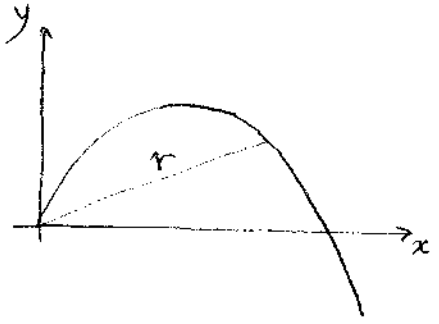
$$\eta = \frac{S}{4\pi R^2} = \frac{2\pi R^2(1-\cos\theta_c)}{4\pi R^2} = \frac{1-\cos\theta_c}{2}$$

$$\sin\theta_c = \frac{1}{n} \rightarrow \cos\theta_c = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n}$$

$$\Big\} \eta = \frac{1}{2}\left(1-\sqrt{1-\frac{1}{n^2}}\right)$$

$$\eta = \frac{1}{2}\left[1-\sqrt{1-\frac{16}{25}}\right] = \frac{1}{2}\left[1-\frac{3}{5}\right] = \frac{1}{5} \rightarrow \underline{\eta = 20\%}$$

۲۹ـ گزینه الف درست است.



$$x = v_0\cos\theta t \quad , \quad y = v_0\sin\theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

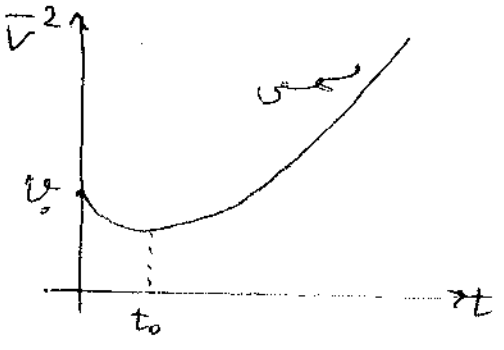
$$r^2 = x^2 + y^2 \quad , \quad \bar{v} = \frac{r}{t}$$

$$r^2 = v_0^2 t^2 - v_0 g\sin\theta t^3 + \frac{1}{4}g^2t^4$$

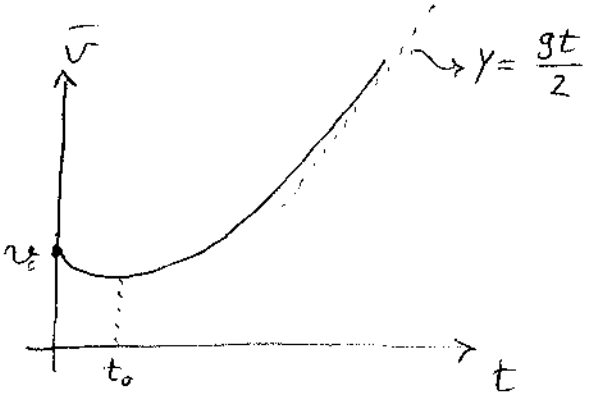
$$\rightarrow \bar{v}^2 = v_0^2 - v_0 g\sin\theta t + \frac{1}{4}gt^2 \quad : \text{سهمی} \rightarrow t_0 = \frac{2v_0\sin\theta}{g} > 0$$

این سهمی رو به بالا است، نقطهٔ مینیموم آن در $t = t_0$ اتفاق می‌افتد.

$$\bar{v} = \sqrt{v_0^2 - v_0 g\sin\theta t + \frac{1}{4}g^2t^2}$$



$\Rightarrow$



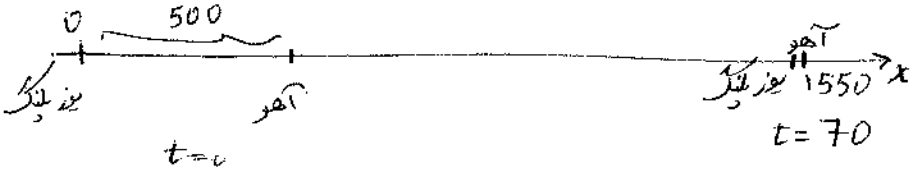
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۴ - گزینه الف درست است.

اطلاعات موجود در سوال: یوزپلنگ در زمان 10 تا 65 با سرعت ثابت $v_{\text{یوز}} = \frac{1500-100}{65-10}$

حرکت می‌کند. همچنین یوزپلنگ باید در زمان کمتر از 70 ثانیه آهو را شکار کند، در غیر اینصورت خسته می‌شود و می‌ایستد. یوزپلنگ در زمان شروع تا توقف مسافت 1550 متر را طی می‌کند.

$v_{\text{یوز}} = \frac{1400}{55} \simeq 25.45 \ m/s \simeq 91.63 \ km/hr$ ، $v_{\text{آهو}} = 60 \ km/hr = 16.67 \ m/s$



شرط فرار آهو:

$x_{\text{آهو}} = 500 + 16.67(t-10) \xrightarrow{t=70} x_{\text{آهو}} \geq 1550$

$\Rightarrow 500 + 16.67(70-\tau) \geq 1550 \longrightarrow 70-\tau \geq \frac{1550-500}{16.67}$

$\Rightarrow 70-\tau \geq 63 \Rightarrow \boxed{\tau \leq 7 \ s}$

توجه کنید که مبدأ زمان، لحظه شروع حرکت یوزپلنگ فرض شده است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

سؤالات پاسخ کوتاه

۱- پاسخ $27^\circ C$ درست است.

توان گرمایی تولیدشده براثر عبور جریان = توان گرمایی خارج شده براثر انتقال گرما:

$$RI^2 = 2KA\frac{\Delta T}{\Delta x} \quad , \quad R=\rho\frac{L}{aw} \quad , \quad A=wb \quad , \quad \Delta x=b$$

$$\Rightarrow \rho\frac{L}{wa}I^2 = 2Kwb\frac{(T-\theta_0)}{b}$$

T: دمای سطح مسی

$$\Rightarrow T-\theta_0 = \frac{\rho K b I^2}{2KKw^2a} \longrightarrow T=\theta_0+\frac{\rho b I^2}{2K w^2 a}$$

$$\longrightarrow T = 23+\frac{1.7\times10^{-8}\times2\times10^{-3}\times400}{2\times16\times10^{-2}\times10^{-4}\times10^{-4}} \Rightarrow \underline{T=27^\circ C}$$

۲- پاسخ $67^\circ C$ درست است. (پاسخ‌های 67 تا 75 مورد قبول می‌باشد)

توان گرمایی تولیدشده براثر عبور جریان + توان گرمایی جذب شده تابشی = توان گرمایی دفع شده تابشی

$$\Rightarrow RI^2 + 2A\sigma T^4 = 2A\sigma T_c^4$$

$$\Rightarrow T_c^4 = T^4+\frac{RI^2}{2A\sigma} \Rightarrow T_c = T\left[1+\frac{RI^2}{2A\sigma T^4}\right]^{1/4}$$

$$R=\rho\frac{L}{aw} \quad , \quad A=Lw+(aw+aL)\simeq L.w$$

$$\Rightarrow T_c = T\left[1+\frac{\rho\frac{K}{aw}\cdot I^2}{3K\,w\quad \sigma T^4}\right]^{1/4} \simeq T\left[1+\frac{\rho I^2}{2aw^2\sigma T^4}\right]^{1/4}$$

$$\Rightarrow T_c = 300\times\left[1+\frac{1.7\times10^{-8}\times4\times10^2}{2\times10^{-4}\times10^{-4}\times5.7\times10^{-8}\times81\times10^8}\right] \simeq 300\left(1+0.75\right)^{1/4}$$

$$\longrightarrow T_c = 300\times\left(1+\frac{1}{4}\times\frac{3}{4}-\frac{3}{32}\times\frac{9}{16}\right) \longrightarrow T_c \simeq 340.41\,K \simeq 67^\circ C$$

$0.75=\frac{3}{4}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳- پاسخ 38 GJ درست است. (پاسخ‌های بین 36 تا 39 مورد قبول است).

در 10gr سوخت نیروگاه، مقدار 0.5gr اتم $^{235}_{92}U$ وجود دارد. با توجه به معادله واکنش:

جرم اولیه : $(235.04 + 1.01)u$

جرم نهایی : $(140.91 + 91.91 + 3.03)u$

$\xrightarrow{\text{جرم لذبین رفته}} = 0.2u = 3.4\times10^{-28}$ kg

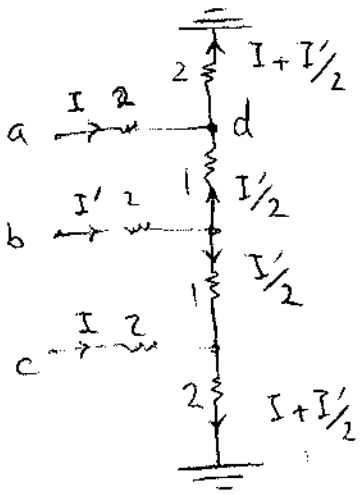
$E = mc^2 \longrightarrow$ انرژی آزادشده $= 3.4\times10^{-28} \times 9\times10^{16} = 3.06\times10^{-11}$ J/mol

این مقدار انرژی از یک مول اتم $^{235}_{92}U$ بدست می‌آید.

$$n = \frac{0.5\times10^{-3}}{235.04\times1.7\times10^{-27}} = 1.25\times10^{21} \text{ mol}$$

$$\longrightarrow E_{کل} = 3.83\times10^{10} \text{ j} = 38.3 \text{ GJ} \simeq \underline{38 \text{ GJ}}$$

۴- پاسخ 14 V درست است.



با توجه به تقارن مدار، جریان‌ها به شکل مقابل است.

$$V_a - 2I - 2\left(I + \frac{I'}{2}\right) = 0 \Rightarrow 12 = 2I + \frac{I'}{2}$$

$$V_b - 2I' - \frac{I'}{2} + 2I = V_a \Rightarrow 0 = 2I - \frac{5}{2}I'$$

$$\Rightarrow I' = 4 \text{ mA}, \quad I = 5 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow V_a - 2I = V_d \Rightarrow 24 - 2\times5 = V_d \Rightarrow V_d = 14 \text{ V}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵- پاسخ $20\ m/s$ درست است.

این سؤال ارتباطی با صوت و موج ندارد و کافی است رابطه بین سرعت و رابطه داده شده را پیدا کرد.

وقتی جسم از بیهایت به سمت شخص حرکت می‌کند: $\theta = \pi \leftarrow \cos\pi = -1$

$$\Rightarrow f = f_0\left(1+\frac{v}{c}\right) \rightarrow f = f_0\left(1+\frac{v}{c}\right) = 2870\ Hz \quad (I)$$

وقتی جسم به فاصله بی نهایت عقب و از شخص دور می‌شود. $\theta = 0 \leftarrow \cos 0 = +1$

$$\rightarrow f = f_0\left(1-\frac{v}{c}\right) \rightarrow f = f_0\left(1-\frac{v}{c}\right) = 2530\ Hz \quad (II)$$

$$\frac{(I)}{(II)} \Rightarrow \frac{2870}{2530} = \frac{1+v/c}{1-v/c} = \frac{2700+170}{2700-170} = \frac{1+\frac{170}{2700}}{1-\frac{170}{2700}}$$

$$\Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{170}{2700} = \frac{v}{320} \Rightarrow v = 20.15\ m/s \simeq 20\ m/s$$

روش دوم: $f = f_0\left(1-\frac{v}{c}\cos\theta\right) \rightarrow \frac{df}{d\theta} = f_0\frac{v}{c}\sin\theta \rightarrow \frac{d^2f}{d\theta^2} = f_0\frac{v}{c}\cos\theta$

همانطور که از مشتق دوم مشخص است در $\theta = \frac{\pi}{2}$، تقعر منفی تغییر می‌کند. بنابراین در فرکانس $f = 2700$ تقعر تغییر می‌کند $\leftarrow \theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow f = f_0 = 2700\ Hz$

$$\theta = \pi \rightarrow f = f_0\left(1+\frac{v}{c}\right) = 2870 \Rightarrow 2870 = 2700\left(1+\frac{v}{c}\right)$$

$$\rightarrow \frac{2870}{2700} = 1+\frac{170}{2700} = 1+\frac{v}{320} \Rightarrow v \simeq 20\ m/s$$

سلامت، شاد و موفق باشید

امیر کرتوی

بهمن ۱۳۹۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

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

کد (دو)

دفترچه سوالات

بیست‌و سومین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اول

۳۰ دی ماه ۱۳۸۸ (۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰)

مدت آزمون: ۴ ساعت کد دفترچه‌ي سوالات: ۲

تذکرات :

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه کنید.

۱)کد برگه‌ی سوالات شما **۲** است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما **تصحیح نخواهد شد**. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سوالات شما که دربالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.

۲)این آزمون ۳۲ سوال چند گزینه‌ای و ۷ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳)در سوال‌های چند گزینه‌ای به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سوال در پرانتزی مقابل همان سوال نوشته شده است. هر سوال چند گزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۴) مشخصات خواسته شده را **«به طور کامل»** روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در صورت کامل نبودن اطلاعات خواسته شده، یا غلط بودن آن‌ها پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد.

۵) **همراه داشتن** ماشین حساب و تلفن همراه مجاز نیست. اگر دارید در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید تا آن را تحویل بگیرد. در غیر این صورت **حتی اگر از آن‌ها استفاده نکنید** تقلب محسوب خواهد شد.

۶) برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید.

۷) نتیجه‌ی این آزمون اواخر اسفند ماه اعلام خواهد شد.

۸)پس از پایان آزمون می‌توانید دفترچه‌ی سوالات را همراه خود ببرید.

کلیه‌ی حقوق این سوالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) دو ظرف استوانه‌ای رسانای گرما در نظر بگیرید که دهانه‌ی هر کدام با یک پیستون بدون اصطکاک بسته شده، و در هر کدام مقدار یکسانی گاز کامل در شرایط مشابه قرار دارد. روی پیستون ظرف اول یک کیسه‌ی شن می‌گذاریم، به طوری که پیستون پایین می‌رود و حجم گاز به کمترین مقدار V می‌رسد. پس از مدت کوتاهی، پیش از آن که حجم تغییر کند، فشار گاز P_a و دمای آن T_a می‌شود. روی پیستون ظرف دوم آن قدر شن را دانه دانه و به آرامی می‌گذاریم تا حجم گاز در این ظرف همان V شود. در این حالت فشار گاز P_b و دمای آن T_b است. فرض کنید طی این دو فرآیند، سیستم همواره نزدیک به تعادل ترمودینامیکی بوده است. کدام گزینه درست است؟ (+۴، −۱)

الف) $P_a > P_b$ و $T_a = T_b$

ب) $P_a > P_b$ و $T_a > T_b$

ج) $P_a = P_b$ و $T_a > T_b$

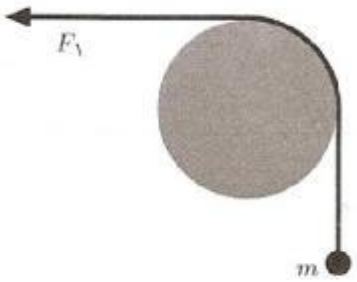
د) $P_a < P_b$ و $T_a < T_b$

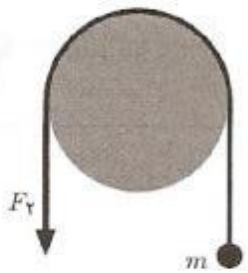
ه) $P_a = P_b$ و $T_a = T_b$

---

۲) مطابق شکل به یک سر نخی که از روی قطعه چوبی به شکل یک استوانه رد شده وزنه‌ی m آویخته و به سر دیگر نخ نیروی F_1 وارد شده است به طوری که وزنه در حال تعادل و در آستانه‌ی بالا آمدن است. نخ با چوب اصطکاک دارد به طوری که $F_1 - mg = f_1$. فرض کنید نخ را ۹۰° دیگر روی چوب می‌اندازیم، به طوری که نیروی F_2 در راستای قائم و رو به پایین قرار گیرد. در این حالت $F_2 - mg = f_2$ و جسم در آستانه‌ی بالا آمدن است. نسبت $\frac{f_2}{f_1}$ کدام است؟ (+۲، −۱)

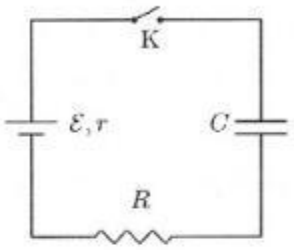
الف) ۱ ب) ۲ ج) بیش از ۲





@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) در مدار نشان داده شده در شکل خازن در ابتدا خالی است. در فاصله‌ی زمانی بسته شدن کلید تا پر شدن خازن چه مقدار انرژی در مقاومت R تلف شده است؟ ظرفیت خازن C، مقاومت داخلی مولد r، و نیروی محرکه‌ی مولد $\mathcal{E}$ است. (+۳, −۱)



الف) $\frac{C\mathcal{E}^2 R}{r+R}$

ب) $\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2$

ج) $\frac{C\mathcal{E}^2 R}{2(r+R)}$

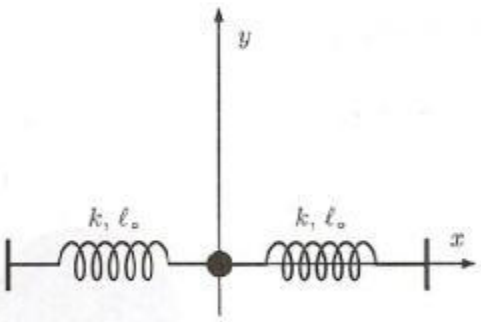
د) $\frac{C\mathcal{E}^2 R^2}{2(r+R)^2}$

---

۴) مطابق شکل، جسمی به دو فنر مشابه با ثابت k و طول آزاد ℓ_0 متصل است. طرف دوّم هر یک از فنرها به دیوارهای ثابت متصل است. فاصله‌ی دو دیواره $2\ell_0$ است. این مجموعه در صفحه‌ی افقی xy است. جسم را در امتداد محور y به اندازه‌ی a جابه‌جا می‌کنیم، طوری که a بسیار کوچکتر از ℓ_0 است ($a \ll \ell_0$). اندازه‌ی برآیند نیروی وارد بر جسم کدام است؟ (+۳, −۱)

راهنمایی: اگر $|\epsilon|$ خیلی کوچکتر از ۱ باشد، داریم

$$(1+\epsilon)^\alpha \simeq 1+\alpha\epsilon$$



الف) ka

ب) $\frac{k}{\ell_0}a^2$

ج) $\frac{k}{\ell_0^2}a^3$

د) $\frac{k}{\ell_0^3}a^4$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

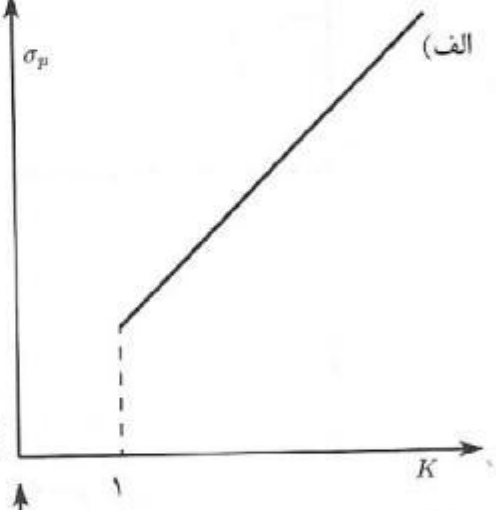
۵) جسمی از حال سکون روی یک سطح شیب‌دار به طرف پایین حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار μ است. زاویه‌ی شیب سطح θ است. $\tan 2\theta$ چه قدر باشد تا جسم فاصله‌ی افقی d را در کوتاه‌ترین زمان طی کند؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{-1}{\mu}$ ب) $\frac{-1}{2\mu}$ ج) μ د) -2μ

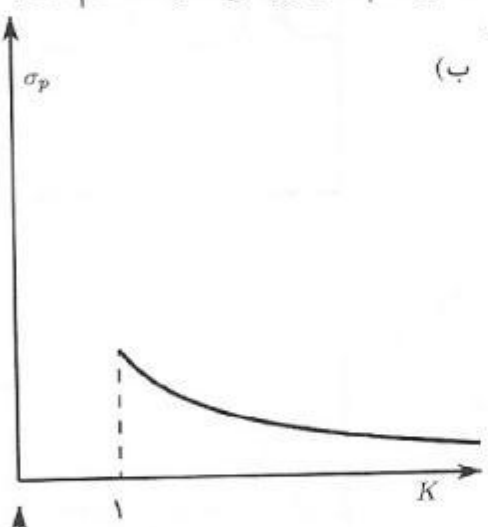
---

۶) خازن تختی را که عایق بین صفحه‌های آن هوا است، به یک باطری وصل کرده و سپس جدا می‌کنیم. روی صفحه‌های خازن بارهای $q+$ و $q-$ قرار می‌گیرد. در این حال یک تیغه‌ی عایق با ثابت دی‌الکتریک K بین دو صفحه قرار می‌دهیم، طوری که همه‌ی فضای خالی بین دو صفحه را پر می‌کند و بارهای صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند. تیغه‌ی عایق در میدان الکتریکی بین دو صفحه قطبیده (پلاریزه) می‌شود. می‌توان قطبیده شدن تیغه‌ی عایق را به این شکل مدل‌سازی کرد که گویا دو بار q_p+ و q_p- روی دو طرف تیغه‌ی عایق، کنار صفحه‌های خازن ایجاد شده است (بار q_p+ کنار صفحه‌ی منفی خازن، و بار q_p- کنار صفحه‌ی مثبت خازن). چگالی سطحی بار فرضی q_p+ روی سطح تیغه‌ی عایق را با σ_p نشان می‌دهیم. نمودار σ_p بر حسب K کدام است؟ (+۳, −۱)

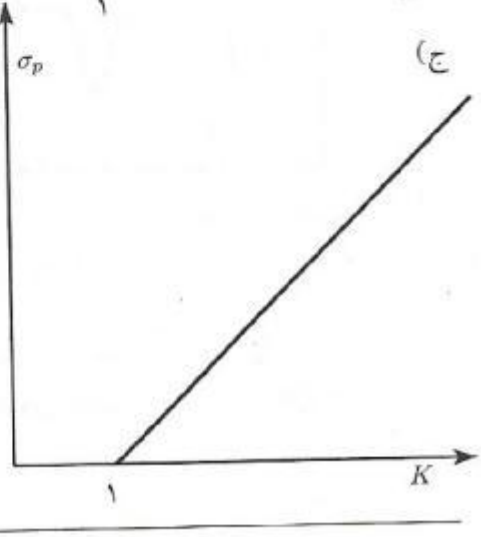
الف)



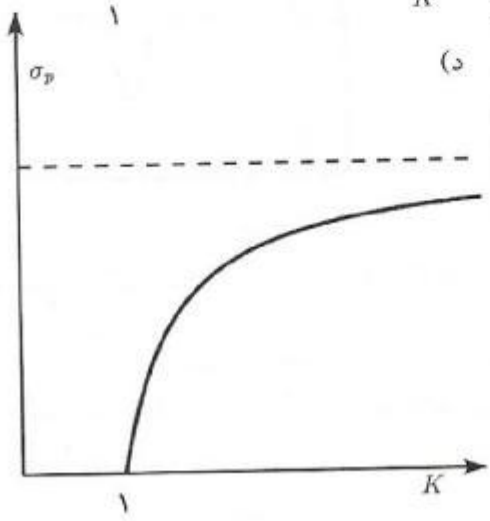
ب)



ج)

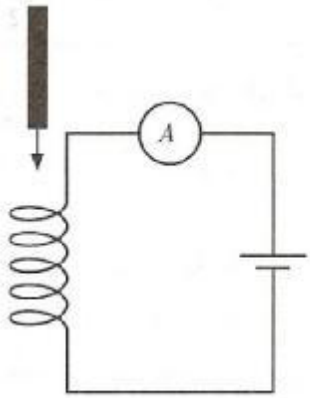


د)



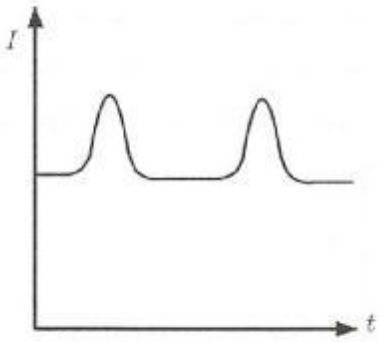
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷)

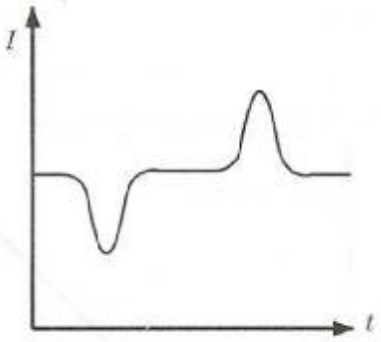


یک میله‌ی آهنی با سرعت ثابت از وسط یک سیم‌پیچ متصل به باطری عبور می‌کند. آمپرمتر جریان I را نشان می‌دهد. نمودار $I(t)$ (جریان بر حسب زمان) کدام است؟

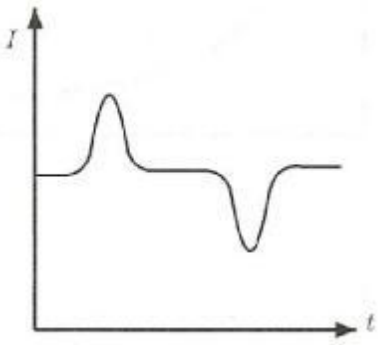
الف)



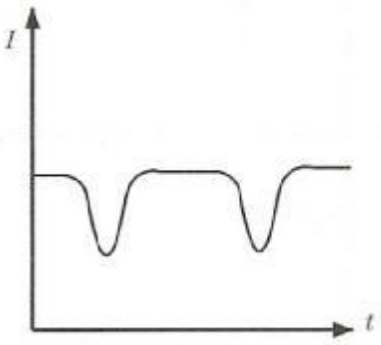
ب)



ج)



د)



(+۳,−۱)

---

۸) یک انسان بالغ در یک شبانه‌روز تقریباً به چه قدر اکسیژن نیاز دارد؟ (+۲,−۱)

الف) ۱۰ g ب) ۱ kg ج) ۱۰۰ kg

---

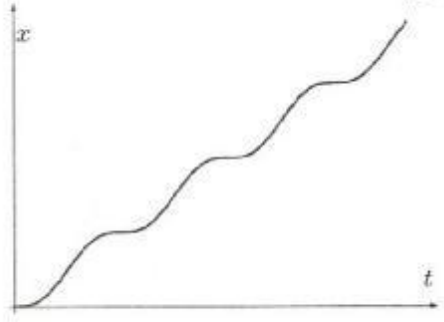
۹) فاصله‌ی یک جسم از یک عدسی واگرا N برابر فاصله‌ی کانونی عدسی است. نسبت طول جسم به طول تصویر کدام گزینه است؟ (+۳,−۱)

الف) $N-1$ ب) N ج) $N+1$ د) $\frac{N+1}{2}$

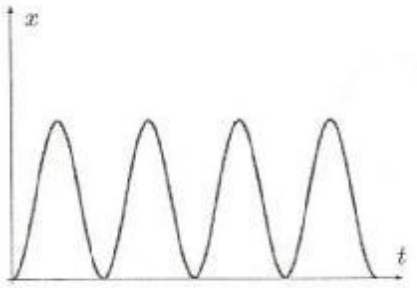
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۰) ذره‌ای در لحظه‌ی $t = 0$ از نقطه‌ی $x = 0$ و با سرعت $v = 0$ در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند و شتاب آن $a = A\sin(\omega t)$ است، که در آن A و ω دو ثابت مثبت اند. منحنی مکان ـ زمان متحرک کدام یک از شکل‌های زیر است؟ (+۳, −۱)

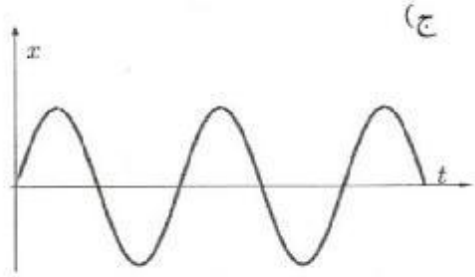
الف)



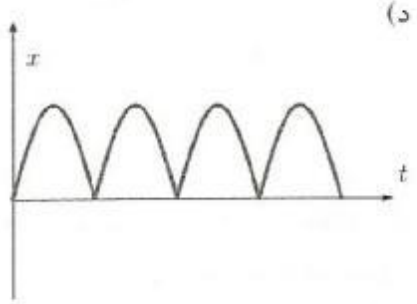
ب)



ج)

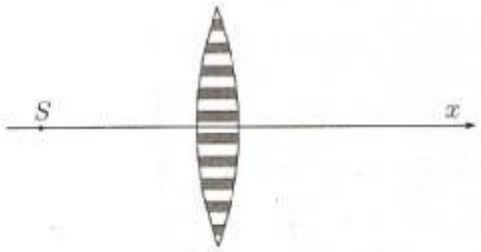


د)



---

۱۱) مطابق شکل یک عدسی از دو نوع شیشه با ضریب شکست مختلف ساخته شده است. لایه‌هایی که در شکل خاکستری اند از یک نوع شیشه، و لایه‌هایی که در شکل سفید اند از نوع دیگر اند. منبع نقطه‌ای تکرنگ S روی محور نوری این عدسی و در سمت چپ آن است. از شکست نور در مرز بین دو نوع شیشه صرف نظر کنید. پرده‌ای عمود بر محور نوری این عدسی در سمت راست عدسی است. این پرده از نزدیک عدسی در جهت محور x حرکت می‌کند. (+۳, −۱)



الف) طی حرکت پرده فقط یک مکان وجود دارد که روی پرده یک نقطه‌ی روشن دیده می‌شود.

ب) طی حرکت پرده فقط یک مکان وجود دارد که روی پرده یک لکه‌ی روشن دیده می‌شود.

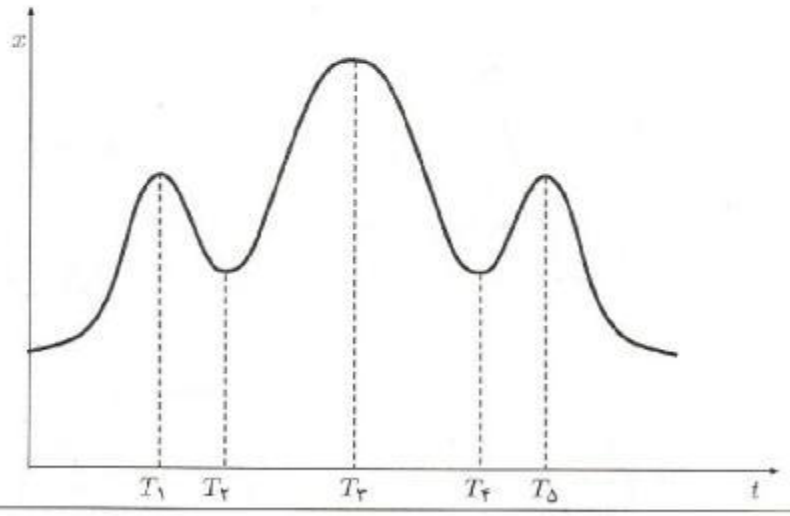
ج) طی حرکت پرده دو مکان وجود دارد که روی پرده فقط یک نقطه‌ی روشن دیده می‌شود.

د) طی حرکت پرده دو مکان وجود دارد که روی پرده لکه‌ی روشنی داریم که در این دو جا شدت روشنایی در مرکز لکه بیشینه است.

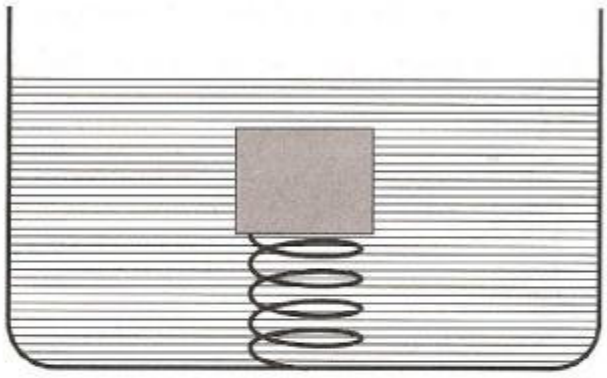
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۲) سرعت متوسط متحرکی بین زمان $t = ۰$ و $t = T$ را با $\bar{v}(۰, T)$ نمایش می‌دهیم. منحنی مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راستی حرکت می‌کند به صورت زیر است. اندازه‌ی $\bar{v}(۰, T)$ به ازای $T = T_۰$ بیشترین مقدار است. $T_۰$ در نزدیکی کدام زمان است؟ (+۴, −۱)

الف) $T_۱$ ب) $T_۲$ و $T_۴$ ج) $T_۱$ و $T_۵$ د) $T_۲$ ه) $T_۵$



۱۳) درون ظرفی مقداری آب ریخته‌ایم. چگالی آب $\rho_۰$ است. جسمی به جرم M و چگالی $\rho_۱$ $(\rho_۱ < \rho_۰)$ به وسیله فنری که به کف ظرف متصل شده، نگه داشته شده است. فنر کشیده می‌شود ولی جسم از آب بیرون نمی‌آید. نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند $W_۱$ است. اگر به جای جسم قبلی جسم دیگری با همان جرم ولی چگالی بیشتر $\rho_۲$ $(\rho_۲ > \rho_۰)$ را به فنر ببندیم، فنر فشرده می‌شود ولی نه آن قدر که به کف ظرف بچسبد. در این حالت نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند $W_۲$ است. کدام گزینه درست است؟ در دو حالت مقدار آب یکسان است. (+۲, −۱)



الف) $W_۲ > W_۱$

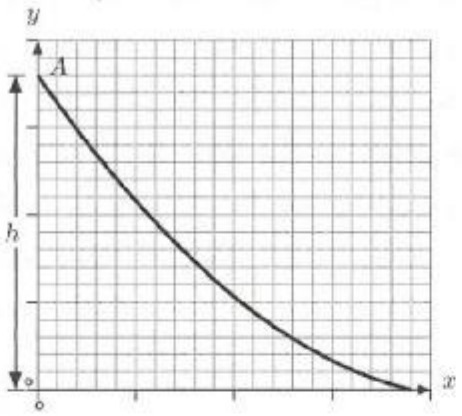
ب) $W_۲ = W_۱$

ج) $W_۲ < W_۱$

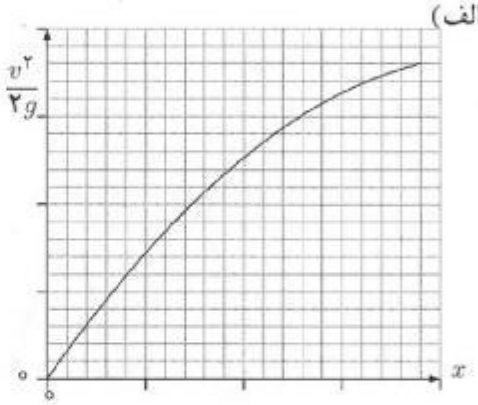
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) (+۳, −۱)

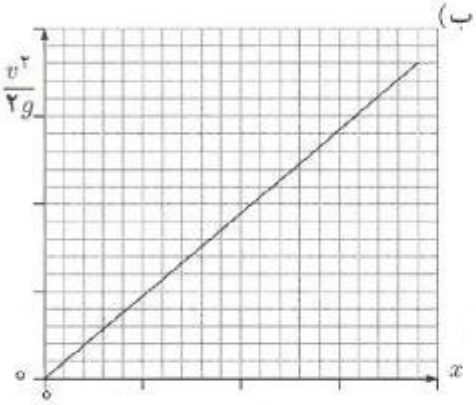
شکل روبرو میله‌ی باریکی را نشان می‌دهد. شتاب گرانش در امتداد $y-$ است. مهره‌ی تسبیحی روی میله از نقطه‌ی $A = (\circ, h)$، با سرعت اولیه‌ی صفر رها می‌شود. اصطکاک ناچیز است. نمودار تغییرات $\frac{v^۲}{۲g}$ بر حسب x کدام یک از شکل‌های زیر است؟ (v سرعت لحظه‌ای ذره است.)



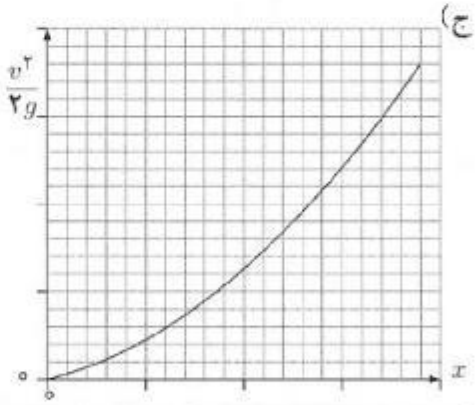
الف)



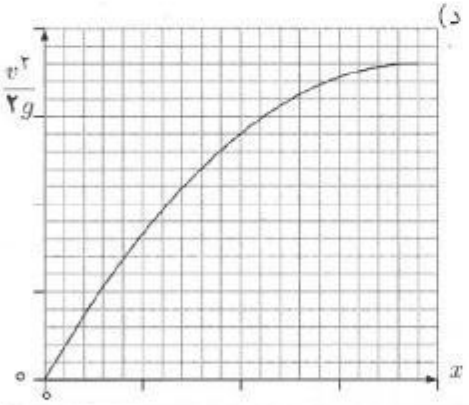
ب)



ج)



د)



---

۱۵) برای یک تخم‌مرغ معمولی متوسط، جرم تخم‌مرغ را با M و جرم پوسته‌ی آن را با m نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ راهنمایی: چگالی پوسته را تقریباً ۳ برابر چگالی آب بگیرید. تخم‌مرغ را به شکل کره، و ضخامت پوسته را ۰٫۳ mm بگیرید. (+۳, −۱)

الف) $M \simeq ۶۰\,\mathrm{g}$ و $m \simeq ۲۰\,\mathrm{g}$

ب) $M \simeq ۶۰\,\mathrm{g}$ و $m \simeq ۶\,\mathrm{g}$

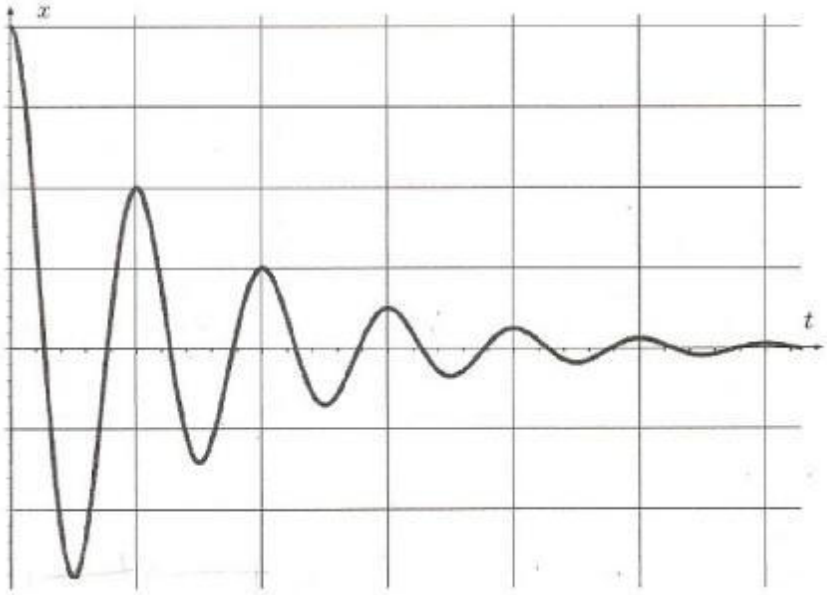
ج) $M \simeq ۲۰۰\,\mathrm{g}$ و $m \simeq ۶\,\mathrm{g}$

د) $M \simeq ۲۰۰\,\mathrm{g}$ و $m \simeq ۲۰\,\mathrm{g}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۶) جسمی به جرم m را به فنری به ثابت K وصل کرده‌ایم و از حالت تعادل ($x = ۰$) خارج و سپس رها می‌کنیم. جسم شروع به نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که جسم در مکان x است و سرعت آن v است، انرژی آن $\frac{۱}{۲}mv^۲ + \frac{۱}{۲}Kx^۲$ است. منحنی مکان ـ زمان جسم را در شکل می‌بینید. به علت وجود اصطکاک این حرکت میرا است و دامنه‌ی حرکت با گذشت زمان کوچک می‌شود. در یک سیکل جسم از بیشینه فاصله از نقطه‌ی تعادل شروع می‌کند و پس ازدو بار گذشتن از حالت تعادل به دورترین نقطه‌ی ممکن از آن می‌رود. در هر نوسان بخشی از انرژی تلف می‌شود. نسبت انرژی تلف‌شده در سیکل دوم به انرژی تلف‌شده در سیکل اول چه قدر است؟ (+۳, −۱)

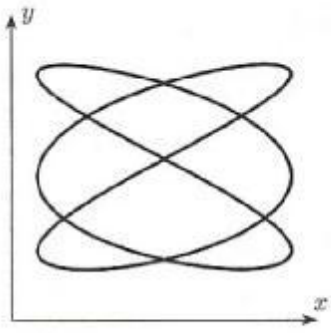
الف) ۱ ب) $\frac{۱}{۲}$ ج) $\frac{۳}{۴}$ د) $\frac{۱}{۴}$



۱۷) ذره‌ای در صفحه‌ی xy بر روی مسیری که در شکل نشان داده شده حرکت می‌کند. معادله‌ی حرکت این ذره به شکل زیر است.

$$x = A_۱ + B_۱ \cos(۲\pi f_۱ t + \alpha_۱), \qquad y = A_۲ + B_۲ \cos(۲\pi f_۲ t + \alpha_۲)$$

به بیان دیگر، تصویر این ذره روی هر یک از محورهای x و y مثل یک نوسانگر ساده با بسامدهای $f_۱$ و $f_۲$ است. نسبت $\frac{f_۱}{f_۲}$ چیست؟ (+۳, −۱)



الف) $\frac{۱}{۲}$

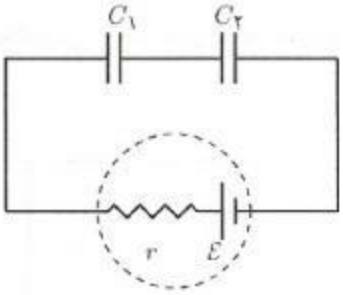
ب) $\frac{۲}{۳}$

ج) $\frac{۳}{۲}$

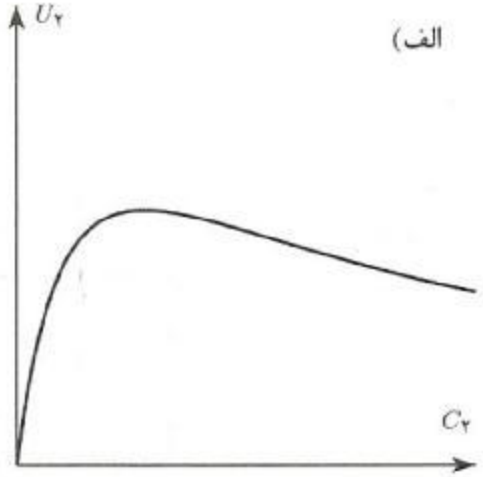
د) $\frac{۲}{۱}$

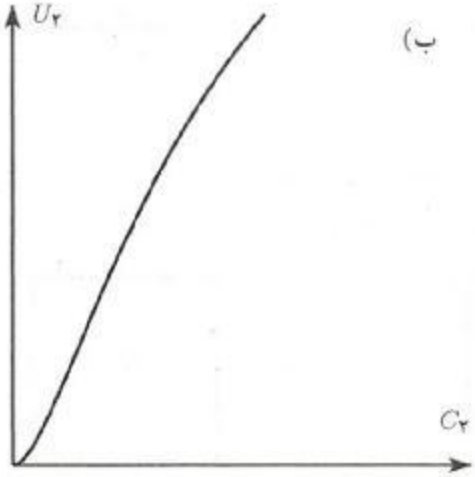
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

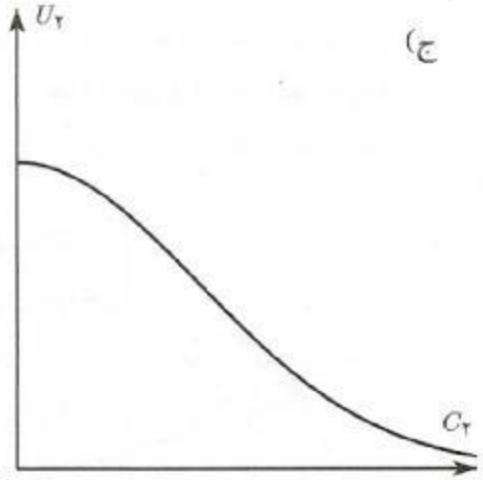
۱۸) (+۳, −۱)

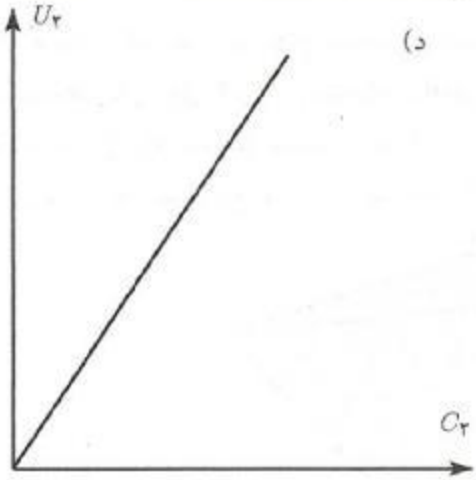


در مدار نشان داده شده در شکل $\mathcal{E}$، r، و C_1 مقادیر ثابتی هستند. با تغییر C_2 انرژی ذخیره شده در خازن ۲، که آن را با U_2 نشان می‌دهیم، تغییر می‌کند. نمودار U_2 بر حسب C_2 کدام است؟

الف)


ب)


ج)


د)


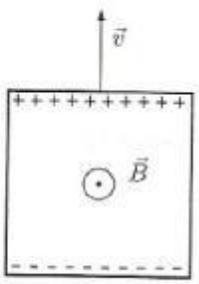
۱۹) $60\ cm^2$ آب را روی کف زمین اتاقی به ابعاد $5\ m \times 4\ m \times 3\ m$ می‌ریزیم. پس از مدتی همه‌ی آب تبخیر می‌شود. فاصله‌ی متوسط بین دو ملکول مجاور آب پس از گذشتن زمان طولانی از تبخیر تقریباً چند برابر می‌شود؟ (+۳, −۱)

الف) ۱۰ برابر ب) ۱۰۰ برابر ج) ۱۰۰۰ برابر د) ۱۰۰۰۰ برابر

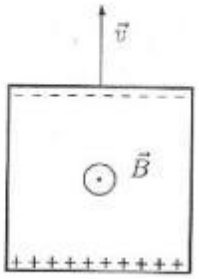
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۰) یک رسانای مسطح مربع‌شکل با سرعت v در یک میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت می‌کند. کدام یک از شکل‌های زیر توزیع بار الکتریکی روی رسانا را به درستی نشان می‌دهد؟ جهت میدان مغناطیسی بر صفحه‌ی کاغذ عمود و رو به شما است. (+۳, −۱)

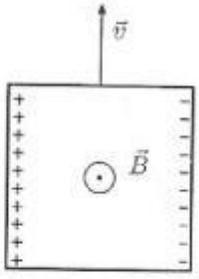
الف)



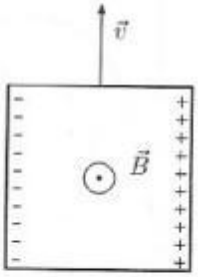
ب)



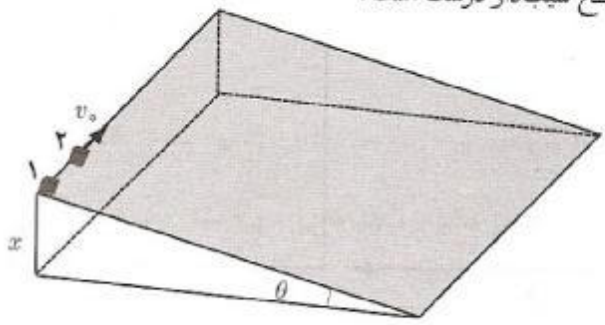
ج)



د)



۲۱) دو ذره‌ی مشابه را کنار هم روی سطح شیب‌داری با شیب θ و ارتفاع h قرار داده‌ایم. ذره‌ی ۱ را رها می‌کنیم و هم‌زمان ذره‌ی ۲ را با سرعت اولیه‌ی افقی v_0، مطابق شکل پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک بین این ذرات و سطح شیب‌دار را μ ($\mu < \tan\theta$) بگیرید. کدام گزینه در مورد زمان رسیدن این دو ذره به پایین سطح شیب‌دار درست است؟ (+۳, −۱)



الف) ذره‌ی ۱ حتماً زودتر می‌رسد.

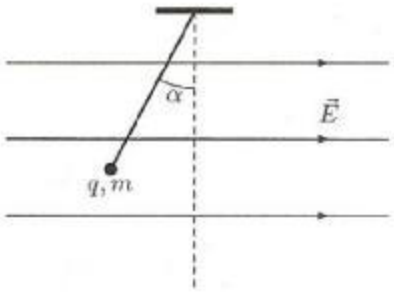
ب) ذره‌ی ۲ حتماً زودتر می‌رسد.

ج) دو ذره حتماً هم‌زمان می‌رسند.

