به نام خدا

تاریخ: ۸۸/۱۰/۲۵

زمان: ۲۴۰ دقیقه

آزمون‌های هماهنگ باشگاه المپیاد

مجموعه مدارس انرژی اتمی و سلام

آزمون فیزیک

آزمون شماره ۴

---

۱. چند توپ را با سرعت اولیه یکسان از بالای یک برج در جهات مختلف پرتاب می کنیم. با فرض چشم‌پوشی از مقاومت هوا، کدام گزینه درست است؟

۱) مکان هندسی موقعیت توپ‌ها در هر لحظه یک سهمی‌گون است.

۲) مکان هندسی موقعیت توپ‌ها در هر لحظه روی کره‌ای است که شعاع آن متناسب با مجذور زمان افزایش می‌یابد.

۳) مکان هندسی موقعیت توپ‌ها در هر لحظه کره‌ای است که مرکز آن با شتاب (g) در حال سقوط است.

۴) مکان هندسی موقعیت توپ ها در هر لحظه کره‌ای است که شعاعش به‌صورت خطی با زمان افزایش یافته و مرکزش با سرعت ثابت پایین می‌آید.

۲. کامپوزیت‌ها نوعی ماده مرکب هستند که برای کاربردهای مختلف ساخته می شوند و در آن‌ها چگالی و استحکام نقش بسزایی دارد. در یکی از انواع آن‌ها، لوله‌های نازک فیبر را درون بسته‌ای از چسب قرار می‌دهند و سپس می‌گذارند تا چسب خشک شود.

فرض کنید چگالی فیبر (ρ) و چگالی چسب خشک شده (ρ') باشد، هم‌چنین شعاع استوانه‌ها فیبرها (r) و فاصله مراکز فیبرها از هم $(۴r)$ باشد. با این فرض که توزیع فیبرها در بستر چسب یکنواخت باشد، چگالی متوسط کامپوزیت چقدر خواهد شد؟

۱) $\frac{\rho+\rho'}{۱۶(\rho-\rho')}$ ۲) $\frac{\pi(\rho+\rho')}{۱۶\rho\rho'}$ ۳) $\rho'+\frac{\pi}{۱۶}(\rho-\rho')$ ۴) $\frac{\pi}{۱۶}(\rho+\rho')-\rho$

۳. قطر شیر آبی با دهانه خروجی خیلی باریک برابر با (d) می‌باشد. از این شیر آب چکه می کند. فرض کنید حجم تمام قطرات آب چکیده از این شیر باهم برابر باشد . در مدت زمان مشخص، (N) قطره از این قطرات، ظرف آبی به حجم (V) را پر می کنند. با فرض اینکه چگالی آب (ρ) و شتاب جاذبه (g) باشد، ضریب کشش سطحی آب (α) مطابق با کدام گزینه است؟

۱) $\alpha=\frac{\rho dg}{N\pi V}$ ۲) $\alpha=\frac{N\pi^{۲}d}{\rho Vg}$ ۳) $\alpha=\frac{۲\rho Vg}{N\pi^{۲}d}$ ۴) $\alpha=\frac{\rho Vg}{N\pi d}$

۴. ظرف آبی به وزن $۵۰\ N$ را روی یک ترازو قرار می دهیم. وزنه‌ای به جرم (m) و چگالی $۲\frac{gr}{cm^{۳}}$ را به نخی وصل کرده و آرام آرام داخل آب می‌کنیم. وقتی که وزنه به‌طور کامل وارد آب می‌شود، ترازو عدد $۶۰N$ را نشان می‌دهد. سپس وزنه را بیشتر داخل آب فرو می بریم. به‌طوریکه با کف ظرف تماس پیدا کند و نخ کاملاً شل شود. با فرض اینکه چگالی آب $(\rho=۱\frac{gr}{cm^{۳}})$ و شتاب جاذبه $g=۱۰\frac{N}{kg}$ باشد، در این صورت ترازو چه عددی را نشان خواهد داد؟

