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	۲۴۰ دقیقه
۳۰		

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.

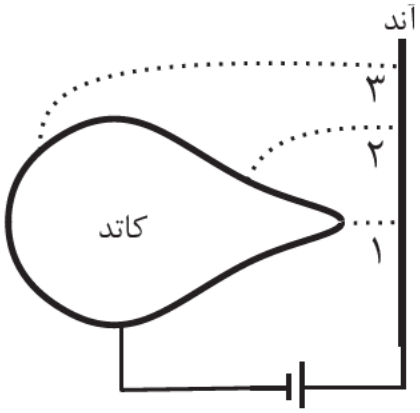
۵- در سؤال‌های چهارگزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمرهٔ مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد. مسئله‌های کوتاه هر پاسخ درست ۵ نمرهٔ مثبت دارد و پاسخ نادرست نمرهٔ منفی ندارد.

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

IranPhO.ir

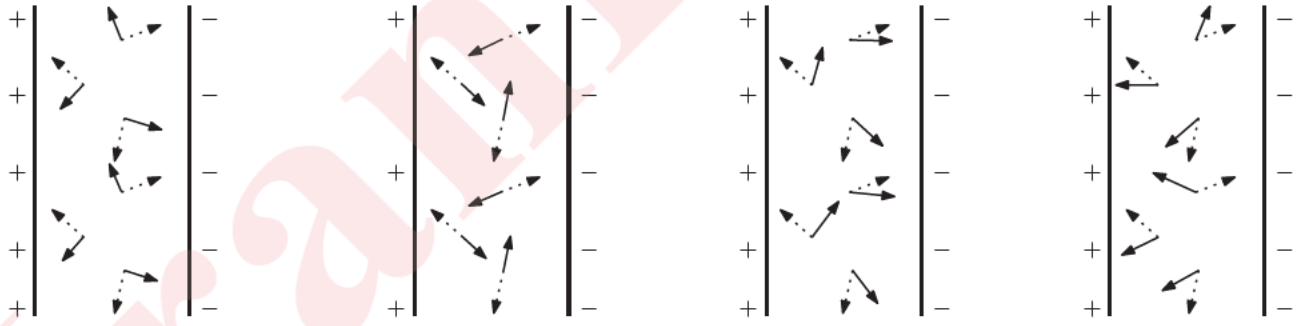
۱) در فرایند تخلیهٔ الکتریکی در خلاء، به واسطهٔ اختلاف پتانسیل معینی که بین کاتد و آند برقرار می‌شود، الکترون‌ها از کاتد کنده شده و به آند می‌رسند. کاتد و آند هر کدام رساناهای هم‌پتانسیلی هستند که به ترتیب به قطب‌های منفی و مثبت یک منبع با ولتاژ بالا وصل شده‌اند. با توجه به شکل، کدام گ در مورد سرعت الکترون‌هایی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



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

---

۲) در بین ص ت یک خازن ی دی‌الکتریک قرار داده‌ایم که مولکول‌های آن قطبی است. هر مولکول دوقطبی را با بردا که از مرکز بار منفی به مرکز بار مثبت وصل می‌شود نشان می‌دهیم. فرض کنید ل‌های ز بردارهای خط‌چین، مولکول‌های قطبی قبل از آن که صفحات خازن بار داشته باشند ا ن دهد ردارهای با خطوط سیاه نشان‌دهندهٔ مولکول‌ها بعد از گذاشتن بار روی صفحات خ زن باش برای ت فرض کنید مولکول‌ها جابه‌جا نمی‌شوند و فقط می‌توانند سر جای خود بچرخ د. کدام گزی ه می‌ت شان‌دهندهٔ آرایهٔ مولکول‌ها بعد از گذاشتن بار روی صفحات خازن باشد؟