د) در صورتی که $v_0 < \sqrt{2gh}$ باشد (g شتاب گرانش است) ذره‌ی ۱، و در غیر این صورت ذره ۲ حتماً زودتر می‌رسد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۲) شکل زیر آونگی با بار الکتریکی مثبت q و وزن mg را نشان می‌دهد که در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی $\vec{E}$ قرار دارد. آونگ را مقداری از امتداد قائم (امتداد خط‌چین) خارج می‌کنیم و در حالت نشان داده شده در شکل ساکن نگه می‌داریم؛ طوری که نخ آونگ کشیده شده است. آونگ را رها می‌کنیم. گلوله‌ی آونگ روی خط راست حرکت می‌کند و نخ آونگ شل می‌شود. کدام گزینه در مورد زاویه‌ی α که در شکل نشان داده شده صحیح است؟ (+۳, −۱)



الف) $\alpha > \text{Arctan}\left(\frac{qE}{mg}\right)$

ب) $\alpha > \text{Arctan}\left(\frac{mg}{qE}\right)$

ج) $\alpha < \text{Arctan}\left(\frac{qE}{mg}\right)$

د) $\alpha < \text{Arctan}\left(\frac{mg}{qE}\right)$

---

۲۳) جسم کوچکی روی محور اصلی یک آینه‌ی مقعر، در فاصله‌ی p از آینه، و در حال نزدیک شدن به آینه است. سرعت جسم نسبت به آینه v_0 است. تصویر حقیقی این جسم روی محور اصلی آینه، در فاصله‌ی q از آینه، و در حال دور شدن از آینه است. سرعت تصویر نسبت به آینه v_1 است. p، q، v_0 و v_1 همگی مثبت اند. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $v_1 = \left(\frac{p}{q}\right)^2 v_0$

ب) $v_1 = \left(\frac{q}{p}\right)^2 v_0$

ج) $v_1 = \left(\frac{p}{q}\right) v_0$

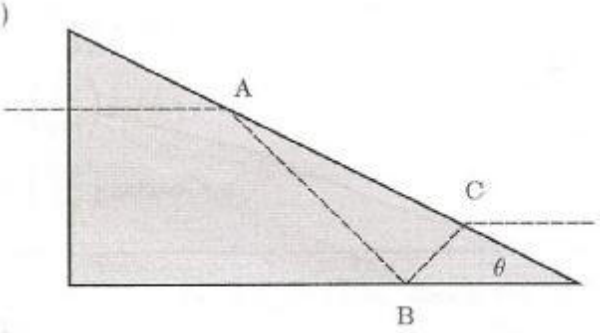
د) $v_1 = \left(\frac{q}{p}\right) v_0$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۴) مقطع یک منشور مثلث قائم‌الزاویه، و ضریب شکست آن n است. مطابق شکل پرتویی عمود بر وجه به منشور می‌تابد. این پرتو پس از بازتابش کلی از نقاط A و B به نقطه‌ی C می‌رسد و از آن نقطه موازی پرتوی تابیده از آن خارج می‌شود. زاویه‌ی θ چه قدر است؟ (+۴, −۱)

فرمول‌های زیر ممکن است به درد بخورند.

$$\cos(A+B) = \cos A \cos B - \sin A \sin B$$
$$\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$$



الف) $\text{Arccos}\ \frac{۱}{n}$

ب) $\text{Arcsin}\ \frac{۱}{n}$

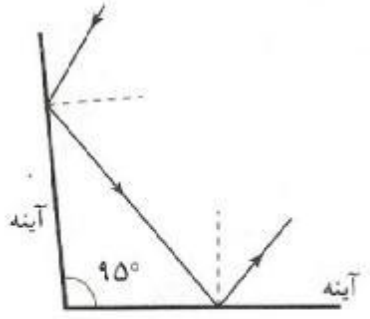
ج) $\text{Arccos}\ \frac{۱}{۲}\sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

د) $\text{Arcsin}\ \frac{۱}{۲}\sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

ه) $\text{Arccos}\ \sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

---

۲۵) در شکل مقابل همه‌ی پرتوها در یک صفحه اند. با ثابت نگه داشتن آینه‌ها پرتوی تابیده را در همین صفحه ۳° می‌چرخانیم. زاویه‌ی میان پرتوی تابیده بر آینه‌ی اول و پرتوی بازتابیده از آینه‌ی دوم را زاویه‌ی انحراف می‌نامیم. این زاویه چند درجه تغییر می‌کند؟ (+۳, −۱)



الف) ۰°

ب) ۳°

ج) ۶°

د) ۹°

---

۲۶) مقداری گاز کامل به حجم اولیه‌ی V و فشار اولیه‌ی P فرآیندی را می‌پیماید. این فرآیند در صفحه‌ی PV یک خط راست با شیب m ($m < ۰$) است. در طول این فرآیند انرژی درونی: (+۳, −۱)

الف) به ازای هر مقدار m دائماً کم می‌شود.

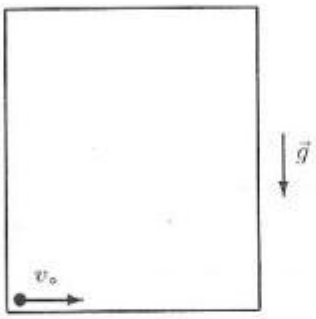
ب) به ازای هر مقدار m ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

ج) به ازای هر مقدار m دائماً زیاد می‌شود.

د) به ازای بعضی مقادیر m، دائماً کم می‌شود؛ به ازای بعضی مقادیر m، دائماً زیاد می‌شود؛ و به ازای بعضی مقادیر m ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۷) آسانسوری با شتاب ثابت a حرکت می‌کند. جسم کوچکی با سرعت اولیه‌ی v_0 روی کف آسانسور به حرکت در می‌آید. به علت اصطکاک این جسم پس از پیمودن مسافتی می‌ایستد. اگر شتاب آسانسور رو به پایین باشد جسم پس از پیمودن مسافت S_1 می‌ایستد، و اگر شتاب آسانسور رو به بالا باشد و همین آزمایش را تکرار کنیم، جسم پس از پیمودن مسافت S_2 می‌ایستد. کدام گزینه مقدار a را نشان می‌دهد؟ g شتاب گرانش و μ ضریب اصطکاک است. (+۳، −۱)



الف) $a = g\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}\right)$

ب) $a = \mu g\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}\right)$

ج) $a = g\left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2}\right)$

د) $a = \mu g\left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2}\right)$

---

۲۸) ذره‌ای از روی سطح زمین با سرعت اولیه‌ی v_0 با زاویه‌ی θ نسبت به افق پرتاب می‌شود و روی زمین فرود می‌آید. نقطه‌ی پرتاب و فرود هم‌ترازند. مساحت سطح قائم بین منحنی مسیر و زمین را S می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (g شتاب گرانش زمین است.) (+۳، −۱)

الف) $S = \frac{2}{3}\frac{v_0^2}{\sqrt{g}}\cos\theta\sin^3\theta$

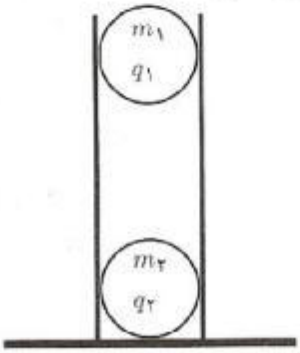
ب) $S = \frac{1}{3}\frac{v_0^3}{g}\cos^3\theta\sin\theta$

ج) $S = \frac{2}{3}\frac{v_0^4}{g^2}\cos\theta\sin^3\theta$

د) $S = \frac{1}{3}\frac{v_0^5}{g^2}\cos^3\theta\sin\theta$

---

۲۹) دو گلوله به جرم m_1 و m_2 و بار الکتریکی q_1 و q_2، مطابق شکل در لوله‌ی قائمی قرار دارند. گلوله‌ای که پایین است روی سطح میز است و گلوله‌ی بالایی با آن تماس ندارد. اصطکاک بین گلوله‌ها و لوله ناچیز است. نیرویی که گلوله‌ی پایینی به میز وارد می‌کند چه قدر است؟ (+۳، −۱)



الف) $m_2 g$

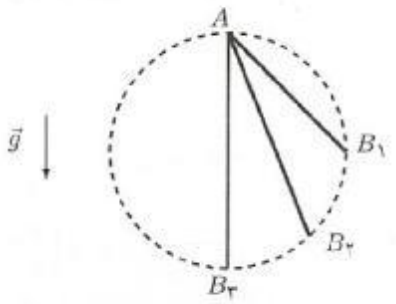
ب) $(m_1 + m_2)g$

ج) $\frac{m_1 q_1 + m_2 q_2}{q_1 + q_2} g$

د) $\frac{m_1 q_2 + m_2 q_1}{q_1 + q_2} g$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۰) سه میله‌ی باریک AB_1، AB_2، و AB_3 را مطابق شکل در نظر بگیرید. نقاط A، B_1، B_2، و B_3 روی یک دایره‌ی قائم هستند و A بالاترین نقطه‌ی دایره است. سه مهره، مثل مهره‌های تسبیح، هم‌زمان از نقطه‌ی A روی این سه میله شروع به سُر خوردن می‌کنند. اصطکاکی در کار نیست. این سه مهره در زمان‌های T_1 و T_2 و T_3 به نقاط B_1 و B_2 و B_3 می‌رسند. کدام گزینه درست است؟ (+۲, −۱)



الف) $T_3 < T_2 < T_1$

ب) $T_1 = T_2 = T_3$

ج) $T_1 < T_2 < T_3$

---

۳۱) طول و عرض یک مستطیل با خط‌کشی با دقّت ۱ mm اندازه‌گیری شده و این مقادیر گزارش شده است:

$$a = ۲۰\ \text{mm} \pm ۱\ \text{mm}, \qquad b = ۱۰\ \text{mm} \pm ۱\ \text{mm}.$$

کدام گزینه مساحت مستطیل را به درستی نشان می‌دهد؟ (+۳, −۱)

الف) $۲۰۰\ \text{mm}^2 \pm ۱\ \text{mm}^2$

ب) $۲۰۰\ \text{mm}^2 \pm ۱۰\ \text{mm}^2$

ج) $۲۰۰\ \text{mm}^2 \pm ۲۰\ \text{mm}^2$

د) $۲۰۰\ \text{mm}^2 \pm ۳۰\ \text{mm}^2$

---

۳۲) وقتی گلوله‌ی ساکنی منفجر می‌شود، به تعداد بسیار زیادی تکه تقسیم می‌شود. فرض کنید همه‌ی این تکه‌ها با سرعت U در جهت‌های مختلف فضا از نقطه‌ی انفجار دور می‌شوند. فرض کنید گلوله‌ای در لحظه‌ی رها شدن از ارتفاع h منفجر می‌شود. بیشترین اختلاف زمان ممکن بین رسیدن اولین و آخرین تکه به زمین چه‌قدر است؟ g شتاب گرانش است. (+۳, −۱)

الف) $\dfrac{۲U}{g}$

ب) $\dfrac{۲\sqrt{U^2 + ۲gh}}{g}$

ج) $\dfrac{U + \sqrt{U^2 + ۲gh}}{g}$

د) $\dfrac{-U + \sqrt{U^2 + ۲gh}}{g}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

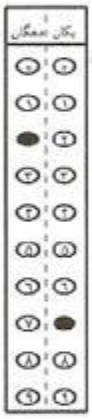
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\,\mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱) شخصی در فاصله‌ی x از یک دوربین عکاسی است و عکسی از او گرفته می‌شود. فاصله‌ی کانونی عدسی دوربین از x خیلی کوچک‌تر است. سپس این شخص به اندازه‌ی یک متر از دوربین دور می‌شود و عکس دیگری از او گرفته می‌شود. دو عکس را با ابعاد مساوی چاپ می‌کنیم. دیده می‌شود که قد این شخص در عکس اول $۱۰\ \text{cm}$ و در عکس دوم $۸\ \text{cm}$ است. فاصله‌ی x چند متر است؟

---

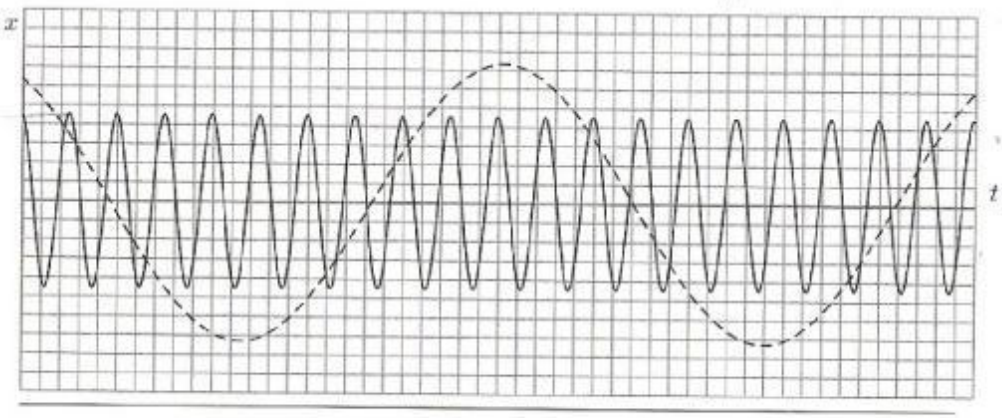
۲) در ارتفاع $h = ۵۰\ \text{cm}$ از سطح حوض، لوله‌ی آبی افقی است و مقطع آن دایره‌ای به قطر $D = ۱\ \text{cm}$ است. آب از لوله بیرون می‌آید و در فاصله‌ی افقی $R = ۸۰\ \text{cm}$ به حوض می‌رسد. شتاب گرانش $g = ۱۰\ \text{m/s}^۲$ است. آهنگ خروج آب از دهانه‌ی لوله، بر حسب $۱۰\ \text{ml/s}$ چه قدر است؟ (ml یعنی میلی‌لیتر).

---

۳) هواپیمایی از نقطه‌ای روی خط استوا شروع به حرکت می‌کند. روی نصف‌النهار به اندازه‌ی $۵۰۰۰\ \text{km}$ به سمت شمال می‌رود. بعد به سمت شرق می‌پیچد و $۵۰۰۰\ \text{km}$ به شرق می‌رود (یعنی دقیقا در امتداد یک مدار ثابت). بعد به جنوب می‌پیچد و $۵۰۰۰\ \text{km}$ در امتداد نصف‌النهار به جنوب می‌رود تا دوباره به استوا برسد. بعد به غرب می‌پیچد و $۵۰۰۰\ \text{km}$ در امتداد استوا حرکت می‌کند. در این جا فرود می‌آید. فاصله‌ی نقطه‌ی شروع پرواز با نقطه‌ی فرود روی خط استوا بر حسب $۱۰۰\ \text{km}$ چه قدر است؟ (محیط زمین $۴۰۰۰۰\ \text{km}$ است.)

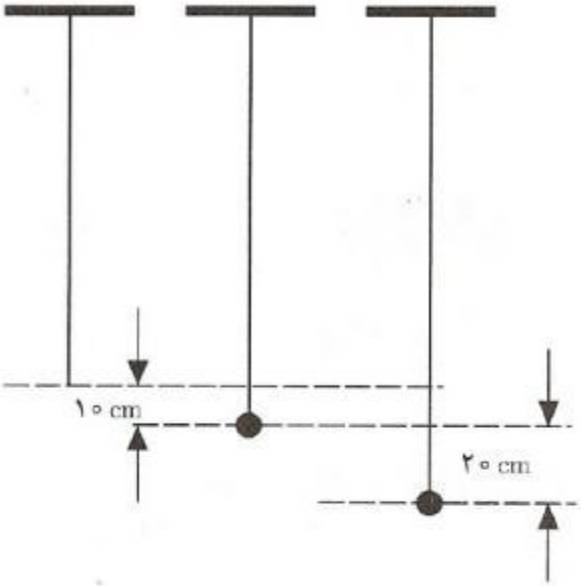
---

۴) در شکل زیر نمودار مکان ـ زمان برای دو نوسان‌گر داده شده است. نوسان‌گر ۱ با خط پُر، و نوسان‌گر ۲ با خط‌چین کشیده شده است. محور افقی زمان است. بسامد نوسان‌گر اول $f_۱$ و بسامد نوسان‌گر دوم $f_۲$ است. نسبت $\frac{f_۱}{f_۲}$ چند است؟

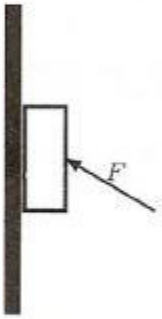


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵) یک انتهای کش لاستیکی بلند و سبکی به سقف متصل است و کش در امتداد قائم آویزان است. وزنه‌ای به جرم ۵۰۰ گرم را به انتهای آن می‌بندیم و وزنه را به آرامی پایین می‌آوریم تا کاملاً آویخته شود. در این حالت طول کش نسبت به حالت نخست ۱۰ cm افزوده شده است. اکنون وزنه را ۲۰ cm دیگر پایین می‌کشیم و در این حالت آن را رها می‌کنیم. بیش‌ترین ارتفاعی که وزنه از این جا بالا می‌رود چند سانتی‌متر است؟ کش در حالت کشیدگی مانند فنر عمل می‌کند.

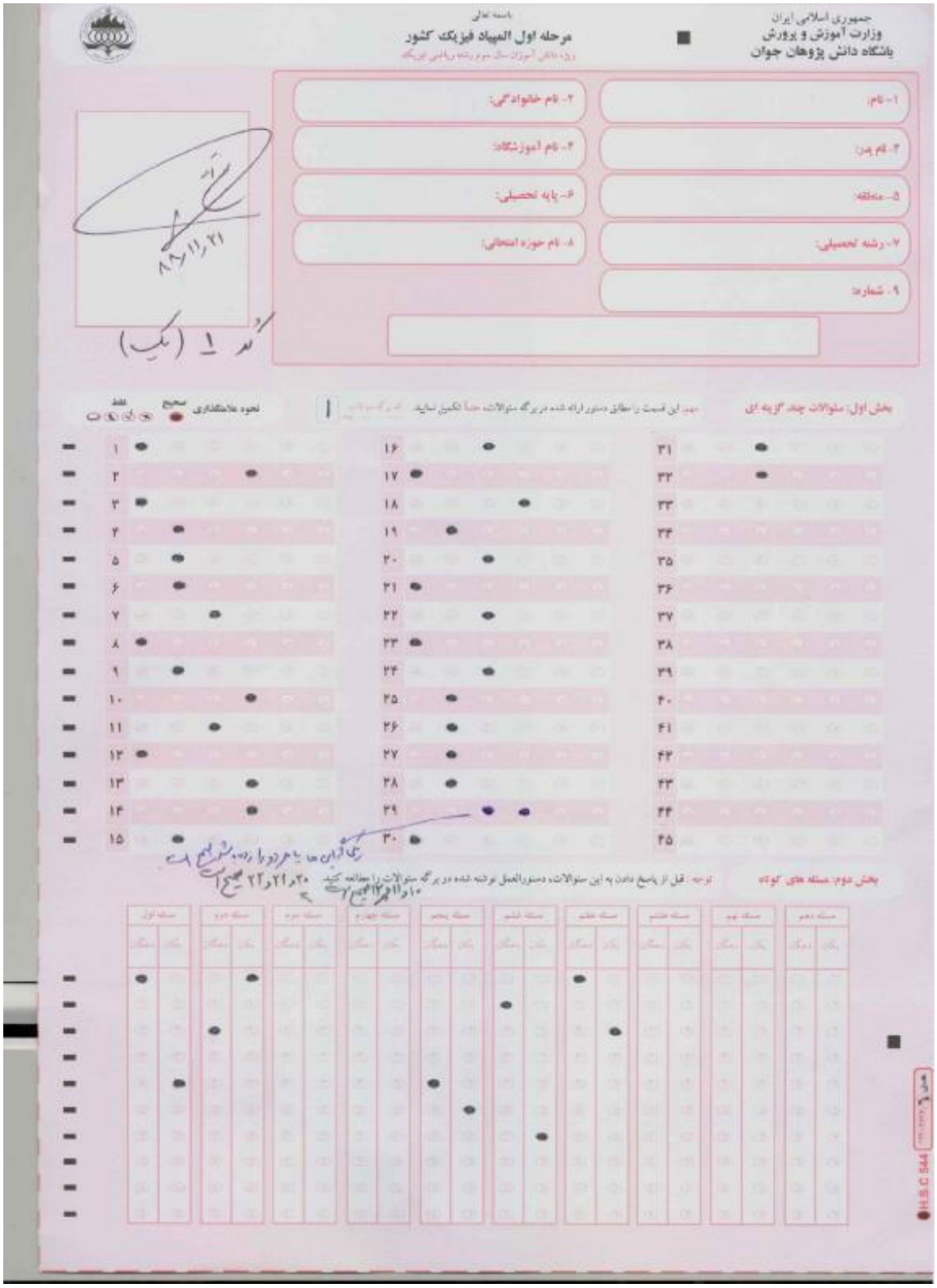


۶) کتابی به جرم ۲ kg را با نیروی F به دیوار قائمی فشار می‌دهیم به طوری که کتاب نه به پایین و نه به بالا می‌لغزد. ضریب اصطکاک ایستایی بین کتاب و دیوار ۰٫۷۵ و شتاب گرانش ۱۰ m/s^2 است. کم‌ترین مقدار نیروی F چند نیوتن است؟



۷) حلقه‌ای به جرم ۰٫۲ kg دور یک استوانه به جرم ۱٫۰ kg است. اصطکاک جنبشی بین این حلقه و استوانه ۱ N است. استوانه چنان قرار گرفته که محور آن قائم است و فاصله‌ی قاعده‌ی پایینی آن تا سطح زمین ۱٫۸ m است. در حالی که حلقه و استوانه نسبت به هم ساکن اند، مجموعه را رها می‌کنیم. استوانه با همان سرعتی که به زمین می‌رسد به سمت بالا برمی‌گردد. بعد از برخورد استوانه با زمین، حلقه شروع به سُر خوردن روی استوانه می‌کند. بعد از چند ثانیه حلقه نسبت به استوانه ساکن می‌شود؟ $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید


جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان دانش پژوهان جوان

آزمون ورودی
مرحله اول المپیاد فیزیک کشور

۱- نام:
۲- نام خانوادگی:
۳- نام پدر:
۴- نام آموزشگاه:
۵- منطقه:
۶- پایه تحصیلی:
۷- رشته تحصیلی:
۸- نام حوزه امتحانی:
۹- شماره:

بخش اول: سئوالات چند گزینه ای

نحوه علامتگذاری: صحیح — غلط

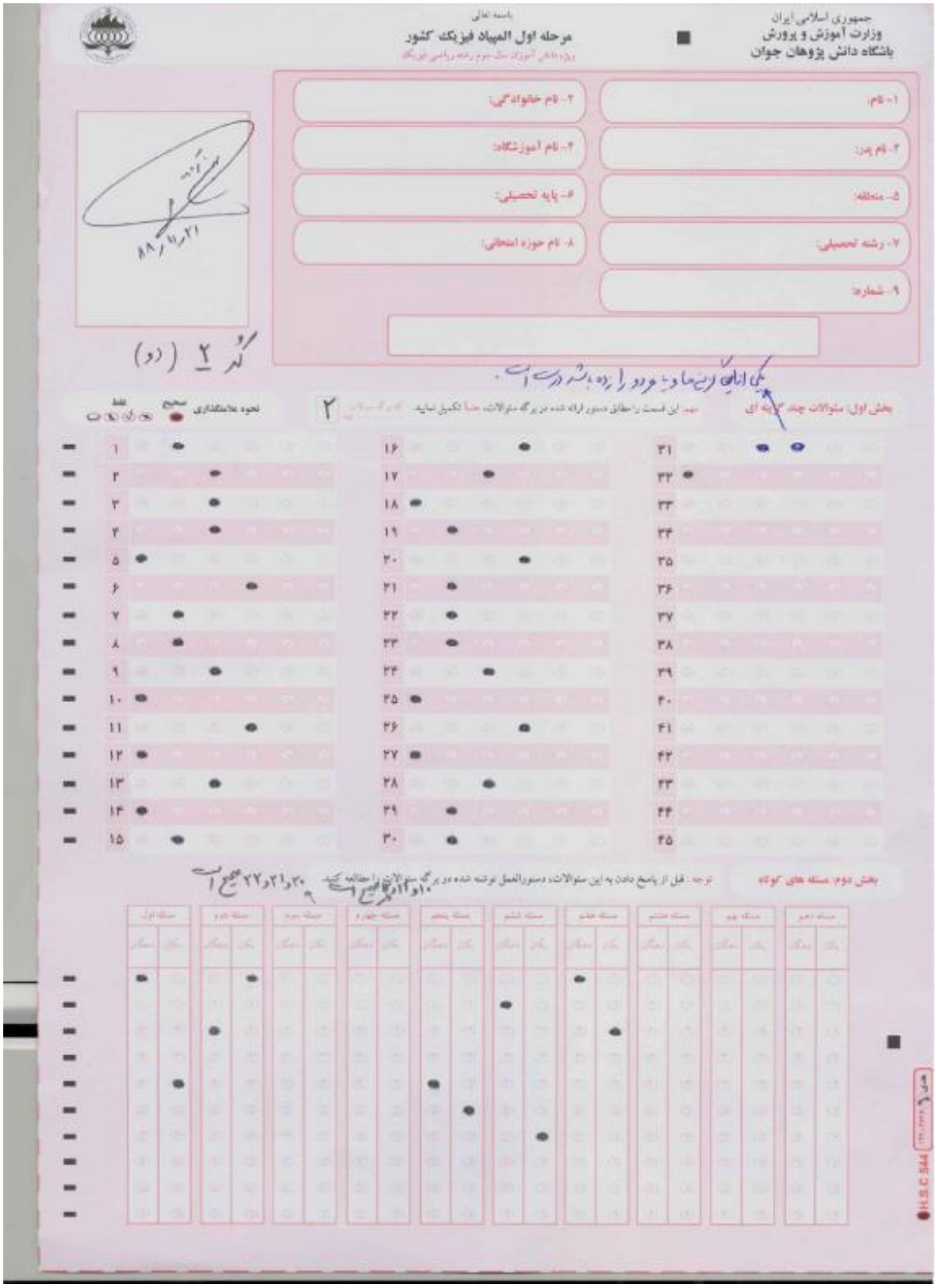
۱	●	۱۶	●	۳۱	●
۲	●	۱۷	●	۳۲	●
۳	●	۱۸	●	۳۳	
۴	●	۱۹	●	۳۴	
۵	●	۲۰	●	۳۵	
۶	●	۲۱	●	۳۶	
۷	●	۲۲	●	۳۷	
۸	●	۲۳	●	۳۸	
۹	●	۲۴	●	۳۹	
۱۰	●	۲۵	●	۴۰	
۱۱	●	۲۶	●	۴۱	
۱۲	●	۲۷	●	۴۲	
۱۳	●	۲۸	●	۴۳	
۱۴	●	۲۹	●	۴۴	
۱۵	●	۳۰	●	۴۵	

بخش دوم: مسئله های کوتاه

توجه: قبل از پاسخ دادن به این سئوالات، دستورالعمل نوشته شده در برگه سئوالات را مطالعه کنید

	مسئله اول	مسئله دوم	مسئله سوم	مسئله چهارم	مسئله پنجم	مسئله ششم	مسئله هفتم	مسئله هشتم	مسئله نهم	مسئله دهم
	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان	یکان
۰										
۱	●	●				●				
۲						●				
۳		●								
۴					●					
۵	●									
۶										
۷										
۸										
۹										

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

به نام خدا

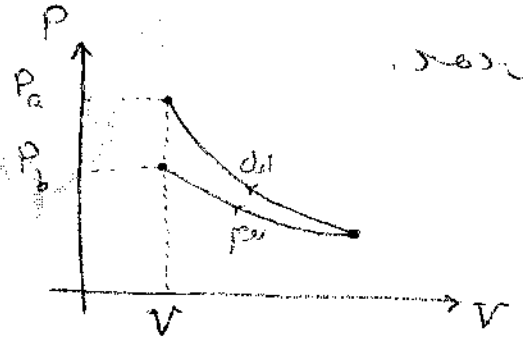
پاسخنامه تشریحی - کد ۲

مرحله اول المپیاد فیزیک

دوره‌ی ۲۳ - بهمن ۱۳۸۸

۱- گزینه «ب» صحیح است.

استوانه اول با فرایند بی‌دررو منبسط می‌شود و استوانه دوم با فرایند هم‌دما تغییر حجم می‌دهد.



چون فرایند بی‌دررو خیلی سریع انجام می‌شود و مجال تبادل گرما وجود ندارد، بنابراین دمای پایانی آن کمتر کاهش می‌یابد لذا $T_a > T_b$

از طرفی طبق قانون گازها:

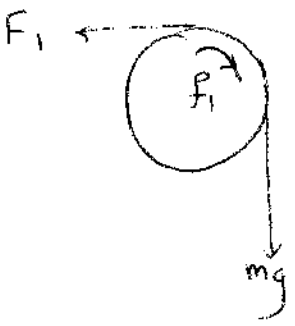
$$PV = nRT \Rightarrow P = \left(\frac{nR}{V}\right) T$$

$$T_a > T_b \Rightarrow P_a > P_b$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

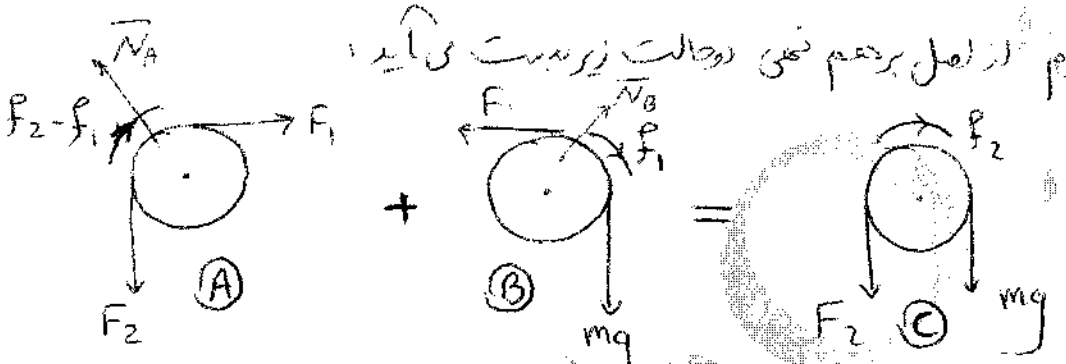
۲- گزینه ج درست است.

در حالت اول، مقدار کل نیروی اصطکاک f_1 است:



$$F_1 - mg = f_1$$

حالت دوم از اصل برهم نهی دو حالت زیر بدست می‌آید:



C: $F_2 - mg = f_2 \longrightarrow F_2 > mg$

B: $F_1 - mg = f_1 \longrightarrow F_1 > mg$

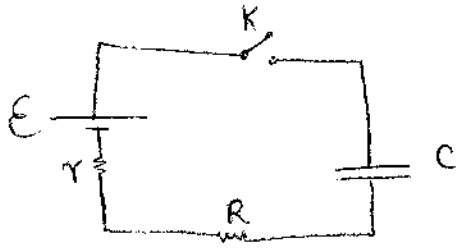
A: $F_2 - F_1 = f_2 - f_1$

با مقایسه حالت A و B، نتیجه می‌شود که نیروی متوسط عمودی از طرف قطعه چوب در حالت A بزرگتر از حالت B است:

$$\left.\begin{matrix} F_1 = F_1 \\ F_2 > mg \end{matrix}\right\} \bar{N}_A > \bar{N}_B \longrightarrow f_2 - f_1 > f_1 \longrightarrow \frac{f_2}{f_1} > 2$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳- گزینه‌ی ج درست است.



انرژی اولیه مدار : $U_1 = 0$

انرژی نهایی مدار : $U_2 = \frac{1}{2} C\varepsilon^2$

بار نهایی خازن : $q = C\varepsilon$

کار انجام شده توسط باطری $W = qV = C\varepsilon^2$

$\Rightarrow W - U_2 = U_f = C\varepsilon^2 - \frac{1}{2}C\varepsilon^2 = \frac{1}{2}C\varepsilon^2$: انرژی تلف شده

انرژی تلف شده در مجموع دو مقاومت برابر با U_f است. با توجه به اینکه دو مدت برشده خازن، مربا و مبوری از هر مقاومت با هم برابر هستند داریم:

$$U_f = U_r + U_R = \frac{1}{2}C\varepsilon^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{U_r}{U_R} = \frac{r}{R} \end{array} \right. \Rightarrow \boxed{U_R = \frac{C\varepsilon^2 R}{2(r+R)}}$$

۴- گزینه ج درست است.



$F = k\left(\sqrt{l_0^2+a^2} - l_0\right)$, $\sin\theta = \frac{a}{\sqrt{l_0^2+a^2}}$

باتوجه به راهنمایی مسئله: $(1+\epsilon)^\alpha \simeq 1+\alpha\epsilon$

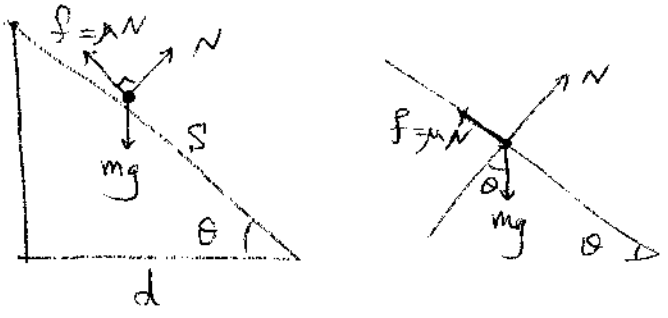
$$\sqrt{l_0^2+a^2} = l_0\left(1+\frac{a^2}{l_0^2}\right)^{1/2} \simeq l_0\left(1+\frac{a^2}{2l_0^2}\right) \Rightarrow F = k\frac{a^2}{2l_0}$$

$$\left(l_0^2+a^2\right)^{-1/2} = l_0^{-1}\left(1+\frac{a^2}{l_0^2}\right)^{-1/2} = \frac{1}{l_0}\left(1-\frac{a^2}{2l_0^2}\right) \Rightarrow \sin\theta \simeq \frac{a}{l_0}$$

نیروی برآیند $= 2F\sin\theta$ $\Rightarrow$ نیروی برآیند $= \boxed{k\frac{a^3}{l_0^3}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۵- گزینه الف درست است.



$$\begin{cases} N = mg\cos\theta \\ mg\sin\theta - \mu N = ma \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

$$S = \frac{1}{2}at^2 \quad , \quad S = \frac{d}{\cos\theta} \quad , \quad t^2 = \frac{2S}{a}$$

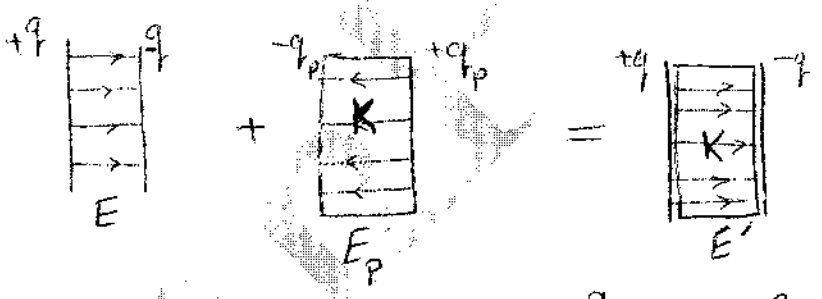
$$\rightarrow t^2 = \frac{2d}{g\cos\theta(\sin\theta - \mu\cos\theta)}$$

برای حداقل شدن زمان، کافیست مخرج حداکثر شود:

$$\frac{d}{d\theta}\left[\cos\theta\sin\theta - \mu\cos^2\theta\right] = 0 \Rightarrow -\sin^2\theta + \cos^2\theta - \mu(2)(-\sin\theta)(\cos\theta) = 0$$

$$\Rightarrow \cos 2\theta + \mu\sin 2\theta = 0 \rightarrow \tan 2\theta = -\frac{1}{\mu}$$

۶- گزینه د درست است.



$$E - E_p = E'$$

$$\left.\begin{matrix} q = CV \\ V = Ed \end{matrix}\right\} E = \frac{q}{Cd} \longrightarrow \begin{cases} E = \dfrac{q}{\frac{\epsilon_0 A}{d}d} = \dfrac{q}{\epsilon_0 A} = \dfrac{\sigma}{\epsilon_0} \\ E' = \dfrac{q}{\frac{K\epsilon_0 A}{d}d} = \dfrac{q}{K\epsilon_0 A} = \dfrac{\sigma}{K\epsilon_0} \end{cases} \left\{\begin{matrix} E_p = \dfrac{\sigma}{\epsilon_0}\left(1 - \dfrac{1}{K}\right) \\ E_p = \dfrac{\sigma_p}{\epsilon_0} \end{matrix}\right.$$

$$\rightarrow \sigma_p = \sigma\left(1 - \frac{1}{K}\right) \longrightarrow \begin{cases} K = 1 \longrightarrow \sigma_p = 0 \\ K \to \infty \longrightarrow \sigma_p \to \sigma \\ K \uparrow \Rightarrow \sigma_p \uparrow \end{cases}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷- گزینه ب درست است.

میدان اولیه درون سیم پیچ به سمت پایین است. ورود میله آهنی به درون سیم پیچ باعث تقویت میدان مغناطیسی درون سیم پیچ می شود. بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در راستای کاهش میدان مغناطیسی خواهد بود. بنابراین جهت جریان القایی خلاف جهت جریان اصلی مدار است و جریان آمپرسنج کاهش می یابد.

هنگام خروج میله آهنی، میدان مغناطیسی درون سیم پیچ کاهش می یابد، بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در راستای تقویت میدان مغناطیسی خواهد بود. بنابراین جهت جریان القایی موافق جریان اصلی مدار است و جریان آمپرسنج افزایش می یابد.

۸- گزینه ب درست است

فرض کنید در هر دقیقه ۲۵ بار نفس می کشد. بنابراین در یک شبانه روز:

$$25 \times 60 \times 24 = 3.6 \times 10^4$$

در هر نفس حدود ۱ لیتر هوا تنفس می شود. (می توانید محاسبه کنید!)

حدود ۲۰٪ هوا، اکسیژن است. پس حجم اکسیژن مصرفی در یک شبانه روز:

$$3.6 \times 10^4 \times 1 \times \frac{1}{5} \simeq 7 \times 10^3 \text{ lit}$$

می دانیم هرگاز کامل در شرایط متعارف ۲۲٫۴ لیتر حجم دارد. (مقدار یک مول) ← تعداد مول اکسیژن = 300

جرم مولی اکسیژن ۳۲ گرم است. پس کل جرم اکسیژن مصرفی = $300 \times 32 \times 10^{-3} \simeq \underline{10 \text{ kg}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۹- گزینه ج درست است.

$$\frac{\text{تصویر}}{\text{جسم}} = \frac{1}{1+N} = \frac{f}{f+Nf} = \frac{f}{f+p} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \quad , \quad p = Nf$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جسم}}{\text{تصویر}} = N+1$$

۱۰- گزینه الف درست است.

با توجه به اینکه شتاب جسم سینوسی است:

$$a = A\sin\omega t$$

$$a = \frac{dv}{dt} = A\sin\omega t \xrightarrow{\int} v = -\frac{A}{\omega}\cos\omega t + \frac{A}{\omega} = \frac{A}{\omega}(1-\cos\omega t)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{A}{\omega}(1-\cos\omega t) \xrightarrow{\int} x = \frac{A}{\omega}t - \frac{A}{\omega^2}\sin\omega t$$

توجه کنید که گزینه‌های ج و د به علت اینکه در $t=0$ شیب نمودار (سرعت) مثبت، حذف می‌شوند.

۱۱- گزینه د درست است.

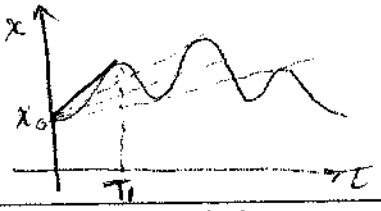
عدسی مفروض در مسئله، به صورت دو عدسی متفاوت عمل می‌کند. بخش سفید، یک تصویر از چشمه ایجاد می‌کند و بخش خاکستری نیز تصویر دیگری می‌سازد. اگر پرده در مکان در تصویر گرفته شده قرار بگیرد، روشنایی حداکثر خواهد داشت.

۱۲- گزینه الف درست است.

سرعت متوسط به صورت مقابل تعریف می‌شود:

$$\bar{v} = \frac{x - x_0}{t} =$$

رابطه فوق، شیب خط واصل بین نقطه $(0, x_0)$ و (t, x) است. ملاحظه می‌شود که این شیب در نزدیکی نقطه T_1 حداکثر است.

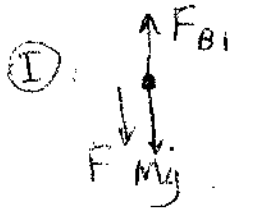


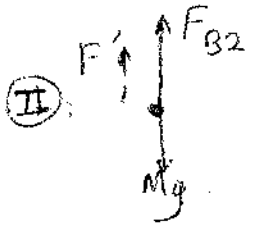
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۳- گزینه ج درست است.

نیروی که آب جسم وارد می کند، نیروی شناوری (ارشمیدس) است. بنابراین عکس العمل این نیرو به آب وارد می شود. نیروی ارشمیدس وارد شده به جسم به سمت بالا می باشد. پس عکس العمل آن به سمت پایین است که به آب وارد می شود.

نیروی که آب به کف ظرف وارد می کند، مجموع وزن آب و عکس العمل نیروی ارشمیدس است:





$$\text{I}: F_{B1} = Mg + F \quad \left.\begin{array}{l} \\ \end{array}\right\} \Rightarrow F_{B1} > F_{B2}$$
$$\text{II}: F_{B2} = Mg - F' \quad \left.\begin{array}{l} \\ \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} W_1 = W_{آب} + F_{B1} \\ W_2 = W_{آب} + F_{B2} \end{array}\right\} \xrightarrow{F_{B1} > F_{B2}} \boxed{W_1 > W_2}$$

۱۴- گزینه الف درست است.

با استفاده از پایستگی انرژی:

$$mgh = mgy + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \frac{v^2}{2g} = h - y$$

با توجه به اینکه y تابعی از x است، $(-y)$ قرینه این تابع نسبت به محور x است. حال به این قرینه مقدار h را اضافه می کنیم (تابع قرینه را به اندازه h بالا می بریم) که نمودار الف بدست می آید.

روش دوم:

$$y = f(x) \rightarrow y' = f'(x) < 0 \ , \ y'' = f''(x) > 0$$

$$\frac{v^2}{2g} = \alpha = h - y \rightarrow \alpha' = -y' > 0 \ , \ \alpha'' = -y'' < 0$$

بنابراین تابع $\frac{v^2}{2g}$ برحسب x، تابعی صعودی با تقعر منفی است. پس گزینه های ب و ج حذف می شوند. در گزینه د، شیب نهایی صفر است. پس حذف می شود.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵- گزینه ب درست است.

جرم پوسته : $m = 4\pi r^2 d\rho \simeq 4\times 3\times(2\times10^{-2})^2\times(0.5\times10^{-3})\times 3\times10^3$ kg

$\Rightarrow m \simeq 7$ gr

هنگامی که تخم مرغ را در آب رها می‌کنیم، تخم مرغ به آرامی به کف آب می‌رود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت چگالی تخم مرغ اندکی از آب بیشتر است. $\rho' \simeq 2000$ kg/m³

$M = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' = \frac{4}{3}\times 3\times(2\times10^{-2})^3\times 2\times10^3$ kg $\simeq 64$ gr

۱۶- گزینه د درست است.

انرژی دامنه اولیه نوسانده A با k برابر است با:

سیکل اول : $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 + W_{1f} \Rightarrow W_{1f} = \frac{1}{2}k\left(\frac{3A^2}{4}\right)$

سیکل دوم : $\frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{4}\right)^2 + W_{2f} \Rightarrow W_{2f} = \frac{1}{2}k\left(\frac{3A^2}{16}\right)$

$$\frac{W_{2f}}{W_{1f}} = \frac{\frac{1}{2}k\frac{3A^2}{16}}{\frac{1}{2}k\frac{3A^2}{4}} = \frac{1}{4}$$

۱۷- گزینه ج درست است.

از نقطه‌ای روی مسیر شروع به حرکت می‌کنیم و کل مسیر را می‌دویم. در چه صورت مرکز جرم دستگاه از ابتدا تا انتها در راستای محور x حرکت می‌کند؟

در راستای y ۲ بار و در راستای x ۳ بار، بنابراین نسبت $\frac{f_1}{f_2}$ برابر است با:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{3}{2}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۸- گزینه الف درست است.

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 \quad (I)$$

$$q_1 = q_2 \longrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$
$$\text{بعد از مدت زیاد } I = 0 \longrightarrow V_1 + V_2 = \mathcal{E}$$
$$\Rightarrow V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2}\mathcal{E} \quad (II)$$

$$(I),(II): \quad U_2 = \left[\frac{1}{2} C_1^2 \mathcal{E}^2\right] \cdot \frac{C_2}{(C_2 + C_1)^2} \longrightarrow \begin{cases} C_2 = 0 \Rightarrow U_2 = 0 \\ C_2 \to \infty \Rightarrow U_2 \to 0 \end{cases}$$

۱۹- گزینه ب درست است.

$60\,cm^3 \equiv 60\,gr$ آب

چگالی آب مایع $= 1000\ kg/m^3$

جرم مولی آب H_2O : $2\times1 + 16 = 18\ gr/mol$

$$n = \frac{60}{18} \simeq 3.3\ mol$$

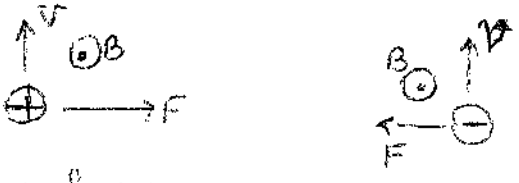
$$\longrightarrow \text{تعداد مولکول‌ها} = 3.3 \times 6.022 \times 10^{23} \simeq 2 \times 10^{24} \text{ مولکول}$$

$$\text{نسبت فاصله‌ها} = \left[\frac{\frac{3\times4\times5}{2\times10^{24}}}{\frac{60\times10^{-6}}{2\times10^{24}}}\right]^{1/3} = \left[\frac{60}{60\times10^{6}}\right]^{1/3} = 100$$

* فرض کنید هر مولکول درون مکعبی قرار دارد. طول این مکعب برابر سوم حجم آن است.

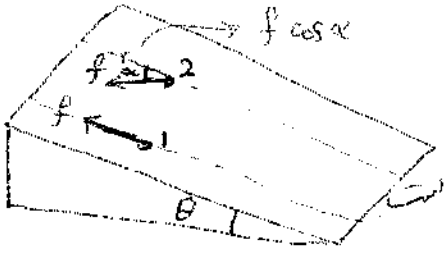
۲۰- گزینه د درست است.

بارهای مثبت طبق قانون دست راست نیروی به سمت راست وارد می‌شود و بارهای منفی نیروی به سمت چپ وارد می‌شود



$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

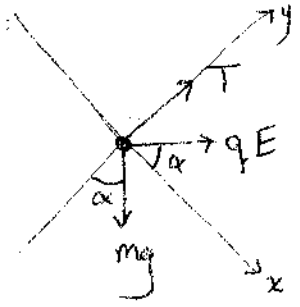
۲۱- گزینه ب درست است.



نیروی اصطکاک جسم 2 در راستای سطح شیبدار کمتر از اصطکاک جسم 1 است

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۲ - گزینه ب درست است.



$$y: \quad T = mg\cos\alpha - qE\sin\alpha \geqslant 0$$

$$\Rightarrow \tan\alpha \geqslant \frac{mg}{qE}$$

۲۳ - گزینه ب درست است.

روش ۱: بزرگنمایی طولی برابر است با: $\left(\frac{q}{p}\right)^2$

بنابراین در زمان کوچک Δt که جسم مسافت $v_0\Delta t$ را طی می‌کند، تصویر مسافت $\left(\frac{q}{p}\right)^2 v_0\Delta t$ را طی خواهد کرد پس $v_1 = \left(\frac{q}{p}\right)^2 v_0$

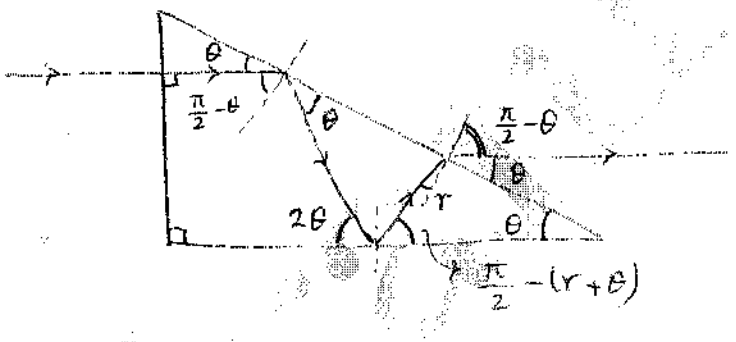
روش ۲:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{\text{مشتق‌گیری}} -\frac{\dot{p}}{p^2} - \frac{\dot{q}}{q^2} = 0$$

$$\dot{q} = v_1 \qquad \dot{p} = -v_0 \text{ (دوربین ثابت شده)}$$

$$v_1 = \left(\frac{q}{p}\right)^2 v_0$$

۲۴ - گزینه ج درست است.



همه مسئله در شکل مقابل رسم شده است.

$$2\theta = \frac{\pi}{2} - r - \theta \Rightarrow 3\theta = \frac{\pi}{2} - r$$

$$n\sin r = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \cos\theta$$

$$\Rightarrow \cos 3\theta = \cos\left(\frac{\pi}{2} - r\right) = \sin r \Rightarrow \cos 3\theta = \frac{\cos\theta}{n} \Rightarrow \frac{\cos 3\theta}{\cos\theta} = \frac{1}{n}$$

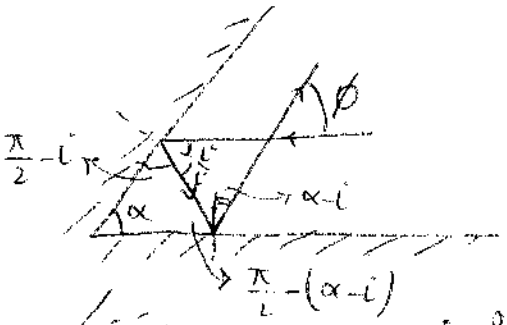
$$\Rightarrow \frac{\cos(2\theta+\theta)}{\cos\theta} = \frac{\cos 2\theta\cdot\cos\theta - \sin 2\theta\cdot\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{(2\cos^2\theta - 1)\cos\theta - 2\cos\theta\,(1-\cos^2\theta)}{\cos\theta}$$

$$= 2\cos^2\theta - 1 - 2 + 2\cos^2\theta = 4\cos^2\theta - 3 = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{2}\sqrt{3 + \frac{1}{n}}$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵ ـ گزینه الف درست است.

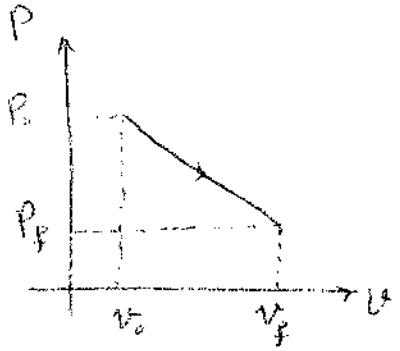


$$\phi + 2i + 2(\alpha - i) = \pi$$

$$\Rightarrow \phi = \pi - 2\alpha$$

همانطورکه از رابطه بالا مشخص است، زاویه انحراف به زاویه تابش i وابسته نیست و تا وقتی که زاویه بین دو آینه (α) ثابت است، زاویه انحراف نیز تغییر نخواهد کرد.