۱) $۶۰\ N$ ۲) $۶۵\ N$ ۳) $۷۰\ N$ ۴) $۷۵\ N$ ۵) $۸۰\ N$

۵. وقتی که توپ پینگ پنگ از بالای یک ساختمان بلند سقوط می کند، پس از مدتی سرعتش به سرعتی موسوم به سرعت حد می رسد و شتابش صفر می‌شود. حال فرض کنید توپ مشابهی را با سرعت اولیه بیشتر از این سرعت حد به سمت بالا پرتاب کنیم . در لحظه‌ای که سرعتش با این سرعت حد برابر می‌شود، مقدار شتابش برابر است با:

۱) صفر ۲) بیشتر از صفر و کمتر از g ۳) g ۴) بیشتر از g

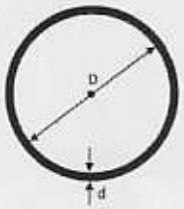
۶. آینه مقعر با فاصله کانونی (f) درنظر بگیرید. اگر ضخامت جسم قرار داده شده در برابر آینه (b) باشد و این ضخامت در برابر (P) (فاصله جسم از آینه) و $(p-f)$ ناچیز باشد، $(b \ll p \ , \ b \ll p-f)$، ضخامت تصویر چقدر خواهد بود؟ (از تقریب $x \ll ۱ \Rightarrow (۱+x)^n \approx ۱+nx$ استفاده کنید.)

۱) $\frac{bf^۲}{p^۲-f^۲}$ ۲) $\frac{bf^۲}{(p-f)^۲}$ ۳) $\frac{bf}{p-f}$ ۴) $\frac{bp}{p-f}$

۷. (n) مول از یک گاز کامل را در یک فرآیند هم فشار از حجم اولیه $(V_۱)$ و دمای اولیه $(T_۱)$ به حجم $(V_۲)$ و دمای $(T_۲)$ می‌رسانیم. ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت (C_P) است. گاز چقدر کار انجام می‌دهد؟

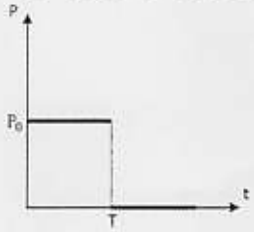
۱) $nRT_۱ \ln(\frac{V_۲}{V_۱})$ ۲) $nC_P(T_۲-T_۱)$ ۳) $nR\,(V_۲-V_۱)$ ۴) $nR\,(T_۲-T_۱)$

۸. یک حلقه نازک رسانا به قطر (D) از سیمی با ضخامت (d) ساخته شده است؛ به‌طوریکه ضخامت سیم در برابر قطر حلقه ناچیز است $(D \gg d)$. با دادن بار (Q) به حلقه، حلقه در آستانه تسلیم (پاره شدن) قرار می‌گیرد. اگر تمام ابعاد ۲ برابر شود، چه باری بر روی حلقه (Q') باید داده شود تا به تنش تسلیم برسد؟

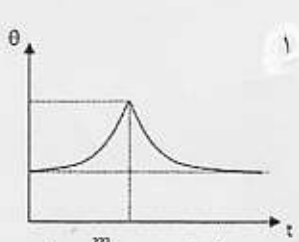


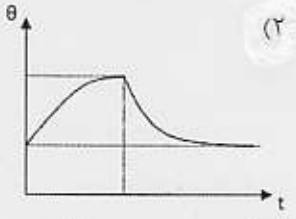
۱) $Q' = Q$ ۲) $Q' = ۲Q$ ۳) $Q' = ۴Q$ ۴) $Q' = ۱۶Q$

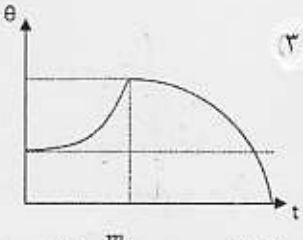
۹. یک قطعه آهن که سطح خارجی آن با هوای آزاد تماس دارد، توسط یک گرم کن الکتریکی گرم می شود. نمودار توان گرمایی گرم کن برحسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است.