۱) الف **۲)** ب **۳)** ج

IranPhO.ir

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 r به معنی آمپر ـ ساعت است. فرض کنید باتری قبل از اموش شدن خودرو کاملاً شارژ شده و در طی مدت تخل ولتاژ ثابتی برقرار می‌کند. همچنین از انرژی تلف شده در چراغ‌های عقب مت‌های خودرو چشم بپوشید. با توجه ب اطلا تصاویر، معل م کنید راننده حداکثر چند ساعت فرصت رد تا قبل از ت ه کامل باتری، چراغ‌ها را خاموش کند؟

۱) ۶٫۵ ۲) ۳٫ ۳) ۱۱ ۴) ۱۳

---

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

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

IranPhO.ir

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) $W < ۰$ $\Delta U < ۰$

۲) $W < ۰$ و $\Delta U = ۰$

۳) $W > ۰$ و $\Delta U = ۰$

۴) $W = ۰$ و $\Delta U < ۰$

---

۶) کد یک از گ های زیر در ت است؟

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

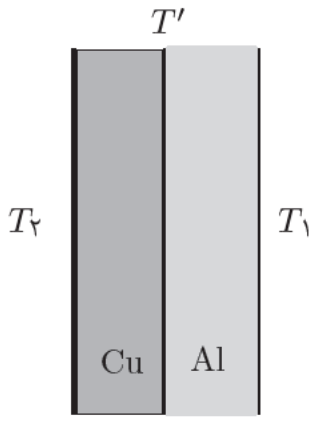
۲) یک حلقه رسانا در جایی که م مغناط ی یکنواخت و ثابت برقرار است، می‌چرخد. تحت هر شرایطی در حلقه جریان القایی ایجاد می‌ش

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

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

IranPhO.ir

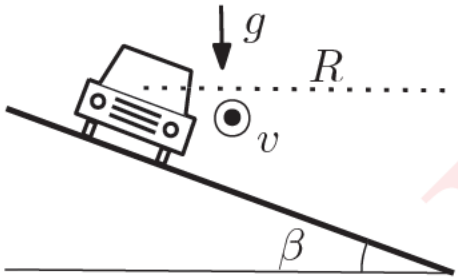
۷) در شکل روبه‌رو لایه‌هایی از مس و آلومینیوم به ضخامت‌های یکسان بین دو منبع گرمایی به دماهای $T_۲$ و $T_۱$ قرار گرفته‌اند و $T_۲ > T_۱$. در حالت پایا گرما از چپ به راست شارش می‌یابد و دمای همهٔ نقاط در طول زمان ثابت است. با جه به آن که رسانایی گرمایی مس بیشتر از آلومینیوم است، ک گزینه د مورد دمای سطح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



۱) $T' < \frac{T_۱ + T}{۲}$ 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 روبه و مقطعی از یک ده در سر یک پیچ را نشان می‌دهد که برای سهولت حـ ک ودروها آن را با شیب عرضی به زاویهٔ شیب β ساخته‌اند. پیچ جا می‌توان تی از یک دایره به شعاع R دانست. خو یی که ا آن از ش اع پیچ خیلی کوچکتر است با تندی v در ا جاده حر می‌کند ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌ها و جاده μ_s ب گرانش g است. اگر سرعت خودرو از مقدار مشخ ی بیشتر شود سُر می‌خورد. این مقدار بیشینه کدام گزینه است؟

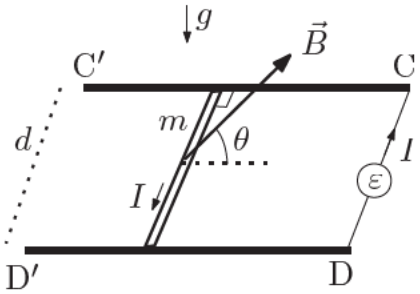


۱) $\sqrt{Rg\left(\frac{\sin\beta + \mu_s \cos\beta}{\cos\beta - \mu_s \sin\beta}\right)}$ ۲) $\sqrt{Rg\left(\frac{\sin\beta \quad \cos\beta}{\cos\beta + \mu \quad \beta}\right)}$

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

IranPnO.ir

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.



