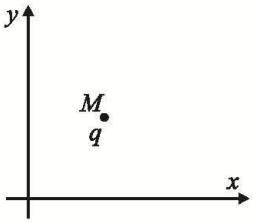
بیست و دومین المپیاد فیزیک ایران
مرحله اول – سوم بهمن هشتاد و هفت

۱) بار نقطه‌ای مثبت q در نقطه‌ی M قرار دارد. تا زمانی که بار q ساکن است نیرویی به آن وارد نمی‌شود و هرگاه آن را در صفحه‌ی xy حرکت دهیم به سمت چپ خود منحرف می‌شود. کدام گزینه در مورد میدان‌ها در نقطه‌ی M درست است؟



الف) میدان مغناطیسی عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت داخل است.

ب) میدان مغناطیسی عمود بر صفحه‌ی 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.

۲) اگر A و B به ترتیب اندازه‌های بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{B}$ باشند و $|\vec{A}+\vec{B}|=|\vec{A}-۲\vec{B}|$، زاویه‌ی بین $\vec{A}$ و $\vec{B}$ کدام گزینه‌است؟

الف) $\text{Arccos}\left(\frac{-۳B}{۲A}\right)$ ب) $\text{Arccos}\left(\frac{-B}{۲A}\right)$ ج) $\text{Arccos}\left(\frac{B}{۲A}\right)$ د) $\text{Arccos}\left(\frac{۱}{۲}\right)$ ه) $\text{Arccos}\left(\frac{-A}{۲B}\right)$

۳) ذره‌ای در مسیر با معادله‌ی زیر حرکت می‌کند. طول قوسی که ذره از زمان $t=۰$ تا $t=۳\pi/(۲\omega)$ طی می‌کند، چه‌قدر است؟

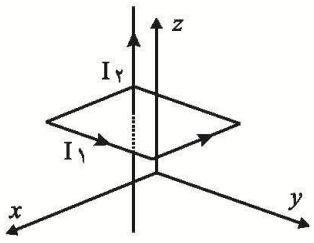
$$\begin{cases} x = R\cos\omega t - R \\ y = R\sin\omega t \end{cases}$$

الف) $R\sqrt{۲}$ ب) $۲\pi R$ ج) $۳\pi R/۴$ د) $۳\pi R/۲$

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 به طور یک‌نواخت کند می‌شود، به طوری که طول یک شبانه‌روز را در پایان هر سال ۲ میلی‌ثانیه از طول شبانه روز در ابتدای آن سال کم‌تر نشان می‌دهد. اختلاف بین اعدادی که این دو ساعت پس از یک قرن نشان می‌دهند به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

الف) ۱ ثانیه ب) ۱ دقیقه ج) ۱ ساعت د) ۱ روز

۵) مطابق شکل از حلقه‌ای به شکل مربع که صفحه‌ی آن موازی صفحه‌ی xy است جریان $I_۱$ می‌گذرد. از سیمی بسیار بلند عمود بر صفحه‌ی مربع، که از مرکز آن می‌گذرد در جهت مثبت محور z جریان $I_۲$ عبور می‌کند. نیروی مغناطیسی کل وارد بر حلقه کدام است؟



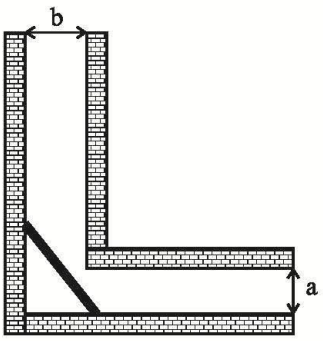
الف) صفر

ب) $\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲}{۲\pi}$ در صفحه‌ی 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

۶) طول بلندترین میله‌ای که می‌توان آن را از مجرایی مانند شکل رد کرد چه‌قدر است؟ مسئله را دوبعدی در نظر بگیرید و از ضخامت میله چشم‌پوشی کنید.

