دفترچه سؤالات مرحله اول

سی‌ویکمین المپیاد فیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۶	۲۷+۵	۲۱۰ دقیقه

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

۱. کد دفترچه‌ی سؤالات شما ۲ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجّه داشته باشید کد دفترچه‌ی 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 همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع 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 مطّلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در بالای پاسخ‌نامه 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 محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه‌ی مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵- پاسخ درست به هر سؤال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره‌ی منفی دارد.

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

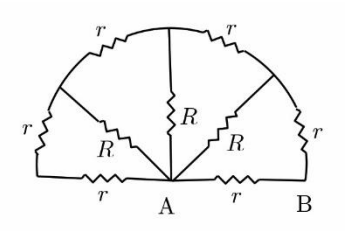
۷- شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند. به علاوه تعدادی از دانش‌آموزان دهمی، برای شرکت آزمایشی و کسب تجربه، برای شرکت در آزمون مرحله دوم پذیرفته خواهند شد.

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

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) $\sqrt{۲}mg$

۲- مقاومت الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B در شکل چقدر است؟ $R=۶۰\,\Omega$ و $r=۳۰\,\Omega$.



۱) $۹۰\,\Omega$ ۲) $۶۰\,\Omega$

۳) $۳۰\,\Omega$ ۴) $۲۰\,\Omega$

۳- در یک دنیای فرضی چهار نوع بار قرمز، آبی، سبز و زرد وجود دارد به‌طوری 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) 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 این‌که 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 $۹۰٫۰\,km/h$ نیاز دارد؟ $g=۹٫۸۰\,m/s^۲$.

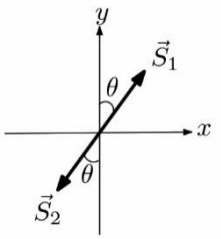
۱) $۱۱٫۴\,s$ ۲) $۱۲٫۵\,s$ ۳) $۴۰٫۱\,s$ ۴) $۴۵٫۰\,s$

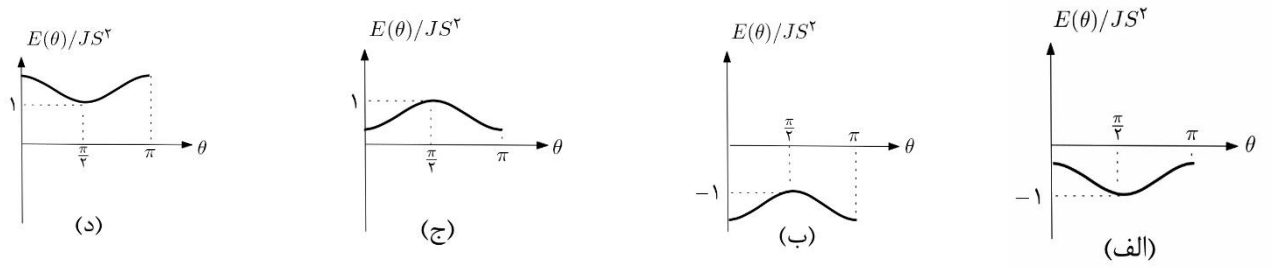
۵- هر دو قطبی مغناطیسی با برداری موسوم به مُمان دوقطبی مغناطیسی، $\vec{S}$، مشخص می‌شود. انرژی دستگاهی متشکل از دو دوقطبی مغناطیسی را به صورت زیر بگیرید

$$E(\theta)=J[S_{۱x}S_{۲x}+S_{۱y}S_{۲y}+\lambda S_{۱y}S_{۲y}+\frac{\mu}{۲}(S_{۱y}^{۲}+S_{۲y}^{۲})]$$

محاسبات و نکته‌های مهم

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 $y-x$ درنظر بگیرید. اندازهٔ هر ممان S است. هر یک از نمودارهای زیر ممکن است انرژی دستگاه را برحسب 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 درنظر 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}

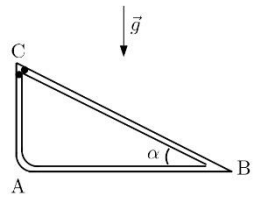
۷- هستهٔ عناصر مانند یک جسم سخت نیست که سطح آن مرز مشخصی دارد. به هسته‌ای با عدد جرمی A شعاع متوسط R نسبت داده می‌شود که رابطهٔ آن با A به صورت $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ است که $R_0 = 1/2\,fm$. جرم یک پروتون یا نوترون $1/67 \times 10^{-27}\,kg$ است. چگالی مادهٔ هسته‌ای کدام گزینه است؟