۲۶ ـ گزینه د درست است.



$$P = m(v - v_0) + P_0 \qquad m < 0$$

$$PV = nRT$$

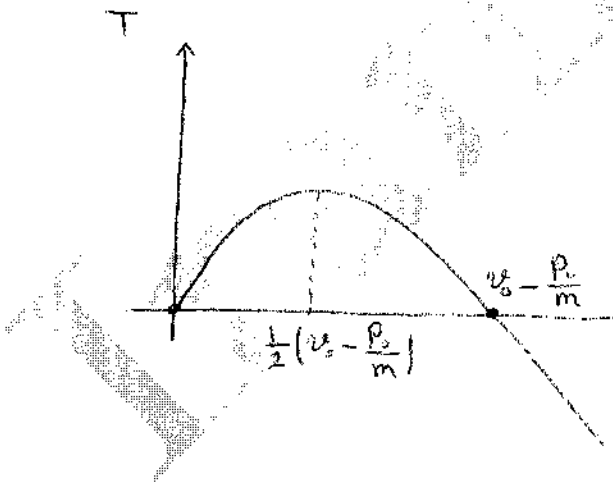
$$\Rightarrow nRT = mv^2 + (P_0 - mv_0)v \qquad , 0 < v_0 < v < v_f$$

نمودار معادله بست آمده یک سهمی است.

همانطور که مشخص است با توجه به اینکه خواننده

از چه مقدار حجم اولیه تا چه حجم نهایی انجام می‌شود

۳ حالت وجود دارد.



$$\left.\begin{array}{l} 0 < v_0 < \frac{1}{2}\left(v_0 - \frac{P_0}{m}\right) \\ v_f < \frac{1}{2}\left(v_0 - P_0/m\right) \end{array}\right\}$$ دما افزایش می‌یابد

$$\left.\begin{array}{l} 0 < v_0 < \frac{1}{2}\left(v_0 - \frac{P_0}{m}\right) \\ v_f > \frac{1}{2}\left(v_0 - P_0/m\right) \end{array}\right\}$$ دما ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد

$$\left.\begin{array}{l} v_0 > \frac{1}{2}\left(v_0 - P_0/m\right) \\ v_f > \frac{1}{2}\left(v_0 - P_0/m\right) \end{array}\right\}$$ دما همواره کاهش می‌یابد

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۷ - گزینه ۱ درست است.

شتاب آسانسور رو به پایین:

$$g_1 = g - a \quad , \quad a_1 = \mu g_1 = \mu(g-a)$$

$$2a_1 S_1 = v_0^2 \longrightarrow 2\mu(g-a)S_1 = v_0^2 \longrightarrow g - a = \frac{v_0^2}{2\mu S_1} \quad (I)$$

شتاب آسانسور رو به بالا:

$$g_2 = g + a \quad , \quad a_2 = \mu g_2 = \mu(g+a)$$

$$2a_2 S_2 = v_0^2 \longrightarrow 2\mu(g+a)S_2 = v_0^2 \longrightarrow g + a = \frac{v_0^2}{2\mu S_2} \quad (II)$$

$$\frac{(I)}{(II)} \Rightarrow \frac{g-a}{g+a} = \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow a = g\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}\right)$$

حالت خاص: $S_1 = S_2 \Leftarrow a = 0$: بین گزینه های ج، د حذف می شود.

۲۸ - گزینه ج درست است.

این سؤال برخلاف ظاهر سخت، بسیار آسان است. کافی است دیمانسیون گزینه ها را بررسی کنید و گزینه ای که دیمانسیون L^2 دارد را پیدا کنید.

$$S, v_0, g \longrightarrow S \propto \frac{v_0^4}{g^2}$$

راه حل اصلی این سؤال از طریق انتگرال گیری است!

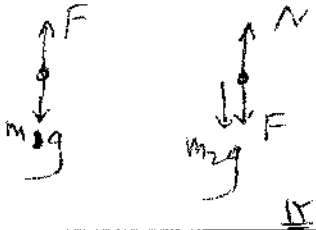
۲۹ - گزینه ب درست است.

روش اول: کافی است نیروهای خارجی وارد بر سیستم را در نظر بگیرید.

$$N = (m_1 + m_2)g$$

روش دوم: رسم نیروها:

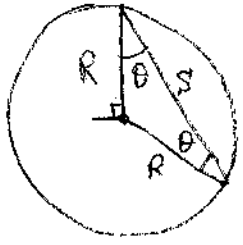




$$\left.\begin{aligned} F &= m_1 g \\ N &= F + m_2 g \end{aligned}\right\} \Rightarrow N = (m_1 + m_2)g$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۰ - گزینه ب درست است.



این مسئله معروف به مسئله گالیله است!

$S = 2R\cos\theta$ θ زاویه مسیر با راستای قائم

$a = g\cos\theta$ (از ۱)

$$S = \frac{1}{2}at^2 \longrightarrow 2R\cos\theta = \frac{1}{2}g\cos\theta\, t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{4R}{g}}$$

همانطور که از رابطه فوق مشخص است زمان طی مسیر به زاویه مسیر بستگی ندارد.

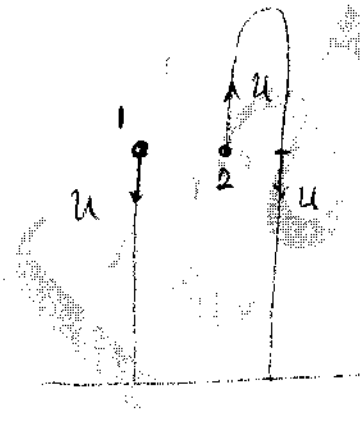
۳۱ - گزینه د درست است.

$a = (20 \pm 1)\ mm$, $b = (10 \pm 1)\ mm$

$S = ab = (20 \pm 1)\times(10 \pm 1) = 200 \pm 20 \pm 10 \pm 1\ mm^2$

$\Rightarrow$ $S = 200 \pm 30\ mm^2$

۳۲ - گزینه الف درست است.



بیشترین اختلاف زمان بین دو توپ به است که در راستای قائم ولی در خلاف جهت یکدیگر پرتاب می شوند.

تا توپ به محل پرتاب برگردد مشخص است که این اختلاف زمان $\frac{2u}{g}$ است.

$\frac{2u}{g}$ همان زمان رفت برگشت جسم ۲ به محل اولیه خودش است!

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

سوالات پاسخ کوتاه:

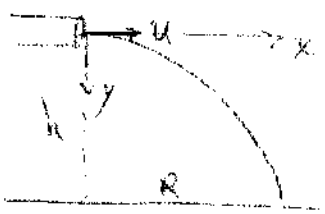
۱- مقدار 04 m درست است.

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q_1}=\frac{1}{f} \rightarrow \frac{q_1}{p}=\frac{f}{p-f}$$

$$\text{I}: \frac{q_1}{x}=\frac{f}{x-f} \quad , \quad \text{II}: \frac{q_2}{x+1}=\frac{f}{x+1-f}$$

$$\frac{q_1/x}{q_2/x+1}=\frac{10}{8}=\frac{f/x-f}{f/x+1-f}=\frac{x+1-f}{x-f}\simeq\frac{x+1}{x} \Rightarrow x=4\,m$$

۲- مقدار 20 ml/s درست است.



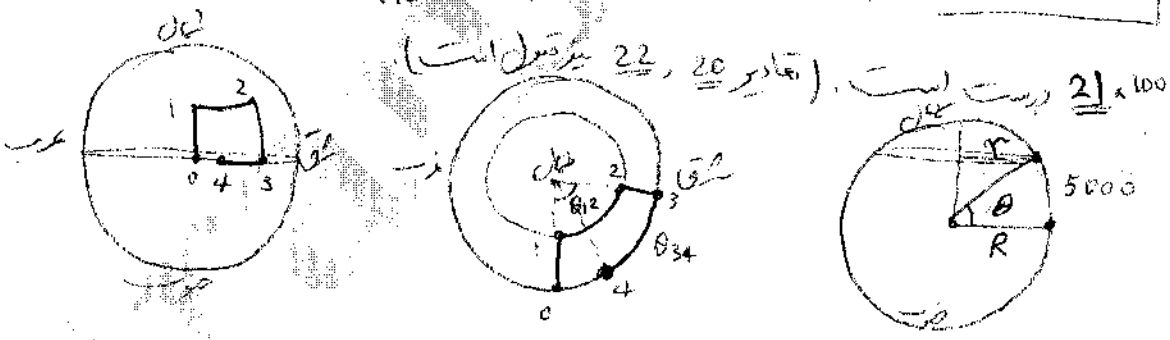
$$x=ut \quad , \quad y=\frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow y=\frac{g}{2u^2}x^2 \Rightarrow h=\frac{g}{2u^2}R^2$$

$$\rightarrow u=\sqrt{\frac{gR^2}{2h}}=\frac{8}{\sqrt{10}}\ m/s$$

$$Q=u\frac{\pi D^2}{4}=\frac{8}{\sqrt{10}}\times\frac{\pi\times1\times10^{-4}}{4}=2\times10^{-4}\ m^3/s=20\ ml/s$$

۳- مقدار 21 ×100km درست است. (مقادیر 22، 20 نیز قبول است)



$$\theta=\frac{5000\times2\pi}{40000}=\frac{2\pi}{8}(rad)=\frac{\pi}{4}(rad)=45^\circ \quad , \quad r=R\cos\theta \rightarrow \frac{R}{r}=\frac{1}{\cos\theta}=\sqrt{2}$$

$$\theta_{12}=\frac{5000}{2\pi r}\times2\pi=\frac{5000}{r} \quad , \quad \theta_{34}=\frac{5000}{2\pi R}\times2\pi=\frac{5000}{R}$$

$$\Delta\theta=\theta_{12}-\theta_{34}=5000\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right) \quad , \quad S=R\Delta\theta$$

$$\Rightarrow S=5000\times\left(\frac{R}{r}-1\right)=5000\times(\sqrt{2}-1)\simeq2070\ km\simeq21\ (100km)$$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۴- مقدار 11 درست است. (مقادیر 10 و 12 نیز قبول است)

با استفاده سوزن دو نقطه هم فاز یا خارج فاز را از هریک از نوسانگرها پیدا می‌کنیم که خطوط شکل سوزن را در محل‌های مناسبی قطع کرده باشند.

اگر هرمشت محور افقی a باشد و T_1 دوره تناوب نوسانگر 1، T_2 دوره تناوب نوسانگر 2 است:

$$\left.\begin{array}{l} 8\left(\frac{T_1}{2}\right)=10a \quad \text{یا} \quad 12\left(\frac{T_1}{2}\right)=15a \\ 20\left(\frac{T_1}{2}\right)=25a \quad \text{یا} \quad 24\left(\frac{T_1}{2}\right)=30a \end{array}\right\} \rightarrow T_1=\frac{5}{2}a \quad (I)$$

$$11\left(\frac{T_2}{2}\right)=14a \rightarrow T_2=28a \quad (II)$$

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{28a}{\frac{5}{2}a}=\frac{56}{5}=11.2\simeq 11$$

۵- مقدار 45 cm درست است.

با توجه به اینکه پس فقط هنگام کشیدگی مانند فنر عمل می‌کند پس فقط هنگام کشیدگی انرژی پتانسیل کشسانی دارد.

$$mg=K(10\,cm) \rightarrow K=\frac{mg}{10}$$

$$\frac{1}{2}K(30)^2=mgh \rightarrow h=\frac{1}{2}\frac{K}{mg}(30)^2=\frac{1}{2}\times\frac{1}{10}\times 900=45\,cm$$

۶- مقدار 16 N درست است.



$$\left.\begin{array}{l} F\sin\theta=N \\ f=mg-F\cos\theta \\ f\le\mu N \end{array}\right\} \frac{mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}\le F$$

$$\rightarrow F_{min}=\frac{mg}{\sqrt{1+\mu^2}}=\frac{2\times 10}{\sqrt{1+(\frac{3}{4})^2}}=\frac{2\times 10\times 4}{5}=16\,N$$

* نکته: $-\sqrt{a^2+b^2}\le a\sin\theta+b\cos\theta\le\sqrt{a^2+b^2}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷- مقدار ۵ 02 درست است.

بعد از اینکه استوانه به زمین برخورد می کند و بی حرکت می ماند نیروهای وارد به اجسام به صورت زیر است:



سرعت برخورد استوانه به زمین: $\sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times1.8} = 6\ m/s$

استوانه: $-f - Mg = MA \Rightarrow A = \frac{-1}{1} - 10 = -11\ m/s^2$ ، $v_0 = +6\ m/s$

جلقه: $f - mg = ma \Rightarrow a = \frac{f}{m} - 10 = -5\ m/s^2$ ، $v_0 = -6\ m/s$

$\Rightarrow 6 - 11t = -6 - 5t \Rightarrow 12 = 6t \rightarrow t = 2\ s$

سلامت، شاد و موفق باشید

امین ۱۳۹۲

امیر یزدی

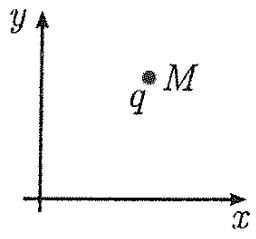
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

فصل ۸

مرحلهٔ اوّل بیست و دومین المپیاد فیزیک ایران

۱.۸ سؤالات چند گزینه‌ای

۱. بار نقطه‌ای مثبت q در نقطهٔ M قرار دارد. تا زمانی که بار q ساکن است نیرویی به آن وارد نمی‌شود و هر گاه آن را در صفحهٔ xy حرکت دهیم به سمت چپ خود منحرف می‌شود. کدام گزینه در مورد میدان‌ها در نقطهٔ M درست است؟ $(+۵, -۱)$



الف) میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت داخل است.

ب) میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت خارج است.

ج) میدان الکتریکی در جهت $y+$ است.

د) میدان الکتریکی در جهت $x-$ است.

ه) میدان مغناطیسی در جهت $x-$ است.

و) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم وجود دارند.

@sampadia

۲. اگر A و B به ترتیب اندازه‌های بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{B}$ باشند و $|\vec{A}+\vec{B}|=|\vec{A}-۲\vec{B}|$، زاویهٔ بین $\vec{A}$ و $\vec{B}$ کدام گزینه است؟ $(+۴,-۱)$

الف) $\arccos\left(\frac{-۳B}{۲A}\right)$ ب) $\arccos\left(\frac{-B}{۲A}\right)$

ج) $\arccos\left(\frac{B}{۲A}\right)$ د) $\arccos\left(\frac{۱}{۲}\right)$

ه) $\arccos\left(\frac{-A}{۲B}\right)$

۳. ذره‌ای در مسیری با معادلهٔ زیر حرکت می‌کند. طول قوسی که ذره از زمان $t=۰$ تا $t=\frac{۳\pi}{۲\omega}$ طی می‌کند، چقدر است؟ $(+۳,-۱)$

$$\begin{cases} x = R\cos\omega t - R \\ y = R\sin\omega t \end{cases}$$

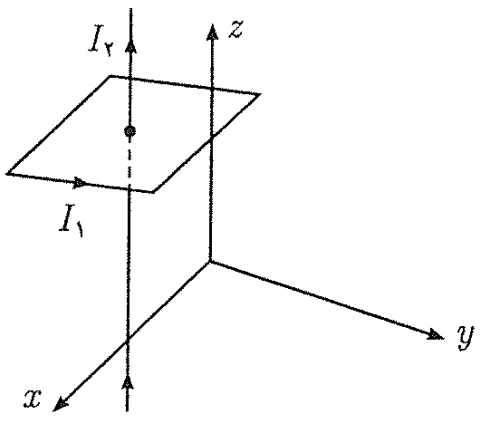
الف) $R\sqrt{۲}$ ب) $۲\pi R$ ج) $\frac{۳\pi R}{۴}$ د) $\frac{۳\pi R}{۲}$

۴. دو ساعت در نظر بگیرید که در آغاز عدد یکسانی را نشان می‌دهند و آهنگ کار آن‌ها هم یکی است. آهنگ کار یکی از ساعت‌ها نسبت به دیگری به‌طور یکنواخت کند می‌شود، به‌طوری که طول یک شبانه‌روز را در پایان هر سال ۲ میلی‌ثانیه از طول شبانه‌روز در ابتدای آن سال کمتر نشان می‌دهد. اختلاف بین اعدادی که این دو ساعت پس از یک قرن نشان می‌دهند، به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

$(+۳,-۱)$

الف) ۱ ثانیه ب) ۱ دقیقه ج) ۱ ساعت د) ۱ روز

۵. مطابق شکل از حلقه‌ای به شکل مربع که صفحهٔ آن موازی صفحهٔ xy است، جریان $I_۱$ می‌گذرد. از سیمی بسیار بلند عمود بر صفحهٔ مربع، که از مرکز آن می‌گذرد در جهت مثبت محور z جریان $I_۲$ عبور می‌کند. نیروی مغناطیسی کل وارد بر حلقه کدام است؟ $(+۳,-۱)$

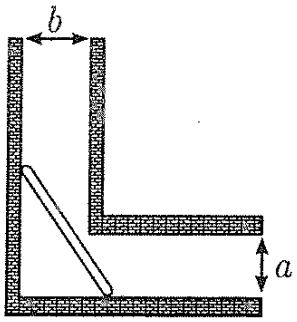


الف) صفر ب) $\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲}{۲\pi}$ در صفحهٔ حلقه

ج) $\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲}{۲\pi}$ و در جهت مثبت محور z د) $\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲}{۲\pi}$ و در جهت منفی محور z

@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به سوالات ... به سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۶. طول بلندترین میله‌ای که می‌توان آن را از مجرایی مانند شکل رد کرد چقدر است؟ مسئله را دوبعدی در نظر بگیرید و از ضخامت میله چشم‌پوشی کنید. (+۳, −۱)



الف) $\sqrt{a^۲ + b^۲}$ ب) $\frac{۱}{۴}(a^{\frac{۱}{۳}} + b^{\frac{۱}{۳}})^۳$

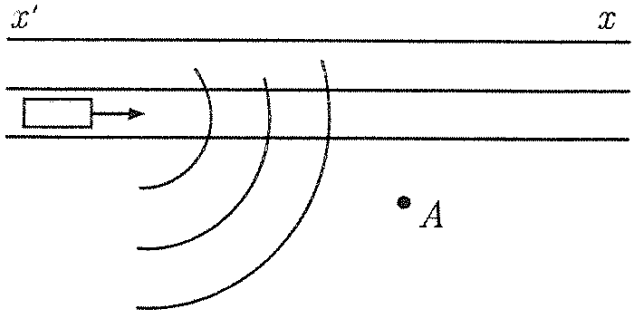
ج) $(a^{\frac{۲}{۳}} + b^{\frac{۲}{۳}})^{\frac{۳}{۲}}$ د) $a + b$

۷. دو خودروی A و B به ترتیب با سرعت‌های ۱۶ m/s و ۸ m/s روی یک خط راست به سمت یک‌دیگر در حرکت‌اند. هنگامی که فاصلهٔ دو خودرو از هم ۴۵ m است خودروی A با شتاب $۲\ m/s^۲$ و خودروی B با شتاب $۴\ m/s^۲$ ترمز می‌کنند. چند ثانیه پس از ترمز دو خودرو به هم می‌خورند و سرعت خودروی B در لحظهٔ برخورد چقدر است؟ (+۳, −۱)

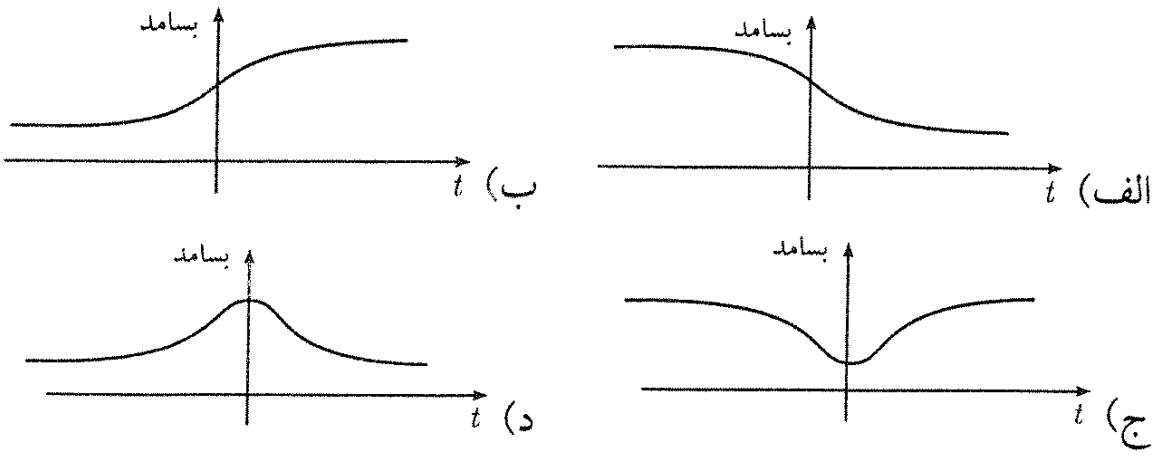
الف) ۲٫۸ s و صفر ب) ۱۳٫۲ s و صفر

ج) ۳ s و ۴ m/s د) ۵ s و ۱۲ m/s

۸. آمبولانسی روی جادهٔ $x'x$ با سرعت v (به سمت مثبت x، یعنی از x' به سمت x) حرکت می‌کند. شخصی در نقطهٔ A کنار جاده ایستاده است. آژیر آمبولانس روشن است و صدایی با بسامد ثابت تولید می‌کند. شخصی که در A ایستاده، صدای آژیر را می‌شنود. اگر این شخص بسامد صدایی را که می‌شنود برحسب زمان رسم کند نموداری که به‌دست می‌آورد به کدام شکل نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)



@sampadia.com





۹. جسم m_2 به کمک فنری از جسم m_1 آویزان است و جسم m_1 را نگه داشته‌ایم. جسم m_1 را رها می‌کنیم. بلافاصله پس از رها شدن اندازهٔ شتاب جسم‌های m_1 و m_2 را به ترتیب a_1 و a_2 می‌گیریم. کدام گزینه در مورد a_1 و a_2 درست است؟ g شتاب گرانش است. (+۳, −۱)

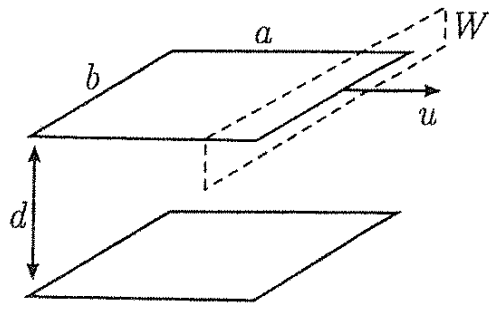
الف) $a_2 = a_1 = g$

ب) $a_2 = a_1 < g$

ج) $a_2 = 0$ و $a_1 > g$

د) $a_2 = 0$ و $a_1 < g$

۱۰. خازنی از دو صفحهٔ تخت، هر یک به طول a و عرض b تشکیل شده است. فاصلهٔ بین صفحه‌ها d است. این خازن را با اختلاف پتانسیل V پر می‌کنیم. سپس این خازن را در امتداد طول a با سرعت u حرکت می‌دهیم.



مطابق شکل پنجرهٔ W در مسیر یکی از صفحه‌ها قرار دارد. هنگام عبور صفحه از سطح پنجره، چه جریانی از سطح پنجره می‌گذرد؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{\epsilon_0 aVu}{d}$

ب) $\frac{\epsilon_0 bVu}{d}$

ج) $\frac{\epsilon_0 dVu}{a}$

د) $\frac{\epsilon_0 dVu}{b}$

@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به سوالات چند گزینه‌ای سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۱. هواپیمایی روی خط افقی در ارتفاع h با شتاب ثابت a پرواز می‌کند. این هواپیما شروع به رها کردن بسته‌هایی می‌کند. فرض کنید اولین بسته از نقطهٔ $(x=۰, y=h)$ در زمان $t=۰$ رها شده و در آن زمان سرعت هواپیما $v_۰$ است. در زمان T از بسته‌ها یک منحنی می‌گذرانیم. معادلهٔ این منحنی کدام است؟ در زمان T هنوز هیچ‌کدام از بسته‌ها به زمین نرسیده است. از مقاومت هوا چشم بپوشید. (+۳, −۱)

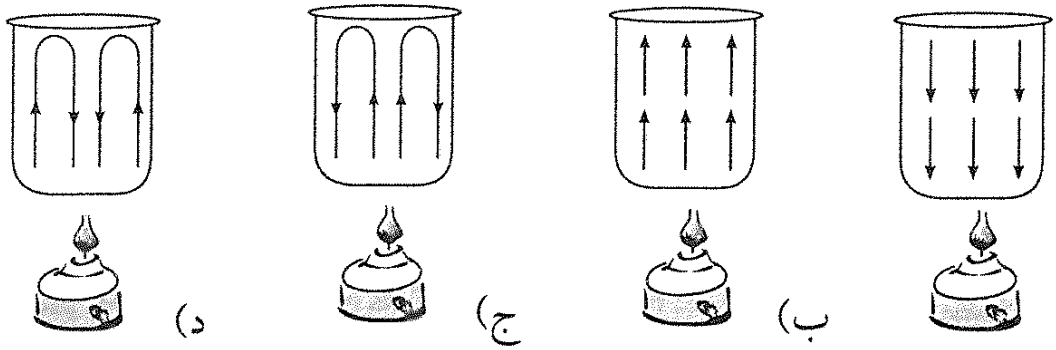
الف) $x+\frac{a(h-y)}{g}=v_۰t$ ب) $x-\frac{a(h-y)}{g}-v_۰\sqrt{\frac{۲(h-y)}{g}}=۰$

ج) $x-\frac{a(h-y)}{g}=\frac{aT^۲}{۲}+v_۰T$ د) $x+\frac{a(h-y)}{g}=\frac{aT^۲}{۲}+v_۰T$

۱۲. دو بار یکسان q در فاصلهٔ ۲ℓ از هم هستند. بار Q درست در وسط خط واصل دو بار قرار دارد. اگر بار Q را روی خط واصل دو بار q به اندازهٔ $\epsilon\ell$ جابه‌جا کنیم، نیرویی به اندازهٔ $F_۱$ به آن وارد می‌شود. اگر بار Q به اندازهٔ $\epsilon\ell$ در صفحهٔ عمودمنصف دو بار q منحرف شود، نیرویی به اندازهٔ $F_۲$ به آن وارد می‌شود. در هر دو حالت ϵ خیلی کوچک‌تر از ۱ است. اگر اندازهٔ x خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد، برای n دلخواه داریم $(۱+x)^n \simeq ۱+nx$). نسبت $\frac{F_۱}{F_۲}$ کدام است؟ (+۳, −۱)

الف) ۱ ب) ۲ ج) $\frac{۱}{۲}$ د) $\frac{۱}{۳}$

۱۳. مایع داخل یک بشر استوانه‌ای را مطابق شکل با چراغ الکلی به آرامی گرم می‌کنیم. کدام شکل می‌تواند نشان‌دهندهٔ طرح جریان همرفتی در داخل مایع باشد؟ (+۳, −۱)



الف) ب) ج) د)

۱۴. وجوه داخلی یک اتاقک مکعب را با رنگ‌های سفید، خاکستری و سیاه رنگ کرده‌ایم. وجوه یاد شده طی مدت زمانی طولانی با یکدیگر انرژی گرمایی مبادله می‌کنند. پس از این زمان دمای وجوه سفید را $T_۱$، دمای وجوه خاکستری را $T_۲$ و دمای وجوه سیاه را $T_۳$ می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $T_۱=T_۲=T_۳$ ب) $T_۳<T_۲<T_۱$

ج) $T_۱<T_۲<T_۳$ د) $T_۱<T_۳<T_۲$

@sampadia.com

۱۵. در مبداء زمان آسانسوری با سرعت ۴ m/s رو به پایین در حرکت است و با شتاب ۲ m/s^2 سرعتش کند می‌شود. ۱ s بعد شخصی که درون آسانسور ایستاده است، گلولهٔ کوچکی را از ارتفاع ۱ m از کف آسانسور آزادانه رها می‌کند. در لحظهٔ برخورد گلوله به کف آسانسور، سرعت آن نسبت به کف آسانسور چند m/s است؟ (+۳, −۱)

الف) ۲ ب) ۴ ج) $۲\sqrt{۵}$ د) $۲\sqrt{۶}$

۱۶. جاندارانی هستند که مواد غذایی را از سطح پوست‌شان جذب می‌کنند. این موجودات را تقریباً به شکل کره بگیرید. فرض کنید بیشترین مقدار غذایی که چنین موجوداتی می‌توانند در واحد زمان از واحد سطح پوست‌شان جذب کنند α باشد و کمترین مقدار غذای لازم در واحد زمان برای واحد حجم این موجودات که زنده بمانند β باشد. بزرگ‌ترین موجود از این نوع شعاعش چقدر است؟ (+۳, −۱)

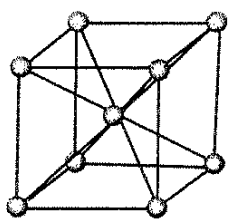
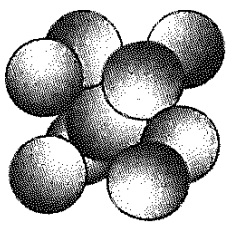
الف) $\frac{۳\alpha}{\beta}$ ب) $\frac{۳\alpha}{۴\beta}$ ج) $\frac{۴\alpha}{۳\beta}$ د) $\frac{\alpha}{۳\beta}$

۱۷. هوای داخل لولهٔ باریکی که یک طرف آن بسته است، به وسیلهٔ ستونی از جیوه از هوای بیرون جدا شده است. وقتی لوله افقی است، طول هوای محبوس $\ell_۱$ است و هنگامی که لوله را قائم نگه می‌داریم، طول هوای محبوس در زیر ستون جیوه $\ell_۲$ است. اگر لوله را از وضعیت قائم به اندازهٔ ۶۰° کج کنیم، طول هوای محبوس در زیر جیوه چقدر خواهد شد؟ از چسبندگی جیوه با لوله صرف‌نظر کنید. (+۳, −۱)

الف) $\frac{\ell_۱\ell_۲}{\ell_۱+\ell_۲}$ ب) $\frac{۱}{۲}(\ell_۱+\ell_۲)$

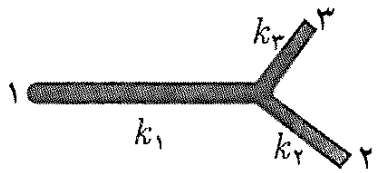
ج) $\frac{۲\ell_۱\ell_۲}{\ell_۱+\ell_۲}$ د) $\frac{۲\ell_۱\ell_۲}{\ell_۱-\ell_۲}$

۱۸. بسیاری از جامدها ساختار منظم دارند. یکی از این ساختارها شبکهٔ «مکعبی مرکز پُر» است. در این ساختار در هر رأس مکعب و در مرکز مکعب یک اتم است. اتم‌ها را با کره‌های توپر هم‌اندازه جایگزین می کنیم. بیشترین کسر حجم داخل مکعب را که می‌توان با کره‌ها یا بخش‌هایی از کره پُر کرد چقدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{\pi}{۶}$ ب) $\frac{\pi\sqrt{۲}}{۶}$ ج) $\frac{\pi\sqrt{۳}}{۸}$ د) $\frac{\pi}{۴}$

۱۹. سه میله به طول‌های ℓ_1، ℓ_2 و ℓ_3 و همگی با سطح مقطع یکسان، مطابق شکل به هم وصل شده‌اند.



طول و ضریب رسانندگی گرمایی میله‌ها به ترتیب زیر است:

$$\ell_1 = ۲۳\ \text{cm}, \quad \ell_2 = ۶/۵\ \text{cm}, \quad \ell_3 = ۶\ \text{cm},$$
$$K_1 = ۹۲\ \text{W/mK}, \quad K_2 = ۲۶\ \text{W/mK}, \quad K_3 = ۱۲\ \text{W/mK}$$

اگر انتهای میلهٔ ۱ در دمای ۱۰۰°C و انتهای میله‌های ۲ و ۳ در دمای ۰°C ثابت نگه داشته شود، در حالت پایا، یعنی هنگامی که دمای هر نقطه ثابت شده، دمای نقطهٔ اتصال سه میله چقدر است؟ میله‌ها پوشش عایق دارند و گرما فقط در طول میله‌ها منتقل می‌شود. (+۳, −۱)

الف) ۳۳°C

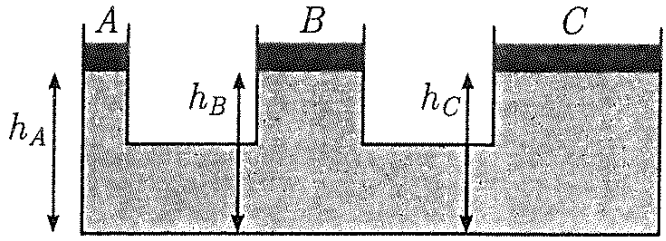
ب) ۴۰°C

ج) ۵۰°C

د) ۶۵°C

۲۰. در ظرفی مانند شکل زیر مایع تراکم‌ناپذیری قرار دارد. پیستون‌های A، B و C می‌توانند بدون اصطکاک در لوله‌های مربوط حرکت کنند. در ابتدا ارتفاع مایع از کف ظرف در هر سه لوله برابر است؛ $h_A = h_B = h_C = h_0$. حال وزنه‌های یکسان m را روی هر یک از پیستون‌ها می‌گذاریم. بعد از برقراری تعادل کدام گزینه درست است؟

(+۳, −۱)



الف) $h_A = h_B = h_C = h_0$

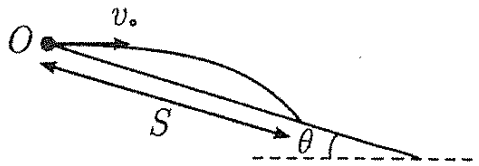
ب) $h_A = h_B = h_C < h_0$

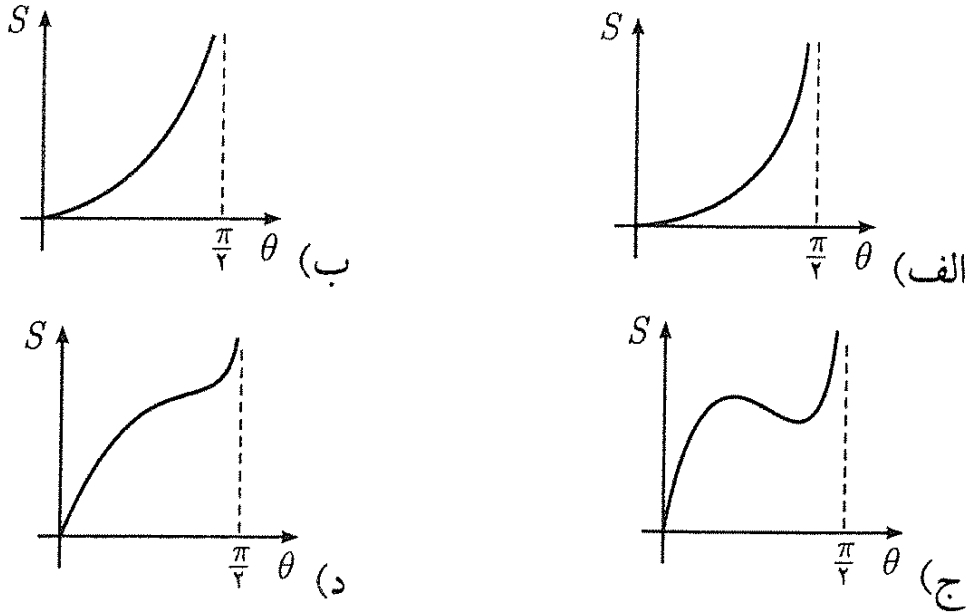
ج) $h_A < h_B < h_C$

د) $h_A > h_B > h_C$

@sampadia.anjoozz.ir

۲۱. سطح شیب‌دار طویلی در نقطهٔ O لولایی دارد که توسط آن می‌توان شیب سطح را تغییر داد. از نقطهٔ O گلوله‌ای را با سرعت اولیهٔ افقی v_0، پرتاب می‌کنیم. گلوله در فاصلهٔ S از نقطهٔ O به سطح برخورد می‌کند. S با تغییر شیب سطح، تغییر می‌کند. کدام گزینه می‌تواند نمودار S برحسب θ باشد؟ (+۳, −۱)





۲۲. سطح آینه‌ای با افق زاویهٔ θ می‌سازد. در زمان $t = 0$ گلوله‌ای با سرعت اولیهٔ v_0 و با زاویهٔ φ نسبت به سطح آینه پرتاب می‌شود. مسیر حرکت در صفحهٔ عمود بر نقاط آینه و سطح افق است. در چه زمانی، فاصلهٔ گلوله از تصویرش در آینه، بیشترین مقدار است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{v_0 \sin(\varphi+\theta)}{g\cos\theta}$

ب) $\frac{v_0 \sin\varphi}{g\cos\theta}$

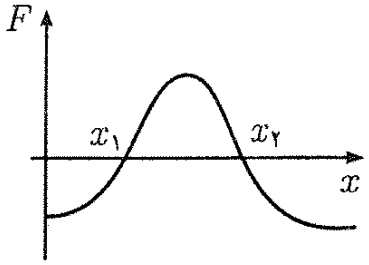
ج) $\frac{v_0 \sin\varphi}{g\cos(2\theta)}$

د) $\frac{v_0 \sin(2\varphi)}{g\cos(\varphi+\theta)}$

۲۳. اگر نیروی وارد بر ذره صفر باشد، می‌گوییم ذره در حال تعادل است. فرض کنید ذرهٔ ساکنی در حال تعادل است. در این حالت ذره را کمی از نقطهٔ تعادل جابه‌جا می‌کنیم. اگر جسم به نقطهٔ تعادل برگردد این نقطه را نقطهٔ تعادل پایدار می‌گوییم؛ و اگر جسم پس از جابه‌جایی کوچک از نقطهٔ تعادل دور شود، به آن نقطهٔ تعادل ناپایدار می‌گوییم. نیروی وارد به ذره‌ای برحسب x به‌صورت شکل روبرو است. کدام گزینه

@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به هزاران سوال چند گزینه‌ای سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

در مورد دو نقطهٔ x_1 و x_2 می‌تواند درست باشد؟ $(+۳, -۱)$



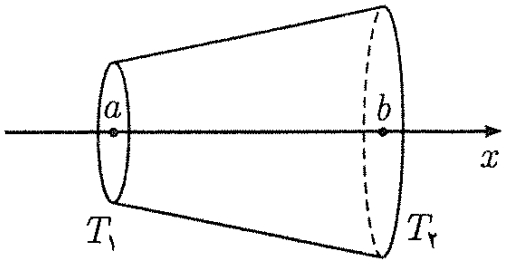
الف) در هر دو نقطه تعادل پایدار است.

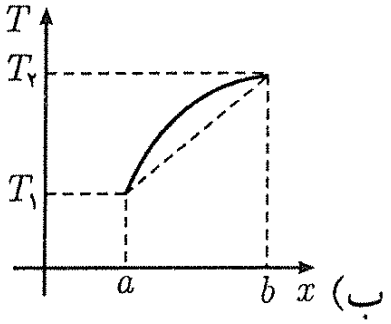
ب) در هر دو نقطه تعادل ناپایدار است.

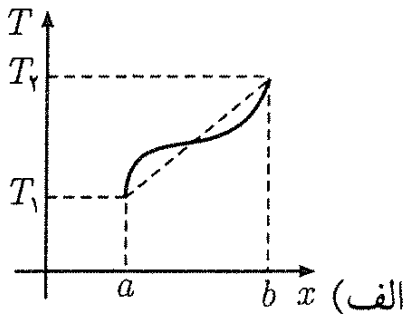
ج) تعادل در x_1 پایدار، و در x_2 ناپایدار است.

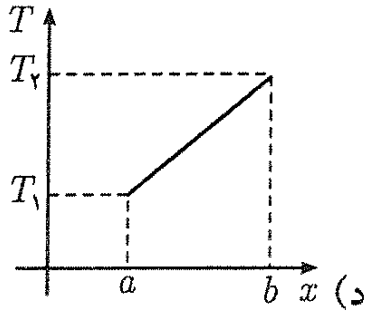
د) تعادل در x_1 ناپایدار، و در x_2 پایدار است.

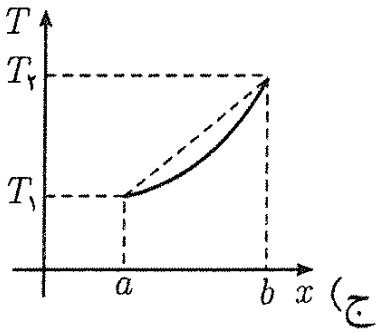
۲۴. یک مخروط ناقص، که زاویهٔ رأس آن کوچک است، رسانای گرما است. مطابق شکل قاعدهٔ این جسم را در دماهای ثابت T_1 و T_2 که $T_2 > T_1$ است، قرار می‌دهیم تا گرما در طول آن شارش یابد، طوری که $T(b) = T_2$ و $T(a) = T_1$ است. سطح جانبی مخروط عایق‌پوش شده، طوری که از آن گرما هدر نمی‌رود. در حالت پایا دمای نقطهٔ x روی محور جسم را $T(x)$ می‌نامیم. کدام منحنی نشان‌دهندهٔ رفتار $T(x)$ برحسب x است؟ $(+۳, -۱)$





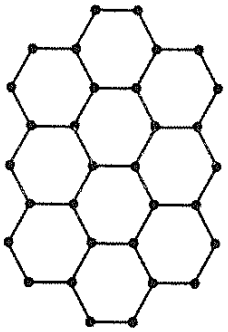






@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۵. گرافیت، شکلی از کربن است که اتم‌های آن روی لایه‌هایی قرار دارند. هر لایه روی یک صفحهٔ تخت است و لایه‌ها با هم موازی‌اند. هر لایه مطابق شکل از سلول‌هایی تشکیل شده که هر سلول یک شش‌ضلعی منتظم است. روی رأس‌های هر سلول یک اتم قرار دارد. اگر اتم‌های یک سلول روی یک لایه را به اتم‌های سلولی که در لایهٔ مجاور درست زیر یا بالای آن است به هم وصل کنیم، یک منشور مایل به‌دست می‌آید. فرض کنید یک حجم مشخص از گرافیت n اتم داشته باشد. این n اتم در k منشور قرار دارند. نسبت $\frac{n}{k}$ چیست؟ (+۳, −۱)

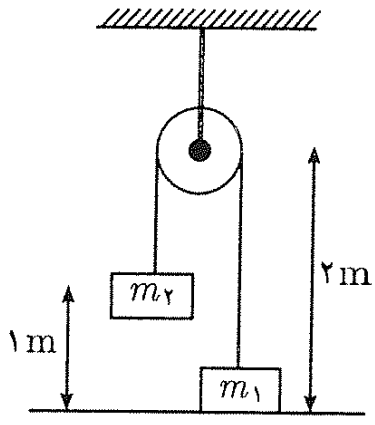


الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

۲۶. در مسئلهٔ قبل، فرض کنید طول ضلع قاعدهٔ منشورها (شش‌ضلعی‌های منتظم) برابر d و فاصلهٔ بین هر دو لایهٔ مجاور تقریباً $2d$ باشد. اگر چگالی گرافیت $3\ g/cm^3$ باشد، مقدار d تقریباً چند نانومتر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۰٫۱۴ nm ب) ۰٫۹ nm ج) ۰٫۷ nm د) ۰٫۲۲ nm

۲۷. دو وزنهٔ کوچک به جرم‌های $m_1 = 2\ kg$ و $m_2 = 3\ kg$ به دو سر نخی بسته شده‌اند و نخ از بالای قرقرهٔ بدون اصطکاکی (مطابق شکل) عبور داده شده است. هنگامی که وزنهٔ m_1 روی زمین است نخ کاملاً کشیده و وزنهٔ m_2 را در ارتفاع ۱ m نگه می‌داریم. وزنهٔ m_2 را رها می‌کنیم. وزنهٔ m_1 تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ (+۳, −۱)



الف) ۱٫۰ m ب) ۱٫۲ m ج) ۱٫۵ m د) ۱٫۷ m

@sampaedia amoozz.ir برای دسترسی به سوالات چند گزینه‌ای سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۸. بار و جرم الکترون، ضریب K در قانون کولن و ضریب G در قانون گرانش در واحدهای SI به‌صورت زیر است:

$$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ \mathrm{C}, \qquad m = ۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱}\ \mathrm{kg},$$
$$K = \frac{۱}{۴\pi\epsilon_۰} = ۹/۰ \times ۱۰^{۹}\ \frac{\mathrm{Nm}^۲}{\mathrm{C}}, \qquad G = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۱}\ \frac{\mathrm{Nm}^۲}{\mathrm{kg}^۲}$$

نسبت نیروی الکتریکی به نیروی گرانشی دو الکترون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

$(+۳, -۱)$

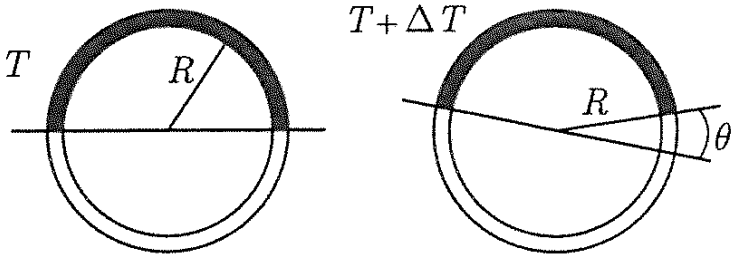
الف) $۱۰^{۴۵}$ ب) $۱۰^{۴۲}$ ج) $۱۰^{۳۹}$ د) $۱۰^{۳۶}$

۲۹. وقتی میله‌ای به طول L و سطح مقطع A تحت فشار $\frac{F}{A}$ قرار می‌گیرد، طولش به اندازهٔ ΔL تغییر می‌کند، به‌طوری که $\frac{F}{A} = E\frac{\Delta L}{L}$. در اینجا E ضریب ثابتی است که به جنس میله بستگی دارد و مدول یانگ نامیده می‌شود. دو میله از دو جنس مختلف ولی با طول یکسان و سطح مقطع یکسان مطابق شکل به‌صورت دو نیم‌دایره به شعاع R به هم متصل شده‌اند و داخل یک تکیه‌گاه سخت در محیطی با دمای T قرار دارند. در این دما فشار بر میله‌ها صفر است. دمای محیط را به اندازهٔ ΔT بالا می‌بریم. فرض کنید تکیه‌گاه همچنان میله‌ها را به‌صورت دایره‌ای به شعاع R نگه می‌دارد. اگر مدول یانگ و ضریب انبساط طولی میله‌ها $(E, ۳\alpha)$ و $(۲E, \alpha)$ باشد، زاویهٔ θ چقدر ست؟ ΔT را کوچک بگیرید.

راهنمایی: اگر $|x|$ و $|y|$ خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد و α و β دو عدد دلخواه باشند:

$$(۱ + x)^{\alpha}(۱ + y)^{\beta} \simeq ۱ + \alpha x + \beta y$$

$(+۳, -۱)$

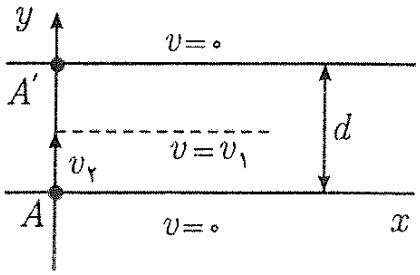


الف) $\frac{\pi}{۳}\alpha\Delta T$ ب) $\pi\alpha\Delta T$ ج) $\frac{۵\pi}{۳}\alpha\Delta T$ د) $۲\pi\alpha\Delta T$

۳۰. در رودخانه‌ای به عرض d آب در امتداد محور x جریان دارد. سرعت آب در عرض رودخانه ثابت نیست. در وسط رودخانه سرعت $v_۱$ است و به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد و در کناره‌ها به صفر می‌رسد. قایقرانی از نقطهٔ A با سرعت ثابت $v_۲$ (نسبت به آب) در امتداد محور y حرکت می‌کند، طوری که اگر ساکن بود به نقطهٔ A'

@sampaadia amoozzir

می‌رسید. معین کنید به دلیل حرکت آب، قایقران در چه فاصله‌ای از نقطهٔ A' به ساحل مقابل می‌رسد؟ $(+۵, -۱)$



الف) $\frac{v_۲}{v_۱}d$ ب) $\frac{v_۲}{۲v_۱}d$

ج) $\frac{v_۱}{v_۲}d$ د) $\frac{v_۱}{۲v_۲}d$

ه) $\frac{v_۲}{\sqrt{v_۱^۲+v_۲^۲}}d$ و) $\frac{v_۱}{\sqrt{v_۱^۲+v_۲^۲}}d$

۳۱. جسمی به جرم m روی یک سطح افقی ساکن است و با نیروی F آن را می‌کشیم. ضریب اصطکاک بین سطح افقی و جسم $\mu_۰$ است. کمترین اندازهٔ نیرویی که جسم را در آستانهٔ حرکت قرار می‌دهد چقدر است؟ شتاب گرانش را g بگیرید. $(+۳, -۱)$

الف) $\frac{\mu_s mg}{۱+\mu_s}$ ب) $\mu_s mg$ ج) $\frac{\mu_s mg}{\sqrt{۱+\mu_s^۲}}$ د) $\frac{mg}{\sqrt{۱+\mu_s^۲}}$

۲.۸ مسائل پاسخ کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید:

در مسئله‌های شمارهٔ ۱ تا ۷ باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی آمپر، متر، کیلوگرم، میکروفاراد و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به‌دست آورید.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶/۷\ \mu F$ را به‌دست آورده باشید. آن را گرد کنید و به ۲۷ میکروفاراد تبدیل کنید.

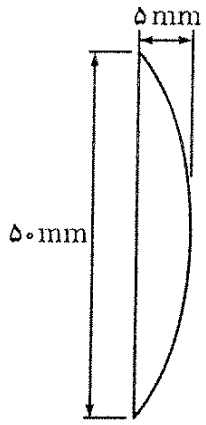
@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به پاسخ کوتاه وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

توجه: هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمرهٔ منفی ندارد.

یکان	دهگان
۰	۰
۱	۱
۲	●
۳	۳
۴	۴
۵	۵
۶	۶
●	۷
۸	۸
۹	۹

۱. در فیلم حرکت یک اتومبیل می‌بینیم در حالی که اتومبیل به سرعت به جلو می‌رود، به نظر می‌رسد که چرخ‌های آن در هر ثانیه یک دور به عقب می‌رود! این فیلم با دوربینی گرفته شده که هر ثانیه n عکس می‌گیرد. فرض کنید سرعت اتومبیل ۳۶ m/s و محیط چرخ آن ۱٫۸ m باشد. بیشترین مقدار n چیست؟

۲. یک عدسی مانند شکل در نظر بگیرید که یک سطح آن تخت و به شکل دایره، و سطح دیگر آن کروی باشد. قطر سطح دایره‌ای بخش تخت ۵۰ mm و ضخامت عدسی در وسط آن ۵ mm است. ضریب شکست عدسی $n = ۱٫۶$ است. موج تختی عمود بر وجه تخت عدسی به آن می‌تابد. زمان عبور جبههٔ موج از وسط عدسی چند پیکوثانیه بیشتر از زمان عبور از لبهٔ عدسی در طولی به اندازهٔ ۵ mm است؟
($1\ \text{ps} = ۱۰^{-۱۲}\ \text{s}$ و سرعت نور در خلاء $۳ \times ۱۰^{۸}\ \text{m/s}$ است.)



