دفترچه سؤالات مرحله اول

سی اُمین المپیاد فیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۵	۲۸+۷	۲۴۰ 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.

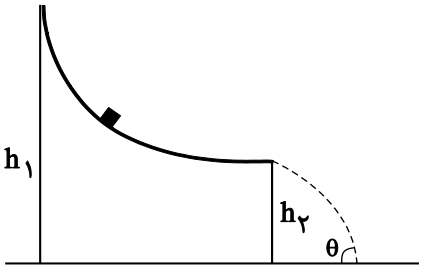
۶- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتّی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.

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.)

سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۵

۱- جسمی مطابق شکل از بالای یک سرسره‌ی بدون اصطکاک در ارتفاع h_1 بالای سطح زمین شروع به حرکت می‌کند. این جسم در ارتفاع h_2 از سطح زمین در حالی‌که سرعتش کاملاً افقی است از روی سرسره خارج می‌شود و با زاویهٔ θ نسبت به افق به سطح زمین برخورد می‌کند. $\frac{h_2}{h_1}$ کدام گزینه است؟



۱) $\sin^2\theta$ ۲) $\sin\theta$ ۳) $\tan\theta$ ۴) $\tan^2\theta$

۲- در یکی از روزهای آخر اسفند و یا اول فروردین، ماه تقریباً حدود ۴۰ دقیقه پس از خورشید طلوع می‌کند. می‌دانیم جهت گردش زمین به دور خورشید و جهت گردش ماه به دور زمین و جهت چرخش زمین به دور خودش یکسان است. فرض کنید صفحهٔ حرکت ماه به دور زمین و صفحهٔ حرکت زمین به دور خورشید یکی است. در غروب این روز

۱) ماه تقریباً ۱۵ دقیقه دیرتر از خورشید غروب می‌کند.
۲) ماه تقریباً ۱۵ دقیقه زودتر از خورشید غروب می‌کند.
۳) ماه تقریباً ۶۵ دقیقه دیرتر از خورشید غروب می‌کند.
۴) ماه تقریباً ۶۵ دقیقه زودتر از خورشید غروب می‌کند.

۳- برای یک حلقهٔ بسته که از آن جریان الکتریکی می‌گذرد می‌توان کمیتی به‌نام ممان مغناطیسی تعریف کرد که از حاصلضرب جریان الکتریکی حلقه در مساحت آن به‌دست می‌آید. برای الکترون نیز می‌توان کمیتی مشابه تعریف کرد. اگر h ثابت پلانک، e بار الکترون و m_e جرم الکترون باشد، با توجه به یکای کمیت‌ها، کدام گزینه می‌تواند ممان مغناطیسی الکترون باشد؟

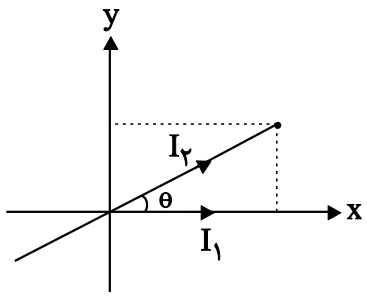
۱) $\frac{eh}{4\pi m_e}$ ۲) $\frac{eh}{4\pi m_e^2}$ ۳) $\frac{eh^2}{4\pi m_e^2}$ ۴) $\frac{e^2h^2}{4\pi m_e^2}$

۴- فرض کنید چگالی هوای جو زمین از روی سطح زمین که مقدار آن $1/225\ kg/m^3$ است به‌طور خطی با افزایش ارتفاع از سطح زمین کاهش می‌یابد تا به صفر برسد. با این مدل ضخامت جو زمین تقریباً چند کیلومتر خواهد بود؟ از تغییرات شتاب گرانش با ارتفاع صرف‌نظر کنید.

۱) ۳۴ ۲) ۲۵/۵ ۳) ۱۷ ۴) ۸/۵

محاسبات و نکته‌های مهم

۵- دو سیم نامتناهی حامل جریان I_1 و I_2 مطابق شکل در صفحهٔ x – y قرار دارند. مکان هندسی نقاطی در این صفحه که میدان مغناطیسی در آن‌ها صفر است کدام است؟



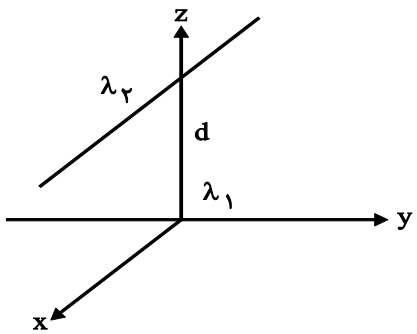
۱) $y = (\frac{I_1}{I_2}\tan(\theta/2))x$

۲) $y = (\frac{I_1 \sin^2\theta}{I_2 + I_1\cos\theta})x$

۳) $y = (\frac{I_1 \sin^2(\theta/2)}{I_2 + I_1\cos(\theta/2)})x$

۴) $y = (\frac{I_1 \sin\theta}{I_2 + I_1\cos\theta})x$

۶- دو خط بار نامتناهی با چگالی بار خطی (بار الکتریکی بر واحد طول) یکنواخت λ_1و λ_2 مطابق شکل به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند. با توجه به ملاحظات فیزیکی اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو خط بار کدام گزینه می‌تواند باشد؟ خط بار λ_2 موازی محور x است.