۱) $2/3 \times 10^{8}\ kg/m^3$ ۲) $2/3 \times 10^{11}\ kg/m^3$

۳) $2/3 \times 10^{14}\ kg/m^3$ ۴) $2/3 \times 10^{17}\ kg/m^3$

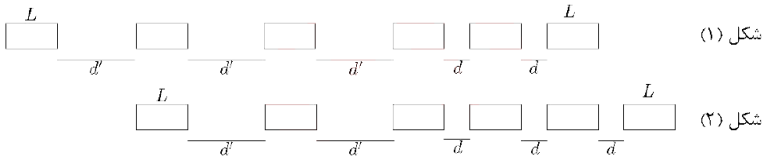
محاسبات و نکته‌های مهم

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 آن‌که اندازهٔ سرعتش 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؟



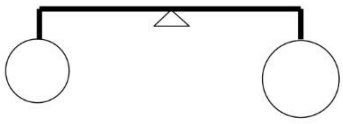
۱) $\frac{۴}{۵}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۹- تصویر هوایی لحظه‌ای از یک بزرگراه مطابق شکل (۱) است. در لحظهٔ تصویربرداری خودرهای جلویی، به فاصلهٔ $d=۲m$ از یکدیگر، با سرعت $v_۱=۵\ m/s$ و خودروهای عقبی به فاصلهٔ d' از یکدیگر، با سرعت $v_۱=۲۵\ m/s$ حرکت می‌کنند. طول همهٔ خودرها را $L=۵\ m$ بگیرید. نخستین خودرو از مجموعهٔ عقبی به محض آن‌که 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 می‌شود که مطابق شکل (۲) است. d' چقدر است؟



۱) ۱۰ m ۲) ۲۵m ۳) ۳۰ m ۴) ۳۵m

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) $\frac{R_۲}{R_۱}=(\frac{\rho_۱(\rho_۲-\rho_۰)}{\rho_۲(\rho_۱-\rho_۰)})^{۱/۳}$ ۲) $\frac{R_۲}{R_۱}=(\frac{\rho_۲-\rho_۰}{\rho_۱-\rho_۰})^{۱/۳}$

۳) $\frac{R_۲}{R_۱}=(\frac{\rho_۱}{\rho_۲})^{۱/۳}$ ۴) $\frac{R_۲}{R_۱}=(\frac{(\rho_۱-\rho_۰)}{(\rho_۲-\rho_۰)})^{۱/۳}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۱- در یک دستگاه از واحدها، موسوم به واحدهای طبیعی، یکای طول $l_p = ۱/۶ \times ۱۰^{-۳۵}\ m$ و یکای دما $T_p = ۱/۴ \times ۱۰^{۳۲}\ K$ است که به آن‌ها به ترتیب طول پلانک و دمای پلانک گفته می‌شود. در این دستگاه از واحدها تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم عالم برحسب دما با رابطهٔ $n = ۰/۱۸T^۳$ داده می‌شود. اگر دمای میانگین عالم در حال حاضر $۲/۷\ K$ باشد تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم چند **فوتون بر سانتی‌متر مکعب** است؟

۱) $۳/۲ \times ۱۰^۲$ 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) $h + (h_۰ - h)(\gamma - ۱) \frac{m}{M}$

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 کدام‌یک از روابط زیر می‌تواند طول موج تابش را بیان کند. $\varepsilon_۰$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و $\mu_۰$ تراوایی مغناطیسی خلأ است.

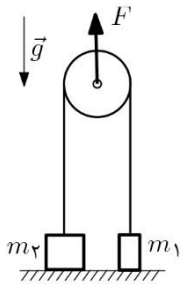
۱) $\lambda = \frac{qB}{m\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}}$ ۲) $\lambda = \frac{qB\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}}{m}$ ۳) $\lambda = \frac{m}{qB\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}}$ ۴) $\lambda = \frac{m\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}}{qB}$

۱۴- یک لامپ $۲/۵\ W$ نور زرد سدیم با طول موج $\lambda = ۵۸۹۰ \mathring{A}$ 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 ۶mn می‌رسد. با توجه به این‌که انرژی فوتون‌ها از رابطهٔ پلانک، $\varepsilon = hf$، به‌دست می‌آید و با فرض آن‌که هیچ منبع نور دیگری نباشد و فوتون‌ها در مسیر خود پراکنده نشوند، این لامپ حداکثر از چه فاصله‌ای قابل تشخیص است؟ $h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c = ۳ \times ۱۰^۸\ m/s$.