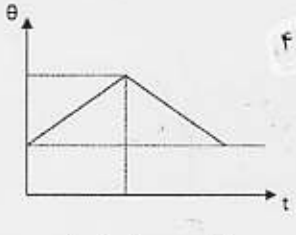


کدام گزینه، نمودار تغییرات دمای قطعه فلز برحسب زمان را به‌درستی نشان می‌دهد؟

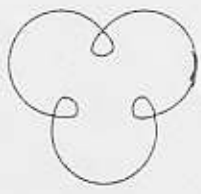
۱) 

۲) 

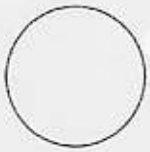
۳) 

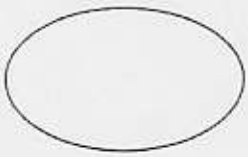
۴) 

۱۰. جسم ۲ با سرعت $۱۰۰ \frac{m}{s}$ در حال گردش به دور جسم ۱ است و جسم ۳ دارای سرعت $۱۵۰ \frac{m}{s}$ نسبت به جسم ۲ و در حال گردش به دو ر آن است. شعاع چرخش ۲ به دور ۱، $۲۰\ m$ و شعاع چرخش ۳ به دور ۲، $۱۰\ m$ است (حرکت سیستم شبیه خورشید، زمین و ماه است). کدام‌یک از گزینه‌ها می‌تواند مسیر جسم ۳ باشد؟

۱) 

۲)

۳) 

۴) 

۱۱. آینه مقعری را مطابق شکل روی سطح افقی می‌گذاریم و گودی آن را از مایعی به ضریب شکست ۱/۵ پر می‌کنیم؛ به‌طوریکه ضخامت مایع در وسط $1\ cm$ شود. مشاهده می‌شود که تصویر نقطه نورانی A واقع بر محور اصلی آینه بر خودش منطبق می‌شود. اگر فاصله نقطه A از سطح آزاد $20\ cm$ باشد، شعاع آینه چقدر است؟

۱) $28\ cm$
۲) $31\ cm$
۳) $30\ cm$
۴) $32\ cm$

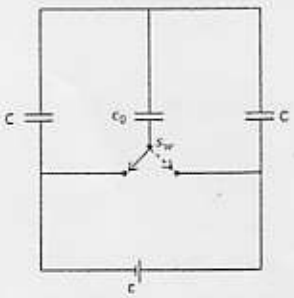
۱۲. وقتی پرتوهای نور خورشید با خط عمود بر شهر A زاویه 30° می‌سازند، با خط عمود بر شهر B زاویه 45° می‌سازند. اگر هر دو شهر روی یک نصف‌النهار باشند، فاصله آن‌ها چند کیلومتر است؟

۱) ۱۷۰۰
۲) ۸۵۰
۳) ۲۸۰
۴) ۵۶۰

۱۳. اگر قطر تمام سیم‌های برق منازل ایران را ۲٪ زیاد کنیم، چه مقدار انرژی در طول سال صرفه‌جویی خواهد شد؟

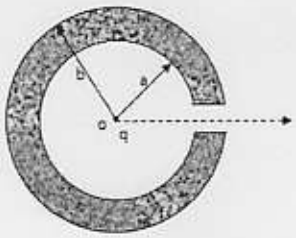
۱) $10^{8}J$
۲) $10^{16}J$
۳) $10^{12}J$
۴) $10^{20}J$

۱۴. چند میلی‌ژول گرما در صورت تغییر موضع کلید S_W از ۱ به ۲، در شکل تولید می‌شود؟ $C = 10\ \mu F\ , C_0 = 20\ \mu F\ , \epsilon = 10\ v$



۱) ۱
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۲
۴) صفر

۱۵. بار نقطه‌ای q در نقطه O، در مرکز یک لایه کره رسانای بدون بار قرار دارد . در لایه رسانا، روزنه کوچکی ایجاد شده است . شعاع‌های داخلی و خارجی لایه به ترتیب b, a هستند. چه مقدار کار برای حرکت آرام بار q از نقطه O تا بی‌نهایت، از طریق روزنه لازم است؟ (چگالی انرژی الکتروستاتیکی در واحد حجم $u_E = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ می‌باشد.)