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

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

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 هوشمند از ماه در 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 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

IranPhO.ir

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 به ترتیب جرم پروتون و نوترون و α، β، γ و λ ضرایب ثابتی هستند. هسته‌های ایزوبار 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: کمیت‌ها Z و N را پیوسته فرض کنید.)

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

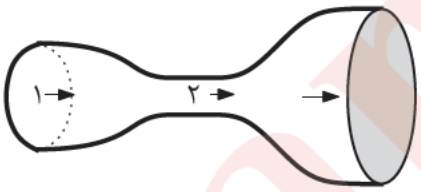
۲) $\dfrac{2\lambda A + \gamma A^{\frac{1}{3}}}{4\lambda + 2\gamma A^{\frac{1}{3}}}$

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 کامل 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) $A_1v_1 = A_2v_2 = A_3v_3$

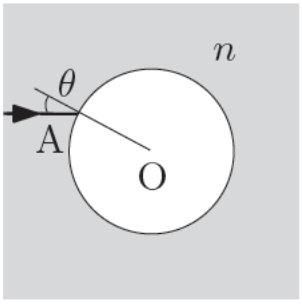
۲) $v_2 < v_3$

۳) $P_1v_1 = P_2v_2 = P_3v_3$

۴) $P_2 > P_1 >$

IranPhO.ir

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 گ درست است؟



۱) $\cot\theta = \sqrt{۲}n$ ۱

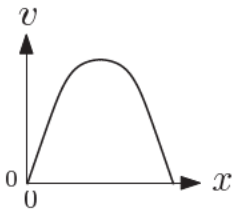
۲) $\cot\theta = n + \sqrt{۲}$

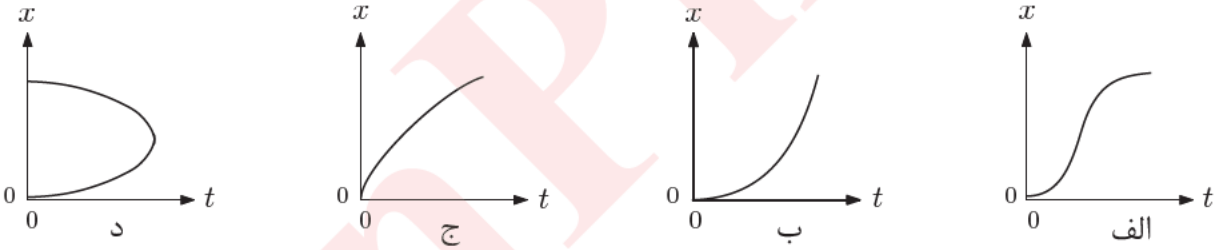
۳) $\cot\theta = \sqrt{۲}n - ۱$

۴) $\cot\theta = n - \sqrt{۲}$

---

۱۴) نمودار س ت ـ مکان مت کی به شکل روبه‌رو است. متحرک در لحظهٔ $t = ۰$ د ه $x = ۰$ بوده است. کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهنده نمودار مکا زمان حرک در کل این حرکت باشد؟

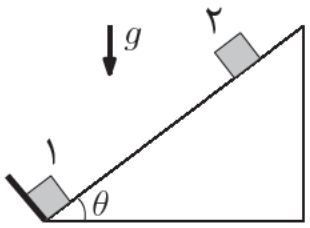




۱) الف ۲) ب) ج ۴) د

IranPhO.ir

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.



