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 واقعیت‌ها 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.

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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

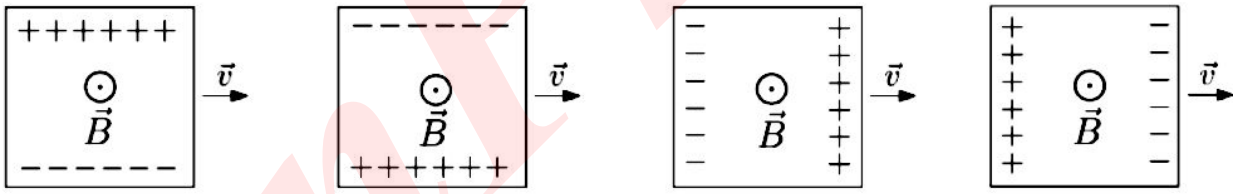
---

۲) جسمی با سرعت اولیه ۱۰ m/s در جهت جنوب به شمال در حرکت است. در بازه‌ی زمانی $0 \le t \le 5\,s$ جسم در معرض یک میدان نیروی ثابت قرار می‌گیرد به طوری که شتاب آن $2\,m/s^2$ در جهت جنوب غربی است و با جنوب ـ شمال زاویه‌ی ۶۰° می‌سازد. سرعت جسم در لحظه‌ی $t = 6\,s$ 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.

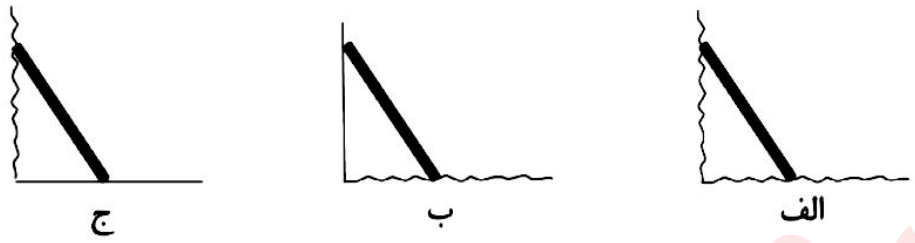
۳) اگر جریان الکتریکی از A به B باشد، کاهنده است.

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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)



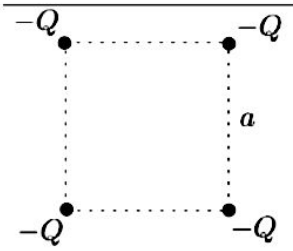
کدام پیکربندی‌ها برای ساکن نگه‌داشتن میله می‌تواند مناسب باشد؟

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) $\dfrac{\bar{v}_1 - \bar{v}_2}{\bar{v}_2 - \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\Delta t_2 - \Delta t_3}$

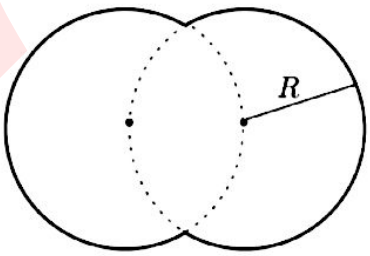
۳) $\dfrac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{\bar{v}_2 + \bar{v}_3} = \dfrac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{\Delta t_2 + \Delta t_3}$

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_0 باشد نیروی وارد بر کف استخر چقدر است؟ چگالی آب را ρ و شتاب گرانش را g بگیرید.

(+۳, −۱)



۱) $(P_0 + \rho g h)(\dfrac{5\pi}{3} - \sqrt{3})R^2$

۲) $(P_0 + \rho g h)(\dfrac{8\pi}{3} - \dfrac{\sqrt{3}}{2})R^2$

۳) $(P_0 + \rho g h)(\dfrac{5\pi}{3} + \dfrac{\sqrt{3}}{4})R^2$

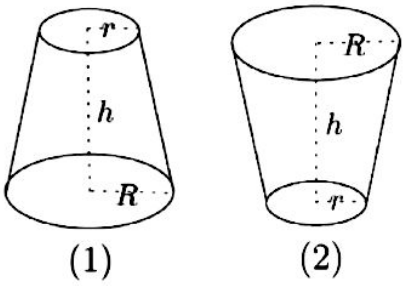
۴) $(P_0 + \rho g h)(\dfrac{4\pi}{3} + \dfrac{\sqrt{3}}{2})R^2$

Iran PhO.ir

Scanned by CamScanner

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)