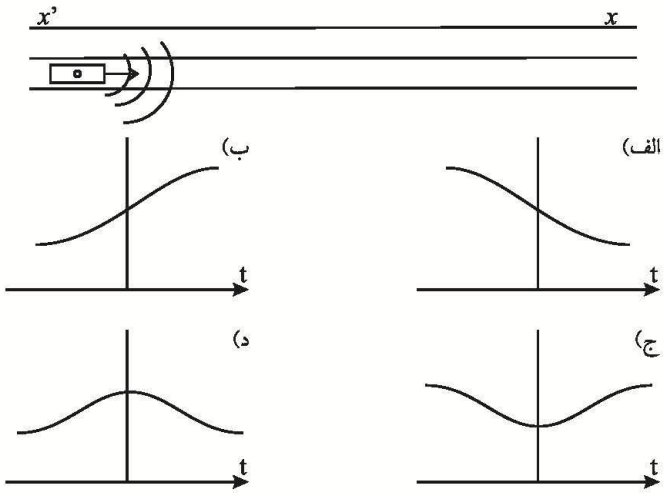


الف) $\sqrt{a^2+b^2}$ ب) $\frac{1}{4}(a^{1/3}+b^{1/3})^3$ ج) $(a^{2/3}+b^{2/3})^{3/2}$ د) $a+b$

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 فاصله‌ی دو خودرو از هم ۴۵ m است خودروی A با شتاب $2\ m/s^2$ و خودروی B با شتاب $4\ m/s^2$ ترمز می‌کنند.
چند ثانیه پس از شروع ترمز دو خودرو به هم می‌خورند و سرعت خودروی B در لحظه‌ی برخورد چه‌قدر است؟

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

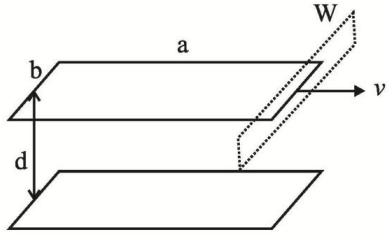
۸) آمبولانسی روی جاده‌ی $x'x$ با سرعت v (به سمت مثبت x یعنی از x' به سمت x) حرکت می‌کند. شخصی در نقطه‌ی A کنار جاده ایستاده است. آژیر آمبولانس روشن است و صدایی با بسامد ثابت تولید می‌کند. شخصی که در A ایستاده صدای آژیر را می‌شنود. اگر این شخص بسامد صدایی را که می‌شنود برحسب زمان رسم کند نموداری که به دست می‌آورد به کدام شکل زیر نزدیک‌تر است؟



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 اندازه‌ی 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.

الف) $a_2 = a_1 = g$ ب) $a_2 = a_1 < g$ ج) $a_1 > g$ و $a_2 = 0$ د) $a_1 < g$ و $a_2 = 0$

۱۰) خازنی از دو صفحه‌ی تخت، هریک به طول a و عرض b تشکیل شده است. فاصله‌ی 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 پنجره‌ی W در مسیر یکی از صفحه‌ها قرار دارد. هنگام عبور صفحه از سطح پنجره، چه جریانی از سطح پنجره می‌گذرد؟

الف) $\frac{\epsilon_0\, a\, V\, u}{d}$ ب) $\frac{\epsilon_0\, b\, V\, u}{d}$ ج) $\frac{\epsilon_0\, d\, V\, u}{a}$ د) $\frac{\epsilon_0\, d\, V\, u}{b}$

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 نقطه‌ی $(x = 0\ ,\ y = h)$ در زمان $t = 0$ رها شده و در آن زمان سرعت هواپیما v_0 است. در زمان T از بسته‌ها یک منحنی می‌گذرانیم. معادله‌ی این منحنی کدام است؟ در زمان T هنوز هیچ کدام از بسته‌ها به زمین نرسیده است. از مقاومت هوا چشم بپوشید.