با ا آن که ج م ۲ ساکن بماند باید بار الکتریکی q بین مقدار کمینهٔ (غیر صفر) $q_{\min}$ و مقدار شینهٔ ax q باشد. نسبت $q_{\max}/q_{\min}$ کدام گزینه است؟

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

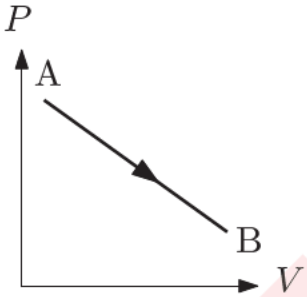
۲) $\sqrt{\dfrac{(1-\mu_s\tan\theta)(\tan\theta+\mu_s)}{(1+\mu_s\tan\theta)(\tan\theta-\mu_s)}}$

۳) $\sqrt{\dfrac{\mathrm{n}\,\theta-\mu_s}{\mathrm{an}\,\theta+\mu_s}}$

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 ول ترمو میکی از حالت A در نمودار $P-V$ شکل مقابل به حالت B می طوری که مسیر تحول با رابطهٔ $P=-aV+b$ دا ی‌شود. ضرایب ثابت a و b در این رابطه مثبت هستند.



شرط لازم و کافی برای این که در این فرایند دما همواره ک هشی ا کدام گزینه است؟

۱) $V_{\mathrm{A}}\geq\dfrac{b}{4a}$

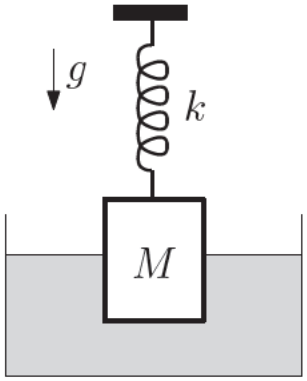
۲) $V_{\mathrm{A}}\geq\dfrac{b}{2a}$

۳) $V_{\mathrm{B}}\geq\dfrac{b}{4a}$

۴) $V_{\mathrm{B}}\geq\dfrac{b}{2a}$

IranPhO.ir

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

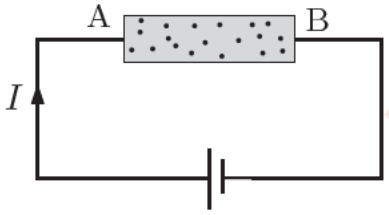
۲) $M\left(\frac{۱-y}{y}\right) + \frac{\rho V}{۲}\left(\frac{۳-۴y}{۳y}\right)$

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

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 باریکی مطابق شکل روبه‌رو محتوی محلول آب نمک است. دو میلهٔ A و B 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) $\frac{v_{Na} v_{Cl}}{v_{Na} + v_{Cl}}$

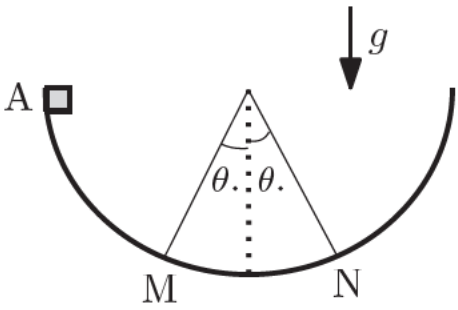
۲) $\sqrt{v_{Na}^۲ + v_{Cl}^۲}$

۳) $|v_{Na} - v_{Cl}|$

۴) $v_{Na} + v_{Cl}$

---

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 وی کمان MN متوقف می‌کند.



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

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

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

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

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 ر عا را با خطوط موازی در عرض خیابان نشان ی‌دهند ل زیر ک ض خیابان، یعنی از زاویهٔ دید عابران، رفته شده نش ن می که بر اثر حرکت اتوبوس‌های سنگین در نزدیکی یک گاه، خطوط تغییر شکل داده‌اند. با توجه به این شکل کنید چه نوع حرکتی می‌تواند باعث این تغییر شکل باشد؟

۱) حرکت یکنواخت به سمت راست تصویر

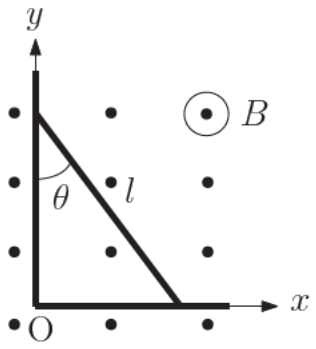
۲) حرک دشونده به سمت چپ تصویر

۳) حرکت تندشونده به سمت چپ تصویر

۴) حرکت تد ده ه ت راست تصویر

IranPhO.ir

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 کوتاه 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؟



راهنما: $\Delta(\sin 2\theta) \approx 2(\cos 2\theta)\Delta\theta$ و $\Delta(\cos 2\theta) \approx -2(\sin 2\theta)\Delta\theta$.