۱) $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right)$
۲) $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$
۳) $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right)$
۴) $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$
۵) صفر

۱۶. فاصله بین صفحات یک خازن تخت با دو دی الکتریک به ضخامت d_1 و d_2 و گذردهی ϵ_1 و ϵ_2 و مقاومت ویژه ρ_1 و ρ_2 پر شده است. اگر خازن را به ولتاژ V وصل کنیم، چه رابطه‌ای برقرار باشد تا چگالی سطحی بار روی مرز دو دی‌الکتریک صفر شود؟

۱) $\rho_1 d_1 = \rho_2 d_2$
۲) $\epsilon_1\rho_1 = \epsilon_2\rho_2$
۳) $\epsilon_1 d_1 = \epsilon_2 d_2$
۴) $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{d_1}{d_2}$
۵) $\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
۶) $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{d_1}{d_2}$

۱۷. طول جغرافیایی شهر A، 60° شرقی و طول جغرافیایی شهر B، 30° شرقی است. عرض جغرافیایی شهر A، 25° شمالی و عرض جغرافیایی شهر B، 30° شمالی است. در یک روز تابستانی خورشید در شهر A ساعت ۶ به وقت شهر C غروب می کند. همان روز خورشید در شهر B کی غروب می‌کند؟

۱) ساعت ۸ به وقت شهر C
۲) ساعت ۴ به وقت شهر C
۳) پیش از ساعت ۸ به وقت شهر C
۴) بعد از ساعت ۸ به وقت شهر C

۱۸. یک جسم به جرم m از ارتفاع h بالای سر آزاد یک فنر سبک عمودی روی فنر می‌افتد. سر دیگر فنر ثابت است و ثابت فنر آن K است. ماکزیمم سرعت جسم در طول حرکت چقدر است؟

۱) $\sqrt{۲gh}$ ۲) $\sqrt{۲gh+\frac{mg^۲}{k}}$ ۳) $\sqrt{۲gh+\frac{۲mg^۲}{k}}$ ۴) $۲\sqrt{۲gh}$

۱۹. دمای هوا در دو نقطه که اختلاف ارتفاع h دارند را به ترتیب T_i و $T_{i+۱}$ اندازه‌گیری نموده‌ایم. فشار در نقطه i، P_i گزارش شده است. برای به‌دست آوردن چگالی هوا در فاصله نقطه i تا $i+۱$، فشار هوا را در این فاصله $\frac{P_i+P_{i+۱}}{۲}$ و دمای مطلق هوا را در این فاصله $\frac{T_i+T_{i+۱}}{۲}$ بگیرید. $P_{i+۱}$ چقدر می‌شود؟ (M جرم مولی هوا و R ثابت گازها است و نقطه $i+۱$ بالای نقطه i است.)

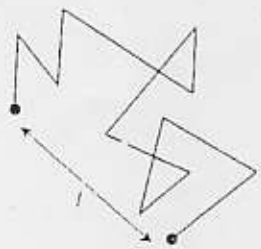
۱) $P_{i+۱}=P_i\frac{(R(T_i+T_{i+۱})-Mgh)}{Mgh+R(T_i+T_{i+۱})}$ ۲) $P_{i+۱}=P_i\frac{(Mgh+R(T_i+T_{i+۱}))}{Mgh-R(T_i+T_{i+۱})}$

۳) $P_{i+۱}=P_i\frac{(Mgh+R(T_i+T_{i+۱}))}{R(T_i+T_{i+۱})-Mgh}$ ۴) $P_{i+۱}=P_i\frac{Mgh+R(T_i+T_{i+۱})}{Mgh}$

۲۰. روشنایی عبارتست از مقدار انرژی نورانی در واحد زمان بر واحد سطح جسم که تحت تابش نور است. یک لامپ را در چه ارتفاعی از بالای یک میز گرد آویزان کنیم تا در لبه‌های آن روشنایی ماکزیمم شود؟ (شعاع میز R است.)