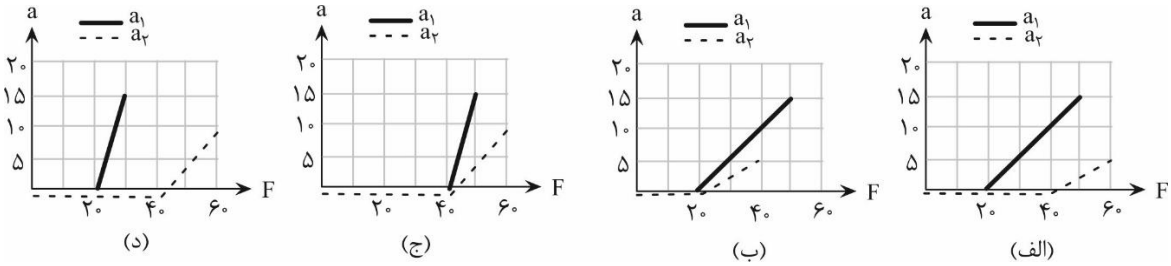
۱) $۱/۳ \times ۱۰^۳\ m$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^۳\ m$ ۳) $۱/۳ \times ۱۰^۶\ m$ ۴) $۲/۵ \times ۱۰^۶\ m$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۵- مطابق شکل دو جسم به جرم‌های $m_1 = 1kg$ و $m_2 = 2kg$ به دو سر ریسمانی که از روی قرقره‌ای گذشته است وصل شده‌اند. جرم قرقره و ریسمان قابل چشم‌پوشی است. در حالی‌که 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. کدام‌یک از نمودارهای زیر شتاب جرم‌های m_1 و m_2 را برحسب F به درستی بیان می‌کند؟ شتاب a_1 را با خط توپر و شتاب a_2 را با خط‌چین نشان داده‌ایم. اعداد روی محور افقی برحسب نیوتن و اعداد روی محور قائم برحسب متر بر مجذور ثانیه است. $g = 10\ m/s^2$.



کدام نمودار درست است؟

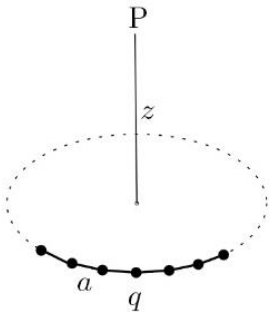


۱) الف ۲) ب ۳) ج ۴) د

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.



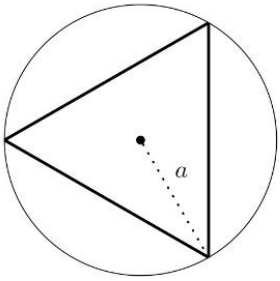
اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ P برحسب $u = \frac{2z}{a}\sin(\frac{\pi}{2n})$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{q_n}{4\pi\varepsilon_0 z^2}\frac{u^2}{4+u^2}$ ۲) $\frac{q_n}{4\pi\varepsilon_0 z^2}\frac{u^3}{(4+u^2)^{3/2}}$

۳) $\frac{q_n}{2\pi\varepsilon_0 z^2}\frac{u^2}{1+u^2}$ ۴) $\frac{q_n}{2\pi\varepsilon_0 z^2}\frac{u^3}{(1+u^2)^{3/2}}$

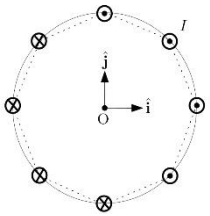
محاسبات و نکته‌های مهم

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) $\frac{۳\sqrt{۳}}{۴}\frac{a^۲}{R}\mu_۰ n\frac{dI(t)}{dt}$ 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، برحسب بردارهای یکهٔ $\hat{i}$ و $\hat{j}$ کدام گزینه است؟

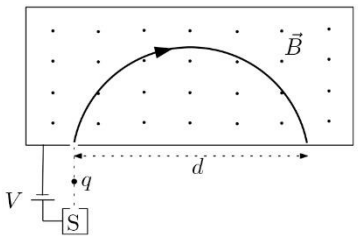


یادآوری می‌شود اندازهٔ میدان مغناطیسی یک سیک طویل حامل جریان I در فاصلهٔ R از آن $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi R}$ است.