۱) $\left|\frac{Bl^2}{2}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\cos 2\theta\right|$

۲) $\left|\frac{Bl^2}{4}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\sin 2\theta\right|$

۳) $\left|\frac{Bl^2}{2}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\cos 2\theta\right|$

۴) $\left|\frac{Bl^2}{2}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\sin 2\theta\right|$

---

۲۲) دانشمندی برای شوخی زنماد نامعمولی نشان دادن کمیت‌های فیزیکی استفاده می‌کند. مثلاً از علامت ◇ برای نشان دادن نیرو و از علامت ♮ برای نشان دادن کمیتی از جنس سرعت استفاده می‌کند. در نوشته‌های او هر گاه نمادها کنار هم بیایند در هم ضرب شده‌اند و علامت‌های + و = معنای معمول خود را دارند. نوشته‌ای از این دانشمند معادلهٔ زیر آمده است

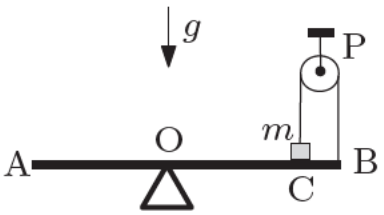
$$\diamond + \flat\flat\natural = *$$

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

۱) $\mathrm{kg.m^2/s^3}$ ۲) $\mathrm{kg^2.m/s^3}$ ۳) $\mathrm{kg.m/s^2}$ ۴) بدون یکا

IranPhO.ir

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 $AO = OC = ۳CB$ 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) $\frac{M+۳m}{۴}g$

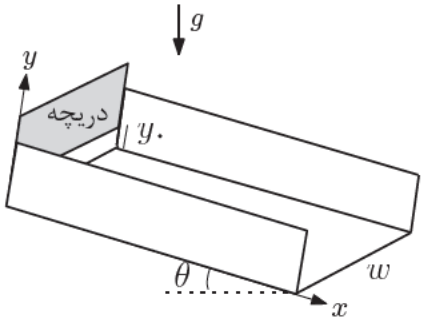
---

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

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

IranPhO.ir

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_0 که از طول کانال بسیار کوچکتر ا ت باز شده و آب با سرعت v_0 از زیر آن جاری است.



ر هر نقطهٔ دلخواه از کانال مقطع آب در سطح عمود بر امتداد سرعت، مستطیلی به عرض w و ارتفاع ست که در ابتدای کانال همان y_0 است. سطح کانال را بدون اصطکاک فرض کنید به طو ی که در یک x مع عت آب در تمام مقطع عمود بر محور x یکسان باشد. مقدار y پس از آن ک ب طول ر در امتداد کانال طی کرد، کدام گزینه است؟

۱) $\dfrac{y_0(v_0^2 + gl\sin\theta)}{v_0^2}$

۲) $\dfrac{y_0\sqrt{v_0^2 + 2gl\sin\theta}}{v_0}$

۳) $\dfrac{y_0 v_0^2}{v_0^2 + 2gl\sin\theta}$

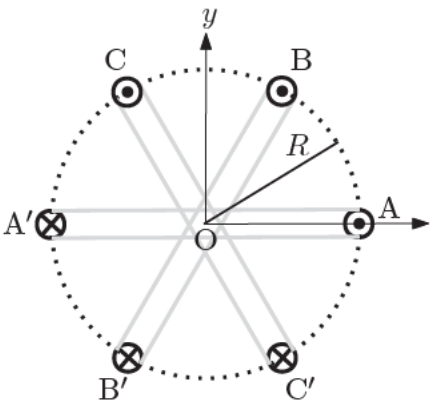
۴) $\dfrac{y_0 v_0}{\sqrt{v_0^2 + 2gl\sin\theta}}$