۱) $\frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}{2\epsilon_0}$

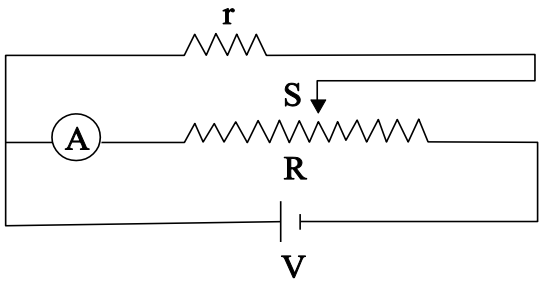
۲) $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{2\epsilon_0}$

۳) $\frac{\sqrt{\lambda_1\lambda_2}\,(\lambda_1 + 2\lambda_2)}{2\epsilon_0}$

۴) $\frac{\lambda_1\lambda_2}{2\epsilon_0 d^2}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۷- در مدار شکل روبه‌رو مقاومت کل پتانسیومتر R است و $r<R$. با جابجا کردن لغزندهٔ S روی مقاومت R جریان گذرنده از آمپرسنج A قابل تغییر است. محدودهٔ تغییرات جریان گذرنده از آمپرسنج کدام گزینه است؟



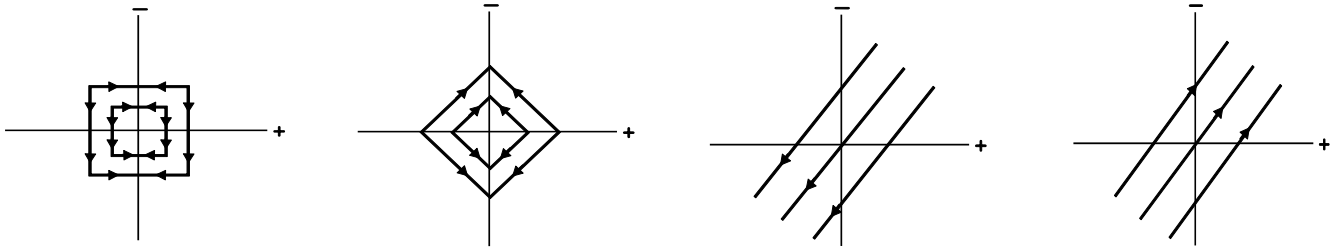
۱) $\frac{V}{R}\frac{1}{1+R/2r} \le i \le \frac{V}{R}$

۲) $\frac{V}{R} \le i \le \frac{V}{R}\frac{1}{1-r/2R}$

۳) $\frac{V}{R}\frac{1}{1+R/4r} \le i \le \frac{V}{R}$

۴) $\frac{V}{R} \le i \le \frac{V}{R}\frac{1}{1-r/4R}$

۸- می‌دانیم میدان الکتریکی ناشی از یک صفحهٔ تخت نامتناهی با توزیع بار یکنواخت در بیرون از آن مقداری ثابت در جهت عمود بر صفحه است. اکنون دو صفحهٔ تخت نامتناهی با توزیع بار الکتریکی یکنواخت ولی علامت‌های متفاوت در نظر بگیرید. این دو صفحه عمود بر هم هستند. کدام شکل خطوط میدان الکتریکی بین صفحه‌ها را درست نشان می‌دهد؟

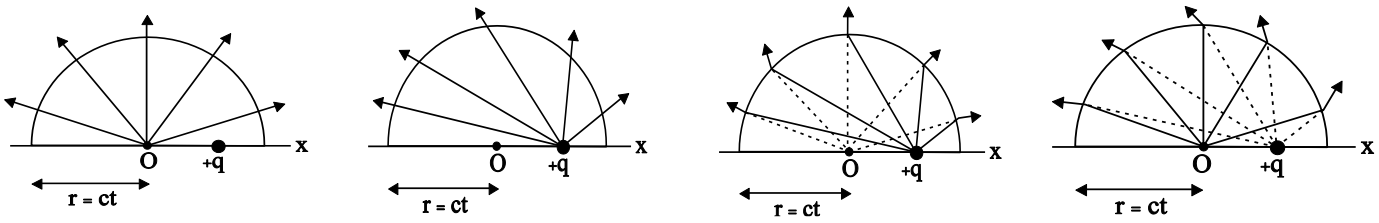


(الف) (ب) (پ) (ت)

۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (پ) ۴) (ت)