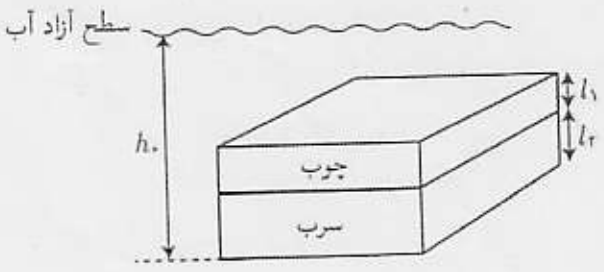
۱) R ۲) $۲R$ ۳) $۰/۷R$ ۴) $۱/۴R$

۲۱. در حرکت براونی یک ذره، می توان حرکت ذره را به صورت مجموعه حرکاتی از خطوط مستقیم درنظر گفت که جهت و اندازه هر جزء حرکت (هر قدم) کاملاً کاتوره‌ای (تصادفی) است. یعنی ذره در هر قدم، طولی متغیر و تصادفی را در جهتی تصادفی طی می کند. اگر طی n قدم ذره‌ای با حرکت براونی به طور متوسط به اندازه l از نقطه شروع جابه‌جا شود، در مورد جابه‌جایی همان ذره پس از طی $۲n$ قدم (l') به طور متوسط چه می‌توان گفت؟ (توزیع طول قدم‌ها و جهت آن‌ها کاملاً تصادفی و یکنواخت است.)



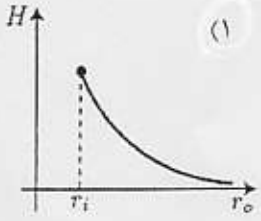
۱) $l'=۲l$
۲) $l'<۲l$
۳) $l'>۲l$
۴) $l'=۰$

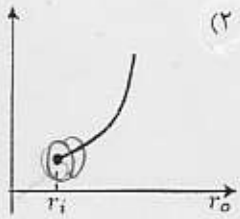
۲۲. دو قطعه چوبی و سربی مطابق شکل زیر به یکدیگر بسته شده اند. مرز میان دو قطعه به دقت عایق بندی شده است؛ به‌طوریکه آب در آن نفوذ نمی‌کند. سطح مقطع‌های دو قطعه A، ارتفاع آن‌ها به ترتیب $l_۱, l_۲$ و جرم آن‌ها $m_۱, m_۲$ است. اگر آن‌ها را در داخل آب بگذاریم، نیرویی که این دو قطعه بلافاصله پس از رها کردن مجموعه به یکدیگر وارد می‌کنند چقدر است؟ (از فشار هوای بیرون صرف نظر کنید.)

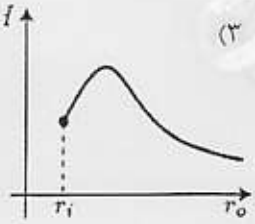


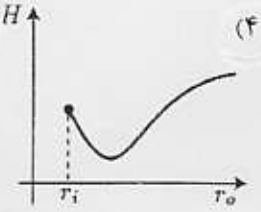
۱) $\rho gA(h_۰-l_۲)$
۲) $\left[h_۰-\frac{m_۲}{m_۱+m_۲}(l_۱+l_۲)\right]\rho gA$
۳) $\left[h_۰+\frac{m_۱}{m_۱+m_۲}(l_۱+l_۲)\right]\rho gA$
۴) $\left[h_۰-\frac{m_۱}{m_۱+m_۲}(l_۱+l_۲)\right]\rho gA$

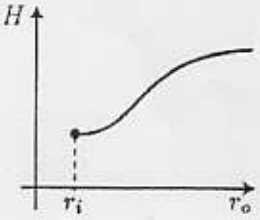
۲۳. دو روش از روش‌های انتقال حرارت بدین شرح است: ۱) رسانش: دیواری به ضخامت Δx و مساحت A درنظر بگیرید که اختلاف دمای دو ظرف آن ΔT است. حرارت منتقل شده در واحد زمان از سطح گرم تر به سطح سردتر، H، از رابطه $H = kA\frac{\Delta T}{\Delta x}$ به‌دست می‌آید که k مقداری ثابت است. ۲) همرفت: دیواری با دمای T_0 و مساحت A را در نظر بگیرید که در معرض سیالی با دمای T قرار دارد. حرارت منتقل شده از دیوار به سیال از رابطه $H = hA(T_0 - T)$ به دست می آید، که h مقداری ثابت است. در شکل زیر مقطع سیمی به شعاع r_i که به خاطر جریان عبوری از آن حرارت تولید می کند، نشان داده شده است. نمودار H برحسب r_0 چگونه است؟ (دمای سیم ثابت و برابر T_0 است؛ بطوریکه $T_0 > T$.)