الف) $x + \frac{A(h-y)}{g} = v_0 t$ ب) $x - \frac{A(h-y)}{g} - v_0\sqrt{\frac{2(h-y)}{g}} = 0$

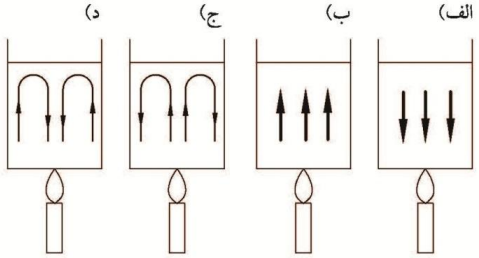
ج) $x - \frac{A(h-y)}{g} = \frac{AT^2}{2} + v_0 T$ د) $x + \frac{A(h-y)}{g} = \frac{AT^2}{2} + v_0 T$

۱۲) دو بار یکسان q در فاصله‌ی 2ℓ 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 اندازه‌ی $\epsilon\ell$ جابه‌جا کنیم، نیرویی به اندازه‌ی F_1 به آن وارد می‌شود. اگر بار Q به اندازه‌ی $\epsilon\ell$ در صفحه‌ی عمود منصف دو بار q منحرف شود، نیرویی به اندازه‌ی F_2 به آن وارد می‌شود. در هر دو حالت ϵ خیلی کوچک‌تر از ۱ است. اگر اندازه‌ی x خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد، برای n دل‌خواه داریم $(1+x)^n \simeq 1 + nx$.

نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ کدام است؟

الف) ۱ ب) ۲ ج) ۱/۲ د) ۱/۳

۱۳) مایع داخل یک بشر استوانه‌ای را مطابق شکل با چراغ الکلی به آرامی گرم می‌کنیم. کدام شکل می‌تواند نشان‌دهنده‌ی طرح جریان همرفتی در داخل مایع باشد؟



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_1، دمای وجوه خاکستری را T_2 و دمای وجوه سیاه را T_3 می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

الف) $T_1 = T_2 = T_3$ ب) $T_3 < T_2 < T_1$ ج) $T_1 < T_2 < T_3$ د) $T_1 < T_3 < T_2$

۱۵) در مبداء زمان آسانسوری با سرعت $4\ \mathrm{m/s}$ رو به پایین در حرکت است و با شتاب $2\ \mathrm{m/s^2}$ سرعتش کند می‌شود. $1\ \mathrm{s}$ بعد شخصی که درون آسانسور ایستاده است گلوله‌ی کوچکی را از ارتفاع $1\ \mathrm{m}$ از کف آسانسور آزادانه رها می کند. در لحظه‌ی برخورد گلوله به کف آسانسور سرعت آن نسبت به کف آسانسور چند $\mathrm{m/s}$ است؟

الف) ۲ ب) ۴ ج) $2\sqrt{5}$ د) $2\sqrt{6}$

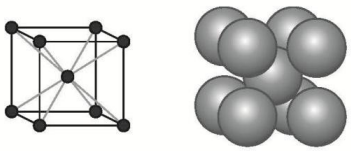
۱۶) جان‌دارانی هستند که مواد غذایی را از سطح پوست‌شان جذب می‌کنند. این موجودات را تقریباً به شکل کره بگیرید. فرض کنید بیش‌ترین مقدار غذایی که چنین موجوداتی می‌توانند در واحد زمان از واحد سطح پوست‌شان جذب کنند α باشد و کم‌ترین مقدار غذای لازم در واحد زمان برای واحد حجم این موجودات که زنده بمانند β باشد. بزرگ‌ترین موجود از این نوع شعاعش چه‌قدر است؟

الف) $\frac{3\alpha}{\beta}$ ب) $\frac{3\alpha}{4\beta}$ ج) $\frac{4\alpha}{3\beta}$ د) $\frac{\alpha}{3\beta}$

۱۷) هوای داخل لوله‌ی باریکی که یک طرف آن بسته است به وسیله‌ی ستونی از جیوه از هوای بیرون جدا شده است. وقتی لوله افقی است، طول هوای محبوس ℓ_1 است و هنگامی که لوله را قائم نگه می‌داریم، طول هوای محبوس در زیر ستون جیوه ℓ_2 است. اگر لوله را از وضعیت قائم به اندازه‌ی 60° کج کنیم، طول هوای محبوس در زیر جیوه چه‌قدر خواهد شد؟ از چسبندگی جیوه با لوله صرف نظر کنید.