محاسبات و نکته‌های مهم

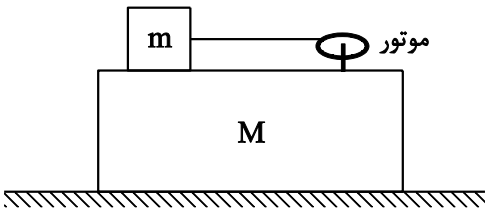
۹- بار الکتریکی q ابتدا در $x = ۰$ ساکن است. ناگهان در $t = ۰$ و در مدت بسیار کوتاهی سرعت آن در امتداد محور x به یک مقدار ثابت می‌رسد. تغییرات میدان الکتریکی در نقطه‌ای که به فاصلهٔ r از مبدأ واقع است پس از زمان $t = \frac{r}{c}$ احساس می‌شود که در آن c سرعت نور است. در زمان t خطوط میدان الکتریکی بار در حال حرکت به کدام شکل نزدیک‌تر است؟



(الف) (ب) (پ) (ت)

۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (پ) ۴) (ت)

۱۰- در شکل مقابل جرم M با زمین اصطکاک ندارد ولی جرم m با جرم M اصطکاک دارد. موتوری روی جرم M نصب شده و نخی افقی که به جرم m وصل است را با سرعت ثابت دور یک قرقره جمع می‌کند. نیروی برآیند وارد به جرم M را F و کار آن را W بنامید. کدام گزینه صحیح است؟



۱) $F = ۰ \ , \ W = ۰$
۲) $F \neq ۰ \ , \ W = ۰$
۳) $F = ۰ \ , \ W \neq ۰$
۴) $F \neq ۰ \ , \ W \neq ۰$

۱۱- فرض کنید یک نوع گاز از معادلهٔ $PV + \frac{an^۲}{V} = nRT$ پیروی می‌کند که در آن P فشار گاز، V حجم گاز، T دمای مطلق گاز و n تعداد مول آن است. R ثابت گازها و a یک ثابت است. برای این گاز انرژی درونی چنین است:

$$U = \frac{۳}{۲} nRT - \frac{an^۲}{V} + U_۰$$

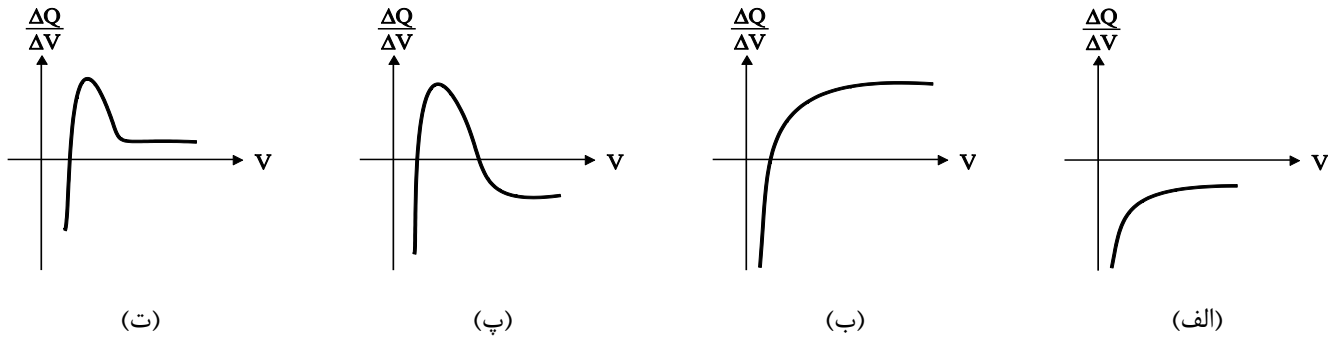
محاسبات و نکته‌های مهم

که در آن $U_{\circ}$ یک مقدار عددی ثابت است. فرض کنید رابطهٔ فشار و حجم گاز به‌صورت زیر است:

$$P = P_{\circ} + \frac{k}{V}$$

که در آن k و $P_{\circ}$ ثابت و مثبت هستند. فرض کنید برای تغییر حجم ΔV، گرمای ΔQ مبادله شود. اگر این فرآیند به آرامی صورت گیرد، $\frac{\Delta Q}{\Delta V}$ در کدام نمودار صحیح رسم شده است.

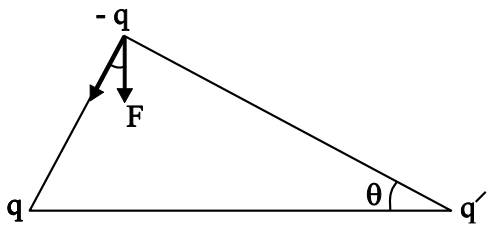
راهنمایی: $\Delta U = \frac{dU}{dV}\Delta V$



(الف) (ب) (پ) (ت)

۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (پ) ۴) (ت)

۱۲- بارهای q، $-q$ و q' مطابق شکل در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند که یکی از زاویه‌های حادهٔ آن θ است. اگر راستای نیروی برآیند وارد بر بار $-q$ مطابق شکل عمود بر وتر باشد نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟



۱) $\tan\theta$

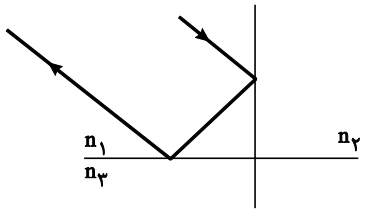
۲) $\tan^{۳}\theta$

۳) $\cot\theta$

۴) $\cot^{۳}\theta$

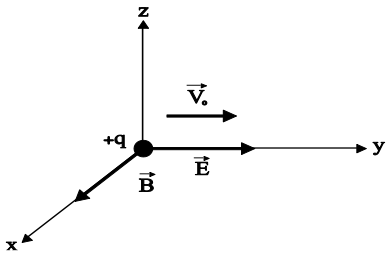
محاسبات و نکته‌های مهم

۱۳- سه محیط شفاف که ضریب شکست آن‌ها مطابق شکل n_1، n_2 و n_3 است در مجاورت هم قرار دارند و سطح جدایی آن‌ها صفحات عمود بر هم‌اند. اگر یک پرتو فرودی پس از دو بازتاب کلی متوالی به موازات پرتو نخستین بازتابد، کدام گزینه درست است؟



۱) $n_2^2+n_3^2<n_1^2$ ۲) $n_1^2+n_2^2>n_3^2$ ۳) $n_1^2+n_3^2>n_2^2$ ۴) $\frac{1}{n_1^2}>\frac{1}{n_2^2}+\frac{1}{n_3^2}$

۱۴- ذرهٔ با بار الکتریکی $+q$ با سرعت اولیهٔ $\vec{v}_0$ در راستای محور y وارد ناحیه‌ای از فضا می‌شود که در آن مطابق شکل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم $\vec{E}$ و $\vec{B}$ برقرار است. کدام گزینه در مورد مسیر حرکت ذره درست است؟



۱) مسیر حرکت مارپیچی است که محور آن محور x است.

۲) مسیر حرکت مارپیچی است که محور آن محور در صفحهٔ $x-y$ است و با محور x زاویهٔ حاده می‌سازد.

۳) حرکت در صفحهٔ $y-z$ صورت می‌گیرد و جابجایی کلی آن به سمت $+z$ است.

۴) حرکت در صفحهٔ $y-z$ صورت می‌گیرد و جابجایی کلی آن به سمت $-z$ است.

۱۵- جسمی به جرم m به N فنر مشابه با ضریب سختی k و طول آزاد l_0 که در یک صفحه قرار دارند متصل شده است. انتهای این فنرها روی رأس‌های یک N ضلعی منتظم ثابت شده‌اند، به‌طوری‌که تمامی فنرها در حالت تعادل خود قرار دارند. این جسم را به آرامی و در جهتی عمود بر صفحهٔ N ضلعی، به میزان δ که از l_0 خیلی کوچک‌تر است بلند کرده و سپس رها می‌کنیم. شتاب جسم درست در لحظهٔ رها شدن چقدر است؟ از گرانش صرف‌نظر کنید.

راهنمایی: برای $|x|$ خیلی کوچک‌تر از یک داریم، $(1+x)^n \approx 1+nx$.

۱) $\frac{Nk\delta}{m}$ ۲) $\frac{Nk\delta^2}{2l_0m}$ ۳) $\frac{Nk\delta^2}{l_0m}$ ۴) $\frac{Nk\delta^3}{2l_0^2m}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۶- کره‌ای فلزی به شعاع R و ظرفیت گرمایی C را تا دمای T_0 گرم می‌کنیم و سپس در لحظهٔ $t=0$ در خلاء قرار می‌دهیم، به گونه‌ای‌که تنها عامل انتقال حرارت کره با محیط از طریق تابش باشد. فرض کنید سطح کره مشابه اجسام موسوم به اجسام سیاه تابش می‌کند به‌طوری‌که انرژی که در واحد زمان از واحد سطح آن تابش می‌شود $I=\sigma T^4$ است که σ یک ثابت است. کدام رابطه دمای کره، T را برحسب زمان، t نشان می‌دهد؟

۱) $\frac{1}{3T^3}=\frac{1}{3T_0^3}+\frac{4\pi R^2\sigma}{C}t$

۲) $\frac{1}{T^3}=\frac{1}{T_0^3}+\frac{4\pi R^2\sigma}{C}t$

۳) $\frac{1}{5T^5}=\frac{1}{5T_0^5}+\frac{4\pi R^2\sigma}{T_0^2 C}t$

۴) $\frac{1}{T^5}=\frac{1}{T_0^5}+\frac{4\pi R^2\sigma}{T_0^2 C}t$

۱۷- ماهواره‌ای در صفحهٔ استوای زمین در مداری دایره‌ای به شعاع دو برابر شعاع زمین و هم‌سو با جهت چرخش زمین حول خودش، به دور زمین می‌چرخد. ناظری واقع بر استوای زمین، سرعت زاویه‌ای ماهواره را زمانی‌که بالای سرش قرار دارد Ω_1 و هنگامی‌که در حال غروب است Ω_2 ثبت می‌کند. نسبت $\frac{\Omega_1}{\Omega_2}$ برحسب سرعت زاویه‌ای ماهواره، Ω_S، و سرعت زاویه‌ای زمین، Ω_e، کدام گزینه است؟

راهنمایی: سرعت زاویه‌ای یک جسم متحرک نسبت به یک ناظر با رابطه $\Omega=\frac{v_{2t}-v_{1t}}{d}$ داده می‌شود که در آن v_{1t} و v_{2t} به ترتیب مؤلفهٔ سرعت ناظر و جسم در راستای عمود بر خط دید ناظر است و d فاصلهٔ ناظر از جسم را نشان می‌دهد.