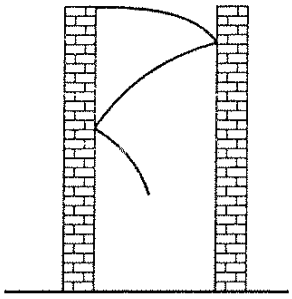
۳. در مسئلهٔ قبل جبههٔ موج تخت پس از عدسی به شکل قسمتی از سطح یک کره در می‌آید. با توجه به اطلاعات مسئلهٔ قبل شعاع جبههٔ موج بلافاصله پس از عدسی تقریباً چند سانتی‌متر است؟

۴. چشم انسان می‌تواند دو جسم را از هم تفکیک کند به شرطی که زاویهٔ بین پرتوهایی که از آن دو جسم به چشم می‌رسند از یک حدی بزرگ‌تر باشد. این حد به طول

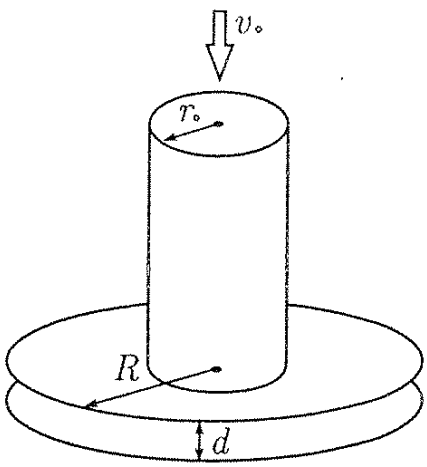
@sampaadia ampozz.ir

موج نور و قطر مردمک چشم ما بستگی دارد. اگر طول موج λ و قطر مردمک چشم ما D باشد این حد برحسب رادیان تقریباً $\frac{\lambda}{D}$ است. طول موج نور چراغ‌های جلوی اتومبیلی ۵۵۰ nm و فاصلهٔ بین چراغ‌ها ۲ m است. حداکثر فاصله‌ای که یک شخص می‌تواند از اتومبیل داشته باشد تا دو چراغ را از هم تشخیص بدهد تقریباً چند کیلومتر است؟ قطر مردمک چشم را ۳ mm بگیرید.

۵. دو ساختمان به ارتفاع ۲۰ m در فاصلهٔ ۲ m از هم هستند. توپی از بالای یکی از ساختمان‌ها با سرعت اولیهٔ افقی ۲ m/s پرتاب می‌شود. مطابق شکل این توپ حین پایین آمدن به‌طور مکرر به دیوار ساختمان برخورد می‌کند. فرض کنید برخورد توپ با دیواره‌ها کشسان باشد. در برخورد کشسان توپ با دیوار مؤلفهٔ سرعت در راستای دیوار ثابت می‌ماند و مؤلفهٔ سرعت عمود بر دیوار برعکس می‌شود. توپ قبل از برخورد با زمین چند برخورد با دیوارها دارد؟ ($g = ۹٫۸\ \mathrm{m/s^2}$ است.)



۶. دو قرص دایره شکل هم‌محور به شعاع $R = ۳۰\ \mathrm{cm}$ به فاصلهٔ $d = ۲\ \mathrm{cm}$ در نظر بگیرید که افقی هستند. از وسط قرص بالایی یک دایره به شعاع $r_۰ = ۲\ \mathrm{cm}$ و هم‌مرکز با قرص بریده‌ایم. یک لوله به شعاع $r_۰$ به‌طور قائم به قرص بالایی و روی دایرهٔ خالی شده جوش داده‌ایم. آب با سرعت $v_۰ = ۵\ \mathrm{m/s}$ از بالای لوله وارد آن شده و میان دو قرص می‌رود. فرض کنید سرعت آب ورودی چنان است که فضای میان دو قرص را پر کرده و آب از اطراف آن بیرون می‌ریزد. سرعت آب میان دو قرص و در شعاع $r = ۱۰\ \mathrm{cm}$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به انواع مختلف کنکور به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷. اجسام گرم با توان $P = \sigma A T^۴$ تابش می‌کنند که در اینجا A مساحت سطح جسم، σ یک ثابت و T دمای جسم است. در لامپ‌های التهابی، سیمی از جنس تنگستن بر اثر عبور جریان الکتریکی گرم می‌شود و از سطح جانبی آن تابش می‌کند. این سیم را می‌توان استوانه‌ای به طول L و قطر قاعدهٔ d در نظر گرفت. L و d باید چنان باشند که وقتی به دو سر سیم تنگستن اختلاف پتانسیل E اعمال شود، با توان P تابش کند. به‌علاوه، سعی بر آن است که دمای این سیم تنگستن برای همهٔ لامپ‌ها، در هنگام کار، مقدار مشخص $T_۰$ باشد. در این دمای $T_۰$ مقاومت ویژهٔ تنگستن $\rho_۰$ است.

دو لامپ با توان‌های $P_۱ = ۱۰\ \text{W}$ و $P_۲ = ۸۰\ \text{W}$ که هر دو برای کار در اختلاف پتانسیل $E = ۱۲\ \text{V}$ طراحی شده‌اند در نظر بگیرید. جرم سیم لامپ ۱ را با $m_۱$ و جرم سیم ۲ را با $m_۲$ نشان می‌دهیم. نسبت $\dfrac{m_۲}{m_۱}$ چند است؟

کلید آزمون مرحله اول المپیاد فیزیک - دوره بیست و دو / ۲۲

ایرانفو ، مرجع المپیاد فیزیک ایران www.iranpho.ir

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و
۱	●	○	○	○	○	○
۲	○	●	○	○	○	○
۳	○	○	○	●	○	○
۴	○	○	●	○	○	○
۵	●	○	○	○	○	○
۶	○	○	●	○	○	○
۷	●	○	○	○	○	○
۸	●	○	○	○	○	○
۹	○	○	●	○	○	○
۱۰	○	●	○	○	○	○

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و
۱۱	○	○	○	○	○	●
۱۲	○	●	○	○	○	○
۱۳	○	○	●	○	○	○
۱۴	●	○	○	○	○	○
۱۵	○	○	○	●	○	○
۱۶	●	○	○	○	○	○
۱۷	○	○	●	○	○	○
۱۸	○	○	●	○	○	○
۱۹	○	●	○	○	○	○
۲۰	○	○	●	○	○	○

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و
۲۱	○	●	○	○	○	○
۲۲	○	●	○	○	○	○
۲۳	○	○	○	●	○	○
۲۴	○	●	○	○	○	○
۲۵	○	●	○	○	○	○
۲۶	●	○	○	○	○	○
۲۷	○	●	○	○	○	○
۲۸	○	●	○	○	○	○
۲۹	●	○	○	○	○	○
۳۰	○	○	○	●	○	○

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و
۳۱	○	○	●	○	○	○
۳۲	○	○	○	○	○	○
۳۳	○	○	○	○	○	○
۳۴	○	○	○	○	○	○
۳۵	○	○	○	○	○	○
۳۶	○	○	○	○	○	○
۳۷	○	○	○	○	○	○
۳۸	○	○	○	○	○	○
۳۹	○	○	○	○	○	○
۴۰	○	○	○	○	○	○

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و
۴۱	○	○	○	○	○	○
۴۲	○	○	○	○	○	○
۴۳	○	○	○	○	○	○
۴۴	○	○	○	○	○	○
۴۵	○	○	○	○	○	○
۴۶	○	○	○	○	○	○
۴۷	○	○	○	○	○	○
۴۸	○	○	○	○	○	○
۴۹	○	○	○	○	○	○
۵۰	○	○	○	○	○	○

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

۱			۲			۳			۴			۵			۶			۷			۸			۹			۱۰			۱۱		
رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان
۰	○	○	۰	○	●	۰	○	●	۰	○	○	۰	●	○	۰	○	○	۰	○	○	۰	○	○	۰	○	○	۰	○	○	۰	○	○
۱	○	●	۱	●	○	۱	●	○	۱	●	○	۱	○	○	۱	○	○	۱	○	●	۱	○	○	۱	○	○	۱	○	○	۱	○	○
۲	●	○	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	●	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	○	۲	○	○
۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	●	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○	۳	○	○
۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○	۴	○	○
۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	●	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○	۵	○	○
۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○	۶	○	○
۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○	۷	○	○
۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○	۸	○	○
۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○	۹	○	○

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

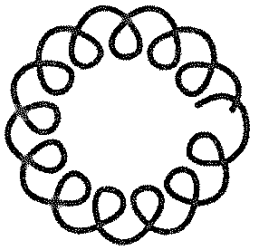
فصل ۷

مرحله‌ی اوّل بیست و یکمین المپیاد فیزیک ایران

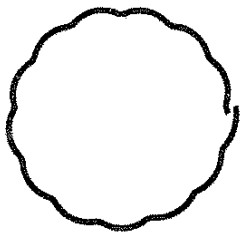
۷.۱ سؤالات چند گزینه‌ای

۱) فاصله‌ی زمین از خورشید $۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}\text{m}$ و فاصله‌ی ماه از زمین $۳/۸ \times ۱۰^{۸}\text{m}$ است. زمین هر ۳۶۵ روز یک بار روی دایره‌ای به دور خورشید، و ماه هر ۲۷ روز یک بار روی دایره‌ای به دور زمین می‌گردد. فرض کنید این دو دایره هم‌صفحه باشند. مدار ماه به دور خورشید شبیه کدام شکل زیر است؟

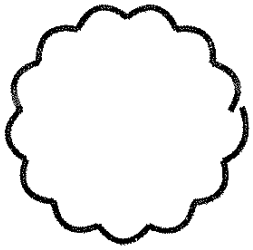
الف)



ب)



ج)



۲) نقطه‌ی A روی نیم‌خط Ox و نقطه‌ی B روی نیم‌خط Oy است. زاویه‌ی Ox با Oy برابر α است. در لحظه‌ی $t = ۰$ فاصله‌ی A از O برابر a و فاصله‌ی B از O برابر b است. در این لحظه نقطه‌ی A با سرعت v_A روی محور x و نقطه‌ی B با سرعت v_B روی محور y حرکت می‌کند. قرارداد این است که سرعت‌ها مثبت‌اند اگر حرکت در جهت مثبت محور باشد. v_B چه‌قدر باشد تا در $t = ۰$ مشتق فاصله‌ی A از B صفر باشد؟

@sampaadia amoozz.ir

الف) $v_B = v_A \dfrac{b\cos\alpha + a}{a\cos\alpha + b}$ ب) $v_B = v_A \tan\alpha$

ج) $v_B = v_A \cos\alpha$ د) $v_B = v_A \dfrac{b\cos\alpha - a}{b - a\cos\alpha}$

۳) سه ذرّه‌ی باردار با بارهای مثبت q_1، q_2 و q_3، و بردار مکان‌های $\overrightarrow{r_1}$، $\overrightarrow{r_2}$ و $\overrightarrow{r_3}$، در صفحه‌ی xy اند. برآیند نیروهای کولنی وارد به ذرّه‌ی ۳ صفر است. $\overrightarrow{r_3}$ کدام است؟

الف) $\overrightarrow{r_3} = \dfrac{q_1\overrightarrow{r_1} + q_2\overrightarrow{r_2}}{q_1 + q_2}$ ب) $\overrightarrow{r_3} = \dfrac{q_1\overrightarrow{r_2} + q_2\overrightarrow{r_1}}{q_1 + q_2}$

ج) $\overrightarrow{r_3} = \dfrac{\sqrt{q_1}\overrightarrow{r_1} + \sqrt{q_2}\overrightarrow{r_2}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}}$ د) $\overrightarrow{r_3} = \dfrac{\sqrt{q_1}\overrightarrow{r_2} + \sqrt{q_2}\overrightarrow{r_1}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}}$

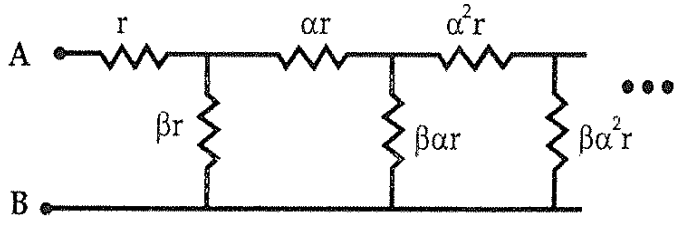
۴) برای تولید ۱kg گندم، به یک تُن (یعنی ۱۰۰۰kg) آب نیاز است. بارش سالانه‌ی منطقه‌ای ۱۰۰mm است، به این معنی که اگر تمام برف و باران سالانه‌ی آن منطقه را در منطقه‌ای به همان مساحت بریزیم ارتفاع آن ۱۰۰mm می‌شود. در این ناحیه حداکثر محصول کشت دیم گندم چند تن بر هکتار است؟ (هکتار یعنی $10^4 m^2$).

الف) ۰/۱ ب) ۱ ج) ۱۰ د) ۱۰۰

۵) یک آهن‌ربای میله‌ای که میدان مغناطیسی آن از میدان مغناطیسی زمین بسیار قوی‌تر است روی یک میز افقی قرار دارد. خطی که قطب‌های N و S آهن‌ربا را به هم وصل می‌کند افقی است. یک عقربه‌ی مغناطیسی هم که می‌تواند آزادانه به دور محور قائم خود بگردد روی این میز و در فاصله‌ی کمی از آهن‌ربا است. عقربه‌ی مغناطیسی را یک بار روی یک دایره‌ی افقی، به آهستگی دور آهن‌ربا می‌گردانیم، و در نتیجه عقربه به اندازه‌ی زاویه‌ی α به دور محور خود می‌گردد. α چه‌قدر است؟

الف) ۹۰° ب) ۱۸۰° ج) ۳۶۰° د) ۷۲۰° ه) ۱۴۴۰°

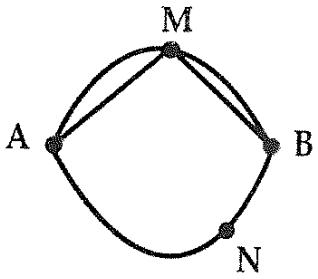
۶) در شکل، زنجیره‌ی مقاومت‌ها به‌طور نامحدود ادامه دارد. مقدار مقاومت‌ها روی شکل مشخص است. به‌ازای $\alpha = ۲$ و $\beta = ۳$، مقاومت بین نقطه‌ی A و نقطه‌ی B برابر xr است. x چه‌قدر است؟



الف) $\frac{۳}{۲}$ ب) ۲ ج) $\frac{۵}{۲}$ د) ۳ ه) $\frac{۷}{۲}$ و) ۴

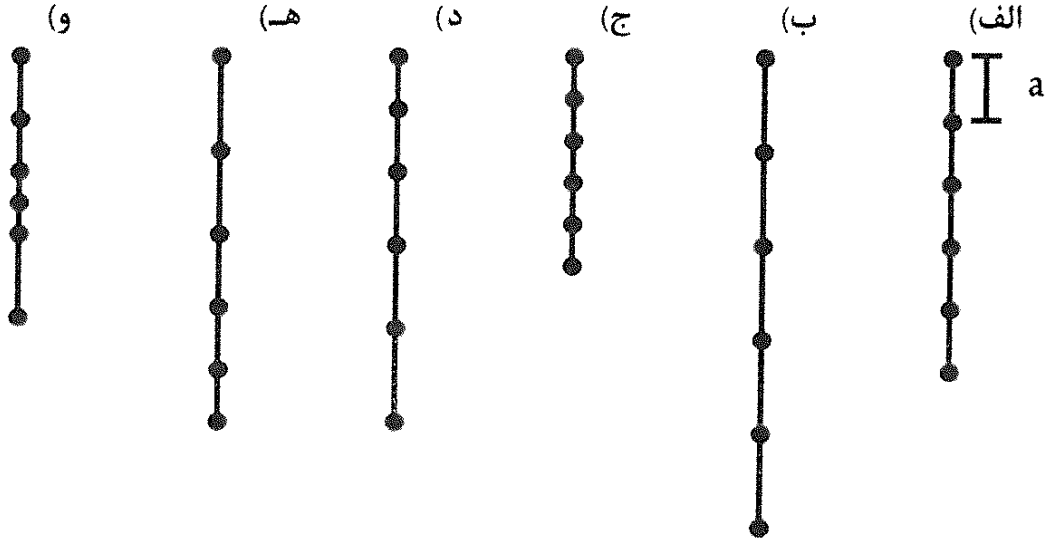
@sampaedia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های مجموع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۷) متحرکی مسیر A تا B را در مدت زمان ۱۰ دقیقه از یکی از راه‌های نشان داده شده طی می‌کند. در کدام مسیر اندازه‌ی بردار سرعت متوسط متحرک کم‌تر است؟



الف) مسیر منحنی AMB
ب) مسیر راست AM و MB
ج) مسیر منحنی ANB
د) تفاوتی نمی‌کند.

۸) مهره‌های یکسانی به جرم m در فواصل مساوی a روی یک کش بسیار سبک دوخته شده‌اند. در ابتدا و انتهای کش نیز دو مهره قرار گرفته است. اگر کش را از یکی از مهره‌های انتهایی آویزان کنیم، شکل حالت تعادل آن کدام است؟



۹) یک جسم از ارتفاع h به‌طور افقی و با سرعت v پرتاب می‌شود. وقتی ارتفاع این جسم نصف می‌شود، چیزی به آن برخورد می‌کند که باعث می‌شود مؤلفه‌ی عمودی سرعت آن صفر شود ولی مؤلفه‌ی افقی سرعت تغییری نکند. وقتی ارتفاع این جسم دوباره نصف می‌شود (یعنی یک چهارم ارتفاع اولیه می‌شود) دوباره همین پدیده تکرار می‌شود، و این فرآیند ادامه می‌یابد. شتاب گرانش g است. فاصله‌ی افقی محل برخورد جسم با زمین و محل پرتاب چه‌قدر است؟

الف) $\frac{v\sqrt{\frac{۲h}{g}}}{\sqrt{۲}-۱}$ ب) $۲v\sqrt{\frac{h}{g}}$ ج) $v\sqrt{\frac{۲h}{g}}$ د) $\frac{v\sqrt{\frac{h}{g}}}{\sqrt{۲}-۱}$

۱۰) دو کره‌ی رسانا به شعاع‌های $R_۱$ و $R_۲$ را در نظر بگیرید که بار آن‌ها به‌ترتیب $Q_۱$ و $Q_۲$ است. بارها هم‌علامت‌اند و مقدارشان با هم فرق می‌کند. این دو کره را به فاصله‌ی R از هم می‌گذاریم، که R خیلی بزرگ‌تر از $R_۱$ و $R_۲$ است. اندازه‌ی نیروی

@sampaadja amozzi.ir

بین این دو F می‌شود. این دو کره را به هم تماس می‌دهیم و بعد دوباره آن‌ها را به فاصله‌ی R از هم می گذاریم. اندازه‌ی نیرو F' می‌شود. کدام گزینه درست است؟

الف) حتماً $F' < F$

ب) حتماً $F' > F$

ج) حتماً $F' = F$

د) مواردی هست که $F' = F$ و مواردی هست که $F' \neq F$

۱۱) یک استوانه که با یک پیستون متحرک مسدود شده شامل مقداری از یک گاز و مقداری از یک مایع است. حجم گاز V_1 و حجم مایع V_2 است. دمای این سیستم T_1 و فشار آن P است. گاز در مایع حل می‌شود و در نتیجه حجم مجموعه V_2 می‌شود. طی این فرآیند فشار تغییر نمی‌کند، دما T_2 می‌شود، و این سیستم با بیرون گرما یا ماده مبادله نمی‌کند. انرژی درونی مجموعه‌ی گاز و مایع پیش از حل‌شدن را با U_1 و انرژی درونی محلول را با U_2 نشان می‌دهیم. این انرژی‌ها به حجم و دما بستگی دارند. ظرفیت گرمایی (یعنی گرمای ویژه ضرب در جرم) برای محلول را با C نمایش می‌دهیم و آن را ثابت می‌گیریم. مقدار U_2 در دمای T_1 (همان دمای اولیه) و حجم V_2 منهای مقدار U_1 در دمای T_1 و حجم $(V_1 + V_2)$ چه‌قدر است؟

الف) $C(T_2 - T_1)$ ب) $C(T_1 - T_2)$

ج) صفر د) PV_1

ه) $PV_1 + C(T_2 - T_1)$ و) $PV_1 - C(T_2 - T_1)$

۱۲) یک جسم از ارتفاع h سقوط می‌کند. نیروی مقاومت هوا وارد بر این جسم متناسب با سرعت آن است. اگر اثر مقاومت هوا کم باشد، برای محاسبه‌ی کار مقاومت هوا می‌شود معادله‌ی حرکت ذره در حالت سقوط آزاد را به کار برد و نیروی مقاومت را با استفاده از همان سرعت در حالت سقوط آزاد (یعنی بدون مقاومت هوا) حساب کرد. فرض کنید چنین است. کار مقاومت هوا با h^α متناسب است. α کدام است؟

الف) ۲ ب) $\frac{3}{2}$ ج) ۱ د) $\frac{1}{2}$

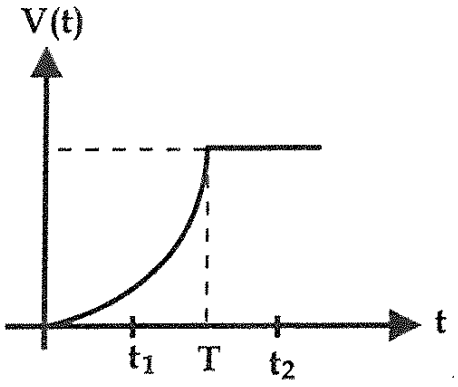
۱۳) از یک شیر آب قطره‌هایی به حجم V سقوط می‌کنند. جریان شیر (حجم آب بر زمان) Q است. هر قطره به ارتفاع h سقوط می‌کند. شتاب گرانش g است. شرط لازم و کافی برای این که در هر لحظه حداکثر یک قطره در حال سقوط باشد کدام است؟

الف) $Q \leq V\sqrt{\frac{2g}{h}}$ ب) $Q \leq V\sqrt{\frac{g}{h}}$

ج) $Q \leq V\sqrt{\frac{g}{2h}}$ د) $Q \leq V\sqrt{\frac{g}{4h}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های ممنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۴) خودرویی در لحظه‌ی $t = 0$ از حالت سکون روی مسیری مستقیم شروع به حرکت می‌کند. اندازه‌ی سرعت خودرو به‌صورتی که در نمودار مشخص شده تغییر می‌کند. در بازه‌ی $0 \le t \le T$ سرعت به شکل $v(t) = bt^2$ است که در آن b ثابت است. در کف خودرو جعبه‌ای قرار دارد که تا لحظه‌ی t_1 نسبت به خودرو ساکن است. جعبه در لحظه‌ی t_1 شروع به سر خوردن می‌کند، و در لحظه‌ی t_2 در خودرو ساکن می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی جعبه با کف خودرو چه‌قدر است؟



الف) $\frac{b}{g}(t_2 + t_1)$ ب) $\frac{b\left(T^2 - t_1^2\right)}{g(t_2 - t_1)}$

ج) $\frac{b}{g}(t_2 - t_1)$ د) $\frac{b}{g}(T + t_1)$

ه) $\frac{b}{g}(T - t_1)$ و) $\frac{b\left(t_2^2 - t_1^2\right)}{g(t_2 - T)}$

۱۵) یک بار الکتریکی از دور به یک توزیع بار الکتریکی ساکن نزدیک می‌شود و از کنار آن می‌گذرد و از آن دور می‌شود. برآیند همه‌ی نیروهای وارد بر بار (الکتریکی و غیرالکتریکی) طوری است که جهت حرکت بار عوض نمی‌شود. بار کل توزیع بار غیرصفر است و میدان الکتریکی حاصل از آن، در نقاط دور غیرصفر است، و با مسیر موازی نیست. نیروی الکتریکی وارد بر بار از طرف توزیع بار را با $\overrightarrow{F}$ نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

الف) حتماً در نقطه‌ای از مسیر $\overrightarrow{F}$ صفر می‌شود.

ب) حتماً در نقطه‌ای از مسیر $\overrightarrow{F}$ بر مسیر عمود می‌شود، اما ممکن است $\overrightarrow{F}$ هرگز صفر نشود.

ج) حتماً در نقطه‌ای از مسیر $\overrightarrow{F}$ با مسیر موازی می‌شود، اما ممکن است $\overrightarrow{F}$ هرگز صفر نشود.

د) $\overrightarrow{F}$ همواره نه بر مسیر عمود است و نه با مسیر موازی است.

۱۶) یک کره‌ی رسانا را در نظر بگیرید که به زمین وصل شده است. بار نقطه‌ای Q به فاصله‌ی R از آن است. اندازه‌ی نیروی وارد بر بار را با $F(R)$ نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

الف) $\lim_{R\to\infty} R^2 F(R) = \infty$

ب) $\lim_{R\to\infty} R^2 F(R) = 0$

ج) $\lim_{R\to\infty} R^2 F(R) \neq \infty$ و $\lim_{R\to\infty} R^2 F(R) \neq 0$

@sampaadja amoozz.ir برای بررسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۷) دو ماده را در ظرفی دربسته با دیواره‌های نارسانای گرما می‌ریزیم. این دو ماده با هم مخلوط می‌شوند. مشاهده می‌شود در اثر مخلوط‌شدن دمای مجموعه زیاد می‌شود و از T (پیش از مخلوط‌شدن) به T' (پس از مخلوط شدن) می‌رسد. کدام گزینه درست است؟

الف) طی این فرآیند انرژی درونی سیستم زیاد شده است.
ب) طی این فرآیند انرژی درونی سیستم کم شده است.
ج) انرژی درونی مخلوط در دمای T، از انرژی درونی مواد اولیه در دمای T کم‌تر است.
د) انرژی درونی مخلوط در دمای T، از انرژی درونی مواد اولیه در دمای T بیش‌تر است.

۱۸) یک خازن غیرخطی ابزاری است که اختلاف پتانسیل دو سر آن (V) به بار آن (Q) بستگی دارد ($V = f(Q)$) اما نسبت V به Q ثابت نیست. جریان گذرنده از این خازن را با I، توان واردشده به آن را با P، و انرژی ذخیره‌شده در آن را با U نمایش می‌دهیم. انرژی ذخیره‌شده در یک خازن با بار Q_0 مساحت ناحیه‌ی بین منحنی‌های $Q = 0$، $Q = Q_0$، $V = 0$، و $V = f(Q_0)$ است. کدام گزینه درست است؟

الف) $U = \frac{1}{2} QV$
ب) $P = VI$
ج) $U \propto V^2$
د) $U \propto Q^2$

۱۹) یک گاری روی یک جاده‌ی افقی است و روی آن یک صندوق هست. در زمان صفر گاری و صندوق ساکن‌اند. گاری را هل می‌دهیم. در نتیجه گاری به حرکت درمی‌آید. صندوق هم مدتی روی گاری سر می‌خورد و سرانجام نسبت به گاری ساکن می‌شود. از کار نیروی اصطکاک بین گاری و زمین چشم می‌پوشیم. در زمان T گاری و صندوق دارند با سرعت یکسانی حرکت می‌کنند. کار نیروی خارجی (هل دادن) بین زمان صفر و T را با W، انرژی جنبشی گاری در لحظه‌ی T را با K_1، و انرژی جنبشی صندوق در لحظه‌ی T را با K_2 نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

الف) $K_1 + K_2 < W$
ب) $K_1 + K_2 = W$
ج) $K_1 < W < K_1 + K_2$
د) $K_1 = W$
ه) $W < K_1$

۲۰) یک جسم از مبدأ مختصات با سرعت v در راستای محور x (افقی) پرتاب می‌شود. محور y را قائم و رو به بالا می‌گیریم. این جسم در میدان گرانشی زمین حرکت می‌کند و پس از زمان T به نقطه‌ی (x, y) می‌رسد. در آزمایش‌های مختلف T را ثابت می‌گیریم و v را عوض می‌کنیم. با افزایش v،

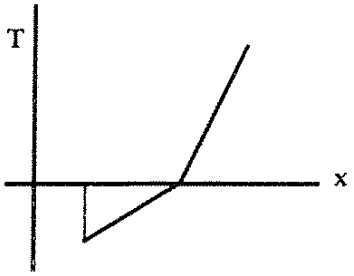
@sampadia amoozz.ir برای دسترسی به ده‌ها هزار سوال چند گزینه‌ای سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

الف) x ثابت می‌ماند و y کم می‌شود.
ب) x ثابت می‌ماند و y ثابت می‌ماند.
ج) x ثابت می‌ماند و y زیاد می‌شود.
د) x زیاد می‌شود و y کم می‌شود.
ه) x زیاد می‌شود و y ثابت می‌ماند.
و) x زیاد می‌شود و y زیاد می‌شود.

۲۱) یک متحرک روی سطح زمین حرکت می‌کند، چنان که اندازه‌ی سرعت آن ثابت است و جهت حرکت آن با شمال همواره زاویه‌ی ثابت α به سمت شرق می‌سازد. α بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از ۹۰° است. کدام گزینه درست است؟

الف) پس از مدت محدودی، این متحرک به شمال می‌رسد.
ب) اگر نقطه‌ی شروع حرکت در نیم‌کره‌ی جنوبی باشد، این متحرک از نیم‌کره‌ی جنوبی خارج نخواهد شد.
ج) این متحرک هرگز به قطب شمال نمی‌رسد.
د) این متحرک حتماً استوا را قطع خواهد کرد.

۲۲) سطح یک دریاچه یخ زده است. عمق دریاچه را یک‌نواخت می‌گیریم و فرض می‌کنیم انتقال گرما بین دریاچه و محیط فقط از سطح و کف دریاچه انجام می‌شود. رسانندگی گرمایی یخ و آب را هم ثابت می‌گیریم. در یک وضعیت نمودار دما (T) برحسب فاصله از سطح دریاچه (x) طبق شکل است. رسانندگی گرمایی یخ را با K_I و رسانندگی گرمایی آب را با K_W نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

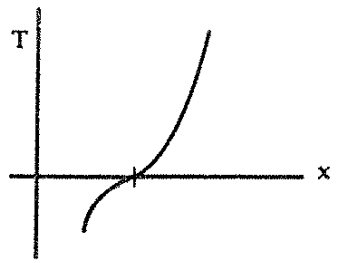


الف) $K_I < K_W$
ب) $K_I = K_W$
ج) $K_I > K_W$

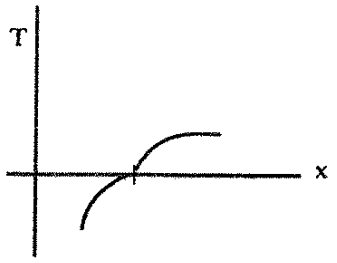
۲۳) سطح یک دریاچه یخ زده است. عمق دریاچه را یک‌نواخت می‌گیریم و فرض می‌کنیم انتقال گرما بین دریاچه و محیط فقط از سطح و کف دریاچه انجام می‌شود. رسانندگی گرمایی یخ و آب را هم ثابت می‌گیریم. در وضعیتی که کلفتی یخ دریاچه دارد زیاد می‌شود، کدام‌یک از این گزینه‌ها ممکن است نمودار دما (T) برحسب فاصله از سطح دریاچه (x) باشد؟

@sampaadia

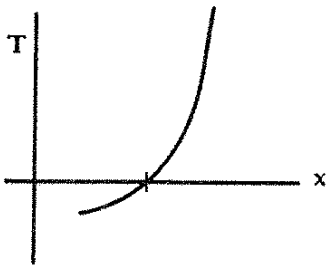
الف)



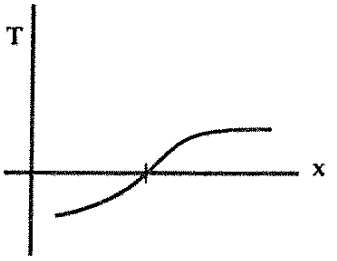
ب)



ج)



د)



۲۴) یک نفر که روی یک پله‌برقی ایستاده است، طی زمان T_1 از پایین پله‌برقی به بالای آن می‌رسد. اگر پله‌برقی خاموش باشد و این شخص با سرعت v از روی پله‌برقی بالا برود، مدت T_2 طول می‌کشد تا این شخص از پایین پله به بالای پله برسد. انرژی‌ای که این شخص در این حالت برای بالارفتن صرف می‌کند را با E_2 نمایش می‌دهیم. در حالتی که پله‌برقی روشن است و شخص با سرعت v نسبت به پله‌برقی از آن بالا می‌رود، انرژی‌ای که شخص صرف می‌کند تا از پایین پله‌برقی به بالای آن برسد E_3 است. $\frac{E_3}{E_2}$ چه‌قدر است؟

الف) $\frac{T_1}{T_2}$ ب) $\frac{T_2}{T_1}$ ج) $\frac{T_1}{T_1+T_2}$ د) $\frac{T_2}{T_1+T_2}$

۲۵) سیاره‌ی ۱ روی دایره‌ای به شعاع R_1 و سیاره‌ی ۲ روی دایره‌ای به شعاع R_2 حرکت می‌کنند. صفحه‌ی دایره‌هایکسان و مرکز دایره‌ها هم یکسان است. سرعت حرکت سیاره‌ها به‌ترتیب $R_1\omega_1$ و $R_2\omega_2$ است، که ω_1 و ω_2 ثابت‌اند. زاویه‌ی بین خط واصل سیاره‌ی ۱ با مرکز و خط واصل سیاره‌ی ۲ با مرکز را با θ نمایش می‌دهیم. مدتی که اندازه‌ی این زاویه کم‌تر از α است تقسیم بر مدت کل حرکت را با x نمایش می‌دهیم. α بین صفر و $\frac{\pi}{2}$ است و ω_1 و ω_2 با هم برابر نیستند. اگر مدت کل حرکت بسیار زیاد باشد، مقدار x چه‌قدر است؟

الف) $\frac{\omega_2}{\omega_1}\frac{\alpha}{\pi}$ ب) $\frac{\omega_1}{\omega_2}\frac{\alpha}{\pi}$ ج) $\frac{\omega_1-\omega_2}{\omega_1+\omega_2}\frac{\alpha}{\pi}$

د) $\frac{\omega_1+\omega_2}{\omega_1-\omega_2}\frac{\alpha}{\pi}$ ه) $\frac{\alpha}{\pi}$

@sampaadja amoozz.ir برای دسترسی به نسخه‌های ممنوع و سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۲۶) یک جسم در هوا سقوط می‌کند. به خاطر مقاومت هوا، پس از مدتی سرعت این جسم ثابت می‌شود. به این سرعت ثابت سرعت حد می‌گویند. فرض کنید سرعت حد برای دو قرص نازک به شعاع‌های R_1 و R_2، به ترتیب v_1 و v_2 است. سقوط این قرص‌ها چنان است که همیشه صفحه‌ی قرص افقی می‌ماند. دو قرص را به هم می‌چسبانیم، چنان که مرکز و صفحه‌ی دو قرص یکسان شود. دیده می‌شود برای سقوط این قرص چنان که صفحه‌ی آن همیشه افقی بماند، سرعت حد v است. با فرض $R_1 < R_2$، کدام گزینه درست است؟

الف) حتماً $v > v_2$، و حالت‌هایی هست که $v < v_1$

ب) حتماً $v > v_2$ و $v > v_1$

ج) حتماً v بین v_1 و v_2 است.

د) حتماً $v < v_2$، و حالت‌هایی هست که $v > v_1$

ه) حتماً $v < v_2$ و $v < v_1$

۲۷) یک پرتابه از نقطه‌ی A در سطح زمین، با زاویه‌ی θ نسبت به افق چنان پرتاب می‌شود که به نقطه‌ی B در سطح زمین برسد. فرض کنید در اندازه‌ی سرعت پرتابه محدودیتی نداریم. فاصله‌ی A و B از هم R است. در نقطه‌ای روی پاره‌خط AB و به فاصله‌ی X از A یک دیوار به ارتفاع h هست، که پرتابه باید از روی آن بگذرد. محدوده‌ی θ برای اینکه پرتابه بتواند از روی دیوار بگذرد و به نقطه‌ی B برسد کدام است؟

الف) $\tan\theta < \dfrac{Rh}{X(R+X)}$

ب) $\dfrac{Rh}{X(R+X)} < \tan\theta < \dfrac{Rh}{XR}$

ج) $\dfrac{Rh}{XR} < \tan\theta < \dfrac{Rh}{X(R-X)}$

د) $\dfrac{Rh}{X(R-X)} < \tan\theta$

۲۸) براساس مشاهده، این واقعیت‌های تقریبی در مورد پستانداران دیده شده. تعداد ضربان قلب همه‌ی پستانداران طی عمرشان یکسان است. تعداد ضربان بر زمان با توان مصرف‌شده بر جرم متناسب است. توانی که یک پستاندار مصرف می‌کند با جرم آن به توان $\frac{۳}{۴}$ متناسب است. جرم وال آبی ۲۰۰ تن و جرم یک پستاندار بسیار کوچک ۲ گرم است. نسبت عمر وال آبی به عمر آن پستاندار کوچک کدام است؟

الف) ۰/۰۱ ب) ۰/۱ ج) ۱ د) ۱۰ ه) ۱۰۰ و) ۱۰۰۰

۲۹) چگالی یک مایع تابع فشار آن است، به این شکل که $\dfrac{\rho-\rho_0}{\rho_0} = \dfrac{P-P_0}{B}$. در این‌جا ρ چگالی در فشار P، ρ_0 چگالی در فشار P_0، و B پارامتری به اسم مدول کپه‌ای است. برای آب مدول کپه‌ای $۲ \times ۱۰^۹ \text{Pa}$ است. چگالی آب در سطح اقیانوس را با ρ_0، و چگالی آب در عمق ۱۰km را با ρ نشان می‌دهیم. $\dfrac{\rho-\rho_0}{\rho_0}$ چه‌قدر است؟

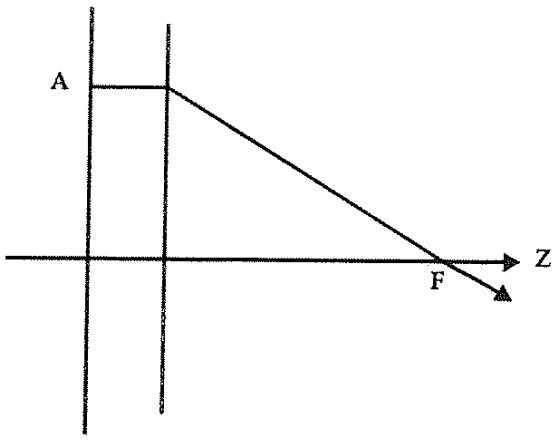
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

الف) ۰/۰۰۰۵ ب) ۰/۰۰۲ ج) ۰/۰۱
د) ۰/۰۵ ه) ۰/۲ و) ۱

۳۰) ترازهای انرژی یک سیستم به شکل $n(n+1)E$ است، که E یک مقدار ثابت مثبت است و n باید صحیح و نامنفی باشد. گذارهایی بین این ترازها را در نظر بگیرید که در آن‌ها انرژی آزاد شده کوچک‌تر از $11E$ است. تعداد این گذارها چندتا است؟ (دو گذار متمایز که انرژی آزاد شده در آن‌ها یکسان است را دو گذار بگیرید نه یکی.)

الف) ۱ ب) ۳ ج) ۵ د) ۷ ه) ۹ و) ۱۱

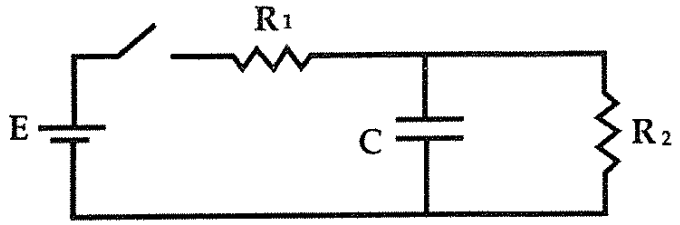
۳۱) یک باریکه‌ی نور عمود بر یک تیغه از یک ماده‌ی شفاف می‌خورد. بیرون این تیغه ضریب شکست یک است. این تیغه به شکل قرصی نازک به کلفتی Δ است. محور عمود بر این تیغه و گذرنده از مرکز آن را محور z می‌گیریم. ضریب شکست در تیغه تابع r (فاصله از محور z) است. باریکه‌ی نور وقتی از تیغه می‌گذرد هم‌گرا می‌شود. نقطه‌ای پشت تیغه روی محور z و در فاصله‌ی f از سطح پشتی تیغه هست که شدت باریکه در آن بیشینه است. این نقطه (F) چنان است که اگر پرتوی نوری از این باریکه در نقطه‌ی A به فاصله‌ی r از محور z وارد تیغه شود، درون تیغه موازی با محور z حرکت کند، و بیرون تیغه به خط مستقیم حرکت کند تا به نقطه‌ی F برسد، زمان لازم برای این که نور از A به F برسد مستقل از r است. با فرض این که ضریب شکست در تیغه روی محور z برابر n_0 است، $n(r)$ (ضریب شکست درون تیغه در فاصله‌ی r از محور z) کدام است؟



الف) $n_0 \dfrac{f}{\sqrt{f^2+r^2}}$ ب) $n_0 - 1 + \dfrac{f}{\sqrt{f^2+r^2}}$
ج) $n_0 + \dfrac{f-\sqrt{f^2+r^2}}{\Delta}$ د) $n_0\left(1+\dfrac{f-\sqrt{f^2+r^2}}{\Delta}\right)$
ه) $n_0 - \dfrac{r^2}{f\Delta}$ و) $n_0\left(1-\dfrac{r^2}{f\Delta}\right)$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی راحت به سوالات چهارگزینه‌ای سایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۲) در مدار شکل، کلید به طور دوره‌ای قطع و وصل می‌شود، چنان که طی هر دوره زمان قطع‌بودن آن T_1 و زمان وصل‌بودن آن T_2 است. ظرفیت خازن آن‌قدر بزرگ است که ولتاژ خازن تقریباً مقدار ثابت V است. T_1 و T_2 چنان تنظیم می‌شوند که بار خازن در آغاز و پایان هر دوره‌ی قطع و وصل‌شدن کلید یکسان باشد. $\frac{T_1}{T_2}$ کدام است؟

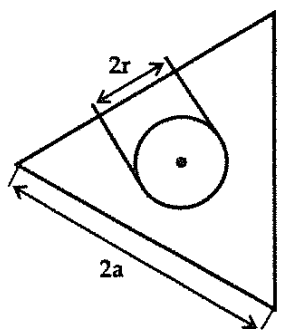


الف) $\frac{E}{V}$
ب) $\frac{E}{V}-\frac{R_2}{R_1}-1$
ج) $\frac{E}{V}\frac{R_2}{R_1}-1$
د) $\frac{E}{V}\frac{R_2}{R_1}-\frac{R_2}{R_1}-1$
ه) $\frac{E}{V}\left(\frac{R_2}{R_1}-1\right)\frac{R_2}{R_1}$
و) $\left(\frac{E}{V}-1\right)\left(\frac{R_2}{R_1}+1\right)$

۳۳) فاصله‌ی پلوتن تا خورشید $6\times10^9\text{km}$، فاصله‌ی زمین تا خورشید $1/5\times10^8\text{km}$، و شعاع پلوتن 1000km است. فرض کنید همه‌ی نور خورشیدی که به پلوتن می‌رسد از آن باز می‌تابد و به‌طور یکنواخت در فضا پخش می‌شود. شدت نور خورشید در سطح زمین را با I_1 و شدت نور خورشید بازتابیده از پلوتن در سطح زمین را با I_2 نشان دهیم. شدت نور یعنی توان نور تقسیم بر سطح عمود بر جهت تابش نور. $\frac{I_2}{I_1}$ به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

الف) 10^{-8} ب) 10^{-11} ج) 10^{-14} د) 10^{-17} ه) 10^{-20}

۳۴) شکل زیر مقطع منشوری از یک ماده‌ی شفاف به ضریب شکست n را نشان می‌دهد که در وسط آن یک سوراخ استوانه‌ای به شعاع r ایجاد شده است. روی محور این سوراخ رشته‌ای نورانی قرار گرفته است. منشور حول محور خود با سرعت ثابت می‌چرخد. ناظری که در نقطه‌ی M برای مدتی طولانی به دستگاه نگاه می‌کند، در چه کسری از زمان می‌تواند رشته‌ی نورانی را ببیند؟



الف) $\frac{1}{3}$
ب) $\frac{a\sqrt{3}}{6r}$
ج) $\frac{6r}{a\sqrt{3}}$
د) $\frac{3\arcsin\frac{1}{n}}{2\pi}$
ه) در تمام زمان‌ها

@sampadia.com برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳۵) یک گوی توپر به شعاع R از ارتفاع h روی یک سطح سخت می‌افتد و از صفحه‌ای که از مرکز گوی می‌گذرد می‌شکند. برای شکستن گوی لازم است پیوند بین مولکول‌هایی که از هم دور می‌شوند بشکند و شکستن هر پیوند مقدار معینی انرژی لازم دارد که به جنس ماده مربوط است. برای گوی‌های از جنس یکسان، کم‌ترین مقدار h برای شکستن گوی با R^α متناسب است. α چند است؟

الف) -۲ ب) -۱ ج) ۰ د) ۱ ه) ۲

۳۶) کش سبک ۱ به یک قلاب ثابت وصل است. از سر دیگر آن جرم m آویزان است. از سر دیگر جرم m هم کش سبک ۲ آویزان است. شتاب گرانش g است. کش ۲ را با نیروی $T_۲$ به سوی پایین می‌کشیم، چنان که جرم m با شتاب a به سوی پایین حرکت کند. در این حالت کشش کش ۱ برابر $T_۱$ می‌شود. کدام گزینه درست است؟

الف) $T_۱ < T_۲$

ب) $T_۱ = T_۲$

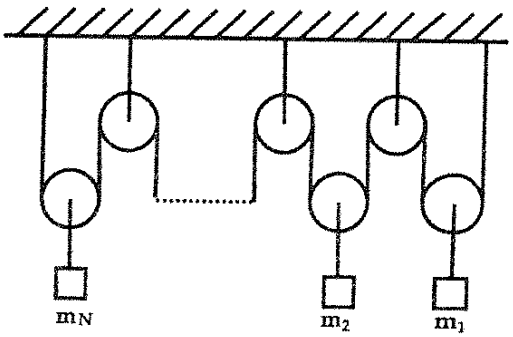
ج) $T_۱ > T_۲$

د) مواردی هست که $T_۱ < T_۲$ و مواردی هست که $T_۱ > T_۲$

۳۷) مطابق شکل ($N - ۱$) قرقره‌ی ثابت به سقف بسته شده است. N قرقره‌ی متحرک هم داریم که به آن‌ها جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ و ... و m_N بسته شده است. M با رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود.

$$\frac{۱}{M} = \frac{۱}{m_۱} + \frac{۱}{m_۲} + \cdots + \frac{۱}{m_N}$$

از جرم قرقره‌ها و نخ‌ها چشم بپوشید.



کشش نخی که از همه‌ی قرقره‌ها می‌گذرد چه قدر است؟

الف) NMg ب) $\frac{۱}{۲}NMg$ ج) $۲NMg$ د) Mg

۳۸) گلوله‌ای مستقیماً به سمت بالا پرتاب می‌شود و به ارتفاع h می‌رسد. سپس پایین می‌آید و به سطح زمین می‌خورد، و دوباره بالا می‌رود و این عمل تکرار می‌شود.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره‌های مختلف با حمایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

فرض کنید به علت برخورد با زمین، در هر بار بالا و پایین رفتن، ارتفاع گلوله f برابر شود ($f < ۱$). مسافت کل پیموده شده تقسیم بر زمان کل حرکت چه‌قدر است؟

الف) $\frac{\sqrt{gh/۲}}{۱+f}$ ب) $\frac{\sqrt{gh/۲}}{۱+\sqrt{f}}$ ج) $\frac{\sqrt{gh/۲}}{۱-f}$ د) $\frac{\sqrt{gh/۲}}{۱-\sqrt{f}}$

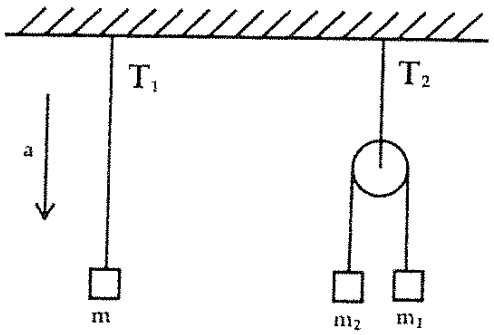
۳۹) جسمی روی یک سطح شیب‌دار بدون اصطکاک از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند، چنان که جابجایی افقی آن مقدار ثابت d است. زمان این حرکت به زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق بستگی دارد. کم‌ترین مقدار این زمان چه‌قدر است؟

الف) $۲\sqrt{\frac{d}{g}}$ ب) $\sqrt{\frac{d}{g}}$ ج) $\sqrt{\frac{۲d}{g}}$ د) $\sqrt{\frac{d}{۲g}}$

۴۰) پرتابه‌هایی با سرعت یکسان v ولی با زاویه‌های متفاوت نسبت به افق، و همگی از سطح زمین پرتاب می‌شوند تا دوباره به سطح زمین برسند. یکی از این پرتابه‌ها بیش‌ترین طول مسیر را طی می کند. در مورد زاویه‌ی این پرتابه کدام گزاره درست است؟

الف) کم‌تر از ۴۵ درجه است.
ب) ۴۵ درجه است.
ج) بیش‌تر از ۴۵ درجه است.