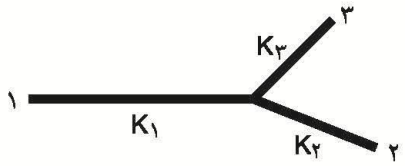
الف) $\frac{\ell_1\ell_2}{\ell_1+\ell_2}$ ب) $\frac{1}{2}(\ell_1+\ell_2)$ ج) $\frac{2\ell_1\ell_2}{\ell_1+\ell_2}$ د) $\frac{2\ell_1\ell_2}{\ell_1-\ell_2}$

۱۸) بسیاری از جامدها ساختار منظم دارند. یکی از این ساختارها شبکه‌ی «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 می‌کنیم. بیش‌ترین کسر حجم داخل مکعب را که می‌توان با کره‌ها یا بخش‌هایی از کره پُر کرد چه‌قدر است؟



الف) $\frac{\pi}{6}$ ب) $\frac{\pi\sqrt{2}}{6}$ ج) $\frac{\pi\sqrt{3}}{8}$ د) $\frac{\pi}{4}$

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:

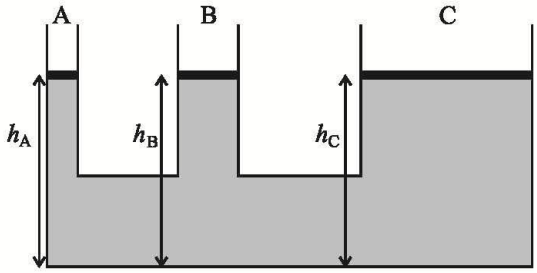
$$L_1 = ۲۳\ \text{cm} \qquad L_2 = ۶/۵\ \text{cm} \qquad L_3 = ۶\ \text{cm}$$

$$K_1 = ۹۲\frac{\text{W}}{\text{mK}} \qquad K_2 = ۲۶\frac{\text{W}}{\text{mK}} \qquad K_3 = ۱۲\frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

اگر انتهای میله‌ی 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 نقطه‌ی اتصال سه میله چه‌قدر است؟ میله‌ها پوشش عایق دارند و گرما فقط در طول میله‌ها منتقل می‌شود.

الف) ۳۳°C　　ب) ۴۰°C　　ج) ۵۰°C　　د) ۶۵°C

۲۰) در ظرف مانند شکل مایع تراکم‌ناپذیری قرار دارد. پیستون‌های A و 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؟