۱) $1-\frac{\Omega_e}{\Omega_S}$

۲) $2+\frac{\Omega_e}{\Omega_S}$

۳) $2-\frac{\Omega_e}{\Omega_S}$

۴) $\frac{2\sqrt{3}}{3}(2-\frac{\Omega_e}{\Omega_S})$

۱۸- شتاب گرانش زمین در فاصلهٔ r از مرکز آن $g=\frac{GM}{r^2}$ است که G ثابت گرانش و M جرم زمین است. گلوله‌ای از نقطه‌ای واقع بر سطح زمین با سرعت اولیهٔ v_0 به‌طور قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. فرض کنید ارتفاع گلوله نسبت به سطح زمین در مقایسه با شعاع زمین، R، کوچک است، طوری‌که (با توجه به رابطهٔ $(1+x)^n\approx 1+nx$ برای $|x|$ بسیار کوچک‌تر از یک) شتاب ناشی از گرانش، علاوه بر شتاب ثابت $g_0=\frac{GM}{R^2}$ شامل جمله‌ای است که مشابه شتاب ناشی از نیروی فنر است. در این صورت سرعت گلوله در ارتفاع h از سطح زمین کدام گزینه است؟

۱) $\sqrt{v_0^2-2g_0h+\frac{2g_0h^2}{R}}$

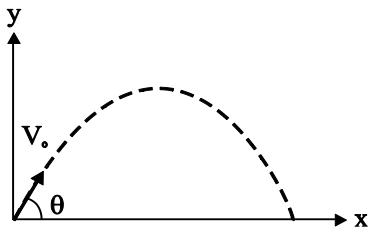
۲) $\sqrt{v_0^2-2g_0h+\frac{g_0h^3}{R^2}}$

۳) $\sqrt{v_0^2-2g_0h+\frac{g_0h^3}{2R^2}}$

۴) $\sqrt{v_0^2-2g_0h+\frac{g_0h^2}{R}}$

محاسبات و نکته‌های مهم

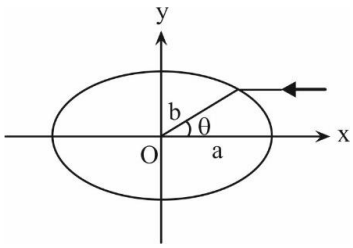
۱۹- لولهٔ یک تفنگ ساچمه‌ای با آهنگ یکنواخت و آرام از زاویه‌ای $\theta = ۰$ تا زاویهٔ $\theta = \frac{\pi}{۲}$ نسبت به



افق می‌چرخد و در این مدت N ساچمه شلیک می‌کند، که N عددی بزرگ است. فاصلهٔ دو ساچمهٔ متوالی، که اولی در زاویهٔ θ شلیک شده است را روی محور افقی x حساب کنید و از روی آن تعداد ساچمه‌های فرود آمده در واحد طول محور x را برحسب θ، g و $v_۰$ (سرعت شلیک ساچمه‌ها) به‌دست آورید.

۱) $\frac{\pi g}{۴Nv_۰^۲ \cos ۲\theta}$ ۲) $\frac{Ng}{\pi v_۰^۲ \cos ۲\theta}$ ۳) $\frac{\pi g}{۴Nv_۰^۲ \sin ۲\theta}$ ۴) $\frac{Ng}{\pi v_۰^۲ \sin ۲\theta}$

۲۰- لوله‌ای با مقطع بیضی در نظر بگیرید که سطح بیرونی آن آینه است. بیضی مقطع لوله مطابق شکل

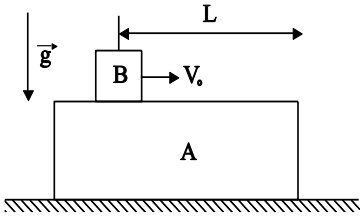


در صفحهٔ $x - y$ با معادلهٔ $\frac{x^۲}{a^۲} + \frac{y^۲}{b^۲} = ۱$ داده می‌شود. یک پرتو نور مطابق شکل موازی محور x به آینه می‌تابد. تانژانت زاویهٔ بین پرتو تابیده با پرتو بازتابیده کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۲a^۲ b^۲ \tan\theta}{a^۴ - b^۴ \tan^۲\theta}$ ۲) $\frac{۲ab\cot\theta}{b^۲\cot^۲\theta - a^۲}$