۴۱) در دستگاهی که در شکل کشیده شده است از جرم قرقره‌ها و نخ‌ها چشم بپوشید. سقف با شتاب a پایین می‌آید. m چه‌قدر باشد تا $T_۱ = T_۲$ باشد؟



الف) $m_۱ + m_۲$ ب) $(m_۱ + m_۲)\left(\frac{g-a}{g}\right)$
ج) $\frac{۴m_۱m_۲}{m_۱+m_۲}$ د) $\frac{۴m_۱m_۲}{m_۱+m_۲}\left(\frac{g-a}{g}\right)$

۴۲) برد یک توپ که از نقطه‌ای بر روی سطح زمین با سرعت اولیه‌ی $v_۰$ و زاویه‌ی ۴۵° نسبه به افق پرتاب می‌شود R است. مولفه‌ی قائم سرعت این توپ، پس از هر بار برخورد به زمین نصف می‌شود. اگر بخواهیم این توپ از همان نقطه‌ی قبلی و با همان سرعت اولیه‌ی $v_۰$ پرتاب شود و پس از n بار برخورد به زمین مسافت افقی R را طی کند، زاویه‌ی پرتاب آن نسبت به افق چه‌قدر باید باشد؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

الف) $\frac{1}{2}\arcsin\frac{2^{n-1}}{2^n-1}$

ب) $\frac{1}{2}\arcsin\frac{n}{2^n-1}$

ج) $\arcsin\frac{1}{\sqrt{2n}}$

د) $\arcsin\frac{2^{n-\frac{1}{2}}}{2(2^n-1)}$

۷.۲ مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $26/7\mu F$ را به‌دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به‌دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

۱) در صفحه‌ی xy یک میدان الکتریکی یکنواخت هست. مختصه‌های نقطه‌های A، B و C و پتانسیل الکتریکی در هر کدام از این نقطه‌ها در زیر داده شده است.

$$A=\left|\begin{array}{l}x=3\text{m}\\y=5\text{m}\end{array}\right.\ V_A=8\text{kV}, B=\left|\begin{array}{l}x=3\text{m}\\y=7\text{m}\end{array}\right.\ V_B=12\text{kV},$$

$$C=\left|\begin{array}{l}x=1\text{m}\\y=1\text{m}\end{array}\right.\ V_C=4\text{kV}$$

پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ی $\left|\begin{array}{l}x=-1\text{m}\\y=1\text{m}\end{array}\right.$ چند کیلوولت است؟

۲) یک جسم در هوا سقوط می‌کند. به خاطر مقاومت هوا، پس از مدتی سرعت این جسم ثابت می‌شود. به این سرعت ثابت سرعت حد می‌گویند. فرض کنید انرژی تلف شده در اثر مقاومت هوا صرف گرم‌شدن جسم می‌شود. در نتیجه جسم گرم‌تر از هوای اطراف می‌شود. جسمی که از هوای اطراف گرم‌تر باشد، انرژی از دست می‌دهد. توانی که این جسم از دست می‌دهد $k(T-T_0)$ است، که T دمای جسم، T_0 دمای هوا، و k یک ثابت است. در یک آزمایش جرم جسم $0/100\text{kg}$، سرعت حد آن $12/0\text{m/s}$، و مقدار k برابر $0/210\text{W/K}$ است. شتاب گرانش هم $9/80\text{m/s}^2$ است. در حالتی که T و T_0 ثابت‌اند و جسم به سرعت حد رسیده $(T-T_0)$ چند کلوین است؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۳) دو مایع A و B را با هم مخلوط می‌کنیم. دیده می‌شود دو محلول ۱ و ۲ ساخته می‌شود که در محلول ۱ نسبت جرم مایع A به جرم کل محلول ۱ برابر $x_۱$ است، و در محلول ۲ نسبت جرم مایع A به جرم کل محلول ۲ برابر $x_۲$ است. در یک آزمایش جرم مایع A برابر m_A و جرم مایع B برابر m_B است و داریم

$$\frac{m_B}{m_A} = ۱/۲۵, \qquad x_۱ = ۰/۴۰, \qquad x_۲ = ۰/۸۰$$

جرم بخشی از مایع A که در محلول ۱ است چند درصد m_A است؟

۴) دایره‌ی یک به شعاع r و دایره‌ی دو به شعاع R در یک صفحه‌اند و مرکزشان هم یکسان است. این دایره‌ها پادساعت‌گرد حرکت می‌کنند، چنان که سرعت زاویه‌ای دایره‌ی یک ω و سرعت زاویه‌ای دایره‌ی دو Ω است. جسم A به دایره‌ی یک و جسم B به دایره‌ی دو چسبیده است، چنان که در زمان صفر A و B و مرکز دایره‌ها روی یک خط اند و مرکز بیرون پاره‌خط AB است. در زمان t جسم A از دایره‌ی یک جدا می‌شود و از آن پس نیرویی به آن وارد نمی‌شود. t چنان تنظیم شده که جسم A به جسم B برخورد کند. به‌ازای

$$r = ۱۰\text{cm}, \qquad R = ۲۰\text{cm}, \qquad \omega = ۰/۲\text{rad/s}, \qquad \Omega = ۰/۱\text{rad/s}$$

کوچک‌ترین مقدار مثبت t چند ثانیه است؟

۵) یک خازن غیرخطی عنصری است که بار ذخیره‌شده در آن تابع ولتاژ است، اما نسبت بار به ولتاژ ثابت نیست. یک خازن غیرخطی داریم که در آن رابطه‌ی بار (Q) با ولتاژ (V) به شکل $Q = \alpha V^۳$ است. ولتاژ این خازن $V = \beta t$ است، که t زمان است. به‌ازای

$$\alpha = ۲۵\frac{\mu\text{F}}{\text{V}^۲}, \qquad \beta = ۱\frac{\text{V}}{\text{s}}$$

در $t = ۱\text{s}$ توان واردشونده به خازن چند میکروات است؟

۶) در یک ظرف خالی (که در آن هوا هم نیست) مقداری آب به جرم m می‌ریزیم و در ظرف را می‌بندیم. حجم ظرف ثابت است، دیواره‌های ظرف نارسانای گرمایند، و دمای اولیه‌ی آب $T_۰$ است. بخشی از آب بخار می‌شود تا فشار درون ظرف به P برسد. در این حالت دمای آب و بخار T است. گرمای ویژه‌ی آب c، گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر آب L_V، و جرم مولی آب M است. حجم ظرف V است، از حجم آب در برابر حجم ظرف چشم می‌پوشیم، و بخار آب را گاز کامل می‌گیریم. ثابت جهانی گازها R است. به‌ازای

$$m = ۱/۰۰ \times ۱۰^{-۳}\text{kg}, \quad P = ۳/۳۰ \times ۱۰^{۳}\text{Pa}, \quad T = ۳/۰۰ \times ۱۰^{۲}\text{K},$$

@sampaadia amooZZ.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

$$c = ۴/۲ \times ۱۰^{۳} \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kgK}}, \quad L_V = ۲/۴ \times ۱۰^{۶} \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}, \quad M = ۱/۸ \times ۱۰^{-۲} \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{mol}}$$
$$V = ۱/۰۰ \times ۱۰^{-۳} \mathrm{m}^{۳}, \qquad R = ۸/۳۱ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{molK}}$$

مقدار $(T_۰ - T)$ چند کلوین است؟

۷) یک میله را در نظر بگیرید، که طول آن (l) به دما (T) و فشار وارد بر دو سر آن (P) بستگی دارد:

$$l = l_۰ \left[۱ + \lambda(T - T_۰) - \frac{P - P_۰}{Y} \right]$$

این میله بین دو دیوار عمودی است که فاصله‌یشان از هم $l_۰$ است. میله بر دیوارها عمود است و ضریب اصطکاک ایستایی بین هر یک از دو سر آن با دیوار μ است. دیده می‌شود در دمای $T_۱$ میله در آستانه‌ی لغزش قرار می‌گیرد. شتاب گرانش g، و چگالی میله در دمای $T_۰$ و فشار $P_۰$ برابر $۱/۱۱ \times ۱۰^{۴} \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^{۳}}$ است. به‌ازای

$$T_۱ - T_۰ = ۱۰\mathrm{K}, \quad P_۰ = ۱/۰۱ \times ۱۰^{۵}\mathrm{Pa}, \qquad l_۰ = ۲/۷۰ \times ۱۰^{-۱}\mathrm{m}$$
$$\lambda = ۱۰^{-۶}\mathrm{K}^{-۱}, \qquad Y = ۱۰^{۹}\mathrm{Pa}, \qquad g = ۹/۸۰ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^{۲}}$$

مقدار (۱۰۰μ) چه‌قدر است؟

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

کلید آزمون مرحله اول المپیاد فیزیک - دوره بیست و یک / ۲۱

ایرانفو ، مرجع المپیاد فیزیک ایران www.iranpho.ir

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

	۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶		۱	۲	۳	۴	۵	۶
	الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و		الف	ب	ج	د	هـ	و
۱		●					۱۱							۲۱							۳۱			●				۴۱						
۲				●			۱۲		●					۲۲			●				۳۲				●			۴۲	●					
۳				●			۱۳			●				۲۳	●						۳۳				●			۴۳						
۴		●					۱۴		●					۲۴			●				۳۴					●		۴۴						
۵				●			۱۵		●					۲۵					●		۳۵					●		۴۵						
۶				●			۱۶			●				۲۶	●						۳۶				●			۴۶						
۷				●			۱۷				●			۲۷				●			۳۷		●					۴۷						
۸					●		۱۸			●				۲۸					●		۳۸		●					۴۸						
۹	●						۱۹	●						۲۹				●			۳۹	●						۴۹						
۱۰				●			۲۰					●		۳۰				●			۴۰			●				۵۰						

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

۱			۲			۳			۴			۵			۶			۷			۸			۹			۱۰			۱۱		
رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان	رقم	دهگان	یکان
۰	●		۰			۰		●	۰			۰			۰			۰			۰			۰			۰			۰		
۱			۱			۱			۱			۱			۱	●		۱	●		۱			۱			۱			۱		
۲			۲			۲			۲			۲			۲			۲			۲			۲			۲			۲		
۳			۳			۳			۳			۳			۳			۳		●	۳			۳			۳			۳		
۴			۴			۴			۴			۴			۴		●	۴			۴			۴			۴			۴		
۵			۵		●	۵			۵		●	۵			۵			۵			۵			۵			۵			۵		
۶			۶			۶			۶	●		۶			۶			۶			۶			۶			۶			۶		
۷			۷			۷			۷			۷	●		۷			۷			۷			۷			۷			۷		
۸		●	۸			۸	●		۸			۸			۸			۸			۸			۸			۸			۸		
۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹			۹		

Iran Physics Olympiad www.IranPhO.ir مرجع المپیاد فیزیک ایران

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست.
«امام خمینی (ره)»

بیستمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۲۶ بهمن ۱۳۸۵ (۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰)

مدّت آزمون: ۴ ساعت

کد برگه‌ی سؤال‌ها: ۲

تذکّرها:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمنداست به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید.

۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما ۲ است. لازم است این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤالات شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این کتابچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲) این آزمون ۳۶ سؤال چندگزینه‌ای و ۱۰ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳) در سؤال‌های چندگزینه‌ای به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.

۴) هر سؤال چندگزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۵) مشخصات خواسته شده را «**به طور کامل**» بر روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید.

۶) لطفاً پاسخ‌نامه را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان تصحیح می‌شوند.

۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۸) نتیجه‌ی این آزمون در اواخر اسفندماه اعلام خواهد شد.

۹) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله اوّل، در اردیبهشت ۱۳۸۶ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد.

ⓒ کلیه‌ی حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) یک ماده را در فشار ثابت گرم می‌کنیم. گرمایی که این ماده می‌گیرد را با Q و تغییر انرژی درونی آن را با ΔU نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۴, −۱)

الف) حتماً $Q < \Delta U$

ب) حتماً $Q = \Delta U$

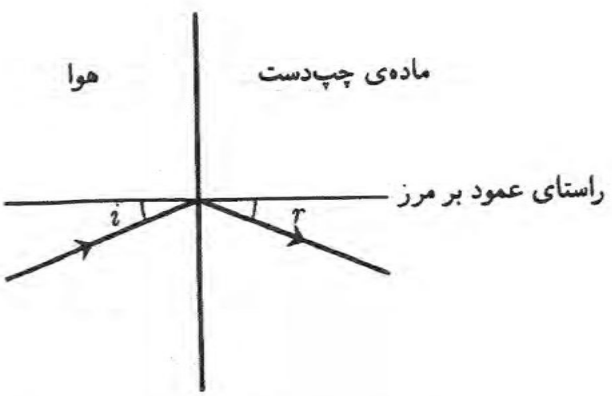
ج) حتماً $Q > \Delta U$

د) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q < \Delta U$

ه) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q > \Delta U$

---

۲) موادی ساخته اند که به آن‌ها چپ‌دست می‌گویند. ویژه‌گی این مواد این است که نور را در خلاف جهت مواد معمولی می‌شکنند.



یک ماده‌ی چپ‌دست در نظر بگیرید با این ویژه‌گی که برای باریکه‌ای که از هوا وارد آن می‌شود $i = r$. یک لایه از این ماده با کلفتی D در نظر بگیرید. یک نقطه‌ی نورانی به فاصله‌ی L از این لایه است. دو طرف این لایه هوا است. این لایه از این نقطه یک تصویر می‌سازد، یعنی باریکه‌هایی که از طرف دیگر این لایه (نسبت به نقطه‌ی نورانی) بیرون می‌روند، با خودشان یا امتدادشان از یک نقطه می‌گذرند. کدام گزینه درست است؟ (+۵, −۱)

الف) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D ۲ است.

ب) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L ۲ است.

ج) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D ۲ است.

د) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L ۲ است.

ه) این تصویر مجازی است اگر $D < L$، و حقیقی است اگر $D > L$، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D ۲ است.

و) این تصویر مجازی است اگر $D < L$، و حقیقی است اگر $D > L$، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L ۲ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳) در حرکت اجسام درون شاره‌ها، در وضعیت‌های خاصی $\vec{v}$ (بردار سرعت) برابر است با $\alpha \vec{F}$، که $\vec{F}$ بردار نیرو و α یک ثابت است. فرض کنید این وضعیت برقرار است و $\vec{F}$ در هر نقطه در راستای بردار مکان آن نقطه (نسبت به یک مبدأ ثابت) است. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است. این خط ممکن است از مبدأ بگذرد یا نگذرد.

ب) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است که از مبدأ می‌گذرد.

ج) حرکت این جسم حتماً روی یک دایره به مرکز مبدأ است.

د) هم حرکت دایره‌ای و هم حرکت روی خط راست برای این جسم ممکن اند.

---

۴) یک پرتابه از روی دامنه‌ی یک تپه پرتاب می‌شود. تپه را مثل یک مخروط بگیرید و فرض کنید صفحه‌ی شامل بردار سرعت اولیه‌ی پرتاب و آن مولد مخروط که از نقطه‌ی پرتاب می‌گذرد، قائم است. فاصله‌ی نقطه‌ی پرتاب تا پای تپه را بسیار بزرگ‌تر از $\frac{v^2}{g \cos^2 \alpha}$ بگیرید، که v سرعت اولیه‌ی پرتاب، g شتاب گرانش، و α زاویه‌ی یال تپه (مولد مخروط) با افق است. کدام گزینه درست است؟ (+۲, −۱)

الف) این پرتابه با تپه برخورد نخواهد کرد.

ب) شرایط اولیه‌ای هست که این پرتابه با تپه برخورد خواهد کرد، و شرایط اولیه‌ای هست که این پرتابه با تپه برخورد نخواهد کرد.

ج) این پرتابه حتماً با تپه برخورد خواهد کرد.

---

۵) دو پرتابه‌ی ۱ و ۲ با سرعت‌های اولیه‌ی v_1 و v_2 از یک نقطه از سطح زمین پرتاب می‌شوند. سرعت‌های اولیه‌ی این دو پرتابه با هم موازی اند. نقطه‌ی اوج این دو پرتابه را H_1 و H_2 می‌نامیم. محل تقاطع خطی که از نقطه‌ی پرتاب می‌گذرد و با سرعت اولیه موازی است با خط‌های قائمی که از H_1 و H_2 می‌گذرند را H'_1 و H'_2 می‌نامیم. طول خط‌های $H_1H'_1$ و $H_2H'_2$ را با L_1 و L_2 نمایش می‌دهیم. نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ کدام است؟ (+۴, −۱)

الف) $\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$ ب) $\frac{v_2}{v_1}$ ج) ۱ د) $\frac{v_1}{v_2}$ ه) $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$

---

۶) یک جسم به یک فنر بسته شده و یک نیروی اصطکاک متناسب با سرعت هم به آن وارد می‌شود. علاوه بر این یک نیروی F سینوسی با بسامد f هم به آن وارد می‌شود. تحت اثر این نیروها این جسم یک حرکت نوسانی با بسامد f دارد. توان میانگینی که نیروی F به این جسم می‌دهد با a^α متناسب است، که a دامنه‌ی نوسان و α یک ثابت است. α چه‌قدر است؟ (+۴, −۱)

الف) ۲ ب) ۱ ج) صفر د) −۱ ه) −۲

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۷) حرکت یک نوار نقاله به این شکل است که نوار به مدت T_1 ساکن است، به مدت T_2 با سرعت v حرکت می‌کند، و این روند تکرار می‌شود. نوار افقی است. روی این نوار یک جسم هست که تنها نیروی افقی‌یی که به آن وارد می‌شود نیروی اصطکاک با نوار است. جسم و نقاله از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. دیده می‌شود پس از زمانی طولانی، سرعت این جسم نسبت به زمین یک تابع دوره‌ای از زمان می‌شود، و در این وضعیت این سرعت هرگز صفر نمی‌شود. بیشینه‌ی این سرعت را V می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $V < v$ و $T_2 \leq T_1$

ب) $V < v$ و $T_2 \geq T_1$

ج) $V = v$ و $T_2 \leq T_1$

د) $V = v$ و $T_2 \geq T_1$

---

۸) رابطه‌ی فاصله‌ی کانونی یک عدسی (f) با ضریب شکست ماده‌ی سازنده‌ی آن (n) به شکل $f = \frac{A}{n-1}$ است، که A یک ثابت است که به شکل عدسی بستگی دارد. یک جسم در فاصله‌ی D از این عدسی است و با سرعت v حرکت می‌کند (به عدسی نزدیک یا از آن دور می‌شود). می‌توان با تغییر دادن ضریب شکست، جای تصویر را ثابت نگه داشت. قدرمطلق مشتق زمانی ضریب شکست، نمی‌تواند از مقدار N بیش‌تر شود. بیشینه‌ی سرعت جسم برای این که بشود تصویر آن را ثابت نگه داشت چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) DN ب) AN ج) $\frac{D^2}{A}N$ د) $\frac{A^2}{D}N$

---

۹) یک جسم به یک فنر بسته شده و یک حرکت سینوسی با بس‌آمد زاویه‌ای ω دارد. در یک لحظه جابه‌جایی این جسم از نقطه‌ی تعادل x و سرعت آن v است. دامنه‌ی حرکت این جسم کدام است؟ (+۴, −۱)

الف) $x + (v/\omega)$

ب) $|x| + |v/\omega|$

ج) $|x + (v/\omega)|$

د) $\sqrt{x^2 + (v/\omega)^2}$

ه) $\sqrt{|x\, v/\omega|}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۰) یک جسم به جرم m روی یک سطح افقی است. این جسم از طریق یک ریسمان به یک دیوار متصل است. به این ریسمان در نقطه‌ی A یک نیروی قائم F رو به بالا وارد می‌شود. بخشی از ریسمان که بین A و دیوار است افقی است، و بخشی دیگر که بین A و جسم است با راستای قائم زاویه‌ی θ می‌سازد. از سطح افقی به جسم یک نیروی عمود بر سطح وارد می‌شود، که آن را با N نشان می‌دهیم. فرض کنید جسم روی سطح می‌ماند. شتاب گرانش g است. N چه‌قدر است؟ (+۴, −۱)

الف) $mg - F\cos^{۲}\theta$

ب) $mg - F\cos\theta$

ج) $mg - F$

د) $mg - \dfrac{F}{\cos\theta}$

ه) $mg - \dfrac{F}{\cos^{۲}\theta}$

---

۱۱) روی لبه‌های یک چرخ N لکه‌ی مشابه با فاصله‌ی برابر با هم هست. این چرخ با بسامد ثابت f می‌چرخد. یک چراغ این چرخ را روشن می‌کند و فقط وقتی چراغ روشن است می‌شود این چرخ و لکه‌های آن را دید. این چراغ روشن و خاموش می‌شود و هر بار مدت بسیار کوتاهی روشن می‌ماند. بسامد این روشن و خاموش شدن F است. کسی که به این چرخ نگاه می‌کند به نظرش می‌رسد چرخ با بسامد f' می‌چرخد. f' بر اساس زاویه‌ی ظاهری چرخش چرخ بین دو بار روشن شدن متوالی چرخ ($\Delta\theta$) محاسبه می‌شود. $\Delta\theta$ چنان است که اگر چرخ را از حالت اولیه به اندازه‌ی $\Delta\theta$ بچرخانیم، لکه‌ها بر لکه‌های چرخ در حالت بعدی منطبق می‌شوند. البته این کار با زاویه‌های چرخش مختلفی ممکن است. منظور آن زاویه‌ای است که قدر مطلق آن از همه کوچکتر است. $\Delta\theta$ منفی هم می‌تواند باشد. با فرض $\frac{۲}{۳}Nf < F < ۲Nf$، مقدارهای $f'_۱$ (کمینه‌ی f') و $f'_۲$ (بیشینه‌ی f') کدام است؟ (+۵, −۱)

الف) $f'_۱ = f,\quad f'_۲ = f$

ب) $f'_۱ = ۰,\quad f'_۲ = f$

ج) $f'_۱ = -f,\quad f'_۲ = f$

د) $f'_۱ = -f,\quad f'_۲ = \dfrac{f}{۳}$

ه) $f'_۱ = -\dfrac{f}{۳},\quad f'_۲ = \dfrac{f}{۳}$

و) $f'_۱ = -\dfrac{f}{۲},\quad f'_۲ = \dfrac{f}{۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۲) می‌دانیم برای همه‌ی مواد گرمای ویژه در فشار ثابت از گرمای ویژه در حجم ثابت بزرگ‌تر است. یک ماده را در نظر بگیرید که ضریب انبساط حجمی آن در فشار ثابت منفی است. دمای این ماده را در فشار ثابت از T_1 به T_2 افزایش می‌دهیم. بعد دمای همین ماده را در حجم ثابت از T_2 به T_1 برمی‌گردانیم. تغییر کل انرژی درونی این ماده را با ΔU نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $\Delta U < 0$

ب) $\Delta U = 0$

ج) $\Delta U > 0$

د) مواردی هست که $\Delta U < 0$، و مواردی هست که $\Delta U > 0$

---

۱۳) از مبدأ مختصات گلوله‌هایی با سرعت اولیه‌ی یکسان v_0، با زاویه‌های مختلف α، و همگی در صفحه‌ی xy به بالا پرتاب می‌کنیم. گرانش در جهت $-y$، و اندازه‌ی شتاب گرانش g است. تعریف می‌کنیم $a = \frac{v_0^2}{4g}$. مختصات نقاط اوج این گلوله‌ها در کدام یک از این معادله‌ها صدق می‌کند؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{x^2}{4a^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$

ب) $\frac{x^2}{4a^2} + \frac{(y-a)^2}{a^2} = 1$

ج) $\frac{x^2}{2a^2} + \frac{(y-a)^2}{a^2} = 1$

د) $\frac{(x-a)^2}{4a^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$

---

۱۴) استوانه‌ای به ارتفاع h و شعاع R از یک ماده‌ی جامد در نظر بگیرید. اگر دو قاعده ی ـ این استوانه را بکشیم یا فشار دهیم، هم ارتفاع استوانه و هم شعاع آن تغییر می‌کند. تغییر ارتفاع را Δh و تغییر شعاع قاعده را ΔR می‌نامیم. هر کدام از این‌ها، بسته به این که جسم کش بیاید یا کوچک بشود مثبت یا منفی اند. برای تغییرهای کوچک نسبت پواسُن (ν) را این طور تعریف می‌کنیم.

$$\nu = \frac{-h\,\Delta R}{R\,\Delta h}.$$

برای نوعی شیشه نسبت پواسُن ۰٫۲۳ است. اگر یک استوانه‌ی شیشه‌ای از این نوع را آن قدر بکشیم که ارتفاعش $\lambda + 1$ برابر شود، حجمش $\kappa + 1$ برابر می‌شود. اگر λ عدد بسیار کوچکی باشد کدام گزینه درست است؟

راه‌نمایی: اگر x و y کوچک باشند، به تقریب داریم: $(1+x)^n(1+y)^m \simeq 1 + nx + my$ (+۳, −۱)

الف) $\kappa = 2\lambda$ ب) $\kappa = 3\lambda$ ج) $\kappa = 0.54\lambda$ د) $\kappa = 1.46\lambda$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۵) یک جسم روی یک دایره حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم را با F، و جهت آن را با $\hat{n}$ نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) همیشه F ثابت و $\hat{n}$ به طرف مرکز دایره است.

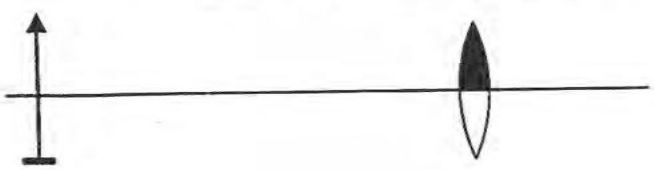
ب) همیشه F ثابت است، اما مواردی هست که $\hat{n}$ به طرف مرکز دایره نیست.

ج) همیشه $\hat{n}$ به طرف مرکز دایره است، اما مواردی هست که F ثابت نیست.

د) مواردی هست که F ثابت نیست، و مواردی هست که $\hat{n}$ به طرف مرکز دایره نیست.

---

۱٦) نیمه‌ی بالایی یک عدسی را سیاه می‌کنیم. تصویر چه‌گونه می‌شود؟ (+۳, −۱)



الف) تنها تصویر بخش بالایی جسم تشکیل می‌شود.

ب) تنها تصویر بخش پایینی جسم تشکیل می‌شود.

ج) تصویر عوض نمی‌شود.

د) شکل تصویر عوض نمی‌شود، ولی تصویر کم‌نور می‌شود.

---

۱۷) نسبت مقدار بارش سالانه‌ی باران در زمین به آب اقیانوس‌ها به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) 10^{-12} ب) 10^{-8} ج) 10^{-4} د) ۱

---

۱۸) یک صفحه عمود بر محور x است و از $x = d$ می‌گذرد. تعدادی آینه‌ی کوچک تخت این صفحه را قطع می‌کنند. این آینه‌ها چنان اند که اگر یک باریکه‌ی موازی با محور x به آن‌ها بخورد بازتابش باریکه از مبدأ می‌گذرد. آینه‌ای را در نظر بگیرید که فاصله‌اش از محور x برابر r است. زاویه‌ی راستای عمود بر این آینه با محور x را θ می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $\tan\theta = \frac{r}{d}$ ب) $\tan 2\theta = \frac{r}{d}$ ج) $\sin\theta = \frac{r}{d}$ د) $\sin 2\theta = \frac{r}{d}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۹) یک مدل برای تشکیل سیاره‌های منظومه‌ی شمسی این است که این سیاره‌ها از یک قرص پیش‌سیاره‌ای تشکیل شده اند که دور خورشید می‌گشته است. شعاع این قرص را ۴۰ واحد نجومی (۴۰ برابر فاصله‌ی زمین تا خورشید) و جرم آن را ۵۰۰ برابر جرم زمین بگیرید. زمین کره‌ای به شعاع ۶۴۰۰ km و چگالی میانگین ۵۵۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ است، و ۵۰۰ s طول می‌کشد تا نور از خورشید به زمین برسد. چگالی سطحی (جرم بر مساحت) این قرص به کدام یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۰٫۳ $\frac{kg}{m^2}$ ب) ۳۰ $\frac{kg}{m^2}$ ج) ۳۰۰۰ $\frac{kg}{m^2}$ د) ۳×۱۰^5 $\frac{kg}{m^2}$

---

۲۰) یک هواپیما با سرعت ثابت روی یک خط راست به طرف بالا حرکت می‌کند. این خط از نقطه‌ی O روی زمین می‌گذرد و با سطح افقی زاویه‌ی θ می‌سازد. از این هواپیما در زمان‌های ۰، T، و $۲T$ بسته‌هایی رها می‌شود. این بسته‌ها در فاصله‌های به ترتیب x_0، x_1، و x_2 از نقطه‌ی O به زمین می‌رسند. کدام گزینه درست است؟ (+۲, −۱)

الف) $x_2 - x_1 < x_1 - x_0$

ب) $x_2 - x_1 = x_1 - x_0$

ج) $x_2 - x_1 > x_1 - x_0$

---

۲۱) یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. شعاع حباب در حالت تعادل متناسب با Q^α است، که Q بار حباب و α یک ثابت است. α چه قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۲ ب) $\frac{۴}{۳}$ ج) ۱ د) $\frac{۲}{۳}$

---

۲۲) یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. این حباب به دو حباب یک‌سان تفکیک می‌شود. انرژی پتانسیل کل حباب اولیه (در حالت تعادل) را با U و مجموع انرژی پتانسیل کل دو حباب حاصل (در حالت تعادل) را با U' نشان می‌دهیم. رابطه‌ی U' با U کدام است؟ (+۳, −۱)

الف) $U' = \frac{۱}{۲}U$ ب) $U' = ۲^{-۱/۳}U$ ج) $U' = U$ د) $U' = ۲^{۱/۳}U$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۳) نیروی اصطکاک وارد بر یک خودرو Av^{α} است، که A یک ثابت است که به اندازه و شکل خودرو بستگی دارد، v سرعت خودرو است، و α هم یک ثابت دیگر است. بیشینه‌ی توان این خودرو P است. خودروهایی را در نظر بگیرید که α و P برایشان یک‌سان است، اما A برایشان متفاوت است. بیشینه‌ی سرعت ثابت این خودروها با A^{β} متناسب است. β چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $-(\alpha+1)$ ب) $-\alpha$ ج) $-\frac{1}{\alpha}$ د) $-\frac{1}{\alpha+1}$

---

۲۴) یک جسم به جرم m روی یک خط راست حرکت می‌کند. نیروی اصطکاک وارد بر این جسم $(-m\alpha v)$ است، که v سرعت جسم و α یک ثابت است. سرعت جسم در زمان صفر را با v_i و سرعت جسم در زمان t را با v_f نمایش می‌دهیم. برای t های کوچک، یک تقریب خوب برای بررسی حرکت این جسم آن است که شتاب آن را ثابت و برابر میانگین شتاب در زمان صفر و در زمان t بگیریم. با این تقریب، کدام گزینه درست است؟ (+۴, −۱)

الف) $v_f = v_i(1-\alpha t)$

ب) $v_f = v_i \frac{1}{1+\alpha t}$

ج) $v_f = v_i \frac{[1-(\alpha t/2)]}{[1+(\alpha t/2)]}$

د) $v_f = v_i\sqrt{1-2\alpha t}$

ه) $v_f = v_i \frac{1}{\sqrt{1+2\alpha t}}$

---

۲۵) یک چشمه‌ی صوت که نسبت به هوا ساکن است، صوتی با بس‌آمد f_s می‌گسیلد. یک جسم با سرعت ثابت به طرف این چشمه حرکت می‌کند و صوت حاصل از چشمه را بازمی‌تاباند. در محل چشمه هم یک بازتابنده‌ی دیگر هست که صوت بازتابیده را دوباره به جسم بازمی‌تاباند. این صوت پس از n بار رفتن و n بار برگشتن، در محل چشمه با آشکارگری که نسبت به هوا ساکن است آشکار می‌شود. بس‌آمد دریافت‌شده در آشکارگر f_o است. نسبت سرعت جسم به سرعت صوت α است. نسبت (f_o/f_s) کدام است؟ (+۵, −۱)

الف) $(1+\alpha)^n$

ب) $(1-\alpha)^{-n}$

ج) $1+n\alpha$

د) $(1-n\alpha)^{-1}$

ه) $(1+\alpha)^n(1-\alpha)^{-n}$

و) $(1+n\alpha)(1-n\alpha)^{-1}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۶) یک آدم به جرم M به یک طناب وصل است. طناب از روی قرقره‌ی ثابتی گذشته و به یک وزنه به جرم m وصل است. این آدم نقطه‌ای از طناب بین قرقره و وزنه را با نیروی T به طور قائم به طرف پایین می‌کشد. شتاب گرانش g است. T چه‌قدر باشد تا آدم با شتاب a بالا برود؟ (+۴, −۱)

الف) $\frac{M(a+g)+m(a-g)}{۲}$

ب) $M(a+g)+m(a-g)$

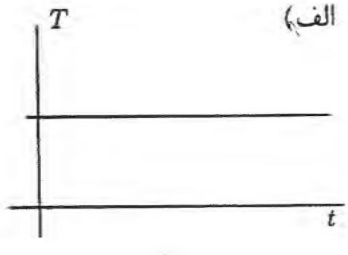
ج) $M(a+g)$

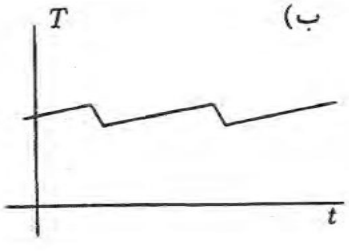
د) $(M+m)(a+g)$

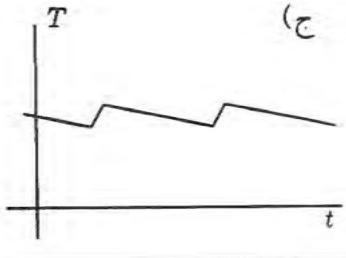
ه) $\frac{(M+m)(a+g)}{۲}$

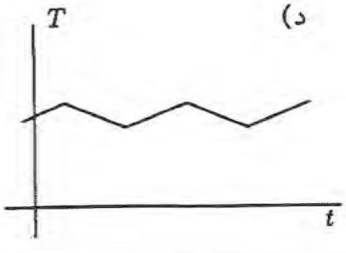
---

۲۷) در یک ظرف تمیز با دیواره‌های صاف، آب به طور یک‌نواخت نمی‌جوشد. پدیده‌ای که دیده می‌شود این است که اگر ظرف را به طور یک‌نواخت گرم کنیم، به مدت کوتاهی حباب‌های بزرگی از بخار تولید می‌شوند، بعد ظرف مدتی از جوشش می‌افتد. سپس دوباره حباب‌های بزرگی تولید می‌شوند و این روند ادامه می‌یابد. نمودار T (دمای آب چنین ظرفی) بر حسب t (زمان) کدام است؟ (+۳, −۱)

الف)


ب)


ج)


د)


---

۲۸) با بررسی دقیق دو تراز انرژی یک اتم، معلوم می‌شود یکی از این ترازها از m تراز نزدیک به هم و دیگری از n تراز نزدیک به هم تشکیل شده. تعداد گذارهای ممکن بین همه‌ی این ترازها که طی آن‌ها نور گسیل می‌شود کدام است؟ (+۳, −۱)

الف) mn ب) $m+n$ ج) $m+n-۱$ د) $\frac{(m+n)(m+n-۱)}{۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۹) در یک پیوندگاه pn دو ناحیه درست می‌شود که در یکی چگالی بار منفی و در دیگری چگالی بار مثبت است. مجموع بار کل این دو ناحیه صفر است. فرض کنید کلفتی هر یک از این دو ناحیه Δ، و قدرمطلق چگالی بار در هر یک از این دو ناحیه هم ثابت و برابر ρ است. به خاطر این بارها، دو سر این دو ناحیه اختلاف پتانسیل V درست می‌شود. با فرض این که V ثابت است، Δ با ρ^{α} متناسب است، که α ثابت است. α چه قدر است؟ (+۵, −۱)

الف) ۲− ب) ۱− ج) $-\frac{۱}{۲}$ د) $\frac{۱}{۲}$ ه) ۱ و) ۲

---

۳۰) وقتی می‌خواهیم سیمی را با قیچی ببُریم، می‌بینیم سیم اوّل روی تیغه‌های قیچی سُر می‌خورد، و وقتی زاویه‌ی بین تیغه‌های قیچی θ می‌شود متوقف می‌شود. از گرانش صرف نظر کنید. ضریب اصطکاک ایستایی بین تیغه و سیم چه قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\tan\theta$ ب) $\cot\theta$ ج) $\tan\frac{\theta}{۲}$ د) $\cot\frac{\theta}{۲}$

---

۳۱) یک ذره‌ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور z است و B_z (مؤلفه‌ی z میدان مغناطیسی) به‌کندی با z تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای z کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور z است. مرکز و شعاع این دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر صفحه‌ی عمود بر محور z، با $|B_z|^{\alpha}$ متناسب است، که α ثابت است. α چه‌قدر است؟ (+۴, −۱)

الف) ۱− ب) $-\frac{۱}{۲}$ ج) صفر د) $\frac{۱}{۲}$ ه) ۱

---

۳۲) یک ذره‌ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور z است و B_z (مؤلفه‌ی z میدان مغناطیسی) به‌کندی با z تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای z کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور z است. مرکز و شعاع دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر محور z را با $|v_z|$ نشان می‌دهیم. وقتی ذره به جاهایی می‌رود که اندازه‌ی B_z بزرگ می‌شود، (+۳, −۱)

الف) $|v_z|$ کم می‌شود

ب) $|v_z|$ تغییر نمی‌کند

ج) $|v_z|$ زیاد می‌شود

د) مواردی هست که $|v_z|$ کم می‌شود، و مواردی هست که $|v_z|$ زیاد می‌شود

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۳) یک متحرک با سرعت ثابت روی یک خط راست حرکت می‌کند. این متحرک با فاصله‌های زمانی ثابت T علامت‌های صوتی می‌فرستد. یک ناظر ساکن این علامت‌ها را می‌گیرد. علامت $n+1$ به اندازه‌ی τ_n بعد از علامت n دریافت می‌شود. فاصله‌ی متحرک با ناظر ابتدا کم و بعد زیاد می‌شود. کدام گزینه درست است؟ (+۴, −۱)

الف) τ_n ثابت است.

ب) τ_n بر حسب n صعودی است.

ج) τ_n بر حسب n نزولی است.

د) τ_n بر حسب n ابتدا صعودی و بعد نزولی است.

ه) τ_n بر حسب n ابتدا نزولی و بعد صعودی است.

---

۳۴) یک باریکه‌ی نور عمود بر یک تیغه‌ی نازک می‌تابد. وقتی باریکه به سطح جلویی تیغه می‌رسد، بخشی از آن باز می‌تابد و بخشی از آن وارد تیغه می‌شود. باریکه‌ای که وارد تیغه شده هم به سطح پشتی تیغه می‌رسد، بخشی از آن بازمی‌تابد و بخشی وارد هوا می‌شود. توان موج‌های بازتابیده از این دو وجه را یک‌سان بگیرید و از بازتابش‌های بعدی چشم بپوشید. مشاهده می‌شود وقتی کلفتی این تیغه به صفر می‌گراید، نسبت توان بازتابیده از تیغه به توان فرودی بر آن به صفر می‌گراید. اختلاف فاز باریکه‌ی بازتابیده نسبت به باریکه‌ی فرودی در سطح‌های بازتابنده را با به ترتیب ϕ_1 و ϕ_2، و تفاضل آن‌ها را با ϕ نمایش می‌دهیم. فرض کنید باریکه‌ای که وارد تیغه می‌شود، نسبت به باریکه‌ی فرودی در سطح بازتابنده اختلاف فاز ندارد. مقدار ϕ کدام است؟ (+۴, −۱)

الف) صفر ب) $\frac{\pi}{۴}$ ج) $\frac{\pi}{۲}$ د) $\frac{۳\pi}{۴}$ ه) π

---

۳۵) زمین در گذشته‌ی دور داغ‌تر از حالا بوده است. یک جسم به دمای T با توان $\sigma T^۴ S$ انرژی از دست می‌دهد، که S مساحت سطح بیرونی جسم و σ یک ثابت است. در یک تقریب، می‌شود σ را $۶ \times ۱۰^{-۸} \frac{W}{m^۲ K^۴}$ گرفت. فرض کنید زمین از بیرون انرژی نمی‌گرفته، دمای آن یک‌نواخت بوده، و فقط از طریق سطح بیرونی پش انرژی از دست می‌داده. آهنگ از دست دادن انرژی متغیر است، اما می‌شود نشان داد اگر دمای اولیه (T_i) بسیار بزرگ‌تر از دمای نهایی (T_f) باشد، میانگین توان $۳\sigma T_i T_f^۳ S$ است. شعاع زمین ۶۴۰۰ km، و چگالی میانگین زمین $۵۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ است. گرمای ویژه‌ی زمین را $۱۰۰۰ \frac{J}{kg\,K}$ بگیرید. با این فرض‌ها، چه مدتی لازم است تا یک زمین بسیار داغ به دمای ۴۰۰ K برسد؟ (+۳, −۱)

الف) $۱۰^۹$ s ب) $۱۰^{۱۲}$ s ج) $۱۰^{۱۵}$ s د) $۱۰^{۱۸}$ s

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۶) یک جسم روی یک سطح افقی ساکن است. محورهای x، y، و z را عمود بر هم می‌گیریم، چنان که محور z قائم است. این جسم با سطح اصطکاک دارد. یک نیروی غیرصفر به اندازه‌ی F_1 در راستای محور x به جسم وارد می‌شود و دیده می‌شود جسم روی سطح ساکن می‌ماند. وقتی علاوه بر این نیرو یک نیرو با اندازه‌ی F_2 در راستای محور y هم به جسم وارد می‌شود، جسم به حرکت درمی‌آید. در این صورت، (+۳, −۱)

الف) حرکت جسم در راستای محور y است

ب) حرکت جسم در راستای محور x است

ج) حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

د) مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور x است، مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور y است، و مواردی هست که حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶٫۷ μF را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۲

۱) یک بطری پلاستیکی خالی را گرم می‌کنیم تا دمای هوای درون آن ۹۰°C شود. در این حالت در بطری را می‌بندیم. بیشینه‌ی اختلاف فشار دو سوی دیواره‌ی این بطری برای این که به آن صدمه نخورد ۰٫۲ فشار آن محیط است. بطری را سرد می‌کنیم. کمینه‌ی دمای بطری برای این که به آن صدمه نخورد چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (۱۰ نمره)

---

۲) رابطه‌ی مقاومت یک رسانا با دما $R = R_0 [1 + \beta (T - T_0)]$ است، که R مقاومت و T دما است، و β و T_0 و R_0 ثابت اند. این رابطه به شرطی درست است که $|\beta (T - T_0)|$ بسیار کوچک‌تر از یک باشد. رابطه‌ی دمای این رسانا با توان الکتریکی‌یی که در آن تلف می‌شود هم $T - T_0 = \alpha P$ است، که P توان و α یک ثابت است. این هم به شرطی درست است که αP بسیار کوچک‌تر از T_0 باشد. با فرض این که هر دوی این رابطه‌ها برقرار باشند، مقدار $10^6 \left(\frac{R}{R_0} - 1\right)$ به ازای $\alpha = 100\ \text{K/W}$، $\beta = 10^{-4}/\text{K}$، $R_0 = 22\ \Omega$، و $I = 0{,}02\ \text{A}$ چه‌قدر است؟ I جریان گذرنده از مقاومت است. (۱۰ نمره)

راهنمایی: اگر x و y بسیار کوچک‌تر از یک باشند، $(1 + x)^a (1 + y)^b \simeq 1 + ax + by$

---

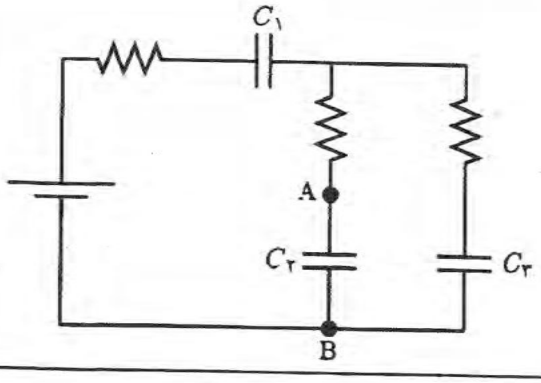
۳) یک وزنه درون یک شاره سقوط می‌کند. چگالی شاره بسیار کم‌تر از چگالی وزنه است، چنان که نیروی وارد بر وزنه ناشی از فقط وزن آن و اصطکاک با شاره است. در اثر اصطکاک شاره، سرعت این وزنه به یک مقدار ثابت (سرعت حد) می‌رسد. فرض کنید به خاطر این اصطکاک فقط وزنه گرم می‌شود. گرمای ویژه‌ی وزنه را $200\ \text{J/(kg K)}$، جرم آن را $2\ \text{kg}$، شتاب گرانش را $10\ \text{m/s}^2$، و سرعت حد را $0{,}7\ \text{m/s}$ بگیرید. مشتق دمای این وزنه نسبت به زمان چند میلی‌کلوین بر ثانیه است؟ (۱۰ نمره)

---

۴) یک عنصر الکترونیکی این ویژگی را دارد که یا در حالت قطع است یا در حالت وصل. اگر این عنصر در حالت قطع باشد، جریانی از آن نمی‌گذرد. اگر این عنصر در حالت قطع باشد و اختلاف پتانسیل دو سرش بخواهد از مقدار V_2 بیش‌تر شود، عنصر به حالت وصل می‌رود. در حالت وصل، اختلاف پتانسیل دو سر این عنصر V_1 است و جریانی که از آن می‌گذرد از سر با پتانسیل بیش‌تر به سر با پتانسیل کم‌تر است (مثل مقاومت‌ها). اگر این عنصر در حالت وصل باشد و جریان آن بخواهد تغییر علامت بدهد، عنصر به حالت قطع می‌رود. دو سر این عنصر هیچ فرقی با هم ندارند. یک منبع ولتاژ سینوسی با دامنه‌ی V_0 را با این عنصر و یک مقاومت سری می‌کنیم. به ازای $V_0 = 308\ \text{V}$، $V_1 = 154\ \text{V}$، و $V_2 = 220\ \text{V}$، در چند درصد زمان این عنصر وصل است؟ (۱۰ نمره)

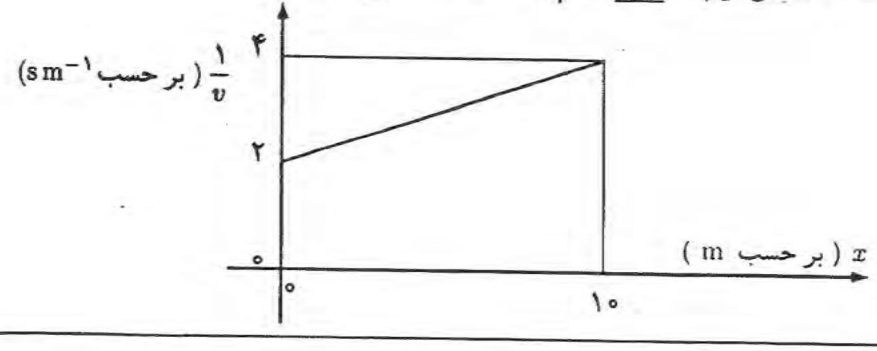
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۸) در مدار شکل مقدار همه‌ی مقاومت‌ها ۳۳ Ω، ظرفیت C_1 برابر ۱۰ μF، ظرفیت C_2 و C_3 برابر ۲۰ μF، و ولتاژ باتری ۵ V است. در زمان صفر C_1 و C_3 بی‌بار اند و بار C_2 برابر ۱۰ μC است، چنان که ولتاژ A بیش از ولتاژ B است. پس از گذشتن زمانی طولانی، بار C_3 چند میکروکولن است؟ (۱۰ نمره)



۹) اگر ستاره‌ای درست در بالای سر (امتداد قائم) باشد، به علّت حرکت زمین به دور خورشید این ستاره درست در راستای قائم دیده نمی‌شود، بلکه در جهتی دیده می‌شود که با راستای قائم زاویه‌ی θ می‌سازد. هر درجه ۳۶۰۰ ثانیه‌ی قوس است. θ چند ثانیه‌ی قوس است؟ (۱۰ نمره)

۱۰) برای جسمی، نمودار عکس سرعت $(\frac{1}{v})$ بر حسب مکان مطابق شکل است. در زمان صفر، جسم در $x = 0$ است. پس از چند ثانیه جسم به $x = 10\ m$ می‌رسد؟ (۱۰ نمره)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌ها است.

«امام خمینی (ره)»

نوزدهمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۲۸ بهمن ۱۳۸۴

مدّت آزمون: ۴ ساعت از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ **کد برگه‌ی سؤال‌ها ۳**

تذکرها:

ضمن آرزوی موفقیّت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما ۳ است که لازم است خانه‌ی مربوط به این رقم را در محل مربوط در پاسخ‌نامه سیاه کنید و آن را روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این کتابچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲) این آزمون ۳۵ سؤال چندگزینه‌ای و ۱۰ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳) در سؤال‌های چندگزینه‌ای به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.

۴) هر سؤال چندگزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۵) مشخصات خواسته شده را به طور کامل بر روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید و خانه‌های مربوط را پر کنید.

۶) لطفاً پاسخ‌نامه را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان تصحیح می‌شوند.

۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۸) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله‌ی اوّل، در اردیبهشت ۱۳۸۵ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد.

ⓒ کلیه‌ی حقوق این سؤال‌ها برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) ماه از زمین مثل یک قرص دیده می‌شود که یک هلال از آن روشن است. مرز این هلال از یک نیم‌دایره و یک نیم‌بیضی تشکیل شده است. مساحت یک بیضی برابر است با πab، که a و b نیم‌قطرها ي بزرگ و کوچک بیضی اند. اگر زاویه‌ی خورشید- زمین- ماه (که رأس آن زمین است) θ باشد، مساحت هلال روشن چه کسری از مساحت قرص ماه است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{\theta}{\pi}$ ب) $\frac{1-\cos\theta}{2}$ ج) $\sin\theta$ د) $\sin\frac{\theta}{2}$

---

۲) یک دریاچه را در نظر بگیرید که سطح آن یخ زده است. فرض کنید دما در نقاط مختلف این دریاچه مستقل از زمان، و آب دریاچه هم ساکن است. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) حتماً همه‌ی دریاچه یخ زده است.

ب) دمای سطح بالایی یخ دریاچه حتماً صفر درجه‌ی سلسیوس است.

ج) کلفتی یخ دریاچه حتماً ناچیز است.

د) در هیچ جا ممکن نیست دمای آب دریاچه از چهار درجه‌ی سلسیوس بیش‌تر شود.

---

۳) برای باد کردن لاستیک دوچرخه‌ای از یک تلمبه استفاده می‌کنیم. حجم سیلندر این تلمبه $۴۰\ cm^۳$ است. می‌خواهیم با این تلمبه لاستیکی را باد بزنیم. پیش از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک ۷۵ درصد حجم نهایی هوای درون لاستیک، و فشار این هوا همان فشار هوای بیرون و برابر با یک جو است. پس از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک $۲۰۰۰\ cm^۳$ است و در این حالت مساحت محل تماس لاستیک با زمین، در اثر نیروی ۳۵۰ N برابر با $۶۰\ cm^۲$ است. از گرم شدن هوا در اثر تلمبه زدن چشم بپوشید. چند بار باید تلمبه بزنیم؟ (+۳, −۱)

الف) ۳۰ ب) ۴۰ ج) ۵۰ د) ۶۰

---

۴) از بالای سطح زمین توپی با سرعت اولیه‌ی $v_۰$ به بالا پرتاب می‌شود. بعد از زمان T از همان نقطه توپ دیگری بدون سرعت اولیه رها می‌شود. شرط لازم و کافی برای آن که دو توپ پس از رها شدن توپ دوم، در نقطه‌ای از مسیر به هم برسند چیست؟ فرض کنید ارتفاع نقطه‌ی پرتاب توپ از سطح زمین بسیار زیاد است. g شتاب گرانش زمین است. (+۳, −۱)

الف) $v_۰ < gT$ ب) $v_۰ > \frac{gT}{2}$ ج) $\frac{gT}{2} < v_۰ < gT$ د) $gT < v_۰ < \sqrt{2}\,gT$

---

۵) چگالی آب را ρ_w و چگالی برف را ρ_s بگیرید. نسبت $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۰/۹ ب) ۰/۱ ج) ۰/۰۱ د) ۱/۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۶) توان الکتریکی یک لامپ کم‌مصرف، یک پنجم توان الکتریکی یک لامپ معمولی است، به شرطی که توان نوری که این دو لامپ تولید می‌کنند یکسان باشد. فرض کنید در ایران همه‌ی لامپ‌ها را از نوع معمولی به نوع کم‌مصرف تغییر دهند. توانی که به این خاطر صرفه‌جویی می‌شود به کدام یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) $10^{6}\,W$ ب) $10^{10}\,W$ ج) $10^{14}\,W$ د) $10^{18}\,W$

---

۷) جرم نمک موجود در اقیانوس‌های زمین به کدام یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) $10^{11}\,kg$ ب) $10^{15}\,kg$ ج) $10^{19}\,kg$ د) $10^{23}\,kg$

---

۸) سه جسم روی یک خط راست اند و می‌توانند فقط روی همین خط حرکت کنند. اگر یکی از این جسم‌ها با سرعت v به یک جسم دیگر برخورد کند، و سرعت جسم دوم پیش از برخورد صفر باشد، پس از برخورد سرعت جسم اول αv و سرعت جسم دوم $v(\alpha - 1)$ می‌شود. داریم $0 < \alpha < 0/5$ و فرض کنید مقدار α به سرعت بستگی ندارد.