۱) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲\hat{i}-۲(۱+\sqrt{۲})\hat{j}]$ ۲) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲(۱+\sqrt{۲})\hat{i}+۲\hat{j}]$

۳) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲\hat{i}+۲(۱+\sqrt{۲})\hat{j}]$ ۴) $\frac{\mu_۰ I}{۲\pi r}[۲(۱+\sqrt{۲})\hat{i}-۲\hat{j}]$

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 $V=۱۰۰۰V$ شتاب می‌گیرند و وارد اتاقکی می‌شوند که در آن میدان مغناطیسی $B=۰/۰۸T$، عمود بر صفحهٔ شکل، برقرار است. فرض کنید یون‌هایی با بار $e=۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C$

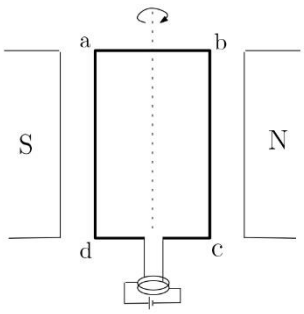


در این دستگاه وارد شده و در فاصلهٔ $d=۳۰/۲cm$ فرود آمده‌اند. اگر واحد جرم اتمی $u=۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg$ باشد، این یون‌ها مربوط به کدام عنصر هستند؟

۱) ${}^{۹}_{۴}Be$ ۲) ${}^{۷}_{۳}Li$ ۳) ${}^{۴}_{۲}He$ ۴) ${}^{۱}_{۱}H$

محاسبات و نکته‌های مهم

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_1 است انتخاب می‌کنیم و N_1 دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان I_1 از سیم‌پیچ می‌گذرد. بار دیگر سیمی از همان جنس به شعاع سطح مقطع r_2 برمی‌داریم و N_2 دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان I_2 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_2 و N_2 برحسب r_1، N_1، I_1 و I_2 کدام گزینه است؟

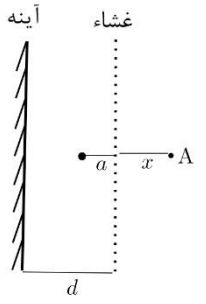
۱) $N_2 = N_1\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}$ و $r_2 = r_1\frac{I_2}{I_1}$

۲) $N_2 = N_1\frac{I_1}{I_2}$ و $r_2 = r_1\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$

۳) $N_2 = N_1\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$ و $r_2 = r_1\frac{I_1}{I_2}$

۴) $N_2 = N_1\frac{I_2}{I_1}$ و $r_2 = r_1\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}$

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 تیپ 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 در نقطهٔ A به فاصلهٔ x از غشاء یک دریافت‌کنندهٔ امواج رادیویی قرار دارد. فرض کنید چشمه در لحظهٔ $t = 0$ 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) $\left[\frac{T_C-(x+a)}{2d}\right]+1$

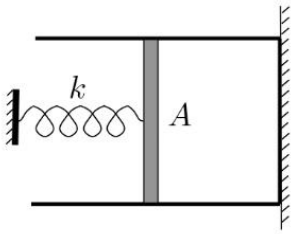
۲) $\left[\frac{T_C}{x+a}\right]+1$

۳) $\left[\frac{T_C}{2d}\right]+1$

۴) $\left[\frac{T_C}{2(d-a)}\right]+1$

محاسبات و نکته‌های مهم

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_1, P_1) به حجم و فشار نهایی (V_2, P_2) می‌رسد. کار انجام شده روی گاز کدام گزینه است؟



راهنمایی: به کمک تعادل نیروها در هر لحظه، نوع رابطهٔ P برحسب V را تعیین کنید.

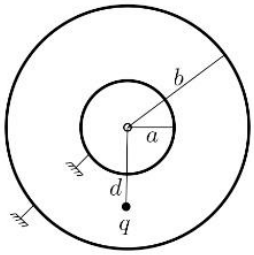
۱) $P_1V_1 - P_2V_2 + k(V_2 - V_1)^2 / 2A^2$

۲) $(P_2 + P_1)(V_1 - V_2)/2 + k(V_2 - V_1)^2 / 2A^2$

۳) $(P_2 + P_1)(V_1 - V_2)/2$

۴) $P_1V_1 - P_2V_2$

۲۴- دو کرهٔ رسانای هم‌مرکز به شعاع‌های a و b متصل به زمین هستند. بار نقطه‌ای q بین دو کره و به فاصلهٔ d از مرکز کره‌ها قرار دارد و بارهای Q_1 و Q_2 را به ترتیب روی کره‌های با شعاع a و b القاء می‌کند. می‌توان نشان داد $Q_1 + Q_2 = -q$. بارهای Q_1 و Q_2 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 برابرند. همچنین لازم به دقت است که پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن $V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$ است و برای مجموعه‌ای از بارها، پتانسیل الکتریکی در هر نقطه برابر با مجموع پتانسیل الکتریکی بارها در آن نقطه است.