---

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

۱) 10^{16} ۲) 10^{14} ۳) 10^{1} ۴) 10^{9}

IranPhO.ir



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 صفحهٔ ش عمود هستند و با یکدیگر زاویهٔ ۶۰° می‌سازند. نخست حلقه در نقاط A و A′ صفحهٔ شکل را قطع کرده است به طوری که جریان از نقطهٔ A از صفحهٔ شکل بیرون می آید و در نقطهٔ A′ داخل می‌شود. به همین ترتیب حلقهٔ بعدی در نقاط B و B′ حلقهٔ سیم را 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) $-B_\circ(\hat{\mathrm{i}} + \sqrt{۳}\hat{\mathrm{j}})$

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

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

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

---

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

۱) $\frac{۳}{۲\pi}$

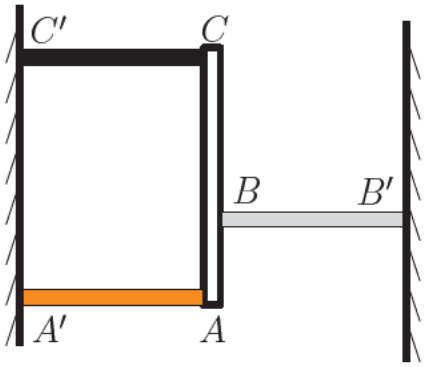
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲\pi}$

۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۴) $\frac{۳\sqrt{۳}}{۲\pi}$

IranPhO.ir

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 احتی ممکن است خمیده شود. تمام میله‌ها در یک صفحهٔ فقی قرا دارند.



ضرای α، α_2 و α_3 هیچ‌کدام صفر نیستند اما ممکن است مثبت یا منفی باشند. رابطهٔ بین این ض یب چه باشد تا بر اث تغ ات دما میلهٔ ABC همواره خط راست باقی بماند.

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

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 س ح زمین ق است الن کاملاً بسته است و گازی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود. برای بالا بر لن، گاز د ن آن را گ م می‌کنیم تا حجم آن ۱۰ درصد مقدار اولیه‌اش افزایش یابد. چگالی هوای بیرون بالن د ل اول ρ_1 و در محل بعدی ρ_2 است. از حجم سبد آویخته از بالن و چیزهای داخل آن م 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) $\frac{}{9}$

۴) $\frac{11}{10}$

IranPhO.ir

>

مسئله‌های کوتاه

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

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

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

پاسخ نادرست در این بخش نم منفی ندارد.

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

IranPhO.ir

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؟

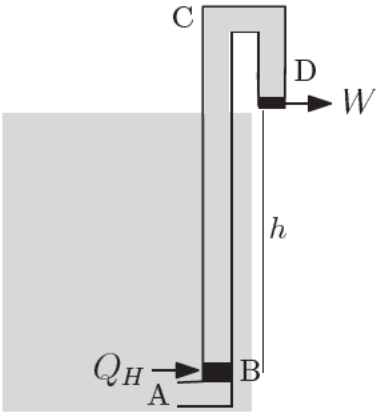
---

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

راهنمایی: برای محاسبهٔ انرژی پتا ل گرا ش ک استوانهٔ همگن می‌توان کل جرم آن را در مرکز آن فرض کرد.

IranPhO.ir

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 $۳/۰\ \text{m} \times ۴/۰\ \text{m} \times ۳/۰\ \text{m}$ با دیواره‌های عایق گرما است که توسط یک یخچال با توان موتور $۲۳۰۰\ \text{W}$ 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 $۷۲۰\ \text{J/kg.K}$ و چگالی $۲۰/\ \text{kg}$ گیرید. یخچال چند **ثانیه** کار کند تا دمای سردخانه را از $۲۰\ ^\circ\text{C}$ به $۵\ ^\circ\text{C}$ برساند؟