جسم اول در طرف چپ جسم دوم، و جسم دوم در طرف چپ جسم سوم است. جسم دوم و جسم سوم ساکن اند و جسم اول با سرعت v به طرف راست حرکت می‌کند. چند برخورد رخ می‌دهد؟ (+۳, −۱)

الف) حتماً یکی.

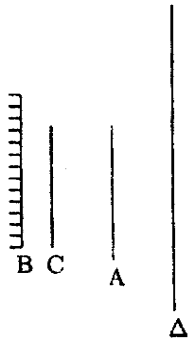
ب) حتماً دو تا.

ج) به ازای بعضی از مقدارهای α دو تا، و به ازای بعضی از مقدارهای α بیش از دو تا.

د) حتماً بیش از دو تا.

---

۹) جسم شفاف A، آینه‌ی تخت B، و مانع کدر C را در نظر بگیرید. ناظری در یکی از نقطه‌های خط Δ است. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)



الف) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر همه‌ی A را می‌بیند.

ب) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر هیچ نقطه‌ای از A را نمی‌بیند.

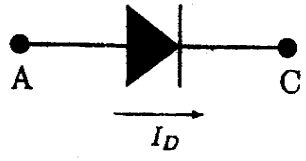
ج) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و بخشی از A هست که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را می‌بیند.

د) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و جاهایی از خط Δ هست که ناظر اگر آن جا باشد، تصویر بخشی از A را می‌بیند.

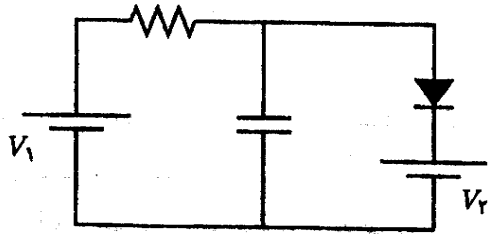
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۳

۱۰) شکل ۱ عنصری به اسم دیود را نشان می‌دهد. ویژه‌گی این عنصر آن است که یا $V_D = ۰$ و $I_D \geq ۰$، یا $I_D = ۰$ و $V_D \leq ۰$ است. در مدار شکل ۲، در زمان صفر اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) صفر است. هم‌چنین، $V_۱ > V_۲$ است. کدام گزینه ممکن است نمودار اختلاف پتانسیل دو سر خازن بر حسب زمان باشد؟ (+۳, −۱)

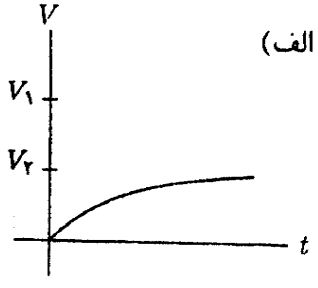


$V_D = V_A - V_C$ شکل ۱

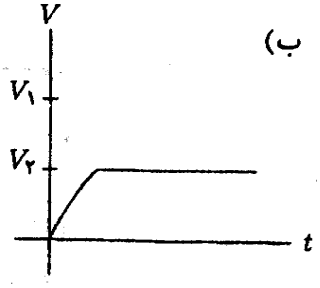


شکل ۲

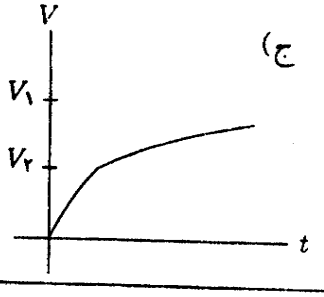
الف)



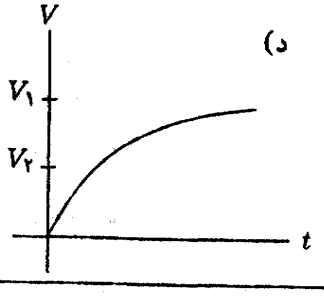
ب)



ج)



د)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۱) مقداری گاز کامل در یک ظرف است. جرم گاز ثابت است. در فشار ثابت، دمای این گاز کم می‌شود. گرمای داده شده به این گاز را با Q، و تغییر انرژی درونی این گاز را با ΔU نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۵, −۱)

الف) $Q < \Delta U < 0$

ب) $Q < 0 < \Delta U$

ج) $0 < Q < \Delta U$

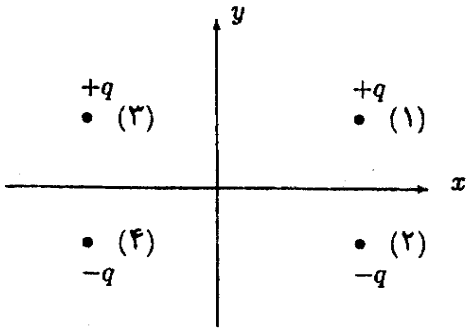
د) $0 < \Delta U < Q$

ه) $\Delta U < 0 < Q$

و) $\Delta U < Q < 0$

---

۱۲) چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در نظر بگیرید. مجموع نیروهای وارد بر دو بار ۱ و ۲ را با $\vec{F} = F_x\,\hat{i} + F_y\,\hat{j}$ نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)



الف) $F_y = 0$ و $F_x > 0$

ب) $F_y = 0$ و $F_x < 0$

ج) $F_y \neq 0$ و $F_x > 0$

د) $F_y \neq 0$ و $F_x < 0$

---

۱۳) یک جسم روی یک سطح افقی است (و به آن نچسبیده است). سطح افقی در راستای قائم حرکت می‌کند و معادله‌ی حرکت آن $y = A\cos\omega t$ است، که y ارتفاع و t زمان است، و A و ω ثابت اند. نیروی مقاومت هوا وارد بر این جسم $-mb\frac{dy}{dt}$ است، که m جرم جسم و b مقداری ثابت است. شتاب گرانش g است. A حداکثر چه‌قدر باشد تا جسم از سطح جدا نشود؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{g}{\omega\sqrt{b^2+\omega^2}}$ ب) $\frac{g}{\omega^2}$ ج) $\frac{g}{\omega(b+\omega)}$ د) $\frac{g}{\omega b}$

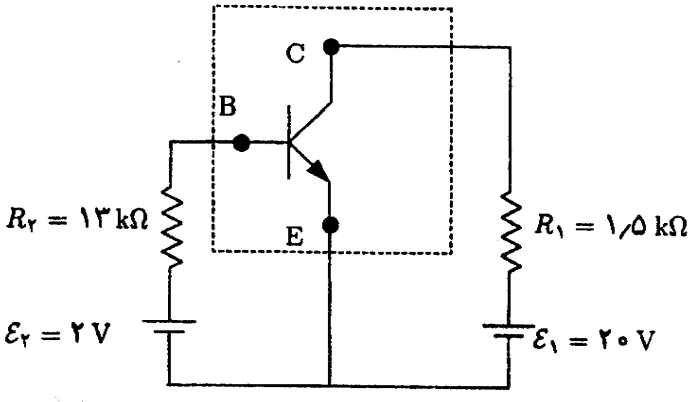
---

۱۴) یک قطره در زمان صفر از نقطه‌ی A شروع به سقوط آزاد می‌کند. یک قطره‌ی دیگر در زمان Δt از همان نقطه‌ی A شروع به سقوط آزاد می‌کند. مشتق زمانی فاصله‌ی این دو قطره از هم در زمان t چیست؟ (g شتاب گرانش زمین است.) (+۳, −۱)

الف) gt ب) $g\frac{t+\Delta t}{2}$ ج) $g\Delta t$ د) $g\frac{\Delta t^2}{t}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۵) در مدار نشان داده شده در شکل، عنصری که داخل خط‌چین قرار دارد یک ترانزیستور است. توان الکتریکی مصرفی این ترانزیستور چه قدر است؟ (+۳, −۱)



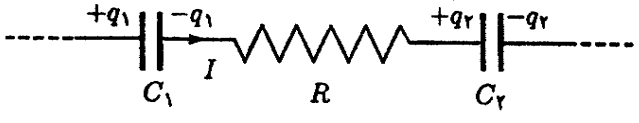
الف) ۴۰ mW
ب) ۵۰ mW
ج) ۶۰ mW
د) ۷۰ mW

$V_B - V_E = 0/7\,V$

$V_C - V_E = 5\,V$

---

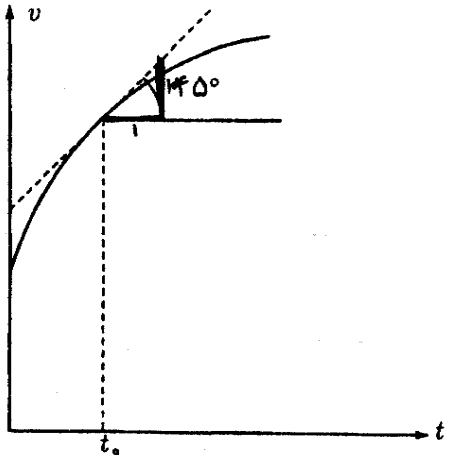
۱۶) بخشی از یک مدار در شکل دیده می‌شود. مقدار متوسط I در یک فاصله‌ی زمانی Δt برابر است با (+۳, −۱)



الف) $\frac{\Delta q_1}{\Delta t}$
ب) $\frac{-\Delta q_2}{\Delta t}$
ج) $\frac{\Delta q_1 - \Delta q_2}{\Delta t}$
د) $\frac{\Delta q_1 + \Delta q_2}{\Delta t}$

---

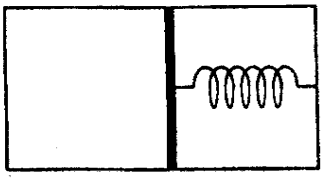
۱۷) نمودار سرعت ـ زمان برای متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند رسم شده است. هر ۱ cm روی محور v را معادل ۱۰ m/s، و هر ۱ cm روی محور t را معادل ۱ s گرفته ایم. شتاب متحرک در لحظه‌ی $t = t_0$ چه قدر است؟ (+۳, −۱)



الف) ۰/۱ m/s²
ب) ۱ m/s²
ج) ۱۰ m/s²
د) ۱۰۰ m/s²

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۸) یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز است. بین دیواره‌ی راست ظرف و پیستون هم یک فنر هست. دیواره‌های بیرونی ظرف صلب و نارسانای گرما یند. پیستون با دیواره‌ی ظرف اصطکاک دارد. فنر از حالت فشرده رها می‌شود تا مجموعه به تعادل برسد. طی این فرآیند، انرژی پتانسیل فنر از U_1 به U_2 می‌رسد و روی گاز کار W انجام می‌شود. کدام گزینه درست است؟ (+۲, −۱)



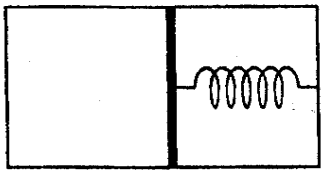
الف) $W < U_1 - U_2$

ب) $W = U_1 - U_2$

ج) $W > U_1 - U_2$

---

۱۹) یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز کامل است. بین دیواره‌ی راست ظرف و پیستون هم یک فنر هست. دیواره‌های بیرونی ظرف صلب و نارسانای گرما یند. دو فرآیند در نظر می‌گیریم. در فرآیند اول پیستون و فنر را از یک وضعیت اولیه رها می‌کنیم تا مجموعه به حالت تعادل برسد. طی این فرآیند، تغییر دمای گاز (دمای نهایی منهای دمای اولیه) ΔT_1 است. در فرآیند دوم، پیستون و فنر را از همان وضعیت اولیه رها می‌کنیم، اما طی فرآیند فنر در می‌رود (آزاد می‌شود). تغییر دمای گاز طی این فرآیند ΔT_2 است. کدام گزینه درست است؟ (+۲, −۱)



الف) $\Delta T_2 > \Delta T_1$

ب) $\Delta T_2 = \Delta T_1$

ج) $\Delta T_2 < \Delta T_1$

---

۲۰) یک گاری و یک جعبه روی آن، روی یک سطح افقی ساکن اند. در زمان صفر گاری به حرکت در می‌آید و از زمان صفر تا زمان T با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در زمان T گاری ساکن می‌شود و از آن پس ساکن می‌ماند. جعبه‌ی روی گاری در زمان t متوقف می‌شود. فرض کنید فقط گاری و زمین به جعبه نیرو وارد می‌کنند و جعبه از گاری بیرون نمی‌افتد. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) $t > 2T$

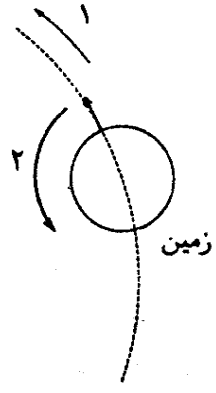
ب) $t = 2T$

ج) $t < 2T$

د) مواردی هست که $t = 2T$، و مواردی هست که $t < 2T$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۱) مطابق شکل پیکان شماره‌ی ۱ جهت سرعت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد، و پیکان شماره‌ی ۲ جهت سرعت چرخش زمین به دور محور خود را نشان می‌دهد. فرض کنید صفحه‌ی استوای زمین و صفحه‌ی مدار زمین به دور خورشید بر هم منطبق اند. شخصی روی استوا ایستاده است. در چه موقع جهت قائم آن شخص (رو به بالا) جهت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد؟ (+۳, −۱)



الف) طلوع خورشید
ب) ظهر
ج) غروب خورشید
د) نیمه شب

---

۲۲) اگر اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در هوا از ۳ MV/m بیش‌تر شود، هوا فروشکسته می‌شود، یعنی موقتاً رسانا می‌شود. اگر بار q به صورت یکنواخت روی پوسته‌ای کروی پخش شود، برای محاسبه‌ی اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در نقاط بیرون از پوسته می‌توان کل بار پخش شده روی پوسته را به صورت یک بار نقطه‌ای در مرکز پوسته در نظر گرفت.

کلاهک فلزی یک مولد وان‌دوگراف، با تقریب خوبی کره‌ای با شعاع ۱۰ cm است. بیش‌ترین باری که می‌توان روی کلاهک قرار داد تا هنوز هوای پیرامونش فروشکسته نشود به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۳ pC ب) ۳ nC ج) ۳ μC د) ۳ mC

---

۲۳) انرژی پتانسیل الکتریکی یک کره‌ی رسانا به شعاع R و بار Q، دور از بارهای دیگر، برابر با $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$ است. اگر ۱۰۰۰ قطره‌ی جیوه کروی مشابه و با بار یکسان به هم بچسبند و یک قطره‌ی کروی بزرگ تشکیل دهند، نسبت انرژی الکتریکی قطره‌ی بزرگ به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های اولیه چقدر خواهد بود؟ در محاسبه‌ی مجموع انرژی قطره‌های کوچک، فرض کنید این قطره‌ها از هم دور اند. (+۳, −۱)

الف) ۱ ب) ۱۰ ج) ۱۰۰ د) ۱۰۰۰

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۴) بنا بر قانون اول کپلر، مدار زمین به دور خورشید بیضی است، و خورشید در یکی از دو کانون این بیضی است. بنا بر قانون دوم کپلر، سرعت حرکت زمین در مدارش طوری است که پاره‌خط خورشید ـ زمین در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی جارو می‌کند. در مدار زمین به دور خورشید، چهار نقطه‌ی خاص هست: اعتدال بهاری، انقلاب تابستانی، اعتدال پاییزی، انقلاب زمستانی (همه‌ی این فصول، فصول نیم‌کره‌ی شمالی است). اعتدال بهاری، مرکز خورشید، و اعتدال پاییزی بر یک خط اند؛ انقلاب تابستانی، مرکز خورشید، و انقلاب زمستانی هم بر یک خط اند؛ و این دو خط بر هم عمود اند. در مدار زمین، نقطه‌ای هست موسوم به حضیض که در آن جا فاصله‌ی زمین از خورشید کم‌ترین مقدار ممکن است. زمین در یک لحظه‌ی خاص، یعنی در یک روز خاص از سال در این حضیض است. این روز (+۳, −۱)

الف) روزی بین ۱۶ اردیبهشت و ۱۵ مرداد است.

ب) روزی بین ۱۶ مرداد و ۱۵ آبان است.

ج) روزی بین ۱۶ آبان و ۱۵ بهمن است.

د) روزی بین ۱۶ بهمن تا ۱۵ اردیبهشت سال بعد است.

---

۲۵) زمین و مریخ هر دو به دور خورشید می‌گردند. فرض کنید مدار هر دو دایره باشد. فاصله‌ی زمین تا خورشید را یک واحد نجومی (۱ AU) می‌نامند. فاصله ی ـ مریخ از خورشید تقریباً ۱٫۵ AU است. نور خورشید به مریخ می‌تابد و از آن باز می‌تابد. این بازتاب است که ما از روی زمین می‌بینیم. انرژی گذرنده از واحد سطح دهانه‌ی یک تلسکوپ (عمود بر جهت نور حاصل از مریخ) بر واحد زمان را درخشانی می‌نامیم. نسبت درخشانی مریخ در حداقل فاصله با زمین، به درخشانی آن در حداکثر فاصله با زمین چه قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۱ ب) ۲٫۵ ج) ۵٫۰ د) ۲۵

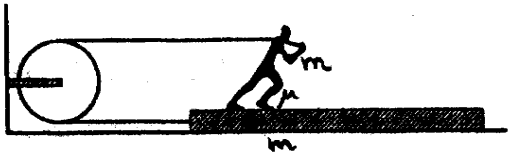
---

۲۶) در یک بزرگ‌راه شرقی ـ غربی، خودرویی با سرعت ۱۲۰ km/h به طرف شرق در حرکت است. راننده‌ی این خودرو، کامیون‌هایی را که در طرف دیگر بزرگ‌راه، به سوی غرب می‌روند می‌شمارد، و می‌بیند که هر ۱۰ دقیقه ۷۰ کامیون از کنار او می‌گذرند. کسی کنار جاده ایستاده است و همین کامیون‌ها را نگاه می‌کند و می‌شمرد. این شخص می‌بیند که سرعت کامیون‌ها ۹۰ km/h است، و می‌بیند که در هر ساعت N کامیون از کنارش می‌گذرند. N برابر است با (+۳, −۱)

الف) ۱۴۰ ب) ۱۸۰ ج) ۳۶۰ د) ۴۲۰

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۷) فردی به جرم m روی جسمی به جرم m ایستاده است. اصطکاک بین جسم و زمین را ناچیز بگیرید. ضریب اصطکاک بین پای این فرد و جسم μ است. فرض کنید همواره حداقل یکی از پاهای او روی جسم است. او حداکثر با چه شتابی نسبت به زمین می‌تواند حرکت کند؟ (g شتاب گرانش زمین است.) (+۳, −۱)



الف) μg

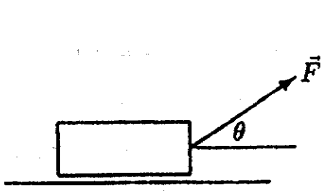
ب) $۲\mu g$

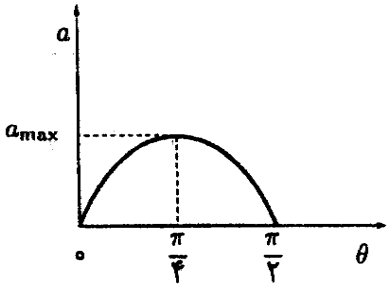
ج) $۳\mu g$

د) $۴\mu g$

---

۲۸) شکل، جعبه‌ای را نشان می‌دهد که با نیروی $\vec{F}$ روی سطح افقی اصطکاک‌داری کشیده می‌شود. اندازه‌ی $\vec{F}$ را ثابت نگه می‌داریم ولی جهت آن را تغییر می‌دهیم. شتاب جعبه تغییر می‌کند. نمودار شتاب جعبه بر حسب θ رسم شده است. a_{max} چه قدر است؟ (g شتاب گرانش زمین است.) (+۳, −۱)





الف) g

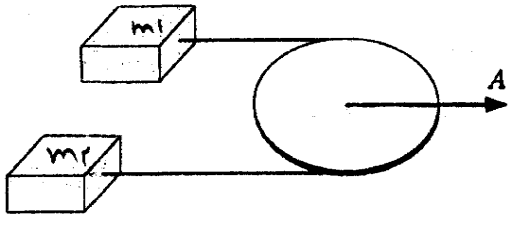
ب) $\sqrt{۲}g$

ج) $(\sqrt{۲}-۱)g$

د) $(\sqrt{۲}+۱)g$

---

۲۹) دو جرم $m_۱$ و $m_۲$ ($m_۲ > m_۱$) مطابق شکل توسط نخی که از روی قرقره‌ای گذشته است به هم وصل شده‌اند. مطابق شکل قرقره و جرم‌ها روی یک سطح افقی هستند و مرکز قرقره با شتاب A کشیده می‌شود. شتاب $m_۱$ نسبت به زمین $a_۱$ و شتاب $m_۲$ نسبت به زمین $a_۲$ می‌شود. از اصطکاک بین جرم‌ها و زمین، بین نخ و قرقره و هم‌چنین جرم نخ چشم‌پوشی کنید. کدام گزینه راجع به شتاب جرم‌ها درست است؟ (+۳, −۱)



الف) $a_۱ > A > a_۲$

ب) $a_۱ < A < a_۲$

ج) $a_۱ = A = a_۲$

د) $a_۱ > a_۲ > A$

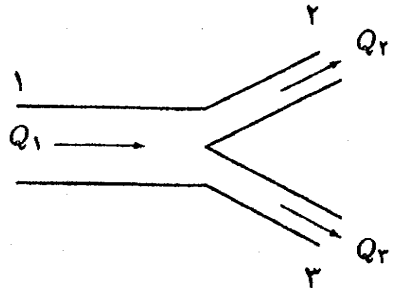
---

۳۰) مقدار انرژی‌ای که بر واحد زمان سر ظهر از طرف خورشید به واحد سطح در تهران می‌رسد در تابستان و زمستان فرق دارد. نسبت این دو مقدار تقریباً چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۲ ب) ۳ ج) ۴ د) ۵

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۱) جریان گذرنده از یک لوله‌ی افقی آب (حجم آب گذرنده بر واحد زمان) متناسب با اختلاف فشار دو سر لوله است. ضریب تناسب به طول و مقطع لوله بستگی دارد. یک سه‌راهی افقی را در نظر بگیرید. فشار در سرهای ۱، ۲، و ۳ را به‌ترتیب با P_1، P_2، و P_3 نشان می‌دهیم. آب از سر ۱ وارد و از سرهای ۲ و ۳ خارج می‌شود. جریان سرهای ۱، ۲، و ۳ را به‌ترتیب با Q_1، Q_2، و Q_3 نشان می‌دهیم. فرض کنید P_3 کم شود و P_1 و P_2 تغییر نکنند. کدام گزینه درست است؟ (+۵، −۱)



الف) Q_1 و Q_2 و Q_3 زیاد می‌شوند.

ب) Q_1 و Q_2 زیاد می‌شوند و Q_3 کم می‌شود.

ج) Q_1 و Q_3 زیاد می‌شوند و Q_2 کم می‌شود.

د) Q_1 و Q_2 و Q_3 کم می‌شوند.

هـ) Q_1 و Q_2 کم می‌شوند و Q_3 زیاد می‌شود.

و) Q_1 و Q_3 کم می‌شوند و Q_2 زیاد می‌شود.

---

۳۲) یک راننده‌ی تاکسی مسافرها را در نقطه‌ی A سوار و در نقطه‌ی B پیاده می‌کند. راننده در نقطه‌ی A صبر می‌کند تا n مسافر برای تاکسی پیدا شود و آن‌ها را به نقطه‌ی B ببرد. زمان لازم برای پیداشدن هر مسافر t است. پس از این که n مسافر سوار تاکسی شدند، تاکسی حرکت می‌کند و به نقطه‌ی B می‌رود. زمان لازم برای رفتن از A به B برابر با T است. کرایه‌ای که از هر مسافر دریافت می‌شود I، و هزینه‌ی هر سفر (سوخت، استهلاک، ...) C است. درآمد خالص برابر است با مجموع کرایه‌ها منهای هزینه. درآمد خالص بر زمان برابر است با درآمد خالص تقسیم بر زمان لازم برای کسب آن. درآمد خالص بر زمان را با b نشان می‌دهیم. کدام گزینه در باره‌ی رابطه‌ی b با n درست است؟ (+۳، −۱)

الف) b بر حسب n صعودی است اگر $n \le n_0$، و نزولی است اگر $n \ge n_0$.

ب) b بر حسب n نزولی است اگر $n \le n_0$، و صعودی است اگر $n \ge n_0$.

ج) b بر حسب n همواره نزولی است.

د) b بر حسب n همواره صعودی است.

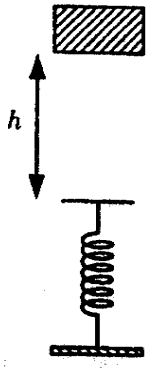
---

۳۳) فرض کنید تمام سطح زمین را با لامپ‌های ۱۰۰ واتی بپوشانیم. توان تولیدی خورشید چند برابر توان تولیدی ناشی از لامپ‌های چیده شده روی سطح زمین است؟ فرض کنید شعاع زمین $۶ \times ۱۰^۶ \text{ m}$، زمان رسیدن نور خورشید به زمین ۵۰۰ s، و توان دریافت شده از خورشید بر واحد سطح روی زمین $۱۰^۳ \text{ W/m}^۲$ باشد. (+۳، −۱)

الف) $۱۰^۴$ ب) $۱۰^۷$ ج) $۱۰^{۱۰}$ د) $۱۰^{۱۳}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۴) جسمی به جرم m از ارتفاع h بر روی فنر سبکی با ثابت k رها می‌شود. (g شتاب گرانش زمین است.) بیشینه‌ی سرعت جسم در طول مسیر هنگامی است که (+۳, −۱)



الف) جسم به فنر برخورد می‌کند.

ب) فنر به اندازه‌ی $\frac{mg}{k}$ فشرده شده است.

ج) فنر به اندازه‌ی $\frac{۲mg}{k}$ فشرده شده است.

د) فنر به اندازه‌ی $\sqrt{\frac{۲mgh}{k}}$ فشرده شده است.

---

۳۵) چگالی سطحی بار روی صفحه‌ی مثبت خازن مسطحی $۱۰^{-۷}\ C/m^۲$ است، و ثابت دی‌الکتریک بین دو صفحه‌ی خازن ۵ است. اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی ناشی از منظم شدن مولکول‌های قطبی دی‌الکتریک در فضای بین دو صفحه به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) ۱۰ V/m ب) ۱۰۰ V/m ج) ۱ kV/m د) ۱۰ kV/m

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

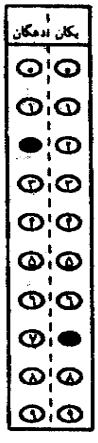
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶٫۷ μF را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۳

۱) عرض جغرافیایی دابلین، پایتخت ایرلند جنوبی، ۵۳° شمالی است. یک خیابان شرقی - غربی به عرض ۲۱ m در این شهر در نظر بگیرید. در ضلع شمالی این خیابان ساختمان A قرار دارد که پنجره‌ای در ارتفاع ۲۵ m از سطح زمین دارد. در ضلع جنوبی این خیابان، و مقابل ساختمان A، ساختمان B به ارتفاع h در حال ساخت است. حد اقل h چند متر باشد تا در ظهر هیچ روزی از سال آفتاب به پنجره‌ی ساختمان A نتابد؟ (۱۰ نمره)

---

۲) چگالی بتون $\rho = ۲۵۰۰ \text{ kg/m}^۳$ است و بیش‌ترین فشاری که می‌تواند تحمل کند تا خرد نشود $۵ \times ۱۰^۷ \text{ N/m}^۲$ است. بلندترین استوانه‌ی قائمی که از بتون می‌توان ساخت چند کیلومتر است؟ (۱۰ نمره)

---

۳) دو فنر جرم‌دار یکسان داریم. طول کشیده نشده‌ی هر یک از آن‌ها ۱۲ cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه‌ی ثابتی می‌آویزیم، طولش ۱۵ cm می‌شود. اگر دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل چند سانتی‌متر است؟ راه‌نمایی: کشیدگی یک فنر جرم‌دار آویزان به جرم m، برابر است با کشیدگی یک فنر بی‌جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $m/۲$ بسته باشند. (۱۰ نمره)

---

۴) یک گیرنده روی محور x و به فاصله‌ی x از مبدأ است. دو فرستنده، یکی در مبدأ و دیگری روی محور y و به فاصله‌ی ۵۰ km از مبدأ، هم‌زمان دو علامت رادیویی می‌فرستند و گیرنده این دو علامت را به فاصله‌ی زمانی $۱۰^{-۴}$ s از هم دریافت می‌کند. سرعت انتشار امواج رادیویی را $۳ \times ۱۰^۵ \text{ km/s}$ بگیرید. x چند کیلومتر است؟ (۱۰ نمره)

---

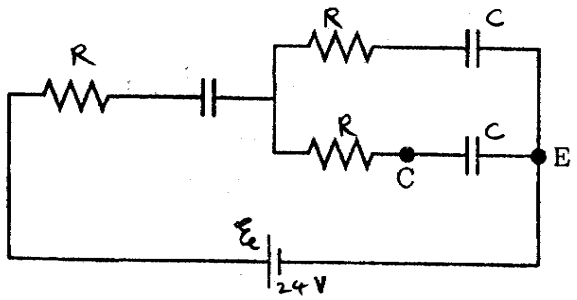
۵) یک شکارچی و شکارش ساکن اند. شکارچی از زمان صفر با شتاب ثابت ۱۰ $\text{m/s}^۲$ دنبال شکار حرکت می‌کند. شکار ۲ s بعد شروع به فرار می‌کند و با شتاب ثابت ۱۵ $\text{m/s}^۲$ حرکت می‌کند. شکار و شکارچی هر دو روی یک خط راست حرکت می‌کنند. فاصله‌ی اولیه‌ی شکار و شکارچی از هم دست بالا چند متر باشد تا شکارچی به شکار برسد؟ (۱۰ نمره)

---

۶) هر چه قطر عدسی شیئی تلسکوپی بزرگ‌تر باشد، آن تلسکوپ بهتر می‌تواند اجسام دور را از هم تفکیک کند. اگر قطر عدسی شیئی یک تلسکوپ D باشد، حد تفکیک آن، یعنی کوچک‌ترین زاویه‌ای که با آن می‌توان تشخیص داد برابر است با $\theta = ۵ \times ۱۰^{-۷}/D$، که در این جا زاویه‌ی θ بر حسب رادیان و D بر حسب متر است. فاصله‌ی دو جسم آسمانی از هم $۱۰^{-۶}$ برابر فاصله‌ی آن‌ها از زمین است. قطر عدسی شیئی تلسکوپ حد اقل چند سانتی‌متر باشد تا بتوان این دو جسم را از هم تشخیص داد؟ (۱۰ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۷) در مدار شکل، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۲۴ V، ظرفیت هر خازن ۴۷ μF، و مقدار هر مقاومت ۲۲ Ω است. در زمان صفر $V_C - V_E = ۱۸\ V$ است و دو خازن دیگر بی‌بار اند. پس از گذشتن زمان زیاد، $V_C - V_E$ چند ولت می‌شود؟ (۱۰ نمره)



---

۸) یکی از دو سطح خارجی یک عدسی گوژ بخشی از یک صفحه، و سطح دیگر بخشی از یک کره به شعاع R است. ضریب شکست این عدسی n است. فاصله‌ی کانونی این عدسی (f) از این رابطه به دست می‌آید.

$$\frac{۱}{f} = \frac{n-۱}{R}$$

R و n تابع دما هستند:

$$R(T) = R(T_۰)\,[۱ + \lambda\,(T - T_۰)], \qquad n(T) = n(T_۰) - ۳\,\lambda\,(T - T_۰)\,[n(T_۰) - ۱]$$

که T دما و λ ضریب انبساط طولی عدسی است. در دمای $T_۰ = ۰°C$، $n = ۱/۱$ و $R = ۱۰\ cm$ است. ضمناً $\lambda = ۲ \times ۱۰^{-۶}/°C$ است. فاصله‌ی کانونی این عدسی از دمای $T_۰ = ۰°C$ تا دمای $T = ۱۱۰\ C$ به اندازه‌ی Δf تغییر می‌کند. Δf چند میکرومتر است؟ (۱۰ نمره)

راهنمایی: اگر α و β کوچک باشند، آن‌گاه $(۱+\alpha)^r\,(۱+\beta)^s \simeq ۱ + r\alpha + s\beta$

---

۹) یک خنک‌کننده با یک ترموستات روشن و خاموش می‌شود. اگر ترموستات مدار را وصل کرده باشد، وقتی دما از $T_۱$ کم‌تر شود مدار قطع می‌شود. اگر ترموستات مدار را قطع کرده باشد، وقتی دما از $T_۲$ بیش‌تر شود مدار وصل می‌شود. $T_۲$ از $T_۱$ بزرگ‌تر است. تغییرات دمای محیطی که این ترموستات در آن است

$$T = T_۱ + a\cos\omega t$$

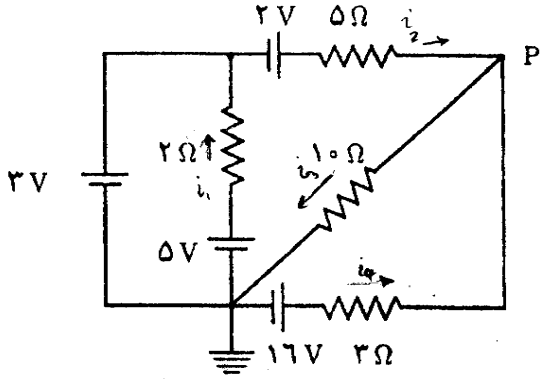
است، که T دما و t زمان است. داریم

$$T_۱ = ۷/۰۰°C \qquad T_۲ = ۸/۰۰°C \qquad a = ۲/۰۰°C \qquad \omega = ۲/۰۰ \times ۱۰^{-۲}\ s^{-۱}$$

چند درصد از زمان، مدار خنک‌کننده وصل است؟ (۱۰ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۰) در مدار نشان داده شده در شکل، پتانسیل نقطه‌ی P چند ولت است؟ (۱۰ نمره)



@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌ها است.

«امام خمینی (ره)»

هیجدهمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۲۳ بهمن ۱۳۸۳

مدّت آزمون: ۴ ساعت از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ کد برگه‌ی سؤال‌ها ۴۵۶

تذکرها:

ضمن آرزوی موفقیّت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما **۴۵۶** است که لازم است خانه‌های مربوط به این ارقام را در محل مربوط در پاسخ‌نامه سیاه کنید و آن را روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این کتابچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲) این آزمون ۳۹ سؤال چندگزینه‌ای و ۷ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳) به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.

۴) هر سؤال چندگزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۵) مشخصات خواسته شده را به طور کامل بر روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید و خانه‌های مربوط را سیاه کنید.

۶) لطفاً پاسخ‌نامه‌ها را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان صحیح می‌شوند.

۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۸) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله‌ی اوّل، در اردیبهشت ۱۳۸۴ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد.

ⓒ کلیه‌ی حقوق این سؤال‌ها برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) دستگاه نشان داده شده در شکل پل تار است و برای اندازه‌گیری مقاومت مجهول R_x به کار می‌رود. سر لغزنده‌ی N را آن قدر روی سیم بدون روکش AB جابه‌جا می‌کنیم تا میکروآمپرسنج دقیق جریان صفر را نشان دهد. در این حالت طول دو قطعه سیم AN و NB، یعنی L_1 و L_2، را اندازه می‌گیریم و مقاومت مجهول R_x را از رابطه‌ی $R_x = \frac{L_1}{L_2} R$ حساب می‌کنیم.

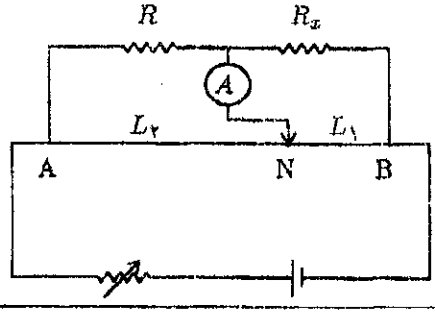
در یک مورد اندازه‌گیری R_x به وسیله‌ی پُل تار، نتایج اندازه‌گیری‌های R، L_1، و L_2 در زیر آمده است.

خطا در اندازه‌گیری R حداکثر $1\ \Omega$ بوده است، و $R = 100\ \Omega$

خطا در اندازه‌گیری L_1 حداکثر $1\ cm$ بوده است، و $L_1 = 40\ cm$

خطا در اندازه‌گیری L_2 حداکثر $1\ cm$ بوده است، و $L_2 = 20\ cm$

حداکثر خطای ممکن در اندازه‌گیری R_x به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)



الف) $1\ \Omega$

ب) $2\ \Omega$

ج) $20\ \Omega$

د) $50\ \Omega$

---

۲) پوسته‌ی استوانه‌ای شکلی از ماده‌ای یک‌نواخت به شعاع داخلی a و شعاع بیرونی b در اختیار داریم. دمای سطح داخلی استوانه T_a و دمای سطح بیرونی استوانه T_b است ($T_a > T_b$، و دماها ثابت اند). دمای پوسته در شعاع $r = \frac{a+b}{2}$ را T_r می‌نامیم. در این صورت: (+۳, −۱/۵)

الف) $T_r > \frac{T_a + T_b}{2}$

ب) $T_r < \frac{T_a + T_b}{2}$

ج) $T_r = \frac{T_a + T_b}{2}$

---

۳) در چند سال آینده کوچک‌ترین زاویه‌ی قابل‌تشخیص با تلسکوپ‌ها به یک میلی‌ثانیه خواهد رسید. هر یک درجه ۳۶۰۰ ثانیه است. فرض کنید چنین تلسکوپی در اختیار داریم و می‌خواهیم میله‌ای را که در دویست هزار کیلومتری ما قرار دارد و بر خط دید عمود است ببینیم. حداقل طول میله حدوداً چه قدر باشد تا بتوانیم دو سر آن را از هم تشخیص دهیم؟ (+۳, −۱)

الف) ده کیلومتر

ب) صد متر

ج) یک متر

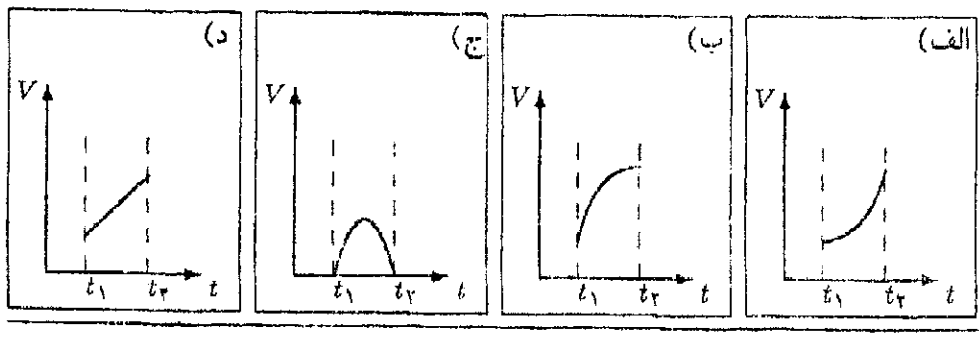
د) ده میلی‌متر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۴) متحرکی بدون توقف و بدون تغییر جهت روی محور x حرکت می‌کند. حاصل‌ضرب جرم متحرک در سرعت آن را تکانه می‌نامیم و آن را با P نشان می‌دهیم. مکان، تکانه، و انرژی جنبشی متحرک در لحظه‌ی t_1 را به ترتیب x_1، P_1، و K_1 می‌نامیم. مکان، تکانه، و انرژی جنبشی متحرک در لحظه‌ی t_2 را به ترتیب x_2، P_2، و K_2 می‌نامیم.

متوسط زمانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله‌ی زمانی t_1 تا t_2 را به صورت $\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$ تعریف می‌کنیم و آن را با $\overline{F}_t$ نشان می‌دهیم. متوسط مکانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله‌ی مکانی x_1 تا x_2 را به صورت $\frac{K_2 - K_1}{x_2 - x_1}$ تعریف می‌کنیم و آن را با $\overline{F}_x$ نشان می‌دهیم.

نمودار سرعت ـ زمان برای چند متحرک رسم شده است. می‌دانیم که مساحت سطح زیر نمودار سرعت ـ زمان مساوی با جابه‌جایی متحرک است. در کدام مورد $\overline{F}_t$ در فاصله‌ی زمانی t_1 تا t_2 کوچک‌تر از $\overline{F}_x$ در فاصله‌ی مکانی x_1 تا x_2 است؟ (+۴/۵, −۱/۵)



۵) در یک روز تابستان ساعت طلوع و غروب خورشید در تهران به ترتیب ۶:۳۰ و ۲۰:۰۰ است. در همین روز ساعت طلوع و غروب در ۴ شهر متفاوت به ترتیب زیر است: (+۴/۵, −۱/۵)

- شهر ۱ : ۶:۱۵ و ۱۹:۵۵
- شهر ۲ : ۶:۲۵ و ۱۹:۵۰
- شهر ۳ : ۶:۲۵ و ۲۰:۱۰
- شهر ۴ : ۶:۴۰ و ۲۰:۰۵

کدام یک از این شهرها ممکن است در جنوب و شرق تهران باشد؟

الف) شهر ۱

ب) شهر ۲

ج) شهر ۳

د) شهر ۴

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۶) یک ظرف درباز آب در هوای آزاد است. ابتدا دمای آب و ظرف و هوا یکسان است. آب به‌تدریج تبخیر می‌شود. از تغییر دمای هوا چشم بپوشید. زمانی که آب دارد تبخیر می‌شود، دمای آب (+۲, −۱)

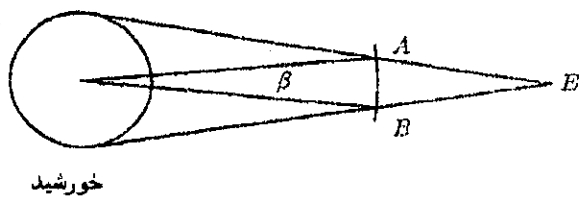
الف) از دمای هوا کم‌تر است.

ب) با دمای هوا برابر است.

ج) از دمای هوا بیش‌تر است.

---

۷) اگر خطی که از زمین و سیاره‌ی ناهید می‌گذرد، خورشید را قطع کند و ناهید بین زمین و خورشید باشد، ناهید روی خورشید لکه می‌اندازد. به این پدیده‌ی نادر گذر ناهید از روی خورشید می‌گویند. مدار زمین و ناهید دور خورشید را دایره‌هایی هم‌مرکز و هم‌صفحه بگیرید. از قطر زمین و ناهید در برابر قطر خورشید و شعاع‌های مدارها چشم بپوشید. وقتی زمین در نقطه‌ی E است، برای این که ناهید روی خورشید لکه انداخته باشد باید ناهید در ناحیه‌ی AB از مدارش باشد. قطر خورشید را D، شعاع مدار زمین را R_E، و شعاع مدار ناهید را R_V بگیرید. با توجه به این که D خیلی کوچک‌تر از R_E و R_V است، زاویه‌ی β چند رادیان است؟ (+۵, −۱)



الف) $\frac{D}{R_E}$

ب) $\frac{D\,(R_E - R_V)}{R_E\,R_V}$

ج) $\frac{D}{R_V}$

د) $\frac{D\,R_E}{R_V\,(R_E + R_V)}$

ه) $\frac{D}{R_E - R_V}$

و) $\frac{D\,(R_E - R_V)}{(R_E + R_V)^2}$

---

۸) یک ظرف آب مطابق شکل را در نظر بگیرید. این ظرف را در حالت سکون روی یک میز افقی بدون اصطکاک می‌گذاریم. فرض کنید α به‌گونه‌ای است که این ظرف کج نمی‌شود. کدام گزینه در باره‌ی حرکت این ظرف درست است؟ (+۳, −۱)



الف) ظرف حتماً به طرف راست حرکت می‌کند.

ب) ظرف حتماً به طرف چپ حرکت می‌کند.

ج) اگر α از حد معینی کم‌تر باشد، ظرف به طرف راست حرکت می‌کند. در غیر این صورت ظرف ساکن می‌ماند.

د) ظرف حرکت نمی‌کند.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۹) صفحه‌ی مداری زمین و مریخ به دور خورشید، بر هم منطبق است. مدار زمین و مریخ دایره‌ای است. زمین و مریخ در یک جهت دور خورشید می‌گردند و دوره‌ی گردش مریخ بیش از دوره‌ی گردش زمین است. فرض کنید در یک زمان، زمین روی خط واصل خورشید و مریخ، و میان آن‌ها است. پس از ۷۸۰ روز، برای اولین بار این وضعیت تکرار می‌شود. دوره‌ی گردش مریخ چند روز است؟ (+۵, −۱)

الف) ۷۶۸

ب) ۶۸۶

ج) ۷۸۰

د) ۳۴۹

ه) ۷۳۰

و) ۸۳۰

---

۱۰) اطلاعات مربوط به وضعیت زمین، مریخ، و خورشید در مسئله‌ی قبل داده شده. زمین ۱ واحد نجومی و مریخ ۱/۵ واحد نجومی از خورشید فاصله دارند. ۱۹۵ روز پس از آن که زمین (E) و مریخ (M) و خورشید (S) در یک امتداد بودند، زاویه‌ی $\widehat{MES}$ چند درجه است؟ (+۳, −۱)

الف) ۹۰

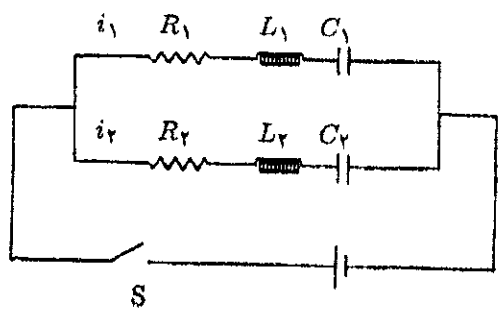
ب) ۵۶

ج) ۳۴

د) اطلاعات کافی نیست.

---

۱۱) در مدار نشان داده شده در شکل، قبل از لحظه‌ی $t = 0$ خازن‌ها خالی و جریان‌های i_1 و i_2 صفر هستند. کلید S را در لحظه‌ی $t = 0$ می‌بندیم. بلافاصله پس از بستن کلید، $\frac{i_1}{i_2}$ برابر است با (+۳, −۱)



الف) $\frac{R_2}{R_1}$

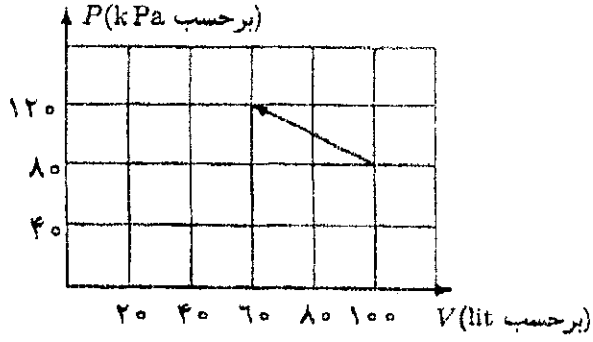
ب) $\frac{C_2}{C_1}$

ج) $\frac{L_2}{L_1}$

د) $\frac{R_2 + \sqrt{L_2/C_2}}{R_1 + \sqrt{L_1/C_1}}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۲) در نمودار زیر مسیر فرایندی که برای یک گاز کامل رخ داده، رسم شده است. در چه حجمی دمای گاز بیشینه شده است؟ (+۴, −۱)



الف) ۶۰ lit

ب) ۷۰ lit

ج) ۸۰ lit

د) ۹۰ lit

ه) ۱۰۰ lit

---

۱۳) جسمی از یک فنر عمودی آویزان است و حول نقطه‌ی تعادلش نوسان می‌کند. هنگامی که جسم به بالاترین نقطه‌ی حرکتش می‌رسد، تکه‌ای از آن بدون تاثیر گذاشتن بر بقیه‌ی جسم، از آن جدا می‌شود. اندازه‌ی شتاب کل جسم درست پیش از لحظه‌ی جدا شدن را a_1 و اندازه‌ی شتاب باقیمانده‌ی جسم درست بعد از لحظه‌ی جدا شدن را a_2 می‌نامیم. در این صورت: (+۳, −۱)

الف) حتماً $a_1 > a_2$

ب) حتماً $a_1 < a_2$

ج) حتماً $a_1 = a_2$

د) حالت‌هایی هست که $a_1 > a_2$، حالت‌هایی هست که $a_1 < a_2$، و حالت‌هایی هست که $a_1 = a_2$

---

۱۴) در ته سطلی به مساحت مقطع A سوراخی به مساحت a هست. آب با آهنگ حجمی ثابت c وارد سطل می‌شود. سرعت خروج آب از این سوراخ از رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$ به دست می‌آید که در آن ΔP فشار کف ظرف منهای فشار هوای بیرون (P_0)، ρ چگالی آب، و g شتاب گرانش است. بعد از مدتی ارتفاع آب در سطل ثابت می‌ماند. این ارتفاع ثابت چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{c^2}{2gA^2}$

ب) $\frac{c^2}{2ga^2}$

ج) $\frac{\frac{c^2\rho}{2} - P_0}{g\rho A^2}$

د) $\frac{\frac{c^2\rho}{2} - P_0}{g\rho a^2}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۵) بازده‌ی یک نیروگاه تولید برق ۳۰ درصد است. اگر بازده‌ی خطوط انتقال ۶۰ درصد باشد بازده‌ی کل سیستم برق‌رسانی چند درصد است؟ (+۳, −۱)

الف) ۹۰

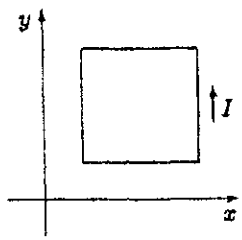
ب) ۳۰

ج) ۴۵

د) ۱۸

---

۱۶) مطابق شکل، از یک قاب مربع‌شکل در صفحه‌ی xy جریان I می‌گذرد. طول ضلع مربع L است. قاب در یک میدان مغناطیسی است که فقط مؤلفه‌ی z آن غیرصفر است. این مؤلفه برابر است با $B_0(1+ax)$، که B_0 و a ثابت اند. مؤلفه‌ی x نیروی مغناطیسی وارد بر این قاب را با F_x، و مؤلفه‌ی y این نیرو را با F_y نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (+۵, −۱)



الف) $F_x = F_y = 0$

ب) $F_x = B_0 a L^2 I, \quad F_y = 0$

ج) $F_x = 2 B_0 L I, \quad F_y = 0$

د) $F_x = 0, \quad F_y = 2 B_0 L I$

ه) $F_x = 0, \quad F_y = B_0 a L^2 I$

و) $F_x = F_y = B_0 a L^2 I$

---

۱۷) مطابق شکل جسمی به جرم m را روی جسم دیگری به جرم M $(M > m)$ می‌کشیم. هنگامی که سرعت m برابر v_0 شد، آن را رها می‌کنیم. اندازه‌ی شتاب m، درست پس از رها شدن، چه‌قدر خواهد شد؟ ضریب اصطکاک بین جسم‌ها μ است. اصطکاک بین M و زمین، جرم نخ، جرم قرقره، و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است. (+۴٫۵, −۱٫۵)



الف) $\frac{2\mu m g}{M+m}$

ب) μg

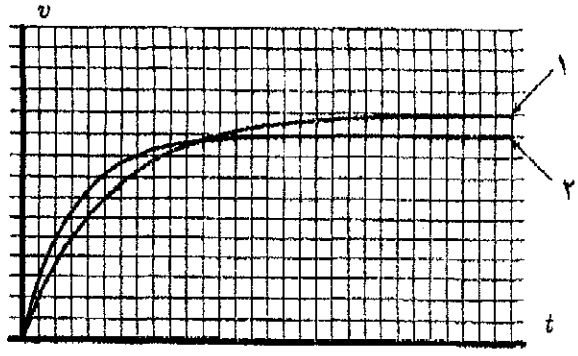
ج) ۰

د) $\frac{\mu m g}{M+m}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۸) به جسمی که با سرعت کوچک v درون مایعی حرکت می‌کند، نیروی مقاومی برابر با kv و در جهت عکس حرکت آن وارد می‌شود. ضریب k به اندازه و شکل جسم و نوع مایع بستگی دارد.