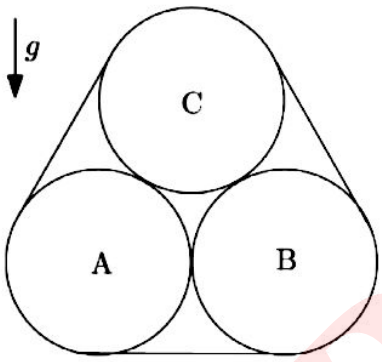


۱) ۰/۶۰ ۲) ۰/۵۰ ۳) ۰/۳۰ ۴) ۰/۲۵

---

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)

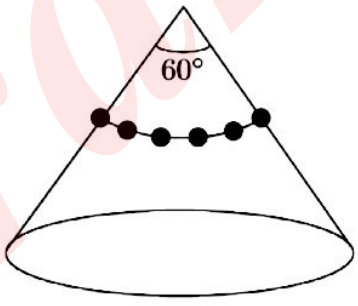


۱) ۰/۵۰ mg ۲) ۰/۵۸ mg ۳) ۰/۷۴ mg ۴) ۰/۸۷ mg

---

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)

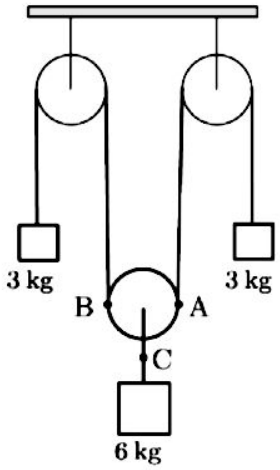


۱) $\sqrt{\frac{3}{4}}\frac{mg}{\sin(\pi/N)}$ ۲) $\frac{mg}{\sin(\pi/N)}$

۳) $\sqrt{\frac{3}{4}}\frac{mg}{\sin(2\pi/N)}$ ۴) $\frac{mg}{\sin(2\pi/N)}$

Iran Physics
Scanned by CamScanner

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) $T_A = T_B$ و $T_A + T_B > T_C$

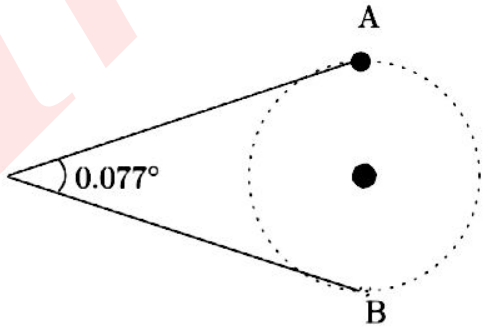
---

۱۳) در ظرفی با حجم متغیر، ۱۰٫۰ مول از یک گاز دو اتمی که برای آن $C_{MP} = 7R/2$ 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 $R = 8.31$ J/mol.K است. (+۳، −۱)

۱) ۲۷۱ m/s ۲) ۴۲۴ m/s ۳) ۴۵۹ m/s ۴) ۵۹۷ m/s

---

۱۴) جرم سیاره‌ی مشتری 1.9×10^{27} kg است. از روی زمین و هنگامی که فاصله‌ی مشتری از زمین 6.3×10^{11} 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 $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2 است. (+۳، −۱)



۱) ۱۸۰۰ روز ۲) ۱۸۰ روز ۳) ۱۸ روز ۴) ۱٫۸ روز

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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 $m_e = 9/1 \times 10^{-31}\ \text{kg}$، جرم پروتون $m_p = 1/7 \times 10^{-27}\ \text{kg}$، ثابت پلانک $h = 6/6 \times 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s}$ است، ثابت گرانش $G = 6/7 \times 10^{-11}\ \text{N.m}^2/\text{kg}^2$، ثابت کولن $k = 9/0 \times 10^9\ \text{N.m}^2/\text{C}^2$ و بار الکتریکی الکترون $e = 1/6 \times 10^{-19}\ \text{C}$ است. (+۳، −۱)