۱) 

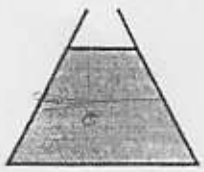
۲) 

۳) 

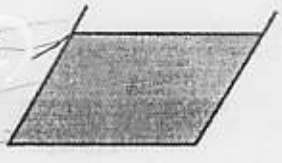
۴) 

۵) 

۲۴. در شکل‌های زیر، جرم و ارتفاع آب در هر چهار ظرف باهم برابر و ارتفاع سطح آزاد آب از سطح زمین برای تمامی آن ها یکی است. اگر تمام آب دورن این ظرف‌ها از سوراخی در ته ظرف روی زمین پخش شود، اندازه کار نیروی جاذبه کدام ظرف بیشتر است؟

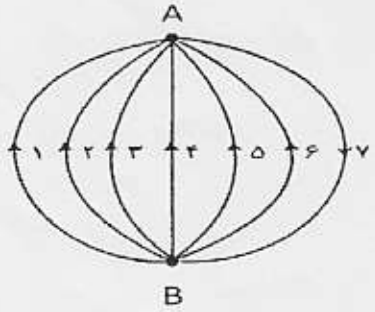
۱) 

۲)

۳) 

۴)

۲۵. یک سیم نازک به دور کره‌ای چوبی به شعاع R پیچیده شده است؛ به‌طوریکه هریک از دورها روی دایره عظیمه گذرنده از دو انتهای قطر AB قرار می‌گیرد. جمعاً شش دور سیم پیچیده شده و زاویه بین صفحات هر دو دور مجاور 30° است. جریان I از این سیم عبور می‌کند. شدت میدان مغناطیسی در مرکز کره چقدر است؟



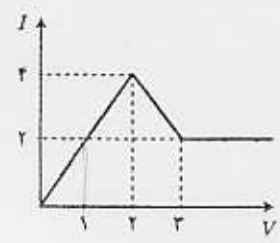
۱) صفر

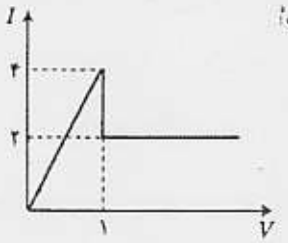
۲) $\frac{\mu_0 I}{R}\sqrt{2-\sqrt{3}}$

۳) $\frac{\mu_0 I}{R}\sqrt{2+\sqrt{2}}$

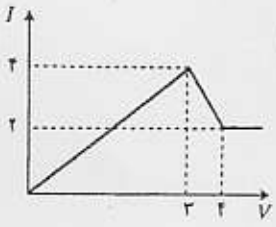
۴) $\frac{\mu_0 I}{R}\frac{2-\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$

۲۶. نمودار جریان برحسب ولتاژ دو مقاومت به شکل زیر است . اگر دو مقاومت را سری کنیم، نمودار مشخصه I (جریان وارد شده به مجموعه دو مقاومت) برحسب V (ولتاژ دو سر مجموعه مقاومت‌ها) کدام است؟

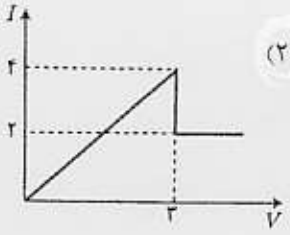




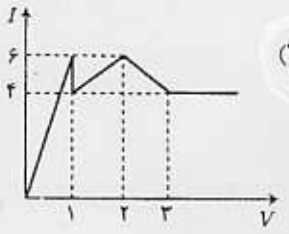
۱)



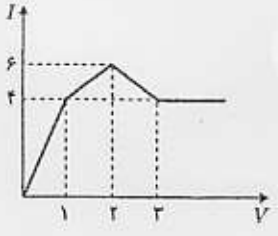
۲)