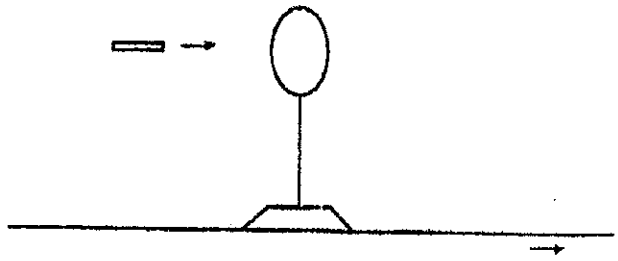
دو جسم ۱ و ۲ با جرمهای m_1 و m_2 را درون مایعی می‌گذاریم و با نیروهای ثابت F_1 و F_2 می کشیم. (از نیروی وزن صرف نظر کنید.) ضریب k برای این دو جسم به ترتیب k_1 و k_2 است. این دو جسم از حالت سکون شروع به حرکت می کنند و نمودار سرعت ـ زمان آنها به شکل زیر است. اگر $\frac{m_2}{m_1} = 2$ باشد، $\frac{k_2}{k_1}$ چقدر است؟ (+۴/۵, −۱/۵)

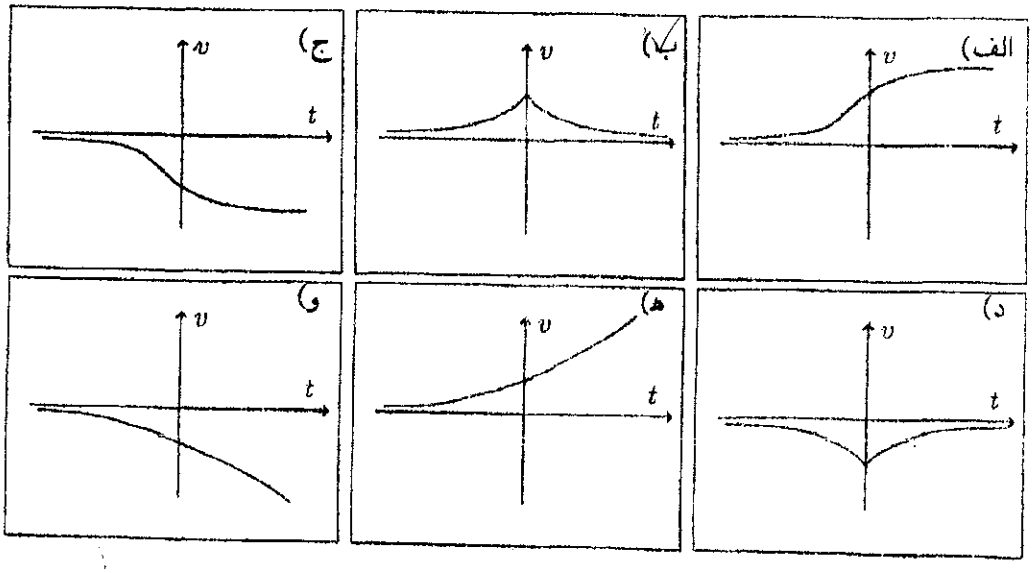


الف) ۱
ب) ۳
ج) ۵
د) ۷

---

۱۹) حلقه رسانایی مطابق شکل روی پایه‌ای قرار دارد. این پایه روی ریل بدون اصطکاکی قرار دارد. آهن‌ربای کوچکی با سرعت ثابت از سمت چپ به راست حرکت می کند و از وسط حلقه عبور می کند. نمودار سرعت ـ زمان حلقه شبیه کدام یک از نمودارهای زیر است؟ جهت مثبت سرعت حلقه را از چپ به راست بگیرید. (+۵, −۱)





@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۰) یک مدل قدیمی برای منبع انرژی ستاره‌ها این بود که ستاره‌ها به‌تدریج منقبض می‌شوند و انرژی گرانشی آن‌ها کم می‌شود. این انرژی کم‌شده، به شکل تابش منتشر می‌شود. انرژی گرانشی یک کره‌ی همگن به جرم M و شعاع R برابر است با $\frac{-۳GM^۲}{۵R}$، که $G = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۱}\ \mathrm{Nm^۲/kg^۲}$ ثابت گرانش است. فرض کنید قرار بود خورشید انرژیش را به این طریق تأمین کند، و فرض کنید شعاع خورشید در ابتدای پیدایش آن بسیار بزرگ بوده ($R \to \infty$)، و توان خورشید از ابتدای پیدایش آن تا کنون را ثابت بگیرید. فعلاً توان خورشید $۴ \times ۱۰^{۲۶}\ \mathrm{W}$ است. بر اساس این مدل، سن خورشید به کدام یک از این عددها نزدیک‌تر است؟ جرم خورشید $۲ \times ۱۰^{۳۰}\ \mathrm{kg}$، و شعاع فعلی خورشید $۷ \times ۱۰^{۵}\ \mathrm{km}$ است. (+۳, −۱)

الف) $۱۰^{۹}\ \mathrm{s}$

ب) $۱۰^{۱۲}\ \mathrm{s}$

ج) $۱۰^{۱۵}\ \mathrm{s}$

د) $۱۰^{۱۸}\ \mathrm{s}$

---

۲۱) به مقداری گاز کامل در فشار ثابت P گرمای Q می‌دهیم. گرمای ویژه‌ی مولی این گاز در فشار ثابت C_{MP}، گرمای ویژه‌ی مولی این گاز در حجم ثابت C_{MV}، و ثابت عمومی گازها R است. تغییر حجم این گاز طی این فرآیند چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{RQ}{PC_{MP}}$

ب) $\frac{RQ}{PC_{MV}}$

ج) $\frac{Q}{P}$

د) $\frac{RQ}{P(R+C_{MP})}$

---

۲۲) یک قرص یک‌نواخت باردار شده را در نظر بگیرید که در صفحه‌ی xy است. مرکز قرص مبداء مختصات، و بار قرص مثبت است. نقطه‌ای با مختصات (x, y, z) را در نظر بگیرید، که $z > ۰$، $x > ۰$، و $y = ۰$ است. کدام گزینه در باره‌ی E_x (مؤلفه‌ی x میدان الکتریکی حاصل از این قرص در این نقطه) درست است؟ (+۳, −۱)

الف) حتماً E_x منفی است.

ب) حتماً E_x صفر است.

ج) حتماً E_x مثبت است.

د) x هایی هست که E_x مثبت است، و x هایی هم هست که E_x منفی است.

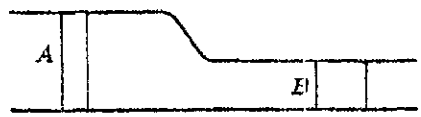
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۳) یک قرص به قطر D در فاصله‌ی L از یک عدسی هم‌گرا است. محور عدسی بر این قرص عمود است و از مرکز آن می‌گذرد. فاصله‌ی کانونی عدسی f است. D و f بسیار کوچک‌تر از L اند. نسبت $\alpha = \frac{D}{L}$ را اندازه‌ی زاویه‌ای این قرص می‌نامیم. اندازه‌ی تصویر این قرص در عدسی تقریباً چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{D^2\alpha}{f}$ ب) $D\alpha$ ج) $f\alpha$ د) $\frac{f^2\alpha}{D}$

---

۲۴) در لوله‌ای افقی مطابق شکل، آب از چپ به راست حرکت می‌کند. در جاهای دور از تنگ‌شدگی لوله، سرعت آب را یک‌نواخت و مستقل از زمان بگیرید. کدام گزینه درباره‌ی P_A و P_B (فشار آب در نقطه‌های A و B) درست است؟ (راهنمایی: خط‌های عمودی مرز بخشی از آب در یک زمان را نشان می‌دهند. خط‌چین‌های عمودی مرزهای همان بخش آب در یک زمان بعدتر را نشان می‌دهند.) (+۳, −۱)



الف) حتماً $P_A > P_B$

ب) حتماً $P_A < P_B$

ج) اگر از اصطکاک لوله با آب چشم بپوشیم، $P_A = P_B$؛ در غیر این صورت $P_A > P_B$

د) حتماً $P_A = P_B$

---

۲۵) یک جسم روی محور x حرکت می‌کند. این جدول مکان این جسم (x) در چند زمان (t) را نشان می‌دهد.

x	۰	۲ m	۵ m
t	$t_0 = 0$	$t_1 = 1$ s	$t_2 = 3$ s

کدام گزینه درست است؟ (+۵, −۱)

الف) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_2، حتماً مثبت است.

ب) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_2، حتماً منفی است.

ج) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1، حتماً از شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 بیش‌تر است.

د) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1، حتماً از شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 کم‌تر است.

ه) بین t_0 و t_2، شتاب جسم اگر ثابت باشد مثبت است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

و) بین t_0 و t_2، شتاب جسم اگر ثابت باشد منفی است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۶) دیده می‌شود با افزودن یک ماده‌ی جامد در دمای ۰°C به مقداری یخ در همان دما، یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه کم‌تر می‌شود. کدام گزینه درست است؟ (+۴, −۱)

الف) حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرمازا است.

ب) حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرماگیر است.

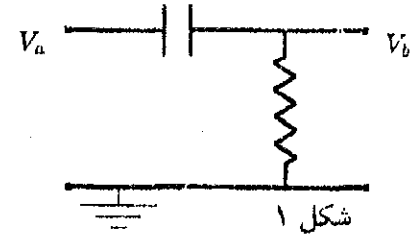
ج) حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای ۰°C حتماً گرمازا است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرماگیر باشد.

د) حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای ۰°C حتماً گرماگیر است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرمازا باشد.

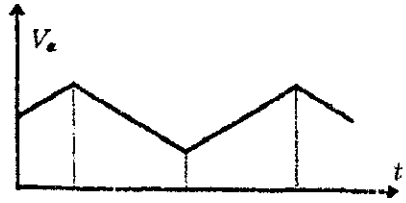
ه) از این اطلاعات معلوم نمی‌شود که حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرماگیر یا گرمازا است. ممکن است که حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرمازا باشد، و یا حل‌شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرماگیر باشد.

---

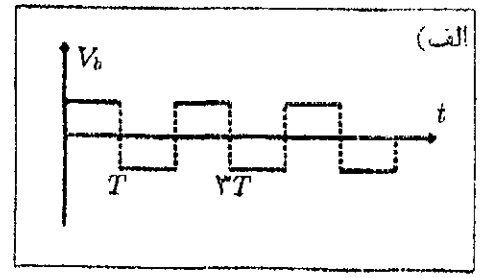
۲۷) مدار شکل ۱ را در نظر بگیرید. فرض کنید $|V_b| \ll |V_a|$، یعنی بتوان از V_b در برابر V_a چشم پوشید. اگر V_a برحسب زمان مطابق شکل ۲ باشد، V_b بر حسب زمان کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (+۳, −۱)

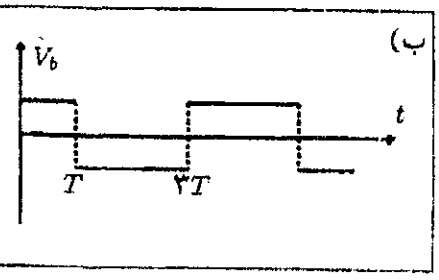


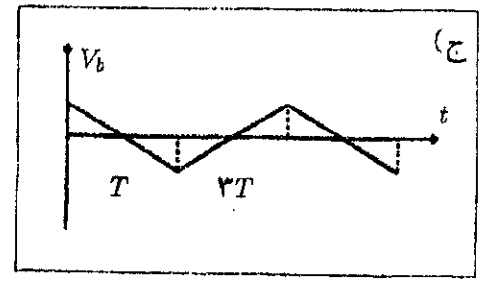
شکل ۱

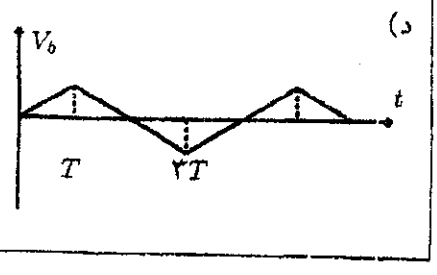


شکل ۲

الف)


ب)


ج)


د)


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۸) سطح یک استخر کم‌عمق یخ بسته است. فرض کنید عمق آب و کلفتی یخ چنان کم است، که انتقال گرما عمدتاً از سطح بالایی یخ و کف استخر انجام می‌شود. کلفتی لایه‌ی یخ δ، و کلفتی لایه‌ی آب زیر یخ Δ است. دمای هوای بالای استخر $-\theta\ ^\circ C$، و دمای کف استخر $4\ ^\circ C$ است. رسانندگی گرمایی یخ و آب را به ترتیب k و K بگیرید. $\frac{\delta}{\Delta}$ چه‌قدر باشد تا δ و Δ ثابت بمانند؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{4K}{\theta k}$ ب) $\frac{\theta K}{4k}$ ج) $\frac{4k}{\theta K}$ د) $\frac{\theta k}{4K}$

---

۲۹) یک مکعب به جرم M روی یک سطح افقی است. یک جسم به جرم m روی این مکعب است. ضریب اصطکاک بین مکعب و سطح افقی μ_1، و ضریب اصطکاک بین دو جسم μ_2 است. مکعب و جسم ساکن اند. با اعمال یک نیروی افقی به جسم بالایی، این جسم شروع به حرکت می‌کند. کدام گزینه درست است؟ (+۴٫۵, −۱٫۵)

الف) مکعب در هیچ حالتی حرکت نمی‌کند.

ب) اگر $\mu_2 > \mu_1$ باشد، مکعب حتماً حرکت می‌کند.

ج) اگر $\mu_2 > \mu_1$ باشد، و m از حد معینی بیش‌تر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد بیش‌تر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.

د) اگر $\mu_2 > \mu_1$ باشد، و m از حد معینی کم‌تر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد کم‌تر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.

---

۳۰) در یک نیروگاه آبی، انرژی الکتریکی از سقوط آب تأمین می‌شود. فرض کنید آب به اندازه‌ی ۱۰۰ m سقوط می‌کند و ۵۰٪ انرژی آن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. توان الکتریکی تولید شده هم 5×10^8 W است. حجم آب سقوط کرده بر واحد زمان چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $1\ m^3/s$ ب) $10^3\ m^3/s$ ج) $10^6\ m^3/s$ د) $10^9\ m^3/s$

---

۳۱) یک باریکه‌ی نور که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود، می‌شکند. پرتوی تابیده، پرتوی شکست، و خط عمود بر مرز مشترک دو محیط در محل برخورد، روی یک صفحه قرار دارند. اگر زاویه‌ی تابش، α، و زاویه‌ی شکست، β، خیلی کوچک باشد، $\frac{\alpha}{\beta} = n$. در این جا n ضریب شکست محیط ۲ نسبت محیط ۱ است. ضریب شکست محیط ۱ نسبت به محیط ۲ هم $\frac{1}{n}$ است.

یک باریکه‌ی نور از هوا به یک تیغه‌ی شیشه‌ای (با سطوح موازی) می‌خورد، و از طرف دیگر تیغه بیرون می‌رود. کلفتی تیغه δ، و ضریب شکست شیشه نسبت به هوا n است. زاویه‌ی باریکه در هوا با عمود بر تیغه α است، که α بسیار کوچک است. باریکه‌ای که از تیغه بیرون می‌رود، با باریکه‌ی اول موازی است اما نسبت به آن جابه‌جا شده است، یعنی فاصله‌ی خط‌های متناظر با این باریکه‌ها از هم D است. D چه‌قدر است؟ (+۳, −۱)

الف) $\frac{(n-1)\alpha\delta}{n}$ ب) $(n-1)\alpha\delta$ ج) $(n-1)^2\alpha\delta$ د) $\sqrt{\frac{n-1}{n}}\alpha\delta$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۲) فرض کنید سرعت حرکت قطارهای مترو، جز در زمان شتاب گرفتن، به طور معمول ۱۰ m/s است. در صورت نیاز به جبران تأخیر، قطار می‌تواند با سرعت حداکثر ۱۲ m/s حرکت کند. شتاب سرعت گرفتن و ترمز کردن قطار همواره $1\ m/s^2$ است. فاصله‌ی همه‌ی ایستگاه‌ها با هم برابر است و در شرایط عادی خروج از ایستگاه اول تا ورود به ایستگاه دوم ۱۰۰ ثانیه طول می کشد. اگر قطار در یک ایستگاه ۳۰ ثانیه بیشتر توقف کند، حداقل چند ایستگاه بعد می‌تواند به برنامه‌ی زمان‌بندی شده باز گردد؟ (+۴/۵, −۱/۵)

الف) ۱

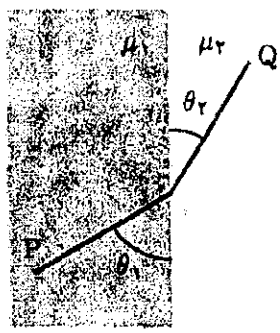
ب) ۲

ج) ۳

د) ۴

---

۳۳) در یک سطح افقی دو ناحیه با مرز مستقیمی از هم جدا شده اند. می‌خواهیم جسمی را روی این سطح با سرعت ناچیز از نقطه‌ی P در ناحیه‌ی اول به نقطه‌ی Q در ناحیه‌ی دوم بکشیم. ضریب اصطکاک دو ناحیه به ترتیب μ_1 و μ_2 است. مسیری را پیدا کنید که کمترین انرژی صرف شود. در این حالت چه رابطه‌ای بین θ_1 و θ_2 برقرار است؟ (+۳, −۱)



الف) $\mu_1 \cos\theta_1 = \mu_2 \cos\theta_2$

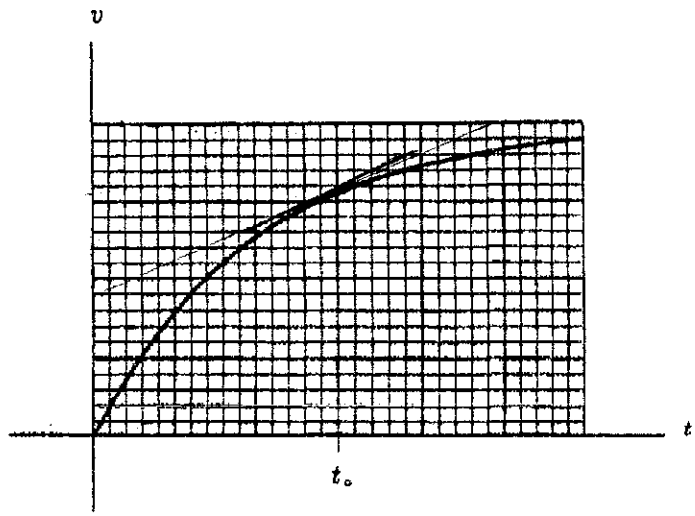
ب) $\mu_1 \sin\theta_2 = \mu_2 \sin\theta_1$

ج) $\mu_1 \sin\theta_1 = \mu_2 \sin\theta_2$

د) $\mu_1 \cos\theta_2 = \mu_2 \cos\theta_1$

---

۳۴) یک توپ فلزی به جرم ۰/۴ Kg در جو سقوط می کند. منحنی سرعت آن بر حسب زمان به صورت شکل است. در $t = t_0$ نیروی اصطکاک هوا وارد بر توپ چه‌قدر است؟ (+۴/۵, −۱/۵)



الف) ۱N

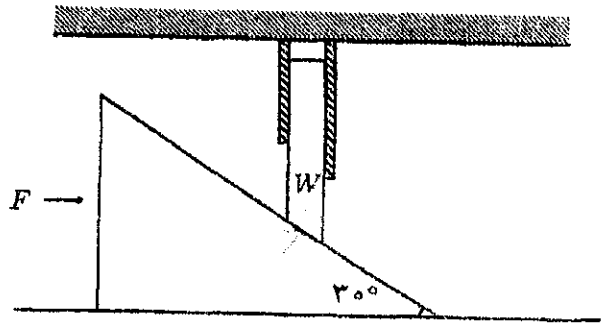
ب) ۲N

ج) ۳N

د) ۴N

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

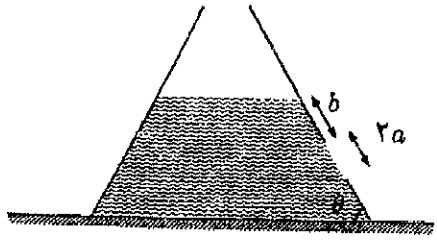
۳۵) مطابق شکل وزنه‌ای به وزن W داخل غلافی قرار دارد و امکان جابجایی افقی ندارد. انتهای این وزنه روی سطح شیبداری قرار دارد. زاویه‌ی این سطح شیبدار ۳۰ درجه است. اصطکاک سطح شیبدار با سطح زیرینش و نیز اصطکاک وزنه با غلاف و سطح شیبدار قابل چشم‌پوشی است. نیروی F به صورت افقی به سطح شیبدار وارد می شود. $\frac{F}{W}$ چه‌قدر باشد تا سطح شیبدار ثابت بماند؟ (+۴, −۱)



الف) ۲
ب) $\sqrt{۳}$
ج) ۱
د) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
ه) $\frac{۱}{۲}$

---

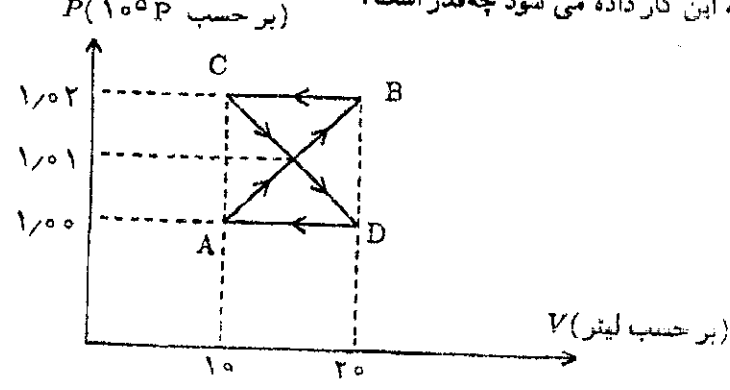
۳۶) روی دیواره‌ی ظرفی مطابق شکل سوراخی دایره‌ای‌شکل به شعاع a ایجاد می‌کنیم. این دیواره تخت و عمود بر صفحه‌ی کاغذ است. ظرف را از آب پر می‌کنیم. برای آن که آب از سوراخ بیرون نریزد جسمی را روی آن قرار می‌دهیم. آب چه نیرویی به جسم وارد می‌کند؟ شتاب گرانش را g، چگالی آب را ρ، و فشار هوا را $P_۰$ بگیرید. (+۳, −۱)



الف) $\pi a^۲\left[P_۰ + \rho g\,(a+b)\sin\theta\right]$
ب) $\pi a^۲\left[P_۰ + \rho g\,(a+b)\sin\theta\cos\theta\right]$
ج) $\pi a^۲\left[P_۰ + \rho g\,b\sin\theta\right]$
د) $\pi a^۲\left[P_۰ + \rho g\,a\sin\theta\cos\theta\right]$

---

۳۷) گاز کاملی فرآیندی به شکل زیر و در مسیر $A \longrightarrow B \longrightarrow C \longrightarrow D \longrightarrow A$ طی می کند. کل گرمایی که در این فرآیند به این گاز داده می شود چه‌قدر است؟ (+۴, −۱)



الف) −۲۰ J
ب) −۱۰ J
ج) صفر
د) ۱۰ J
ه) ۲۰ J

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۸) تعداد کل خودروهای ایران حدوداً ۴ میلیون است. تنظیم موتورها و تبدیل خودروها به خودروهای جدیدتر باعث صرفه‌جویی حدوداً ۵ لیتر بنزین در هر ۱۰۰ کیلومتر می‌شود. فرض کنید هر خودرو به طور متوسط هر ماه ۱۵۰۰ کیلومتر حرکت کند. بعضی از تحلیل‌گران معتقد اند که قیمت واقعی بنزین ۲۳۰ تومان است و تفاوت آن با قیمت فروش (۸۰ تومان) به صورت یارانه توسط دولت پرداخت می شود. تنظیم موتورها و تبدیل خودروها باعث چه مقدار صرفه‌جویی سالانه برای دولت می‌شود؟ (+۳, −۱)

الف) ۵ میلیارد تومان

ب) ۵۰ میلیارد تومان

ج) ۵۰۰ میلیارد تومان

د) ۵۰۰۰ میلیارد تومان

---

۳۹) حجم هوایی که یک انسان در طول عمر خود تنفس می‌کند، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (+۳, −۱)

الف) 10^{3} لیتر

ب) 10^{6} لیتر

ج) 10^{9} لیتر

د) 10^{12} لیتر

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

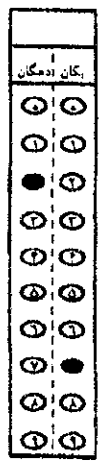
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶٫۷ μF را به دست آورده باشید. ابتدا آن را گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

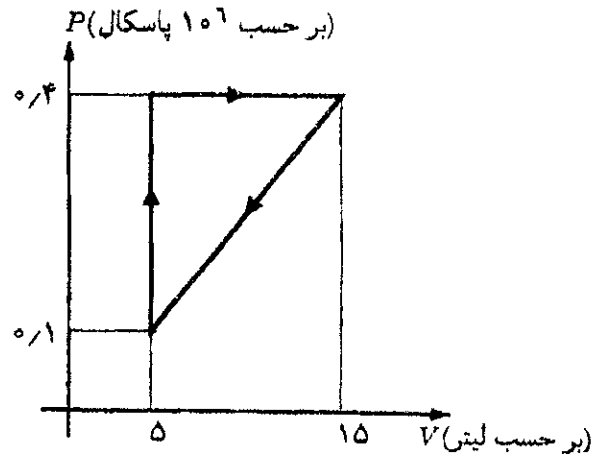


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) یک ارتفاع‌سنج بر اساس سنجش فشار هوا کار می‌کند. به این معنی که این وسیله در واقع فشار هوا را می‌سنجد، اما درجه‌بندی آن چنان است که به جای فشار (P)، ارتفاع (h) نوشته شده، که h ارتفاعی از سطح دریا است که فشار در آن ارتفاع P است. این ارتفاع‌سنج با این فرض که دمای جو زمین ۰°C است مدرج شده است. این ارتفاع‌سنج، ارتفاع یک برج در کنار دریا را ۵۰ متر نشان می‌دهد. دمای هوا در محل برج ۳۰°C است. ارتفاع واقعی برج چند متر است؟ (۸ نمره)

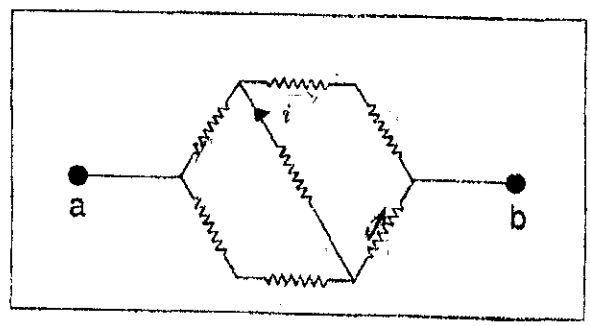
---

۲) در یک ماشین گرمایی مبادله‌ی کار و گرما فقط از طریق مقداری گاز کامل تک‌اتمی انجام می‌شود. شکل زیر چرخه‌ی این ماشین است. بازده‌ی این ماشین چند درصد است؟ (۸ نمره)



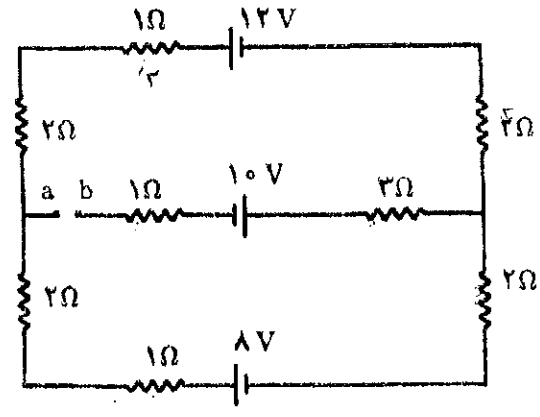
---

۳) در شکل زیر تمام مقاومت‌ها مشابه و هر کدام برابر با ۱ kΩ هستند. اختلاف پتانسیل ۲۲۰ V را به دو سر a و b اعمال می‌کنیم. جریان i چند میلی آمپر است؟ (۸ نمره)



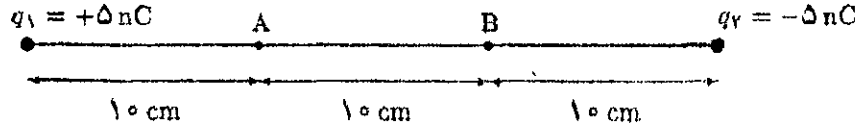
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۴) اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی a و b در مدار شکل زیر چند ولت است؟ (۸ نمره)



---

۵) پتانسیل الکتریکی در یک نقطه به فاصله‌ی r از بار نقطه‌ای q برابر است با $V = \frac{۱}{۴\pi\epsilon_۰}\frac{q}{r}$.
در شکل زیر دو بار الکتریکی $q_۱ = +۵\,nC$ و $q_۲ = -۵\,nC$ در فاصله‌ی ۳۰ cm از هم ثابت شده اند. یک ذره با جرم ۹۰ mg و بار الکتریکی $+۱\,nC$ از حالت سکون روی خط راست از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B شروع به حرکت می‌کند. سرعت این ذره در نقطه‌ی B چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (۸ نمره)



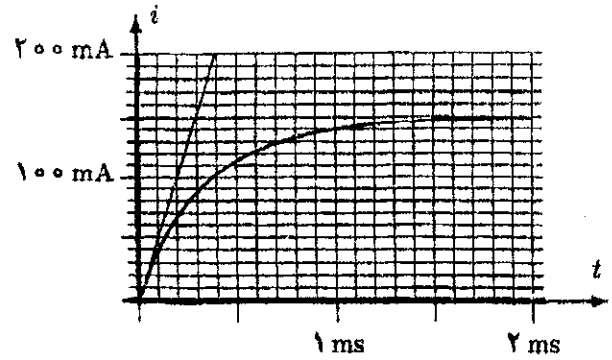
---

۶) اگر در یک ظرف دربسته مقداری مایع بریزیم، بخشی از مایع تبخیر می‌شود. وقتی فشار بخار این مایع به حد معینی برسد، مقدار مایع و بخار ثابت می‌ماند. به این فشار، فشار بخار اشباع آن مایع می‌گویند. فشار بخار اشباع به جنس مایع و دما بستگی دارد. جوشیدن هر مایع در دمایی انجام می‌شود که فشار بخار اشباع مایع در آن دما با فشار محیط بالای آن برابر شود. با حل‌شدن یک ماده‌ی غیرفرار (مثلاً نمک) در آب، فشار بخار اشباع آب کم می‌شود. اگر محلول رقیق باشد، رابطه‌ی فشار بخار اشباع آب برای محلول (P) با فشار بخار اشباع آب خالص ($P_۰$) به شکل $P = \alpha P_۰$ است، که α ثابتی است که به جنس ماده‌ی حل‌شده و غلظت آن بستگی دارد. برای دماهای نزدیک به ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس، رابطه‌ی $P_۰$ با دما به شکل $P_۰ = A[۱ + \beta(T - T_۰)]$ است، که A یک جو (اتمسفر)، $T_۰$ نقطه‌ی جوش آب خالص در فشار یک جو، و $\beta = ۰/۰۳۷\,K^{-۱}$ است.

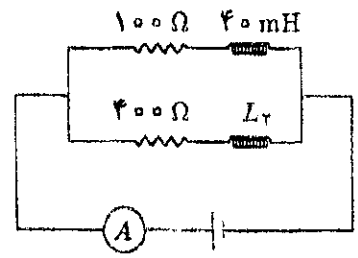
برای یک محلول نمک در آب، $\alpha = ۰/۹۸۰۰$ است. در فشار یک جو، نقطه‌ی جوش این محلول چند سانتی‌کلوین از $T_۰$ بیش‌تر است؟ (۸ نمره)

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۷) در مدار شکل ۱ در زمان $t = ۰$ جریان گذرنده از هر دو القاگر صفر است. نمودار جریان گذرنده از آمپرمتر، و نیز مماس بر نمودار در زمان $t = ۰$، در شکل ۲ کشیده شده است. $L_۲$ چند **میلی‌هانری** است؟ (۸ نمره)



شکل ۲



شکل ۱

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌ها است.

«امام خمینی (ره)»

هفدهمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اوّل

۲۴ بهمن ۱۳۸۲

مدّت آزمون: ۴ ساعت از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱۲۳

نذکرها:

ضمن آرزوی موفقیّت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما ۱۲۳ است که لازم است خانه‌های مربوط به این ارقام را در محل مربوط در پاسخ‌نامه سیاه کنید و آن را روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این کتابچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.

۲) این آزمون ۳۶ سؤال چندگزینه‌ای و ۱۰ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۳) به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.

۴) هر سؤال چندگزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۵) مشخصات خواسته شده را به طور کامل بر روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید و خانه‌های مربوط را سیاه کنید.

۶) لطفاً پاسخ‌نامه‌ها را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان صحیح می‌شوند.

۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.

۸) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله‌ی اوّل، در اردیبهشت ۱۳۸۳ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد. نمره‌ی این آزمون در انتخاب پذیرفته‌شدگان دوره‌ی تابستان مؤثر است.

© کلیه‌ی حقوق این سؤال‌ها برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) خودروی شماره‌ی ۱ در $t = 0$ از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و تا زمان $t = t_1$ شتابش مقدار ثابت a_1 است. پس از $t = t_1$ شتابش مقدار ثابت a_2 می‌شود. خودروی شماره‌ی ۲ در $t = 0$ از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و شتابش مقدار ثابت a است، طوری که $0 < a_1 < a < a_2$. در $t = T$ سرعت لحظه‌ای دو خودرو برابر است. سرعت متوسط خودروی ۱ از $t = 0$ تا $t = T$ را $\bar{v}_1$ و سرعت متوسط خودروی ۲ از $t = 0$ تا $t = T$ را $\bar{v}_2$ می‌نامیم. کدام یک از گزینه‌ها درست است؟ $(+3, -\frac{3}{2})$

الف) $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$ ب) $\bar{v}_1 = \bar{v}_2$ ج) $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$

---

۲) یک گاز کامل به حجم V_0 و فشار P_0 منبسط می‌شود، طوری که فشار آن (P) بر حسب حجم آن (V) به شکل $P = P_0 - \alpha(V - V_0)$ است، که α یک ثابت مثبت است. برای آن که دمای این گاز در این فرایند همواره کم شود، لازم است $(+3, -1)$

الف) $\alpha > \frac{P_0}{V_0}$ ب) $\alpha > \frac{2P_0}{V_0}$ ج) $\alpha < \frac{P_0}{V_0}$ د) $\alpha < \frac{2P_0}{V_0}$

---

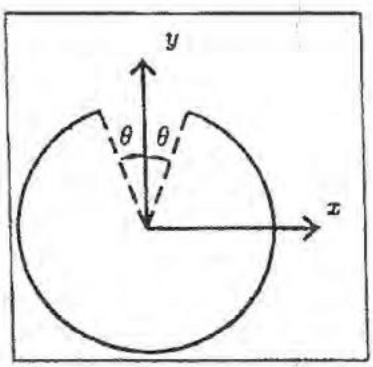
۳) جسمی از انتهای یک فنر قائم آویزان است. سر دیگر فنر ثابت است. جسم را طوری نگه می‌داریم که فنر نه کشیده شده باشد نه فشرده شده. از این حالت جسم را رها می‌کنیم. معادله‌ی حرکت جسم به شکل $y = b + c\cos\omega t$ است. در این جا y ارتفاع جسم از سطح زمین است و c و b و ω ثابت اند. می‌دانیم شتاب لحظه‌ای هر جسمی برابر است با مشتق دوم مکان آن نسبت به زمان. اندازه‌ی شتاب گرانش زمین را g و جهت مثبت را رو به بالا بگیرید. (یعنی شتاب جسمی که سقوط آزاد می‌کند $-g$ است.)

شتاب این جسم در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیرش چه قدر است؟ $(+4, -1)$

الف) $-2g$ ب) $-g$ ج) 0 د) g ه) $2g$

---

۴) روی میله‌ی نازکی به شکل بخشی از دایره، بار الکتریکی مثبت، به طور یکنواخت توزیع شده است. مرکز این دایره مبدأ مختصات، و دایره در صفحه‌ی xy است. میدان الکتریکی در نقطه‌ی $(x = 0, y = 0, z > 0)$ می‌شود $\vec{E} = E_x\vec{i} + E_y\vec{j} + E_z\vec{k}$.



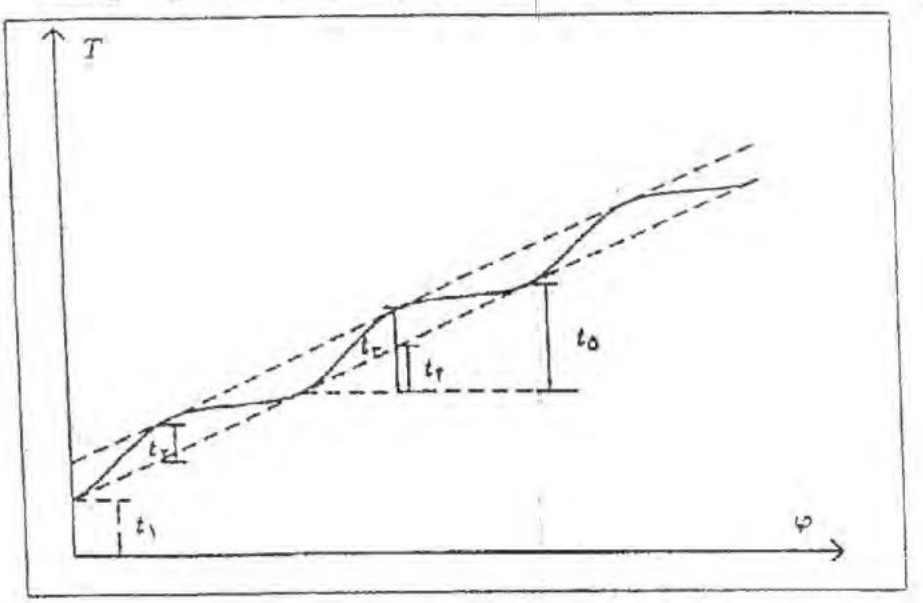
کدام گزینه درست است؟ $(+3, -1)$

الف) $E_y < 0$ و $E_z < 0$ ب) $E_z > 0$ و $E_y < 0$

ج) $E_y > 0$ و $E_z < 0$ د) $E_y > 0$ و $E_z > 0$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۵) یو (Io) یکی از قمرهای برجیس (مشتری) است که روی مداری دایره‌ای دور برجیس می‌گردد. زاویه‌ی میان خط واصل این قمر به مرکز برجیس با خط واصل برجیس به خورشید را φ می‌نامیم، رابطه‌ی φ با زمان به شکل $\varphi = \omega t$ است، که ω مقداری ثابت است. نوری که در زمان $t = \frac{\varphi}{\omega}$ از این قمر گسیل می‌شود، در زمان T به زمین می‌رسد. چون فاصله‌ی زمین از یو ثابت نیست، بستگی T به φ پیچیده‌تر از بستگی t به φ است. نمودار بستگی T به φ به این شکل است.



مدار زمین به دور خورشید را دایره‌ای به قطر D بگیرید. از فاصله‌ی یو تا برجیس، در مقایسه با فاصله‌ی برجیس تا زمین و نیز قطر مدار زمین به دور خورشید چشم بپوشید، و فرض کنید حرکت مداری برجیس آن قدر کند است که طی یک سال زمینی، برجیس تقریباً جابه‌جا نمی‌شود. برجیس روی صفحه‌ی شامل مدار زمین به دور خورشید است. سرعت نور، بر حسب D و پارامترهای مشخص شده در شکل کدام است؟ $(+۶, -\frac{۳}{۲})$

الف) $\frac{D}{t_1}$ ب) $\frac{D}{t_2}$ ج) $\frac{D}{t_3}$ د) $\frac{D}{t_4}$ ه) $\frac{D}{t_5}$

---

۶) مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک مول آب در ظرف دربار (در فشار ثابت) L است. تغییر انرژی درونی یک مول آب در این فرایند ΔU است. در این صورت، $(+۳, -\frac{۳}{۲})$

الف) $\Delta U < L$ ب) $\Delta U = L$ ج) $\Delta U > L$

---

۷) در یک مخلوط آب و الکل، نسبت جرم الکل به جرم مخلوط، کسر جرمی الکل نامیده می‌شود. نقطه‌ی جوش مخلوط آب و الکل به کسر جرمی الکل بستگی دارد. اگر کسر جرمی الکل در مخلوط از مقدار معیّن x کم‌تر باشد، با افزایش کسر جرمی الکل، نقطه‌ی جوش مخلوط کم می‌شود. ضمناً کسر جرمی الکل در بخار حاصل از مخلوط آب و الکل بیش‌تر از کسر جرمی الکل در مخلوط است.

یک مخلوط آب و الکل در نظر بگیرید که کسر جرمی الکل آن کم‌تر از x باشد. این مخلوط را می‌جوشانیم. با گذشت زمان نقطه‌ی جوش مخلوط $(+۳, -\frac{۳}{۲})$

الف) کم می‌شود. ب) ثابت می‌ماند. ج) زیاد می‌شود.

@sampaadia amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۸) مادّه‌ی A را می‌شود در حلال‌های B و C حل کرد. محلول‌های A در B و A در C در هم حل نمی‌شوند. دیده می‌شود که اگر محلول A در B، و محلول A در C را با هم مخلوط کنیم، نسبت غلظت A در B، به غلظت A در C همیشه مقدار ثابت α خواهد شد. غلظت برابر است با جرم مادّه‌ی حل شده تقسیم بر حجم محلول. فرض کنید حل کردن A در هر یک از حلال‌های B و C حجم محلول را تغییر نمی‌دهد.

محلولی از A در B به حجم v و غلظت X در نظر بگیرید. مقداری حلال C به حجم V به محلول اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. غلظت نهایی A در B مقدار X_1 می‌شود.

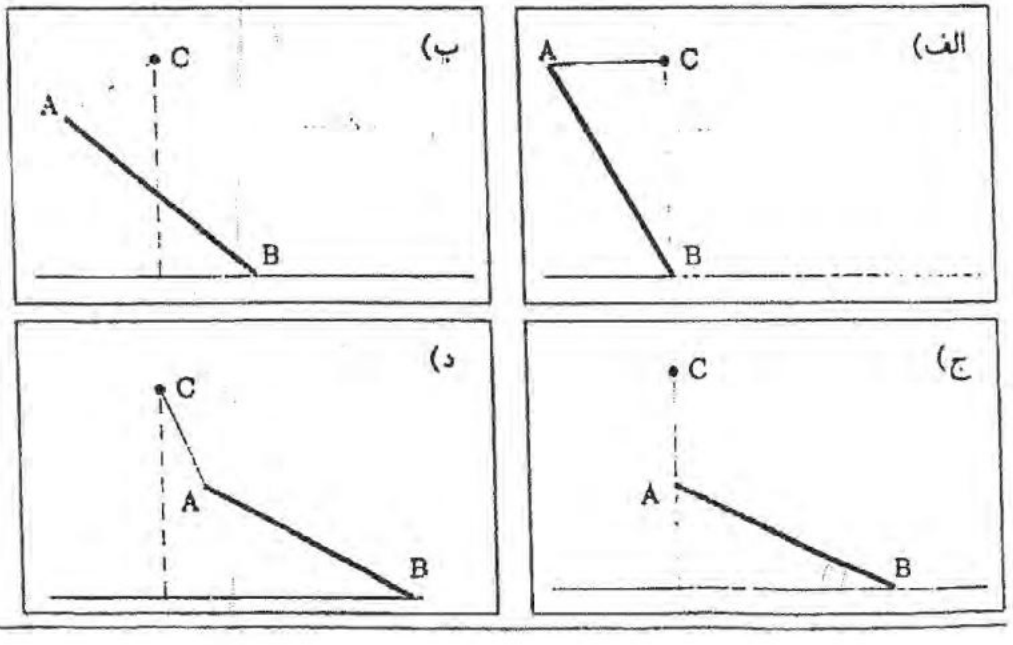
بار دیگر محلولی از A در B به حجم v و غلظت X را در نظر می‌گیریم. مقداری حلال C به حجم $\frac{V}{2}$ به محلول اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. بعد صبر می‌کنیم تا محلول A در C جدا شود. این محلول A در C را بر می‌داریم. دوباره مقداری حلال C به حجم $\frac{V}{2}$ را به محلول باقی‌مانده‌ی A در B اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. غلظت نهایی A در B در این حالت مقدار X_2 می‌شود.

نسبت $\frac{X_2}{X_1}$ چه قدر است؟ $(+۶, -\frac{۳}{۲})$

الف) ۱ ب) $\frac{1+\frac{V}{\alpha v}}{\left(1+\frac{V}{2\alpha v}\right)^2}$ ج) $\frac{1}{2}$ د) $\frac{1}{1+\frac{V}{2\alpha v}}$ ه) ۲

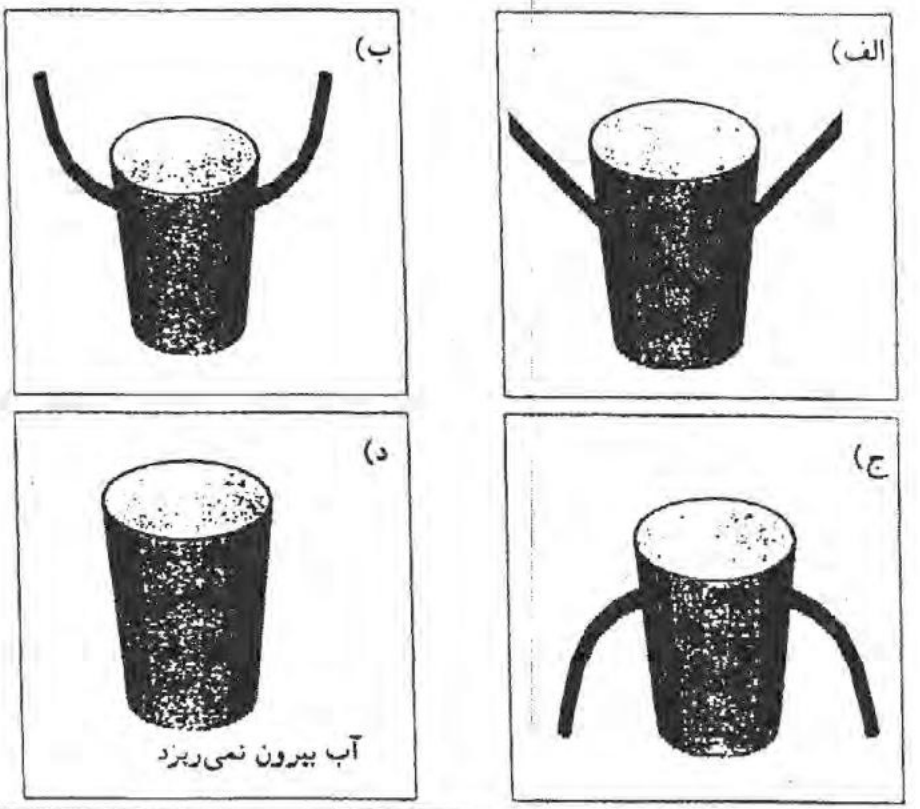
---

۹) میله‌ی AB از سر A توسط نخی با جرم ناچیز به نقطه‌ی C وصل شده است. سر B ی میله روی سطحی با اصطکاک ناچیز قرار دارد و سیستم در حال تعادل است. با توجّه به این که شرط لازم برای تعادل یک جسم صفر بودن برآیند نیروهای خارجی وارد بر آن است، کدام یک از گزینه‌های زیر شکل صحیح حالت تعادل را نشان می‌دهد؟ $(+۳, -۱)$

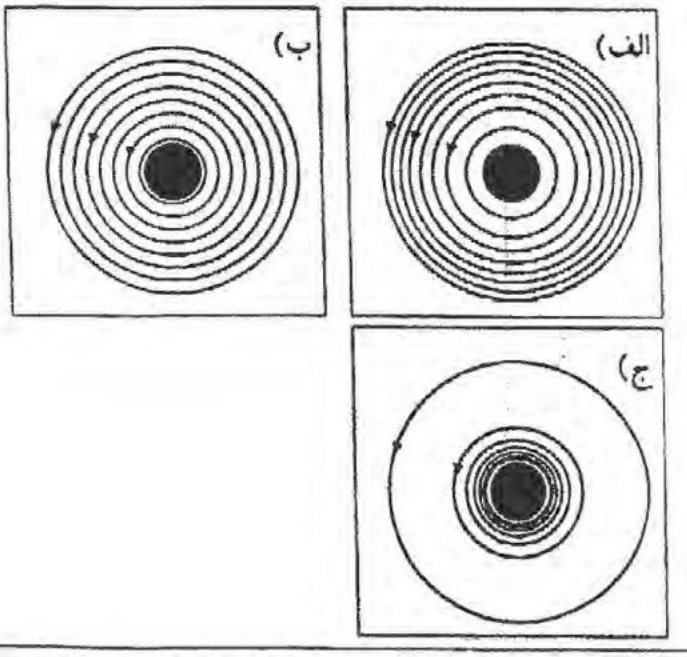


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۰) روی دیواره‌ی لیوانی دو سوراخ در ارتفاع یک‌سان از کف لیوان ایجاد کرده ایم. در حالی که روی سوراخ‌ها را با انگشت گرفته ایم، لیوان را پر از آب می‌کنیم. لیوان را رها می‌کنیم تا مجموعه با شتاب g سقوط آزاد کند. کدام گزینه در مورد شکل خارج شدن آب از سوراخ‌ها صحیح است؟ (+۳, −۱)

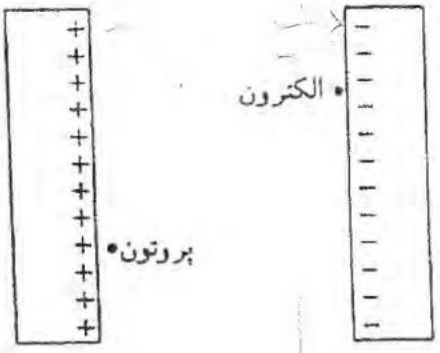


۱۱) از یک سیم راست بلند جریان ثابت I می‌گذرد. سیم عمود بر صفحه‌ی کاغذ و جریان به طرف بیرون صفحه‌ی کاغذ است. خطوط میدان مغناطیسی B در کدام شکل درست نشان داده شده است؟ (+۳, −۱)



@sampaadia amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۲) توسط بارهای نشان‌داده شده در شکل یک میدان الکتریکی یک‌نواخت درست کرده ایم. یک الکترون و یک پروتون در این میدان الکتریکی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. (+۳, −۱)



کدام گزینه درباره انرژی‌های جنبشی این دو ذره وقتی‌که به صفحه‌ی روبه‌رو می‌رسند، درست است؟

الف) انرژی جنبشی پروتون بیش‌تر خواهد بود.