۴) در شکل مقابل ط ا ٔ یک ماشین گرمایی نشان داده شده اس در ای ین لولهٔ عایق ABCD از پایین‌ترین نقطهٔ دریاچه‌ای به ع ق h تا کمی بالا دریاچه کشیده شده است. آب دریاچه از نقطهٔ A وارد ل ی‌شود و در نقطهٔ B (مثلاً با استفاده از یک گرم‌کن الکتریکی) به آ مای Q می‌دهیم تا دمای آن به اندازهٔ ΔT بالاتر آب منبسط شده و در لوله بالا می‌ر به نقطهٔ بالاتر از طح دریاچه برسد. سپس مسیر CD را طی کرده و از آنجا سرریز می‌شود. یک پرهٔ مکانیک ر زیر خروجی D قرار می‌دهیم تا انرژی اضافه‌ای که آب به لحاظ بالاتر رفتن از سطح آزا یاچه به دست آورده تماماً به کار W بر روی پره تبدیل شود. ضریب انبساط حجمی آب را مقدار ثابت و گر ای ویژهٔ آن را c بگیرید. از انبساط لوله چشم بپوشید. با استفاده از داده‌های زیر

$$h = \quad \text{m}, \quad g = ۹/۸\ \text{m/s}^۲, \quad \beta = ۲/۸ \times ۱۰^{-۴}\ \text{K}^{-۱},$$
$$c \quad ۴۲۰۰\ \text{J/kg.K}, \quad T_\circ = ۳۰۰\ \text{K}, \quad \Delta T = ۵/۰\ \text{K}$$

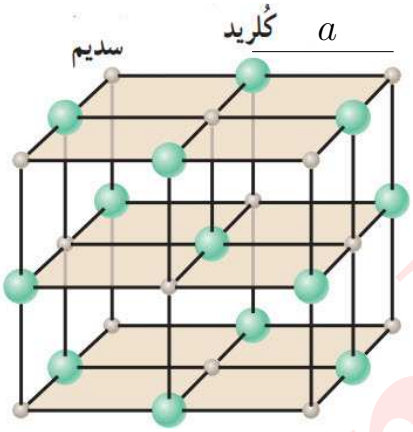
بازده این ماشین، η، را حساب کنید و مقدار عددی $\eta\ ۱۰^۶$ را در پاسخ‌نامه وارد کنید

IranPho.ir

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 $P = \alpha \frac{P_s}{r^2}$ 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 ر توان ارس P_s برای فرستندهٔ A است. فرض کنید توان دریافت شده توسط گوشی مجموع توان‌های ریافت شده از دو فرستنده باشد. همچنین فرض کنید ارتفاع فرستنده‌ها از سطح زمین در مقا با فواصل افقی قابل چشم‌پوشی باشد. در نقطه‌ای که آنتن‌دهی از همه جا ضعیف‌تر است، توان در افی از فر A چند **د صد** توان کل دریافتی توسط گیرنده است؟

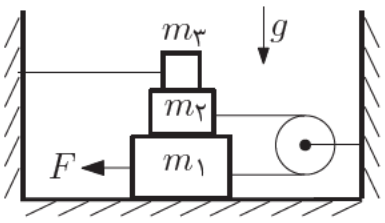
---

۶) در یک بل ر خالص ن طعام یون‌های کلرید و سدیم مطابق شکل رو در گ شه‌های کعب‌هایی به ضلع a قرار دارند. چگال ک بل ی $۲٫۲\ \mathrm{g/cm^3}$ و جرم مولی آن $۵۸٫۵\ \mathrm{g/mol}$ است دد آو گ رو برابر $۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \mathrm{1/mol}$ است. اگر حجم مکعبی ه ضل به صورت $a^3 = \beta \times ۱۰^{-۳۰}\ \mathrm{m^3}$ به دست آید، عد را در پاسخ‌نامه وارد کنید.



IranPhO.ir

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؟ $g = ۹/۸\,\mathrm{m/s^۲}$.



IranPhO.ir