۱) 10^{-8}m ۲) 10^{9}m ۳) 10^{29}m ۴) 10^{33}m

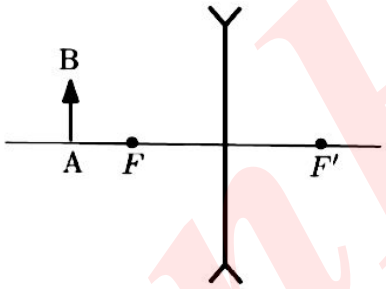
---

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) ۱۵ ۴) ۲۲/۵

---

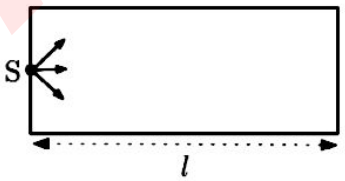
۱۷) در شکل مقابل جسم AB در مقابل یک عدسی واگرا قرار دارد که F و F' کانون‌های آن هستند. اگر $AF' = a$ و بزرگ‌نمایی تصویر m باشد، فاصله‌ی تصویر تا F چقدر است؟ (+۳، −۱)



۱) am ۲) 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)



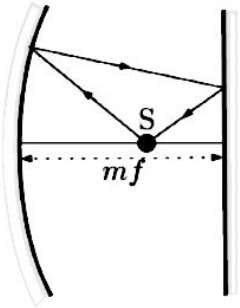
۱) $(n-1)\frac{nl}{c}$ ۲) $(n^2-1)\frac{nl}{c}$ ۳) $(n^2-1)\frac{l}{c}$ ۴) $(n-1)\frac{l}{c}$

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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) $\sqrt{m(m-۲)}\, f$

---

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) $\left(\frac{D-d}{D+d}\right)^۲$

---

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؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

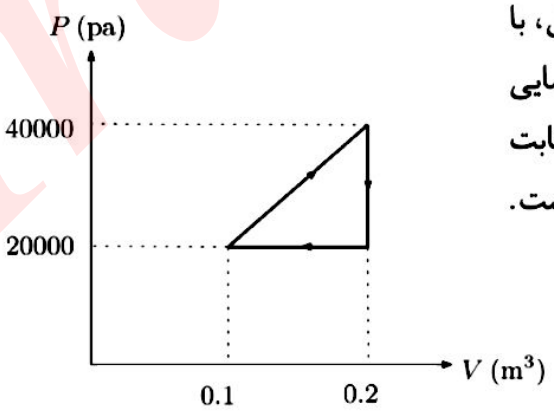
(+۲, −۱)

۱) ۳
۲) ۶
۳) 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)



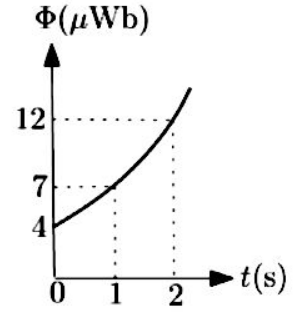
۱) $\frac{۱}{۶}$
۲) $\frac{۱}{۱۱}$
۳) $\frac{۱}{۱۲}$
۴) $\frac{۱}{۱۳}$

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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)

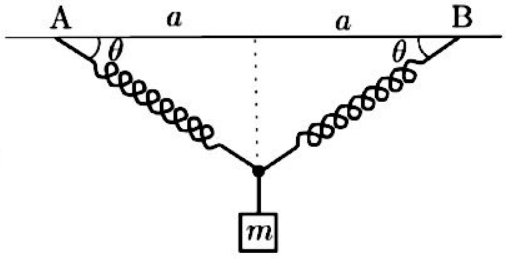


۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

---

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)

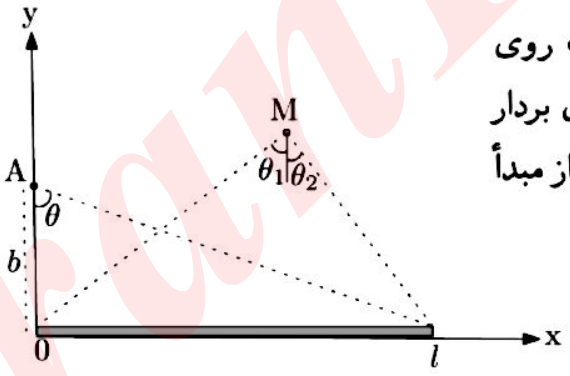


۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\sqrt{۳}$ ۳) $\frac{\sqrt{۶}-\sqrt{۳}}{۲-\sqrt{۳}}$ ۴) $\frac{۲\sqrt{۳}-\sqrt{۶}}{۲-\sqrt{۳}}$

---

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)