ب) انرژی جنبشی الکترون بیش‌تر خواهد بود.

ج) انرژی جنبشی هردو مساوی است.

د) انرژی جنبشی این دو ازنظر مقدار مساوی و از نظر علامت مخالف است.

---

۱۳) شخصی ساعت ۶ صبح با خودرو از تهران عازم اصفهان می‌شود و ساعت ۱۰ : ۴۰ صبح همان روز به اصفهان می‌رسد. این شخص ساعت ۸ صبح روز بعد با خودرو از اصفهان به تهران بر می‌گردد و ساعت ۲ بعدازظهر همان روز به تهران می‌رسد. یک نقطه‌ی دل‌به‌خواه از مسیر را در نظر بگیرید. این نقطه را A می‌نامیم. هنگامی که این شخص در مسیر رفت به نقطه‌ی A می‌رسد ساعت او عدد T_1 را نشان می‌دهد. در برگشت از اصفهان، هنگام رسیدن به نقطه‌ی A ساعت وی عدد T_2 را نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۲})$

الف) حتماً نقطه‌ای از مسیر وجود دارد طوری که $T_1 = T_2$.

ب) هیچ نقطه‌ای از مسیر وجود ندارد طوری که $T_1 = T_2$.

ج) ممکن است نقطه‌ای از مسیر وجود داشته باشد و ممکن است وجود نداشته باشد طوری که $T_1 = T_2$.

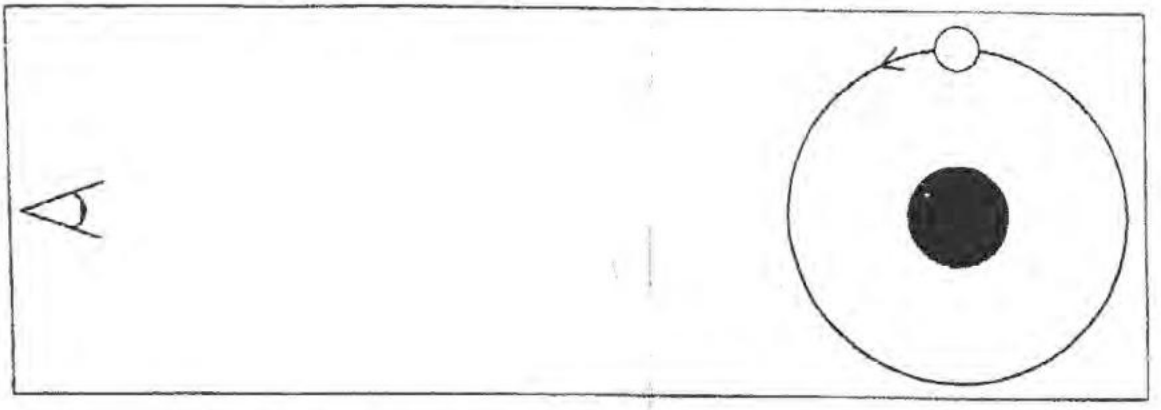
---

۱۴) بیشینه‌ی توان نیروگاه شهید رجایی MW ۲۰۰۰ است. فرض کنید بخواهیم همین توان را با شکافت هسته‌ای اورانیم تهیه کنیم. اورانیم طبیعی دو ایزوتوپ ^{۲۳۵}U با عدد جرمی ۲۳۵، و ^{۲۳۸}U با عدد جرمی ۲۳۸ دارد. ^{۲۳۵}U شکافت‌پذیر است و در اثر شکافت هر اتم ^{۲۳۵}U مقدار ۳×۱۰^{-۱۱} J انرژی تولید می‌شود. این ایزوتوپ ۰/۷ درصد اورانیم طبیعی را تشکیل می‌دهد. جرم اورانیم طبیعی لازم برای تولید MW ۲۰۰۰ توان طی یک سال، به کدام مقدار زیر نزدیک‌تر است؟ (+۴, −۱)

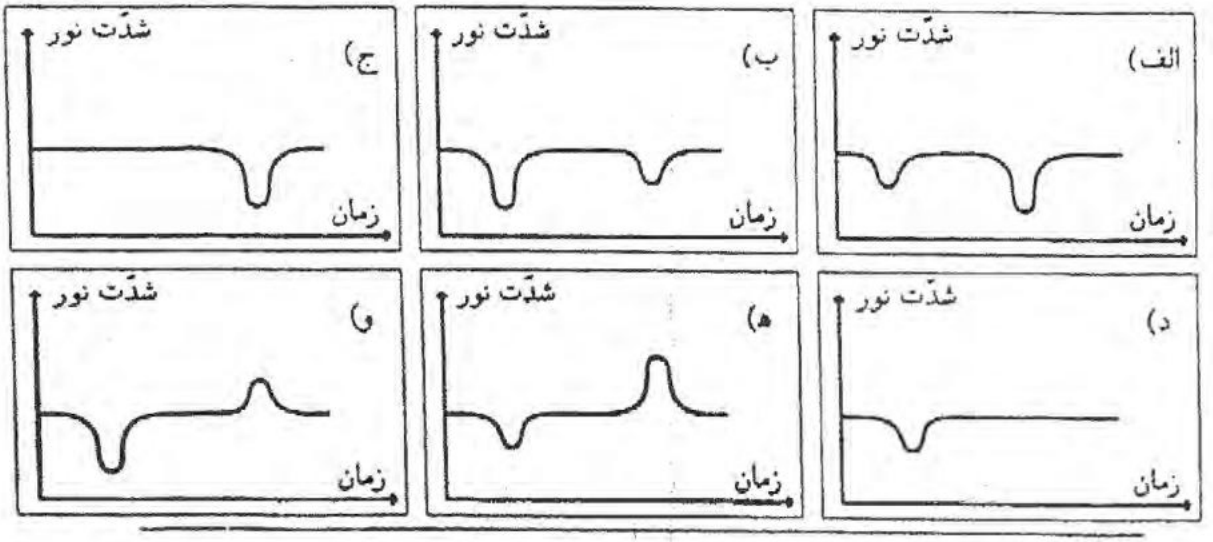
الف) $۱۰^{۵}$ kg ب) $۱۰^{۳}$ kg ج) ۱۰ kg د) $۱۰^{-۱}$ kg ه) $۱۰^{-۳}$ kg

@sampaadia amoozz.ir
WWW.Amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

۱۵) مطابق شکل ستاره‌ی کوچکی به دور ستاره‌ی بزرگی می‌گردد. فرض کنید ستاره‌ی بزرگ سردتر، و ستاره‌ی کوچک گرم‌تر است. انرژی نورانی بر واحد زمان بر واحد سطح شدّت نور نامیده می‌شود. اجسام گرم‌تر شدّت نور بیش‌تری دارند. ضمناً فرض کنید زمین در صفحه‌ی مداری این دو ستاره باشد. شدّت نوری را که از این مجموعه به زمین می‌رسد در یک دوره‌ی تناوب اندازه می‌گیریم و نمودار آن را می‌کشیم. شروع دوره‌ی تناوب را حالتی بگیرید که در شکل نشان داده شده است. (فاصله‌ی این دو ستاره از هم را خیلی کوچک‌تر از فاصله‌ی آن‌ها از زمین بگیرید.)



کدام یک از نمودارهای زیر می‌تواند شدت نور مجموعه در این دوره‌ی تناوب باشد؟ (+۵, −۱)



۱۶) یک قالب یخ صفر درجه را به مقداری آب ۲۵ درجه اضافه می‌کنیم. دمای آب ۵ درجه کاهش می‌یابد. اگر یک قالب یخ دیگر درست مشابه قبلی، به همان ظرف آب اضافه کنیم، دما چند درجه‌ی دیگر کاهش می‌یابد؟ (از تبادل گرمای یخ و آب با محیط چشم بپوشید.) (+۳, −۱)

الف) ۵ درجه دیگر کاهش می‌یابد.

ب) دیگر کاهش نمی‌یابد.

ج) بیش‌تر از ۵ درجه کاهش می‌یابد.

د) کمتر از ۵ درجه کاهش می‌یابد.

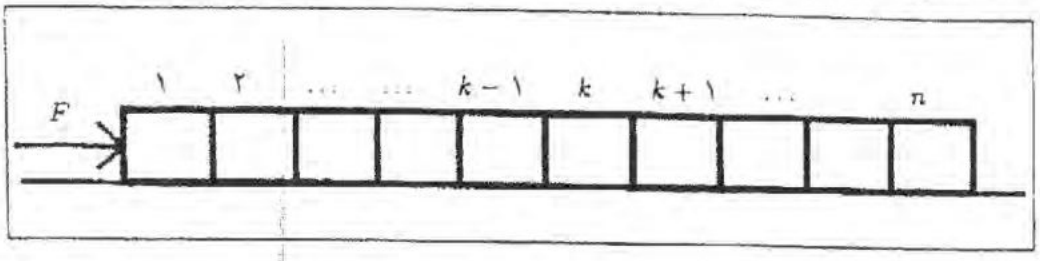
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱۷) در تهران حدود ۲ میلیون خودرو هست. هنگام تاریکی هوا خودروها چراغ‌های خود را با توان متوسط ۱۰۰ W روشن می‌کنند. در موتور این خودروها با سوزاندن هر لیتر مواد سوختی مقدار $۴ \times ۱۰^۲ J$ انرژی تولید می‌شود. بازده موتور خودروها حدود ۲۰ درصد است. اگر هر خودرو روزانه ۱ ساعت چراغ خود را روشن کند، افزایش مصرف روزانه‌ی مواد سوختی خودروهای تهران به علّت روشن کردن چراغ‌ها، حدوداً چند لیتر است؟ (+۳, −۱)

الف) $۱۰^۵$ ب) $۱۰^۴$ ج) $۱۰^۳$ د) $۱۰^۲$

---

۱۸) مطابق شکل، n جسم با جرم‌های یک‌سان m روی سطحی افقی قرار دارند.



به جسم ۱ نیروی افقی ثابت F وارد می‌شود و سیستم با شتاب شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جسم iام با سطح μ_i است. نیروی وارد از طرف جسم kام به جسم $k+۱$ام چه قدر است؟ (+۵, −۵/۳)

الف) $$F_k = \frac{۱}{n}\left[(n-k)F - mg\left(\sum_{i=۱}^{k} n\mu_i - \sum_{i=۱}^{n} k\mu_i\right)\right]$$

ب) $$F_k = \frac{۱}{n}\left[(n-k)F - mg\left(\sum_{i=۱}^{n} n\mu_i - \sum_{i=۱}^{k} k\mu_i\right)\right]$$

ج) $$F_k = \frac{۱}{n}\left[(n-k)F - mg\sum_{i=۱}^{n}\mu_i\right]$$

د) $$F_k = \frac{۱}{n}\left[(n-k)F - mg\sum_{i=۱}^{k}\mu_i\right]$$

---

۱۹) یک مکعب مسی را درون مقداری آب، که از آن گرم‌تر است می‌اندازیم. جرم مکعب و آب مساوی و انرژی هدر رفته ناچیز است. کدام گزینه درست است؟ (+۳, −۱)

الف) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر، و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها هم برابر است.

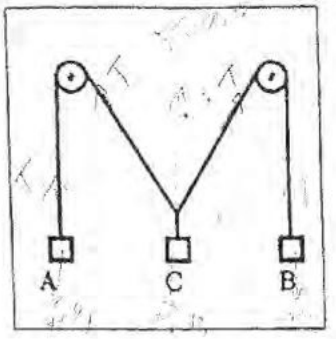
ب) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر، و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها برابر است.

ج) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر، و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها نابرابر است.

د) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر، و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها هم نابرابر است.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۰) مطابق شکل، یک سیستم با دو قرقره‌ی ثابت و سه وزنه‌ی آویزان در حال تعادل است.



جرم دو وزنه‌ی A و B یکسان است. نخ‌ها سبک اند و اصطکاک قرقره‌ها با محورشان قابل چشم‌پوشی است. اگر وزنه‌ی C را به طرف پایین بکشیم و سپس رها کنیم، چه رخ می‌دهد؟ (+۲، −۱)

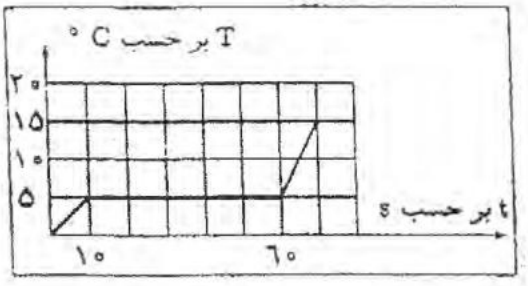
الف) وزنه‌ی C در همان وضعیت می‌ماند.

ب) وزنه‌ی C شروع به حرکت به‌سمت بالا می‌کند.

ج) وزنه‌ی C شروع به حرکت به‌سمت پایین می‌کند.

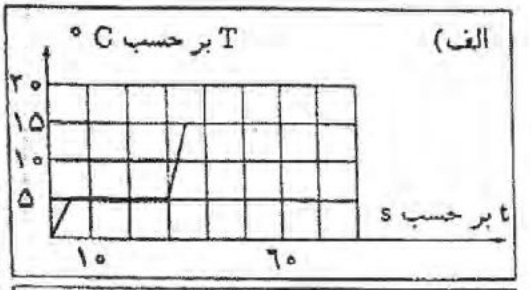
---

۲۱) به مقداری از یک ماده به جرم m با آهنگ ثابت، گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای آن، T، برحسب زمان، t، مطابق شکل است.

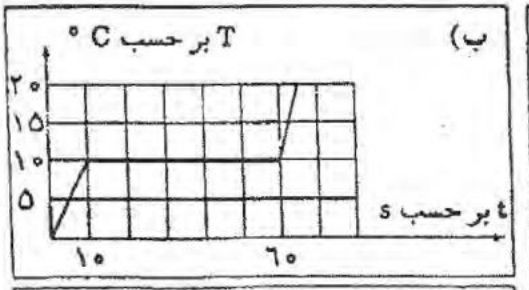


به جرم $\frac{m}{۲}$ از همان ماده با همان دمای اولیه، با همان آهنگ قبلی گرما می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات دمای آن را بر حسب زمان نشان می‌دهد؟ (+۳، −۱)

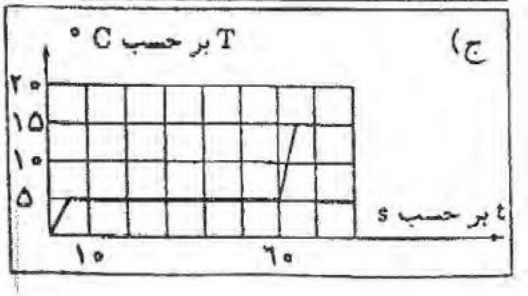
الف)



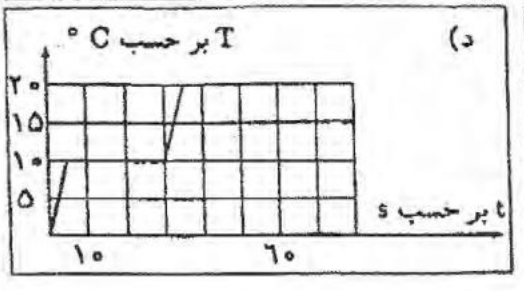
ب)



ج)

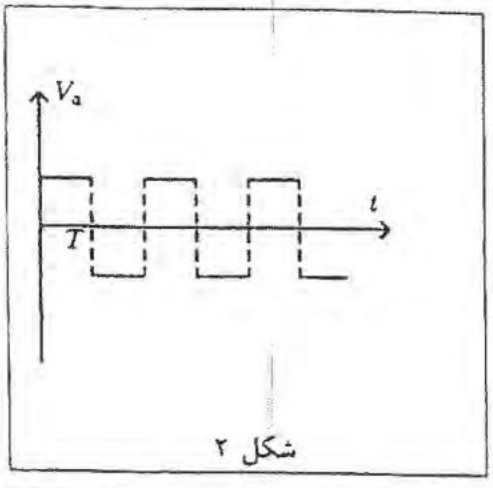


د)



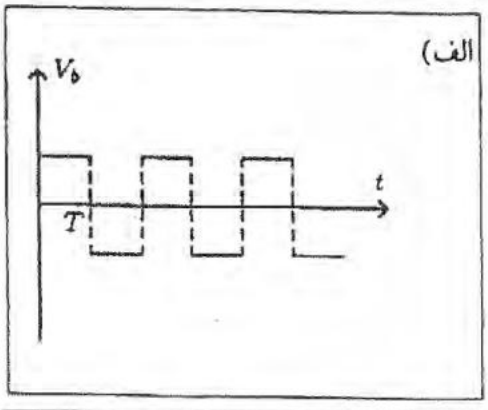
@sampaadia amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

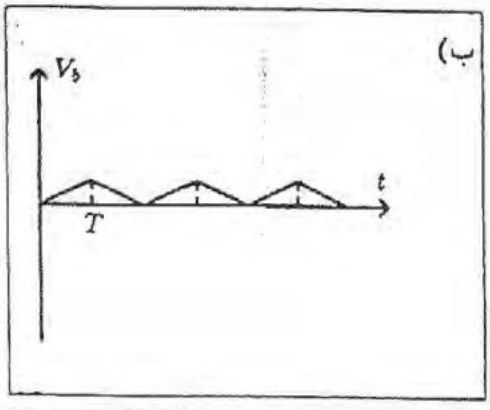
۲۲) مدار شکل ۱ را در نظر بگیرید. فرض کنید $|V_b| \ll |V_a|$، یعنی بتوان از V_b در برابر V_a چشم پوشید. اگر V_a برحسب زمان مطابق شکل ۲ باشد، V_b بر حسب زمان کدام گزینه می‌تواند باشد؟ $(+۴, -\frac{۴}{۳})$

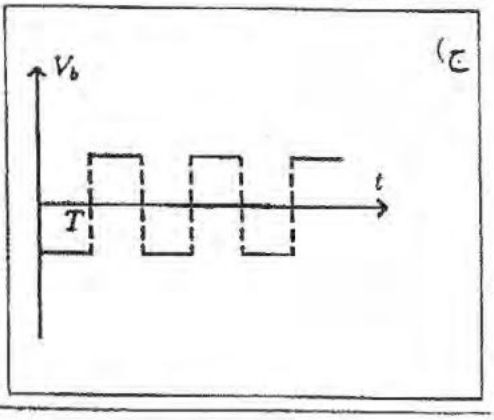


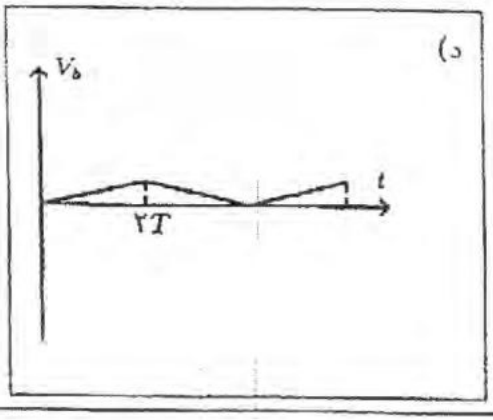
شکل ۱

شکل ۲

الف)


ب)


ج)


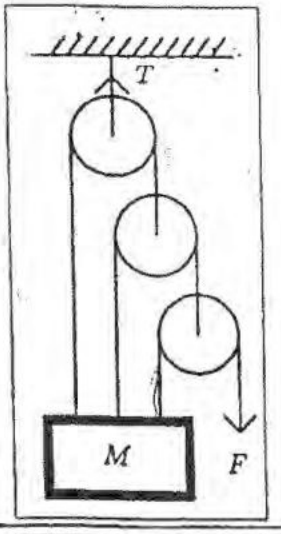
د)


۲۳) آهنگ جریان آب در یک لوله، برابر است با حجم آب گذرنده از لوله بر واحد زمان. آهنگ جریان آب در یک لوله با اختلاف فشار در دو سر لوله، ΔP، متناسب است و با طول لوله نسبت عکس دارد. هم‌چنین آهنگ جریان آب، تابع قطر لوله، D، و گران‌روی، η، است $(\eta = ۸ \times ۱۰^{-۴}\ \mathrm{Ns/m^۲})$. کدام یک از کمیتهای زیر می‌تواند نشان‌دهنده‌ی آهنگ جریان آب از لوله باشد؟ (واحدهای طرفین هر تساوی باید با هم مساوی باشد.) $(+۴, -۱)$

الف) $\frac{\Delta P D^۲}{\eta L}$ ب) $\frac{\Delta P \eta}{L D^۲}$ ج) $\frac{\Delta P \eta D^۲}{L^۲}$ د) $\frac{\Delta P D^۲}{\eta L}$ ه) $\frac{\Delta P D^۲}{\eta L}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۴) جرم M در شکل در حالت تعادل آویزان است. کشش نخ بالایی، T، چقدر است؟ از جرم قرقره‌ها، نخ‌ها، و نیز اصطکاک چشم‌پوشی کنید. $(+۳, -\frac{۳}{۵})$



الف) F

ب) $\frac{۸}{۷}F$

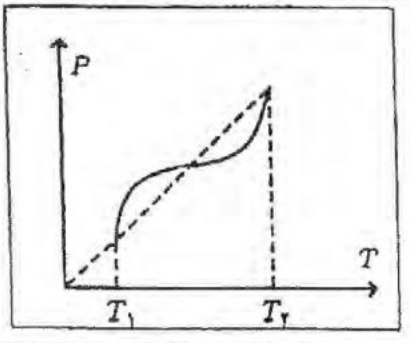
ج) $\frac{۴}{۳}F$

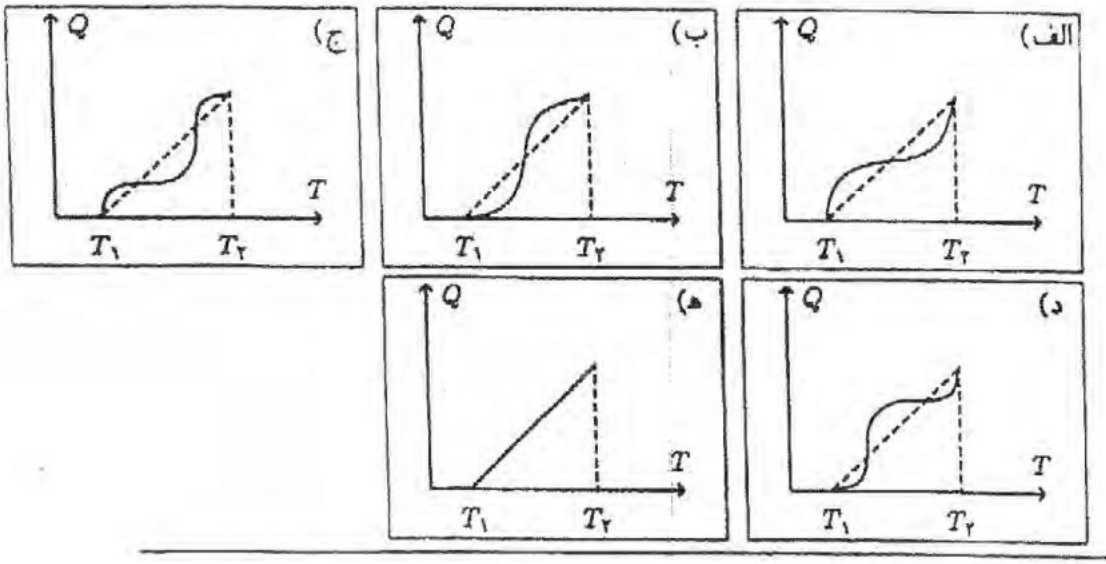
د) $۴F$

ه) $۷F$

و) $۸F$

۲۵) دمای گاز کاملی طی فرآیندی از $T_۱$ تا $T_۲$ افزایش می‌یابد. نمودار فشار، P، برحسب دما، T، در این فرآیند مطابق شکل مقابل است. نمودار گرمای داده شده به گاز، Q، بر حسب T شبیه کدام یک از نمودارهای زیر است؟ $(+۶, -\frac{۳}{۲})$



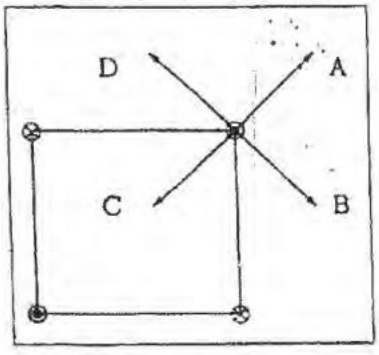


۲۶) چگالی سیاره‌های X و Y یکی‌است و شعاع سیاره‌ی X نصف شعاع سیاره‌ی Y است. نسبت بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی X به بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی Y برابراست با: $(+۲, -\frac{۲}{۳})$

الف) ۴ ب) ۱ ج) $\sqrt{۲}$ د) $\frac{۱}{۲}$

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۲۷) مطابق شکل، ۴ سیم راست، و بلند و موازی از چهار راس یک مربع عبور می‌کنند. سیم‌ها بر صفحه‌ی مربع عموداند. از هر سیم جریان I، در جهت نشان داده شده در شکل می‌گذرد.



نیروی وارد بر سیم بالا و سمت راست درجهت کدام بردار است؟ $(+۴, -\frac{۴}{۳})$

الف) A ب) B ج) C د) D

---

۲۸) دو جسم یک‌سان با جرم ۱ kg به فنری بسته شده و روی میز بدون اصطکاکی قرارداده شده اند. معادله‌ی سرعت ـ زمان این دو جسم به صورت زیر است.

$$v_۱ = ۱ + ۲\cos(t/۲), \qquad v_۲ = ۱ - ۲\cos(t/۲).$$

در این رابطه‌ها سرعت بر حسب m/s، و زمان بر حسب s است. اگر در $t = ۰$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر صفر باشد، حداکثر انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر چه قدر است؟ $(+۴, -۱)$

الف) ۵ J ب) ۴ J ج) صفر د) −۴ J ه) −۵ J

---

۲۹) ظرفی استوانه‌ای با ارتفاع h از مایعی به چگالی ρ پر شده است. محور این استوانه قائم است. درون این ظرف هیچ هوایی وجود ندارد و ظرف کاملاً دربسته است. فشار محیط $P_۰$ و شتاب گرانشی g است. فشار در کف این ظرف چقدر است؟ (فشار در همه جای مایع مثبت است.) $(+۳, -۱)$

الف) حتماً ρgh است.

ب) حتماً $P_۰$ است.

ج) حتماً $P_۰ + \rho gh$ است.

د) حتماً از ρgh بیشتر است.

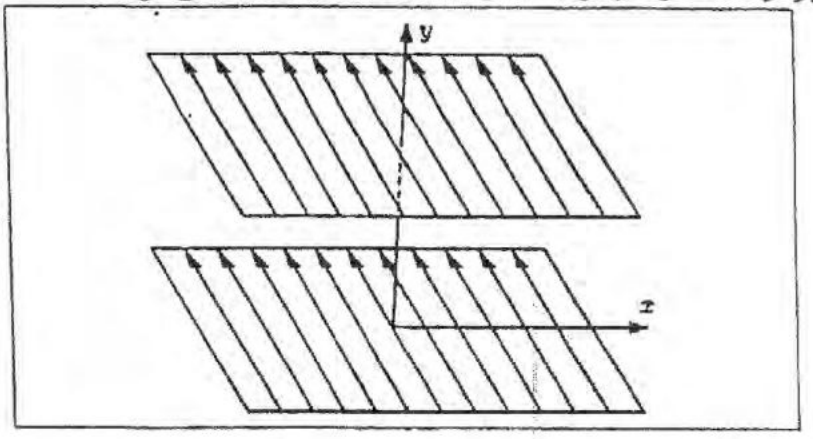
---

۳۰) در تقویم جلالی در صورتی که لحظه‌ی تحویل سال بعد از ساعت ۱۲ ظهر به افق مرجع باشد، آن روز را آخر اسفند و در صورتی که پیش از ۱۲ ظهر باشد آن روز را اول فروردین به حساب می‌آورند. لحظه‌ی تحویل سال در سال ۱۴۰۲ هجری شمسی اندکی پس از نیمه شب است. از آغاز سال ۱۴۰۲ هجری شمسی تا پایان سال ۱۸۰۱ هجری شمسی، مجموعاً چند سال کبیسه خواهیم داشت؟ در سال‌های کبیسه، ماه اسفند ۳۰ روز به حساب می‌آید. (یک سال حدوداً ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه است.) $(+۴, -۱)$

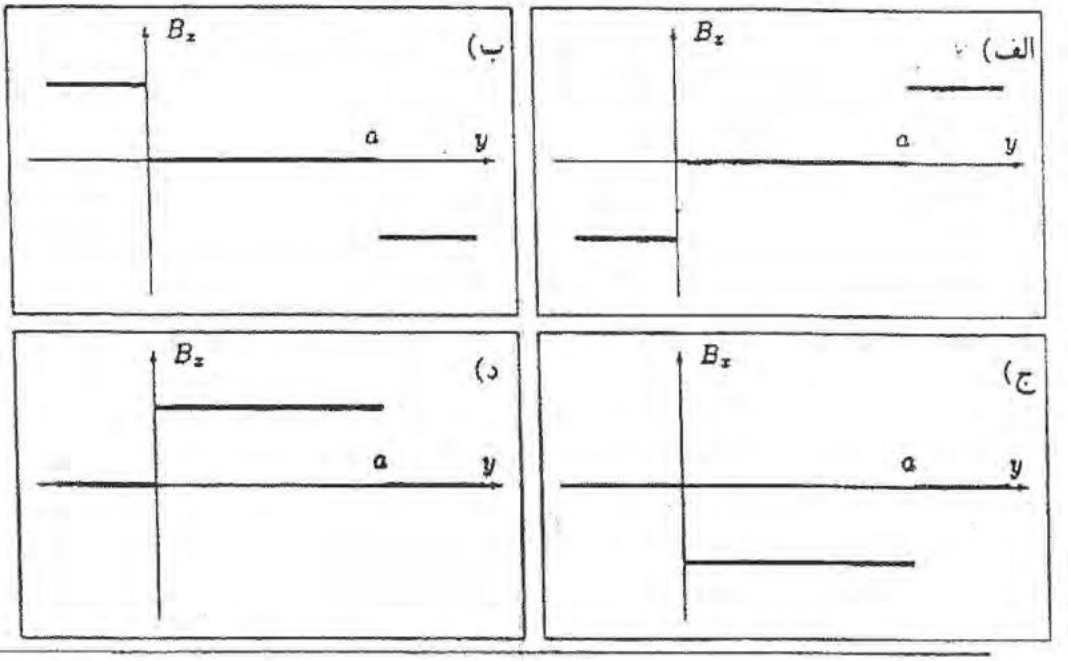
الف) ۹۵ ب) ۹۷ ج) ۱۰۰ د) ۱۰۳ ه) ۱۰۵

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۱) از دو صفحه‌ی بسیار بزرگ رسانا جریان الکتریکی یک‌سان و ثابتی می‌گذرد. چگالی جریان در هر دو صفحه یک‌نواخت است، یعنی هر صفحه را می‌توان به صورت تعداد زیادی سیم راست بلند که در کنار هم قرار گرفته اند در نظر گرفت که از همه‌ی آن‌ها جریان یک‌سانی می‌گذرد.



دو صفحه، با یک‌دیگر موازی هستند و فاصله‌شان a است. مؤلفه‌ی میدان مغناطیسی در راستای x، (B_x) بر حسب y شبیه کدام یک از شکلهای زیر است؟ $(+۴, -\frac{۴}{۳})$



۳۲) یک آینه‌ی تخت گرد به موازات دیوار است. نور تولیدشده از یک چشمه‌ی نقطه‌ای که روی دیوار است، روی آینه می‌افتد و یک لکه‌ی نورانی روی دیوار ایجاد می‌کند. اگر آینه با سرعت v به‌سمت دیوار حرکت کند، کدام گزینه درست است؟ $(+۳, -۱)$

الف) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.

ب) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه تغییر نمی‌کند.

ج) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه هم تغییر نمی‌کند.

د) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.

@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۳۳) هنگامی که باریکه‌ی نوری با زاویه‌ی تابش i از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌خورد، با زاویه‌ی شکست r وارد مایع می‌شود به طوری که $n \sin r = \sin i$. مقطع یک باریکه‌ی نور، در جهت عمود بر انتشار مستطیلی با ابعاد $a \times b$ است. این باریکه از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌تابد، به طوری که یکی از اضلاع مقطع با سطح مایع موازی است. این باریکه با زاویه‌ی تابش i به سطح مایع می‌تابد. مساحت مقطع باریکه در مایع کدام یک از گزینه‌های زیر است؟ $(+۴, -\frac{۴}{۵})$

الف) $\frac{ab}{n}\sqrt{\frac{n^۲ - \sin^۲ i}{۱ - \sin^۲ i}}$

ب) $ab\sqrt{\frac{۱ - n^۲ \sin^۲ i}{۱ - \sin^۲ i}}$

ج) $ab\sqrt{\frac{۱ - \sin^۲ i}{n^۲ - \sin^۲ i}}$

د) $\frac{ab}{n^۲} \times \frac{n^۲ - \sin^۲ i}{۱ - \sin^۲ i}$

ه) $\frac{ab}{n}$

و) abn

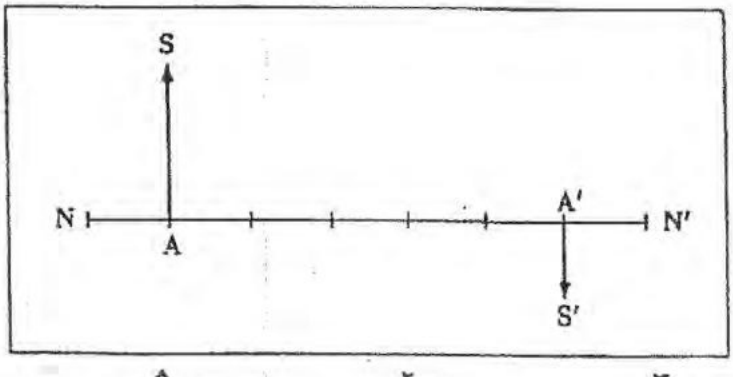
---

۳۴) تعداد موهای سر یک جوان معمولی به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ $(+۳, -۱)$

الف) $۱۰^۳$ ب) $۱۰^۶$ ج) $۱۰^۹$ د) $۱۰^{۱۲}$

---

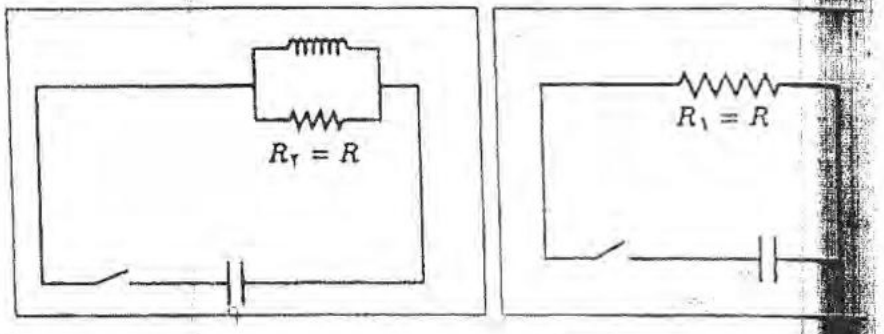
۳۵) نقطه S' تصویر S است. NN' محور اپتیکی یک آینه است. فاصله‌ی A و A'، ۵ cm، فاصله‌ی S' از محور اپتیکی ۱ cm، و فاصله‌ی S تا محور اپتیکی ۲ cm است. فاصله‌ی کانون آینه تا A' چند سانتی‌متر است؟ $(+۳, -۱)$



الف) $\frac{۵}{۳}$ ب) $\frac{۳}{۵}$ ج) $\frac{۲}{۵}$ د) $\frac{۵}{۲}$

@sampaadia amoozz.ir
WWW.Amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید

خازن‌ها و مقاومت‌ها یکسان اند، بار اولیه‌ی دو خازن برابر است، سیم‌لوله بدون پیش از بستن کلیدها، جریان گذرنده از هر مقاومت صفر است. کلیدها را گذشت زمان طولانی نسبت انرژی تلف شده در مقاومت R_1 به انرژی تلف شده چقدر است؟ $(+۴, -۱)$



ب) $\sqrt{1+\frac{L^2}{R^2C^2}}$ ج) $\frac{1}{\sqrt{1+\frac{L^2}{R^2C^2}}}$ د) $1+\frac{L^2}{R^2C^2}$ هـ) ۱

@sampaadia amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

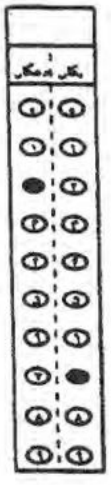
مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

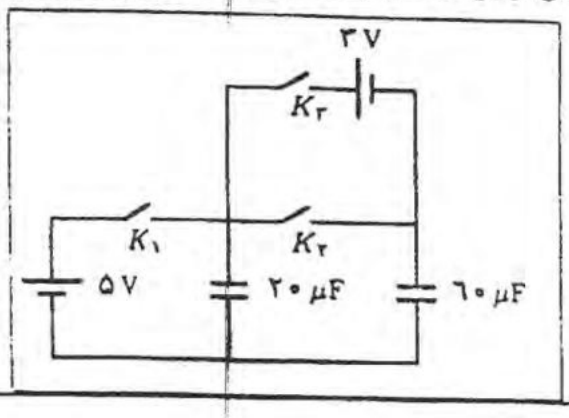
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶٫۷ μF را به دست آورده باشید. ابتدا آن را گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

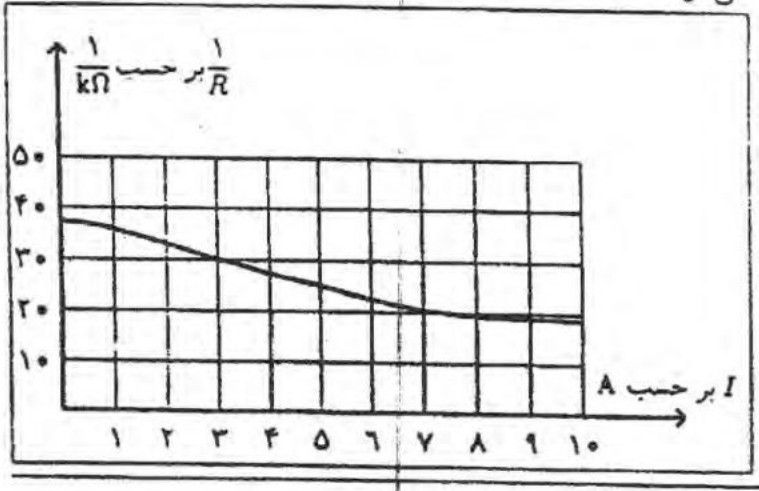


@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

در مدار شکل، ابتدا هر دو خازن بی‌بار اند و همه‌ی کلیدها قطع اند. کلید K_1 و K_2 را وصل می‌کنیم تا خازن‌ها پر شوند. پس از پر شدن خازن‌ها، K_1 و K_2 را قطع و سپس K_3 را وصل می‌کنیم. مقدار باری که پس از این در مدار جاری می‌شود چند میکروکولن است؟ (۷ نمره)



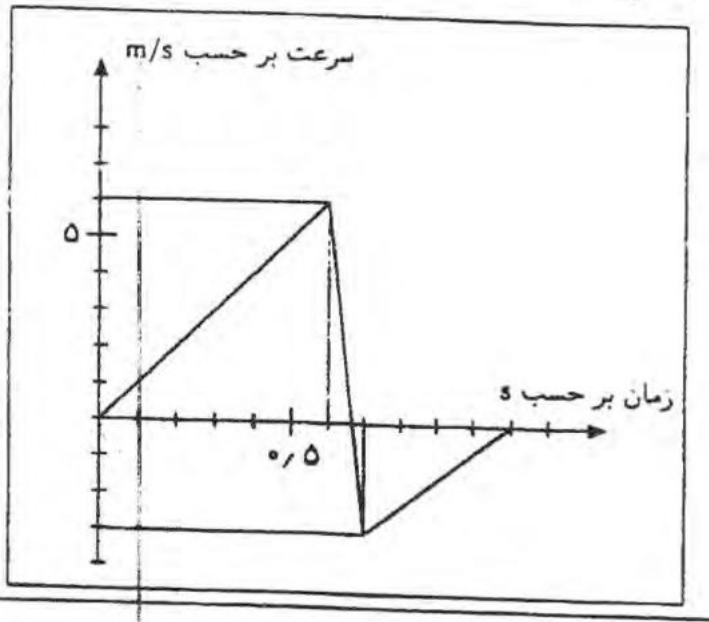
مقاومت بیش‌تر رساناها بر اثر گرم شدن رسانا زیاد می‌شود. اگر دمای محیط ثابت باشد، دمای رسانا تابع جریان گذرنده از آن است. به این ترتیب، مقاومت رسانا تابع جریان گذرنده از آن است. عنصر گرم‌کننده‌ی یک اتو چنان است که توان مصرفی آن به ازای ولتاژ ۲۰۰ V برابر ۱۰۰۰ W است. مقاومت این عنصر گرم‌کننده را با R و جریان گذرنده از آن را با I نشان می‌دهیم. نمودار $\frac{1}{R}$ بر حسب I مطابق شکل است. اگر این اتو به ولتاژ ۱۰۰ V وصل شود، توان گرمایی آن چند درصد مقدار ۱۰۰۰ W می‌شود؟ (۹ نمره)



در محاسبه‌ی انرژی پتانسیل گرانشی یک توده‌ی همگن به شکل استوانه، می‌توان همه‌ی جرم آن را در مرکز هندسی استوانه در نظر گرفت. در یک ظرف استوانه‌ای به سطح مقطع ۲۵۰ cm^2 تا ارتفاع ۵۰ cm آب ریخته‌ایم. یک استوانه‌ی فلزی به سطح مقطع ۵۰ cm^2 و ارتفاع ۱۰ cm بالای آب قرار دارد، طوری که سطح قاعده‌ی زیرین آن بر سطح آب مماس است. استوانه را در آب رها می‌کنیم. هنگامی که استوانه به طور قائم به ته ظرف می‌نشیند، کاهش انرژی پتانسیل مجموعه‌ی آب و استوانه چند ژول است؟ چگالی فلز را ۸۰۰۰ kg/m^3 و چگالی آب را ۱۰۰۰ kg/m^3، و g را ۱۰ m/s^2 بگیرید. (۱۱ نمره)

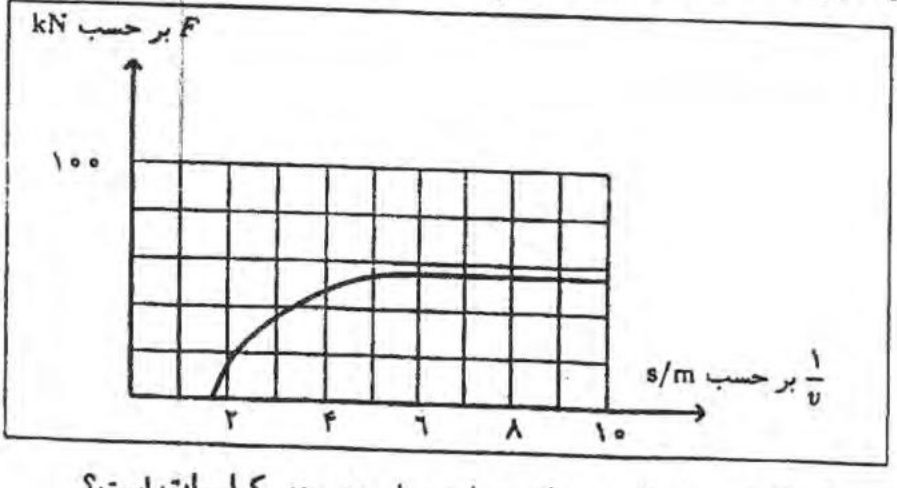
@sampaadia amoozz.ir برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۴) یک توپ کوچک نرم به جرم ۰٫۲ kg کیلوگرم از ارتفاع h رها می‌شود و پس از برخورد با یک سطح افقی، به طرف بالا برمی‌گردد. قسمتی از نمودار سرعت ـ زمان آن در شکل نشان داده شده است. نیروی متوسطی که هنگام برخورد با سطح افقی از طرف سطح به توپ وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ ($g = ۱۰ \text{ m/s}^۲$) (۷ نمره)



۵) خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. در $t = ۰$ چراغ سبز می‌شود و خودرو با شتاب ثابت $۱ \text{ m/s}^۲$ راه می‌افتد. خودرو به مدّت T با همین شتاب حرکت می‌کند، و پس از آن با سرعت ثابت به راه خودش ادامه می‌دهد. فاصله‌ی چهارراه بعدی تا این چراغ ۴۵۰ m است. چراغ چهارراه بعدی در $t = ۵۰ \text{ s}$ سبز می‌شود. بیشینه‌ی T برای این که وقتی خودرو به چهارراه بعدی می‌رسد چراغ سبز باشد چند ثانیه است؟ (۶ نمره)

۶) یک نوار نقاله باری را جابه‌جا می‌کند. نیرویی که نوار به بار وارد می‌کند (در راستای خود نوار) F است. سرعت بار v است. نمودار F بر حسب $\frac{۱}{v}$ به شکل زیر است. (۸ نمره)



بیشینه‌ی توانی که این نوار نقاله می‌تواند به بار تحویل دهد چند کیلووات است؟

@sampaadia amoozz.ir
برای دسترسی به دوره های متنوع به وبسایت آموزشگاه ذهن زیبا مراجعه کنید
WWW.Amoozz.ir

۱) مقداری از یک مایع در یک استوانه‌ی مدرج است. در دمای T، سطح بالایی مایع کنار علامت $100\ cm^3$ است. دمای مجموعه را $100\ K$ زیاد می‌کنیم. سطح بالایی مایع در کنار علامت $101\ cm^3$ قرار می‌گیرد. ضریب انبساط طولی مادّه‌ی سازنده‌ی استوانه‌ی مدرج $10^{-5}\ K^{-1}$ است. ضریب انبساط حجمی مایع $\alpha \times 10^{-5}\ K^{-1}$ است. α چه قدر است؟ (۶ نمره)

۲) یک هواپیما ساعت ۸ صبح به وقت محلی تورنتو عازم بلگراد، که در شرق آن واقع است، می‌شود. این هواپیما در همان روز، ساعت ۲۲ و ۳۵ دقیقه به وقت محلی بلگراد وارد آن شهر می‌شود. عرض جغرافیایی هر دو شهر ۴۵ درجه‌ی شمالی است. هواپیما مسیر میان دو شهر را روی مداری که از این دو شهر می‌گذرد با سرعت متوسط ۹۰۰ km/h نسبت به زمین می‌پیماید. طول جغرافیایی تورنتو ۷۵ درجه‌ی غربی است. طول جغرافیایی شهر بلگراد چند درجه‌ی شرقی است؟ شعاع کره‌ی زمین را ۶۴۰۰ km بگیرید. (۱۱ نمره)

۳) جدول زیر حد چاقی مفرط برای چند قد مختلف را نشان می‌دهد.

قد بر حسب cm	۱۶۰	۱۶۵	۱۹۰
حد چاقی مفرط بر حسب kg	۹۶	۱۰۴	۱۴۴

حد چاقی مفرط کسی که قدش ۱۷۸ cm است، چند کیلوگرم از ۱۰۰ kg بیشتر است؟ (۶ نمره)

۴) رنگهای مختلف طیف نور سفید را می‌توان با مشخصه‌ای به نام طول‌موج مشخص کرد. چشم انسان سه نوع سلول حساس به رنگ‌های قرمز، سبز، و آبی دارد. شکل زیر شدت پیام عصبی هر یک از سلول‌ها به مغز را برحسب طول موج نشان می‌دهد. در صورتی که شدت پیام عصبی سلول قرمز دو برابر سلول سبز باشد، رنگی که می‌بینیم نوعی زرد مایل به نارنجی است. نوری با طول موج x به چشم می‌تابانیم و چشم همان رنگ زرد مایل به نارنجی را مشاهده می‌کند. x چند ده نانومتر است؟ (۷ نمره)