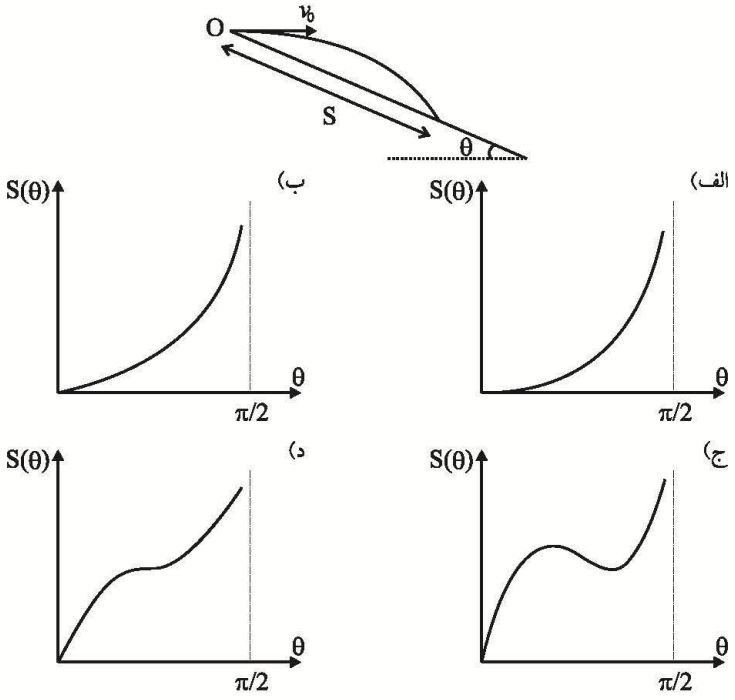
الف) $h_A = h_B = h_C = h_0$

ب) $h_A = h_B = h_C < h_0$

ج) $h_A < h_B < h_C$

د) $h_A > h_B > h_C$

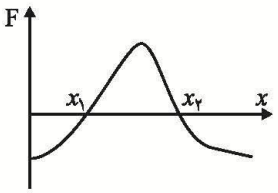
۲۱) سطح شیب‌دار طویلی در نقطه‌ی O لولایی دارد که توسط آن می‌توان شیب سطح را تغییر داد. از نقطه‌ی O گلوله‌ای را با سرعت اولیه‌ی افقی v_0 پرتاب می‌کنیم. گلوله در فاصله‌ی S از نقطه‌ی O به سطح برخورد می‌کند. S با تغییر شیب سطح تغییر می‌کند. کدام گزینه می‌تواند نمودار S بر حسب θ باشد؟



۲۲) سطح آینه‌ای با افق زاویه‌ی θ می‌سازد. در زمان $t = 0$ گلوله‌ای با سرعت اولیه‌ی v_0 و با زاویه‌ی φ نسبت به سطح آینه پرتاب می‌شود. مسیر حرکت در صفحه‌ی عمود بر نقاط آینه و سطح افق است. در چه زمانی فاصله‌ی گلوله از تصویرش در آینه، بیش‌ترین مقدار است؟

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) $\frac{v_0 \sin(2\varphi)}{2g\cos(\varphi+\theta)}$

۲۳) اگر نیروی وارد بر ذره صفر باشد می‌گوییم ذره در حال تعادل است. فرض کنید ذره‌ی ساکنی در حال تعادل است. در این حالت ذره را کمی از نقطه‌ی تعادل جابه‌جا می‌کنیم. اگر جسم به نقطه‌ی تعادل برگردد این نقطه را نقطه‌ی تعادل پایدار می‌گوییم؛ و اگر جسم پس از این جابه‌جایی کوچک از نقطه‌ی تعادل دور شود، به آن نقطه نقطه‌ی تعادل ناپایدار می‌گوییم. نیروی وارد به ذره‌ای بر حسب x به صورت شکل است. کدام گزینه در مورد دو نقطه‌ی x_1 و x_2 می‌تواند درست باشد؟



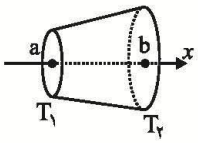
الف) در هر دو نقطه تعادل پایدار است.

ب) در هر دو نقطه تعادل ناپایدار است.

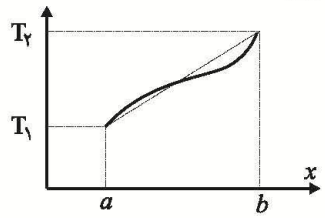
ج) تعادل در x_1 پایدار، و در x_2 ناپایدار است.

د) تعادل در x_1 ناپایدار، و در x_2 پایدار است.