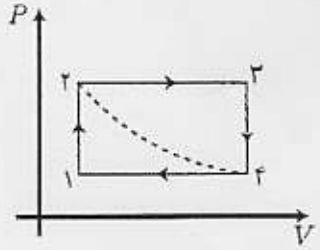
۳)



۴)



۲۷. یک مول گاز کامل یک چرخه شامل ۲ فرایند هم‌حجم و دو فرایند هم فشار را طی می کند. دمای نقاط ۱ و ۳ به‌ترتیب T_1 و T_2 است و نقاط ۲ و ۴ بر روی یک منحنی تک دما قرار دارند. کاری که گاز در این چرخه انجام می‌دهد، چقدر است؟



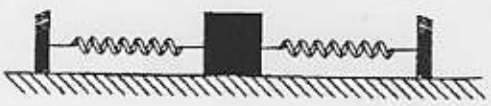
۱) $R(T_1 + T_2 - \sqrt{T_1 T_2})$

۲) $R(\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})^2$

۳) $2R\sqrt{T_1 T_2}$

۴) $R(T_1 + T_2)$

۲۸. سیستم زیر از دو فنر یکسان با طول اولیه l_0 در دمای T_0 و ضریب سختی k تشکیل شده است. طول جسمی ده در میان دو فنر قرار گرفته است، برابر L در دمای T_0 است. نیروی وارد به دیوارها در دمای T_0 برابر صفر است.ضریب انبساط طولی فنرها α و ضریب انبساط طولی جسم β است. ضریب سختی فنرها مستقل از دما است. دما را به اندازه ΔT زیاد می‌کنیم. نیروی وارد بر هر دیوار چقدر است؟



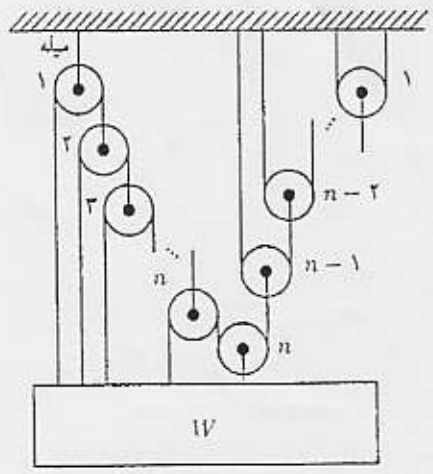
۱) $k\left(\alpha l_0 + \frac{\beta}{2} L\right)\Delta T$

۲) $k l_0 \frac{\beta}{2} \Delta T$

۳) $k\left(\alpha l_0 + \frac{\beta}{2} L\right)(1 + \alpha l_0)\Delta T$

۴) $k\frac{\alpha l_0 + \frac{\beta}{2} L}{1 - \alpha l_0}\Delta T$

۲۹. مجموعه متشکل از $2n$ قرقره مطابق شکل زیر وزنه ای را نگه داشته است . جنس طناب بین قرقره ها یکسان و بیشینه کششی که هر طناب می‌تواند تحمل کند، T است. حداکثر وزنه W که می‌تواند از قرقره‌ها آویزان باشد، چقدر است؟



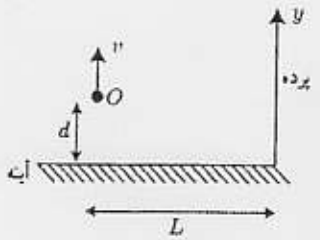
۱) nT

۲) T^n

۳) $\left(1 + \left(\frac{1}{2}\right)^n\right)T$

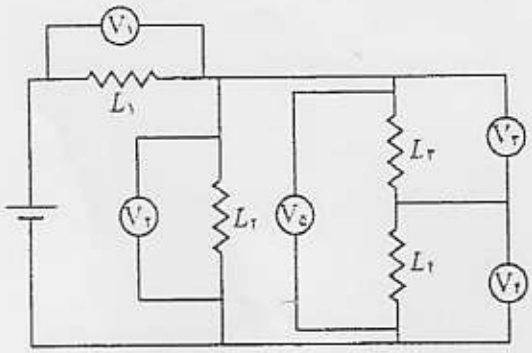
۴) $2T\left(1 + \left(\frac{1}{2}\right)^n\right)$