۳) $\frac{۲ab\tan\theta}{a^۲ - b^۲\tan^۲\theta}$ ۴) $\frac{۲a^۲b^۲\cot\theta}{b^۴\cot^۲\theta - a^۴}$

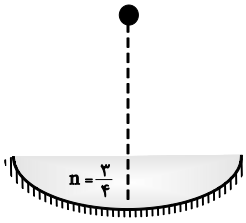
۲۱- در شکل مقابل جسم A با سطح افقی اصطکاک ندارد اما با جسم B اصطکاک دارد و ضریب



اصطکاک بین سطوح آن‌ها μ است. در لحظهٔ $t = ۰$ جسم A ساکن و جسم B با سرعت $\upsilon_۰$ در حال حرکت است و فاصلهٔ وسط آن از انتهای جسم A برابر l است. بیشینهٔ $\upsilon_۰$ چقدر باشد تا جسم B از روی جسم A نیفتد. شتاب گرانش g و $m_A = ۴m_B$ است.

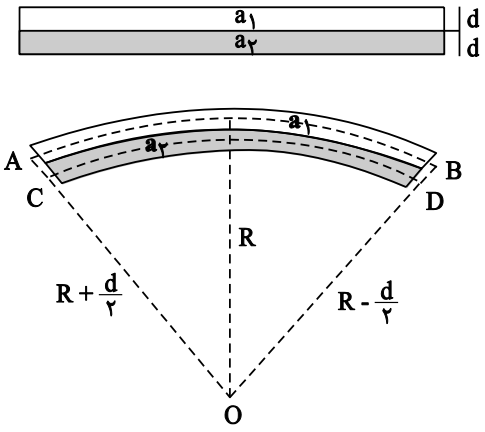
۱) $\sqrt{\frac{۵}{۴}\mu gl}$ ۲) $\sqrt{\frac{۵}{۲}\mu gl}$ ۳) $\sqrt{۵\mu gl}$ ۴) $\sqrt{۱۰\mu gl}$

۲۲- یک آینهٔ کاو (مقعر) پرتوهای نور موازی با محور را در فاصلهٔ ۳۰ cm از رأس آینه جمع می‌کند. مطابق شکل گودی آینه را با آب پر می‌کنیم. یک چشمهٔ نور نقطه‌ای روی محور آینه درنظر بگیرید. فاصلهٔ چشمه از رأس آینه چقدر باشد تا تصویر نهایی روی خودش تشکیل شود؟ فرض کنید ابعاد آینه از فاصلهٔ کانونی آن خیلی کوچکتر است و ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است.



۱) ۸۰ cm ۲) ۴۵ cm ۳) ۴۰ cm ۴) ۲۳ cm

۲۳- دو نوار فلزی با ضریب‌های انبساطی طولی $\alpha_۱$ و $\alpha_۲(\alpha_۱ > \alpha_۲)$ و ضخامت‌های یکسان d در دمای اتاق هم‌طول هستند و در این دما به هم پرچ شده‌اند. وقتی دما به اندازهٔ ΔT افزایش یابد دو نوار مطابق شکل خم می‌شوند و به‌صورت کمانی از دایره به شعاع R در می‌آیند. R چقدر است؟ فرض کنید $\frac{d}{R}$، $\alpha_۱\Delta T$ و $\alpha_۲\Delta T$ از یک خیلی کوچک‌ترند. برای سهولت طول انبساط یافتهٔ دو نوار را مطابق شکل طول کمان‌های AB و CD بگیرید.



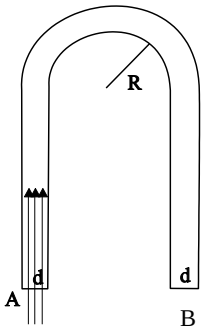
۱) $\frac{d}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)\Delta T}$

۲) $\frac{۲d}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)\Delta T}$

۳) $\frac{d(\alpha_۱ + \alpha_۲)}{۲(\alpha_۱ - \alpha_۲)^۲\Delta T}$

۴) $\frac{d(\alpha_۱ + \alpha_۲)}{(\alpha_۱ - \alpha_۲)^۲\Delta T}$

۲۴- یک میلهٔ شیشه‌ای به ضریب شکست ۱٫۵ که سطح مقطع آن مربعی به ضلع d است، مطابق شکل خم می‌کنیم به‌طوری‌که قسمت خمیده نیم دایره‌ای به شعاع داخلی R است. کمترین مقدار $\frac{R}{d}$ چقدر باشد تا همهٔ پرتوهایی که عمود به سطح A می‌تابند از سطح B خارج شوند.