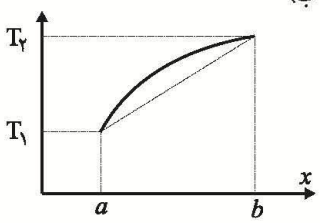
۲۴) یک مخروط ناقص، که زاویه‌ی رأس آن کوچک است، رسانای گرما است. مطابق شکل قاعده‌ی این جسم را در دماهای ثابت T_1 و T_2 که $T_2 > T_1$ است قرار می‌دهیم تا گرما در طول آن شارش یابد، طوری که $T(b) = T_2$ و $T(a) = T_1$ است. سطح جانبی مخروط عایق‌پوش شده، طوری که از آن گرما هدر نمی‌رود. در حالت پایا نقطه‌ی x روی محور جسم را $T(x)$ می‌نامیم. کدام منحنی نشان‌دهنده‌ی رفتار $T(x)$ بر حسب x است؟



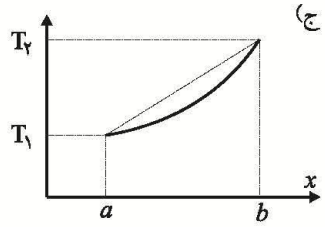
الف)



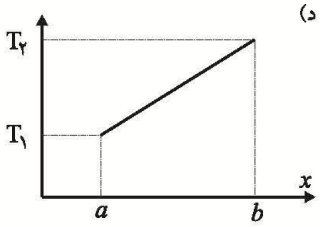
ب)



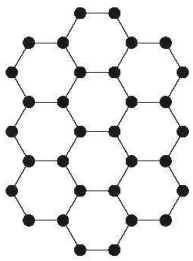
ج)



د)



۲۵) گرافیت شکلی از کربن است که اتم‌های آن روی لایه‌هایی قرار دارند. هر لایه روی یک صفحه‌ی تخت است و لایه‌ها با هم موازی‌اند. هر لایه به صورت شکل از سلول‌هایی تشکیل شده که هر سلول یک شش‌ضلعی منتظم است. روی رأس‌های هر سلول یک اتم کربن قرار دارد. اگر اتم‌های یک سلول روی یک لایه را به اتم‌های سلولی که در لایه‌ی مجاور درست زیر یا بالای آن است به هم وصل کنیم یک منشور مایل به دست 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؟

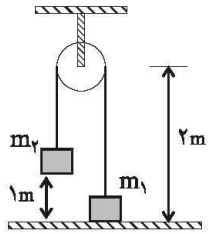


الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

۲۶) در مسئله‌ی قبل، فرض کنید طول ضلع قاعده‌ی منشورها (شش‌ضلعی‌های منتظم) برابر d و فاصله‌ی بین هر دو لایه‌ی مجاور تقریباً $2d$ باشد. اگر چگالی گرافیت $3\ g/cm^3$ باشد، مقدار d تقریباً چند نانومتر است؟

الف) ۰/۱۴ nm ب) ۰/۹ nm ج) ۰/۷ nm د) ۰/۲۲ nm

۲۷) دو وزنه‌ی کوچک به جرم‌های $m_1 = 2\ kg$ و $m_2 = 3\ kg$ به دو سر نخی بسته شده‌اند و نخ از بالای قرقره‌ی بدون اصطکاکی (مطابق شکل) عبور داده شده است. هنگامی که وزنه‌ی m_1 روی زمین است نخ کاملاً کشیده شده و وزنه‌ی m_2 را در ارتفاع 1 m نگه می‌داریم. وزنه‌ی m_2 را رها می‌کنیم. وزنه‌ی m_1 تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



الف) 1/0 m ب) 1/2 m ج) 1/5 m د) 1/7 m

۲۸) بار و جرم الکترون، ضریب K در قانون کولن و ضریب G در قانون گرانش در واحدهای SI به صورت زیر است:

$$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\text{C} \qquad m = ۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱}\ \text{kg}$$

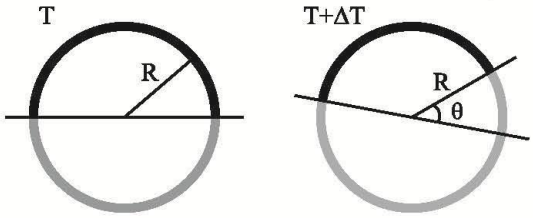
$$K = \frac{۱}{۴\pi\epsilon_۰} = ۹/۰ \times ۱۰^{۹}\frac{\text{Nm}^۲}{\text{C}} \qquad G = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۱}\frac{\text{Nm}^۲}{\text{kg}^۲}$$