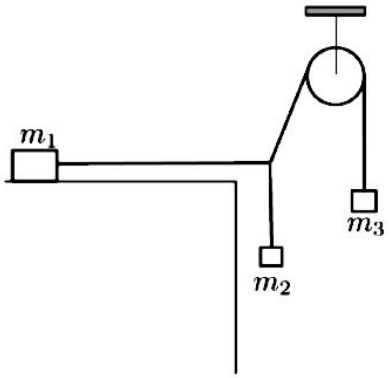
۱) $\tan\theta_۱ - \tan\theta_۲$ ۲) $\sin\left(\frac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)$ ۳) $\cot\left(\frac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)$ ۴) $\tan\left(\frac{\theta_۱-\theta_۲}{۲}\right)$

IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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؟

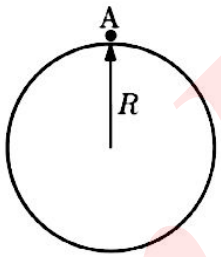
(+۳, −۱)

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)

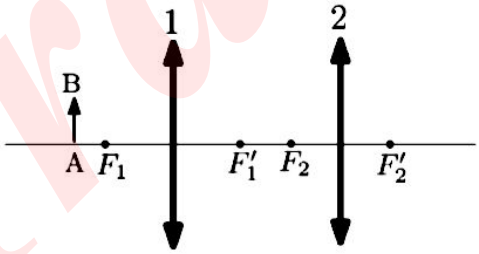


۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

---

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

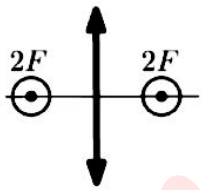
۳) تصویر حقیقی است و سمت چپ عدسی ۲ تشکیل می‌شود

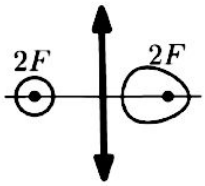
۴) تصویر مجازی است و سمت چپ عدسی ۲ تشکیل می‌شود

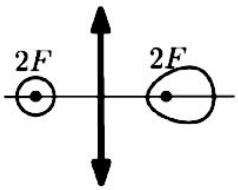
IranPhO.ir

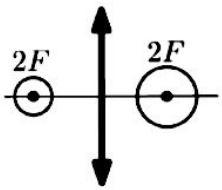
Scanned by CamScanner

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) 

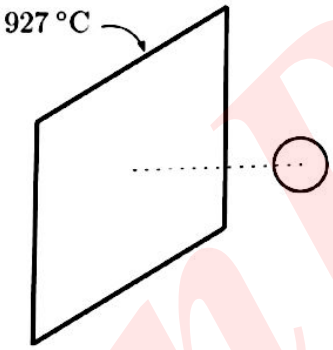
۳) 

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 σT^4 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)

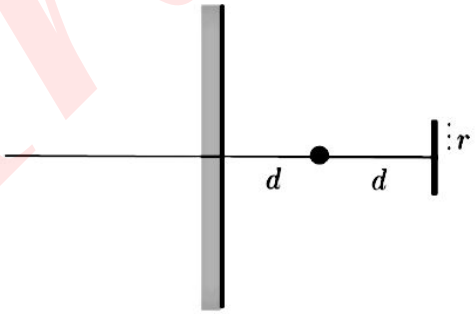


راهنمایی: اگر کره بین دو سطح تابنده‌ی موازی که هر کدام در دمای T هستند قرار گیرد، دمای تعادل آن همان T خواهد بود.

۱) ۹۲۷ ۲) ۷۳۶ ۳) ۵۷۵ ۴) ۳۲۷

---

۳۲) یک پرده‌ی کوچک دایره‌ای به شعاع r در فاصله‌ی $2d$ 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)



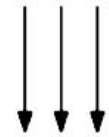
۱) $\frac{1}{36}\frac{r^2}{d^2}$ ۲) $\frac{5}{18}\frac{r^2}{d^2}$ ۳) $\frac{5}{16}\frac{r^2}{d^2}$ ۴) $\frac{1}{4}\frac{r^2}{d^2}$

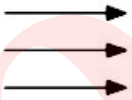
IranPhO.ir

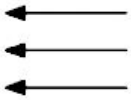
Scanned by CamScanner

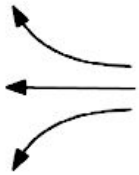
۳۳) در کدام میدان الکتریکی مسیر پروتون یک سهمی به شکل مقابل است؟

(+۳, −۱)