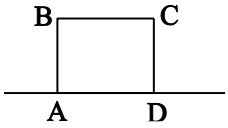
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

محاسبات و نکته‌های مهم

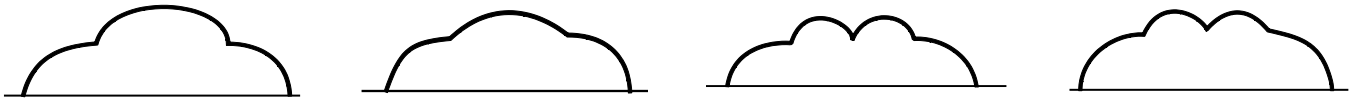
۲۵- یک خازن با ظرفیت C و بار q به همراه n تا خازن خالی با ظرفیت $\frac{C}{n}$ در اختیار داریم. تمام خازن‌ها را یکی پس از دیگری به خازن C وصل می‌کنیم و سپس جدا می‌کنیم. در حدی که n خیلی بزرگ است، بار نهایی باقی‌مانده در خازن C،

۱) کمتر از $\frac{q}{۲}$ و بزرگ‌تر از صفر است.
۲) بیشتر از $\frac{q}{۲}$ است.
۳) $\frac{q}{۲}$ است.
۴) صفر است.

۲۶- مربع ABCD را روی سطح افقی می‌غلتانیم به‌طوری‌که در هر لحظه در حال چرخیدن دور یکی از رأس‌ها باشد.



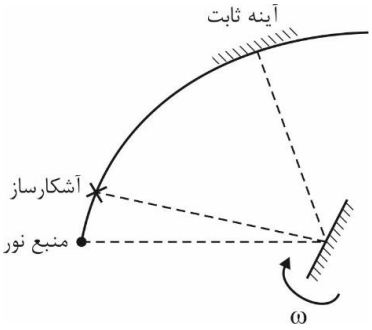
شکل مسیر نقطهٔ A به کدام گزینه شبیه است؟



(الف) (ب) (پ) (ت)

۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (پ) ۴) (ت)

۲۷- در شکل مقابل یک آینهٔ ثابت، یک چشمهٔ نور و یک آشکارساز همگی در فاصلهٔ ۳۰۰ m از یک آینهٔ چرخان قرار دارند. آینه با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. فاصلهٔ چشمهٔ نور تا آشکارساز، ۰/۶ m است. مقدار ω برحسب رادیان بر ثانیه کدام گزینه باشد تا نور بازتابیده از آینهٔ ثابت توسط آشکارساز دریافت شود؟



۱) ۲۵۰
۲) ۵۰۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۲۰۰۰

۲۸- طبق مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن، الکترون در مدار دایره‌ای مانای n ام حول هسته می‌چرخد. این حرکت یک میدان مغناطیسی در محل هسته ایجاد می‌کند که متناسب است با

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

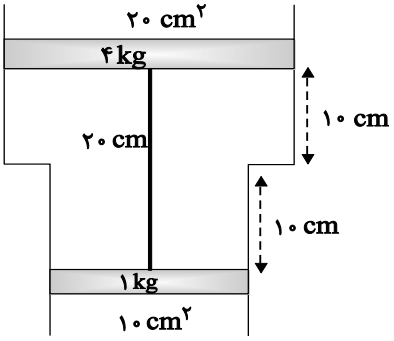
محاسبات و نکته‌های مهم

سؤالات تشریحی

۱- کلیهٔ اجسام می‌توانند بخشی از انرژی تابش شده به سطح خود را جذب کنند و به محیط اطراف خود نیز انرژی تابش کنند. یک دسته از اجسام که به آن‌ها جسم سیاه می‌گویند تمام انرژی که بر سطح آن‌ها می‌تابد را جذب می‌کنند و در دمای T با شدت $I=\sigma T^{۴}$ از سطح خود انرژی تابش می‌کنند که σ ثابت استفان- بولتزمن نام دارد و از خواص جسم مستقل است (شدت یعنی انرژی تابش شده در واحد زمان از واحد سطح). فرض کنید سطح خورشید جسم سیاه است و در تمام جهات یکسان تابش می‌کند، اما سطح زمین کسر $\alpha_{۱}$ از انرژی که به سطح آن می‌تابد را جذب می‌کند و به‌طور مؤثر در مقایسه با یک جسم سیاه ایده‌آل با شدت $\alpha_{۲}\,\sigma T^{۴}$ انرژی به اطراف تابش می‌کند. اگر دمای مؤثر خورشید $T_s=۶۰۰۰K$، دمای مؤثر زمین $T_e=۳۰۰K$، شعاع خورشید $R_s=۷\times۱۰^{۸}\,m$، فاصلهٔ زمین تا خورشید $D=۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,m$ و $\alpha_{۱}=۰/۷$ باشد، $۱۰\alpha_{۲}$ چقدر است؟

۲- در مدل کلاسیکی اتم هیدروژن، الکترون روی مسیر بسته‌ای حول هسته می‌چرخد. الکترون شتاب‌دار امواج الکترومغناطیسی تابش می‌کند. توان تابشی یک الکترون شتاب‌دار $\frac{e^{۲}a^{۲}}{۶\pi\in_{۰}c^{۳}}$ است که a شتاب الکترون، e بار الکترون و c سرعت نور است. فرض کنید در لحظهٔ $t=۰$ الکترون اتم هیدروژن بر روی یک مدار دایره‌ای می‌چرخد و دارای انرژی مکانیکی $E_{۰}=-۱۳/۶eV$ است. همچنین فرض کنید در این لحظه الکترون در هر دور به اندازهٔ $\alpha|E_{۰}|$ انرژی از دست بدهد. اگر $\alpha=k\times۱۰^{-n}$ که $۱<k<۱۰$، عدد n را تعیین کنید. برای الکترون $mc^{۲}=۰/۵۱۱\,MeV$ که m جرم الکترون است.