نسبت نیروی الکتریکی به نیروی گرانشی دو الکترون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

الف) $۱۰^{۴۵}$ ب) $۱۰^{۴۲}$ ج) $۱۰^{۳۹}$ د) $۱۰^{۳۶}$

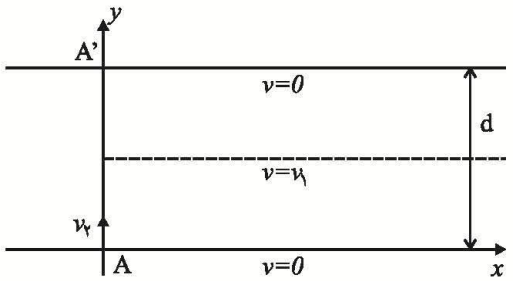
۲۹) وقتی میله‌ای به طول L و سطح مقطع A تحت فشار $\frac{F}{A}$ قرار می‌گیرد، طولش به اندازه‌ی ΔL تغییر می‌کند، به طوری که $\frac{F}{A} = E\frac{\Delta L}{L}$. در این‌جا E ضریب ثابتی است که به جنس میله بستگی دارد و مدول یانگ نامیده می‌شود. دو میله از دو جنس مختلف ولی با طول یکسان و سطح مقطع یکسان مطابق شکل به صورت 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 اندازه‌ی ΔT بالا می‌بریم. فرض کنید تکیه‌گاه همچنان میله‌ها را به صورت دایره‌ای به شعاع R نگه می‌دارد. اگر مدول یانگ و ضریب انبساط طولی میله‌ها $(E\ ,\ ۳\alpha)$ و $(۲E\ ,\ \alpha)$ باشد، زاویه‌ی θ چه‌قدر است؟ ΔT را کوچک بگیرید.

راهنمایی: اگر $|x|$ و $|y|$ خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد و α و β دو عدد دل‌خواه باشند: $(۱+x)^{\alpha}(۱+y)^{\beta} \simeq ۱ + \alpha x + \beta y$



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 به طور یکنواخت کاهش می‌یابد و در کناره‌ها به صفر می‌رسد. قایقرانی از نقطه‌ی A با سرعت ثابت $v_۲$ (نسبت به آب) در امتداد محور y حرکت می‌کند، طوری که اگر آب ساکن بود به نقطه‌ی A' می‌رسید. معین کنید به دلیل حرکت آب، قایقران در چه فاصله‌ای از نقطه‌ی A' به ساحل مقابل می‌رسد؟



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) $\frac{v_۲}{\sqrt{v_۱^۲ + v_۲^۲}}$ و) $\frac{v_۱}{\sqrt{v_۱^۲ + v_۲^۲}}$

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 μ_s است. کم‌ترین اندازه‌ی نیرویی که جسم را در آستانه‌ی حرکت قرار می‌دهد چه‌قدر است؟ شتاب گرانش را g بگیرید.

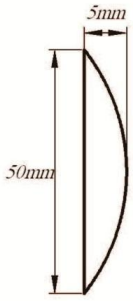
الف) $\frac{\mu_s mg}{1+\mu_s}$ ب) $\mu_s mg$ ج) $\frac{\mu_s mg}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$ د) $\frac{mg}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$

«بخش 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 بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌متر، متر، کیلوگرم، میکروفاراد، و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده است، با دو رقم به دست آورید.
مثال : فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶/۷ میکروفاراد به دست آورده باشید. آن را گرد کنید و به ۲۷ میکروفاراد تبدیل کنید.
توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمرهٔ منفی ندارد.