۱) $Q_1 = -q\frac{a(b-d)}{d(b-a)}$ ، $Q_2 = -q\frac{b(b-d)}{d(b-a)}$

۲) $Q_1 = -q\frac{a(d-a)}{d(b-a)}$ ، $Q_2 = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}$

۳) $Q_1 = -q\frac{a(b-d)}{d(b-a)}$ ، $Q_2 = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}$

۴) $Q_1 = -q\frac{b(d-a)}{d(b-a)}$ ، $Q_2 = -q\frac{b(b-d)}{d(b-a)}$

۲۵- چگالی آب مایع $1\,g/cm^3$ و عدد آووگادرو $6/02 \times 10^{23}$ است. فاصلهٔ میانگین دو اتم اکسیژن همسایه در آب مایع چقدر است؟

۱) $3\times10^{-7}\,cm$

۲) $3\times10^{-8}\,cm$

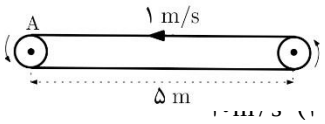
۳) $3\times10^{-9}\,cm$

۴) $3\times10^{-10}\,cm$

محاسبات و نکته‌های مهم

۲۶- مطابق شکل تسمه نقاله‌ای با سرعت ثابت $1\,m/s$ به طرف چپ در حرکت است. جسمی را از نقطهٔ A نزدیک سطح تسمه و در امتداد آن به

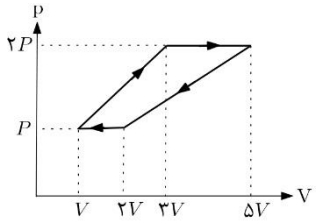
ی بین تسمه و



صورت افقی و با سرعت v_0 نسبت به ناظر زمین به سمت راست پرتاب می‌کنیم.

۱) $4\,m/s$ ۲) $5\,m/s$ ۳) $6\,m/s$

۲۷- یک ماشین گرمایی با یک مول گاز کامل تک اتمی طی فرآیند چرخه‌ای آرمانی نشان داده شده در شکل کار انجام می‌دهد. بازدهٔ این ماشین گرمایی چند درصد است؟



۱) ۷ ۲) ۲۷

۳) ۳۴ ۴) ۶۴

محاسبات و نکته‌های مهم

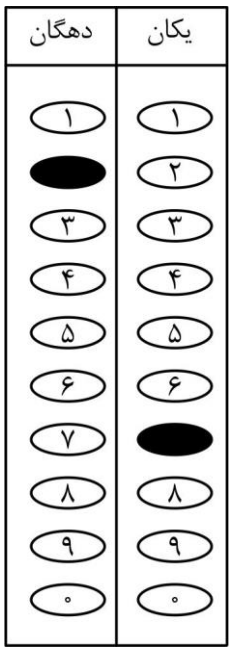
مسئله‌های کوتاه

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 به دست آورد. 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 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.

پاسخ نادرست در این بخش نمرهٔ منفی ندارد.

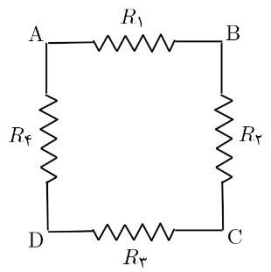


www.irysc.com

۱- قلب یک انسان بالغ تقریباً در هر ۰٫۸ ثانیه یک بار می‌زند و در هر بار $۷۰\ cm^۳$ خون را از سرخرگ آئورت عبور می‌دهد. قطر سرخرگ آئورت ۲cm است. سرعت خون عبوری از آئورت چند **سانتی‌متر بر ثانیه** است؟