۳- مطابق شکل ظرفی که به صورت دو استوانهٔ هم محور به سطح مقطع‌های $۱۰cm^{۲}$ و $۲۰cm^{۲}$ ساخته شده و با دو پیستون به جرم‌های $۱kg$ و $۴kg$ بسته شده حاوی ۱۵ ٪ مول گاز ایده‌آل است. دو پیستون توسط نخی به طول $۲۰\,cm$ به هم وصل شده‌اند. فشار هوای بیرون $۱۰^{۵}\,Pa$ است. اگر در وضعیت نشان داده شده در شکل دستگاه در حال تعادل باشد، دمای گاز چند **درجهٔ سلسیوس** است؟ ثابت گازها $R=۸/۳\,J/mol.K$ و شتاب گرانش $g=۱۰m/s^{۲}$ است.



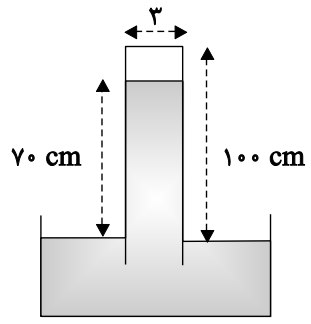
محاسبات و نکته‌های مهم

۴- توان تابشی خورشید بر واحد سطح روی سطح زمین $۱۴۰۰\,W/m^۲$ است. شعاع خورشید $۷/۰\times۱۰^۸\,m$ و فاصلهٔ زمین تا خورشید $۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,m$ است. اگر تابش خورشید در تمام جهت‌ها یکسان باشد، چه مساحتی از سطح خورشید برحسب **متر مربع**، توانی برابر یک نیروگاه برق ۱۰۰۰ مگاواتی تولید می‌کند؟

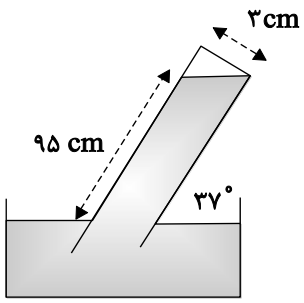
۵- گلوله‌ای از بالای یک ساختمان با ارتفاع ۶۴ m با سرعت $۴\,m/s$ پرتاب می‌شود و به سطح زمین برخورد می‌کند. بیشترین فاصلهٔ افقی که محل برخورد گلوله از ساختمان می‌تواند داشته باشد چند **متر** است؟

۶- مقدار هوا در بالای لولهٔ یک فشارسنج که به‌طور عمودی درون ظرف جیوه قرار گرفته محبوس است (شکل ۱). انتهای لولهٔ فشارسنج ۱۰۰ cm بالای سطح جیوه و ارتفاع جیوهٔ درون لوله ۷۰ cm است. لوله را خم می‌کنیم تا با زاویهٔ ۳۷° نسبت به سطح جیوه درون ظرف قرار گیرد. در این وضعیت مطابق شکل ۲ ستون جیوه در سمت چپ لوله به فاصلهٔ ۹۵ cm از سطح آزاد جیوه و در سمت راست آن در انتهای لوله قرار دارد. فشار هوای بیرون چند **سانتی‌متر جیوه** است؟ در این فرآیند دمای هوای محبوس تغییر نمی‌کند. سطح مقطع لوله، مربعی به ابعاد ۳cm است.

$\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$.

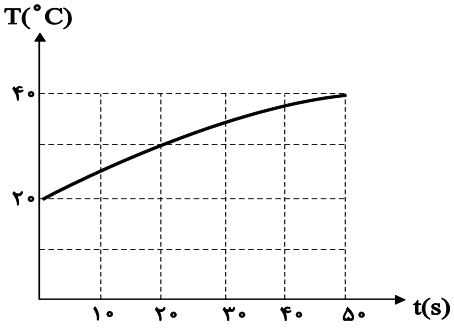


شکل (۱)



(شکل ۲)

۷- در ظرفی مقداری آب در دمای T_0 موجود است. از بالای ظرف قطره‌های آب با آهنگ ثابت در ظرف ریخته می‌شود. فرض کنید دمای هر قطره موقع رسیدن به سطح آب T_1 است و با ورود هر قطره آب، آب درون ظرف به تعادل می‌رسد. اگر شروع ریزش قطرات لحظهٔ $t = 0$ باشد، تغییرات دما برحسب زمان مطابق شکل است. T_1 چند **درجه سلسیوس** است؟



www.irysc.com

- **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.