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 در هر ثانیه n عکس می‌گیرد. فرض کنید سرعت اتومبیل ۳۶ m/s و محیط چرخ آن ۱/۸ m باشد. بیش‌ترین مقدار n چیست؟

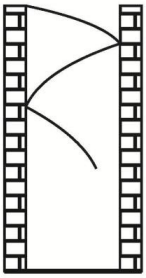
۲) یک عدسی مانند شکل در نظر بگیرید که یک سطح آن تخت و به شکل دایره، و سطح دیگر آن کروی باشد. قطر سطح دایره‌ای بخش تخت ۵۰ mm و ضخامت عدسی در وسط آن ۵ mm است. ضریب شکست عدسی $n = 1/6$ است. موج تختی عمود بر وجه تخت عدسی به آن می‌تابد. زمان عبور جبهه‌ی موج از وسط عدسی چند پیکوثانیه بیش‌تر از زمان عبور آن از لبه‌ی عدسی در طولی به اندازه‌ی ۵ mm است؟
($1\ \text{ps} = 10^{-12}\ \text{s}$ و سرعت نور در خلاء $3 \times 10^8\ \text{m/s}$ است.)



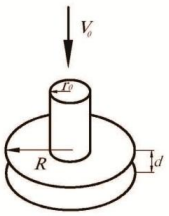
۳) در مسئله‌ی قبل جبهه‌ی موج تخت پس از عدسی به شکل قسمتی از سطح یک کره در می‌آید. با توجه به اطلاعات مسئله‌ی قبل شعاع جبهه‌ی موج بلافاصله پس از عدسی تقریباً چند سانتی‌متر است؟

۴) چشم انسان می‌تواند دو جسم را از هم تفکیک کند به شرطی که زاویه‌ی بین پرتوهایی که از آن دو جسم به چشم می‌رسند از یک حدی بزرگ‌تر باشد. این حد به طول موج نور و قطر مردمک چشم ما بستگی دارد. اگر طول موج λ و قطر مردمک چشم ما D باشد این حد بر حسب رادیان تقریباً $\frac{\lambda}{D}$ است. طول موج نور چراغ‌های جلوی اتومبیلی ۵۵۰ nm و فاصله‌ی 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 فاصله‌ی ۲ m از هم هستند. توپی از بالای یکی از ساختمان‌ها با سرعت اولیه‌ی افقی ۲ m/s پرتاب می‌شود. مطابق شکل این توپ حین پایین آمدن به طور مکرر به دیوار ساختمان برخورد می‌کند. فرض کنید برخورد توپ با دیواره‌ها کش‌سان باشد. در برخورد کش‌سان توپ با دیوار مؤلفه‌ی سرعت در راستای دیوار ثابت می‌ماند و مؤلفه‌ی سرعت عمود بر دیوار برعکس می‌شود. توپ قبل از برخورد با زمین چند برخورد با دیوارها دارد؟ ($g = ۹/۸ \text{ m/s}^۲$ است.)



۶) دو قرص دایره شکل هم‌محور به شعاع $R = ۳۰ \text{ cm}$ به فاصله‌ی $d = ۲ \text{ cm}$ در نظر بگیرید که افقی هستند. از وسط قرص بالایی یک دایره به شعاع $r_۰ = ۲ \text{ cm}$ و هم‌مرکز با قرص بریده‌ایم. یک لوله به شعاع $r_۰$ به طور قائم به قرص بالایی و روی دایره‌ی خالی شده جوش داده‌ایم. آب با سرعت $v_۰ = ۵ \text{ m/s}$ 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 $r = ۱۰ \text{ cm}$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



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 قاعده‌ی 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. به علاوه، سعی بر آن است که دمای این سیم تنگستن برای همه‌ی لامپ‌ها، در هنگام کار، مقدار مشخص $T_۰$ باشد. در این دمای $T_۰$ مقاومت ویژه‌ی 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 $\frac{m_۲}{m_۱}$ چند است؟

کلید آزمون مرحله اول المپیاد فیزیک - دوره بیست و دو / ۲۲

	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	○	○	○	○	○	○

	۱		۲		۳		۴		۵		۶		۷		۸		۹		۱۰		۱۱	
	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
رقم																						
۰	○	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۱	●	○	○	●	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۲	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۳	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۴	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۵	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۶	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۷	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۸	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○