۲- فرض کنید پشت چراغ قرمز تعداد زیادی اتومبیل که طول هر یک ۴m 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 $۱\ m/s^۲$ به راه می‌افتد و پس از آن‌که ۸m از اتومبیل عقبی فاصله گرفت، اتومبیل دوم نیز با همان شتاب به راه می‌افتد. اتومبیل سوم نیز پس از آن‌که اتومبیل دوم ۸m از آن فاصله گرفت با همان شتاب شروع به حرکت می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. اگر چراغ ۱۲۰ s ثانیه سبز بماند حداکثر چند اتومبیل می‌توانند از چراغ سبز عبور کنند؟

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؟



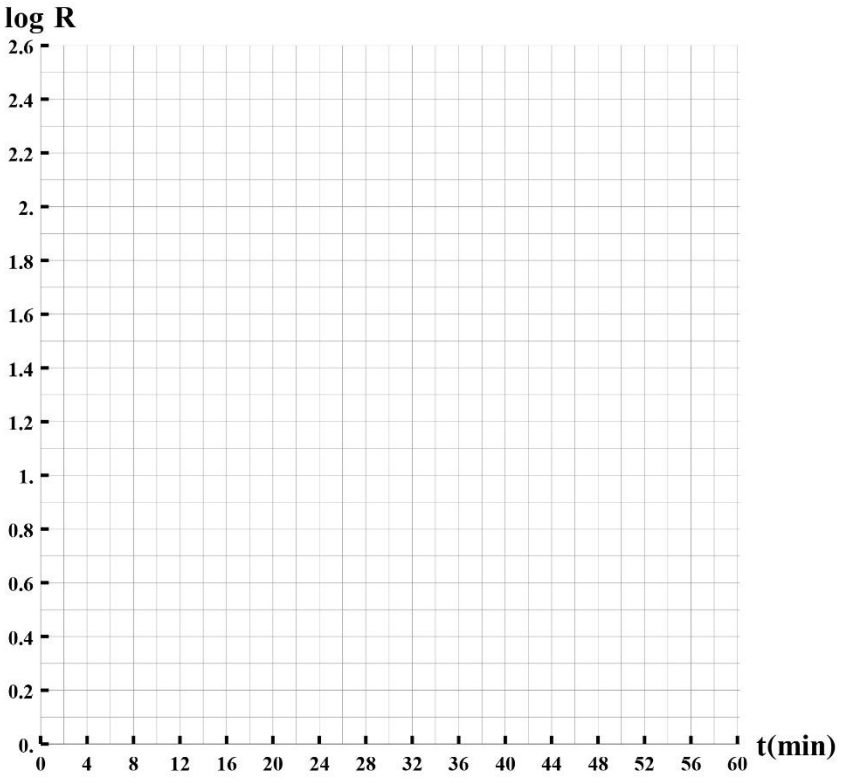
۴- بلندترین فوارهٔ جهان در شهر جده است. این فواره آب را با آهنگ ۳۷۵۰۰ لیتر در دقیقه تا ارتفاع ۲۶۰ m پرتاب می‌کند. قطر ستون آب در محل پرتاب چند **سانتی‌متر** است؟ از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید و سرعت آب را در تمام نقاط سطح مقطع هنگام خروج از فواره یکسان فرض کنید.

۵- تعداد هسته‌ها در یک مادهٔ پرتوزا بر رابطهٔ $N(t)=N_۰\times ۱۰^{k\lambda t}$ 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.

محاسبات و نکته‌های مهم

در جدول مقابل برای یک نمونهٔ پرتوزا آهنگ واپاشی R (برحسب تعداد بر دقیقه) در چهار لحظهٔ t (برحسب دقیقه) داده شده است. با رسم نمودار log R برحسب t نیمه عمر مادهٔ پرتوزا را برحسب **دقیقه** به دست آورید. $\log ۲ \approx ۰٫۳$.

R(تعداد بر دقیقه)	t (دقیقه)
۳۲۰	۸
۲۰۰	۲۳
۱۶۰	۳۰
۸۰	۵۴



آیریسک
کانون دانش‌پژوهان ایران

- آشنایی و برنامه‌ریزی المپیادهای علمی
- اطلاع‌رسانی تمام اخبار المپیادی کشور
- مشاوره و کلاس‌های آنلاین
- آزمون‌های آنلاین المپیاد
- معرفی منابع و فروشگاه کتاب آنلاین

برای دریافت، تصویر بالا را اسکن یا
"المپیاد آیریسک" را جستجو کنید.

@irysccom

@irysc

iran.olympiad