۱) 

۲) 

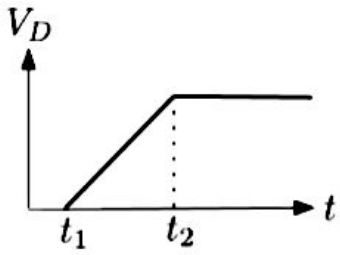
۳) 

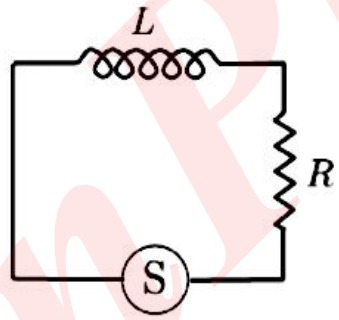
۴) 

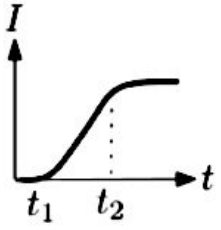
---

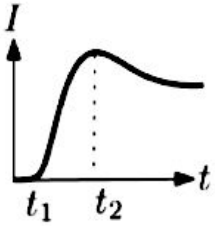
۳۴) مدار شکل مقابل از خودالقای L، مقاومت R و دستگاه S تشکیل شده که ولتاژ دو سر آن بر حسب زمان مطابق نمودار تغییر می‌کند. کدام گزینه نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان است؟

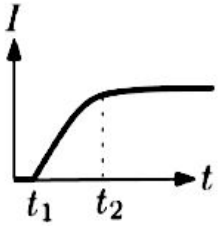
(+۳, −۱)

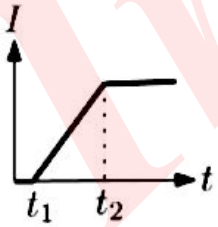




۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

IranPho.ir

Scanned by CamScanner

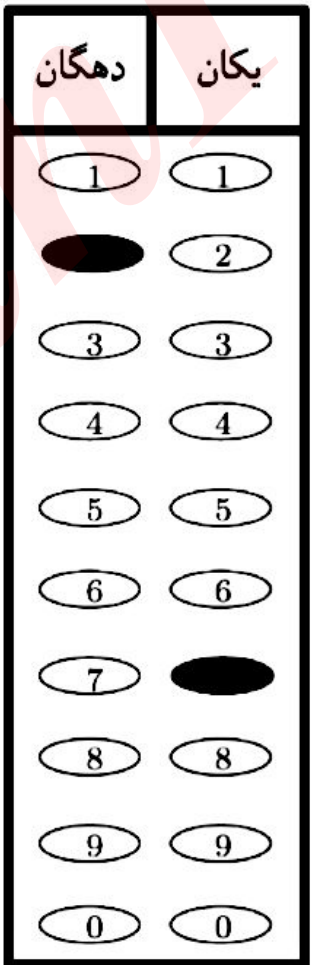
مسئله‌های کوتاه

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.

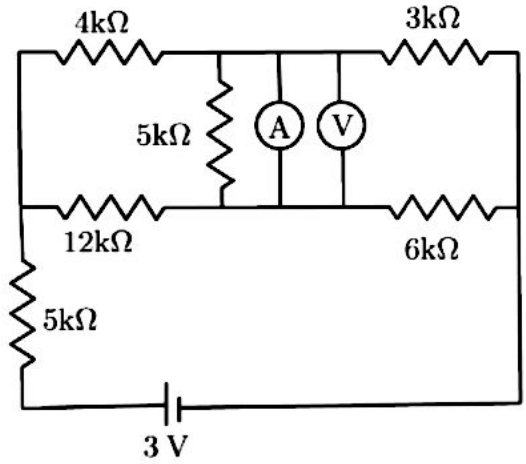
پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.



IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

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؟ (۸ نمره)

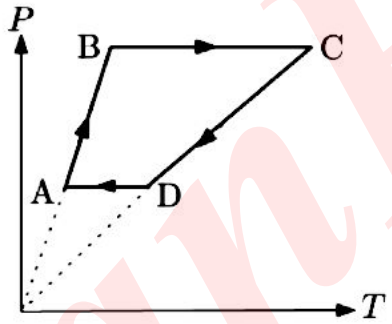


---

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 $t = 0$ 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. (۸ نمره)

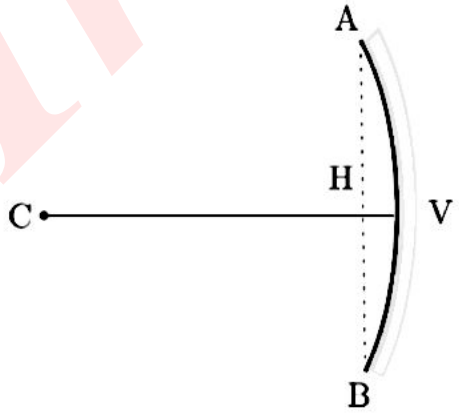
---

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. (۸ نمره)



---

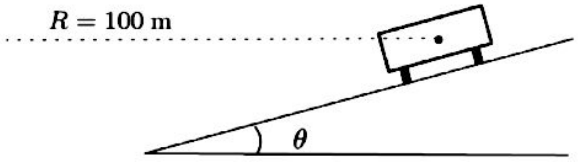
۴) قطر دهانه‌ی آینه کاوی $AB = ۴۰$ cm و فاصله‌ی رأس آینه از AB، مطابق شکل $VH = ۴$ cm است. شئ کوچکی عمود بر محور اصلی را در چه فاصله‌ای از آینه قرار دهیم تا طول تصویر حقیقی آن دو برابر طول جسم شود. پاسخ را بر حسب **سانتی‌متر** بیان کنید. (۸ نمره)



IranPhO.ir

Scanned by CamScanner

۵) شکل مقابل مقطع جاده‌ای را نشان می‌دهد که در آن شیب عرضی θ ایجاد شده است تا اتومبیل‌های دارای سرعت ۲۰ m/s بتوانند پیچی به شعاع $R = ۱۰۰$ m را بدون نیاز به اصطکاک جانبی چرخ‌ها طی کنند (شکل اتومبیل را از پشت سر نشان می‌دهد).

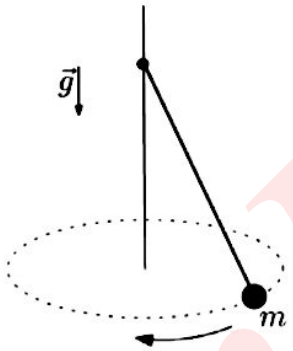


اگر اتومبیلی با سرعت ۲۵ m/s این پیچ را طی کند اصطکاک جانبی چرخ‌ها چقدر است؟ جرم اتومبیل ۶۰۰ kg است. جواب را به صورت مضربی از ۱۰۰ N بیان کنید.

(۸ نمره)

---

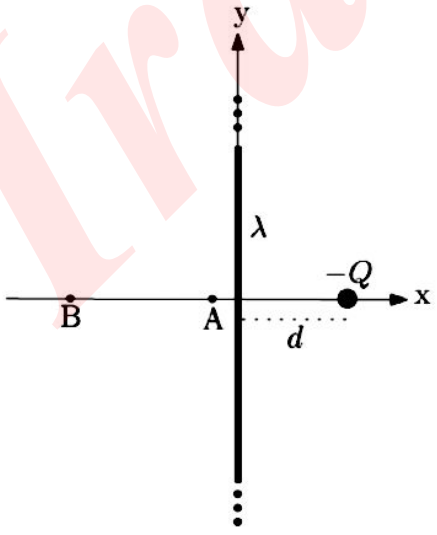
۶) گلوله‌ای به جرم ۳۶۰ g در انتهای نخی به طول ۹۰ cm قرار گرفته و مطابق شکل حول محور قائمی که انتهای نخ به آن بسته شده می‌چرخد. نخ حداکثر می‌تواند نیروی کشش ۴ N وارد کند. حداکثر انرژی جنبشی ذره چقدر می‌تواند باشد؟ جواب را بر حسب $۱۰^{-۲}$ J به دست آورید. فرض کنید $g = ۱۰$ m/s^۲.



(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 $\frac{\lambda}{۲\pi\epsilon_۰ r}$ و راستای آن بر خط بار عمود است. اگر میدان الکتریکی در نقاط A و B به مختصات $x_A = (-۶ + ۴\sqrt{۲})$ cm و $x_B = (-۶ - ۴\sqrt{۲})$ cm صفر باشد، d چند میلی‌متر است؟



(۸ نمره)

IranPhO.ir
Scanned by CamScanner