۳۰. مطابق شکل، یک خط نورانی به طول نامتناهی را موازی یک آینه می‌گیریم. سپس پرده‌ای را موازی خط و عمود بر آینه قرار می دهیم (در شکل، خط نورانی عمود بر صفحه کاغذ در نقطه O است). فرض کنید که منبع نور و تصویر آن در آینه، تشکیل دو منبع همدوس می‌دهند. در این حالت بر اثر تداخل، نوارهای تاریک و روشنی روی پرده تشکیل می شود، چنانچه خط نورانی را با سرعت v عمود بر آینه حرکت دهیم، سرعت نوار تاریک m ام کدام است؟ $(d \ll L)$



۱) $\left(m+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda L v}{2d^2}$
۲) $m\frac{\lambda L v}{2d^2}$
۳) $m\frac{\lambda L v}{d^2}$
۴) $\left(m+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda L v}{d^2}$

۳۱. در مدار شکل زیر، L_1, L_2, L_3, L_4 لامپ‌هایی یکسان‌اند و پنج ولت‌متر نیز به مدار بسته شده است. فرض کنید ولت‌مترها تأثیری برروی مدار ندارند. چنانچه L_3 بسوزد، کدام‌یک از ولتاژها صفر می‌شود؟



۱) فقط V_3
۲) فقط V_4
۳) فقط V_5, V_4, V_3
۴) هیچ‌کدام

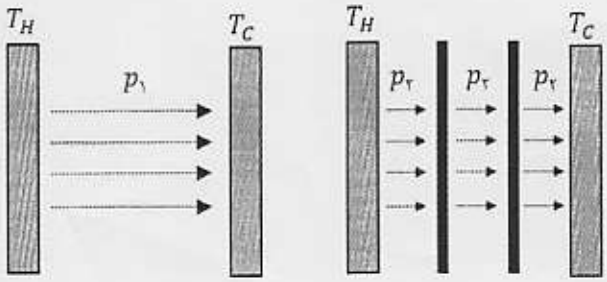
سؤالات کوتاه پاسخ

۶۱. اگر زمین در خلاف جهت چرخش واقعی اش به دور خورشید می چرخید، مدت زمان یک شبانه روز نجومی، تقریباً چند دقیقه کاهش می‌یافت؟

۶۲. ظرفی به حجم $1000\ cm^3$ محتوی هوا در فشار $10^5\ Pa$ است. می‌خواهیم با تلمبه‌ای که حجمش $400\ cm^3$ است، هوای داخل ظرف را تخلیه کنیم تا فشارش تقریباً به $100\ Pa$ برسد. اگر در حین فرآیند مکش دمای گاز تغییر نکند، چند بار باید تلمبه بزنیم؟

۶۳. دو دیواره موازی و بسیار بزرگ که یکی دارای دمای بسیار بالا (T_H) و دیگری دارای دمای پایین (T_C) می‌باشد را در نظر بگیرید. آهنگ عبوری گرما در این حالت (P_1) را در نظر بگیرید.

حال برای آن‌که آهنگ عبوری گرما را کاهش دهیم، ۲ حفاظ گرمایی که می‌توان آن‌ها را به عنوان جسم سیاه در نظر گرفت، مطابق شکل به‌طور موازی با دیواره‌ها قرار می‌دهیم. پس از رسیدن به دمای پایدار، توان عبوری گرما در فضای بین دیواره‌ها برابر با (P_2) خواهد شد. نسبت $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$ چقدر خواهد بود؟



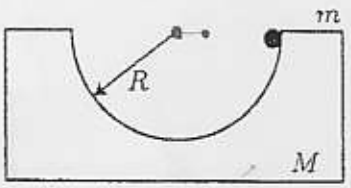
۶۴. یک استوانه جامد فلزی که شعاع آن $۱۰\ cm$ است با سرعت زاویه‌ای $۱۰۰\ \frac{rad}{s}$ می‌چرخد. اختلاف پتانسیل بین سطح استوانه و محور آن $\Delta V = \alpha \frac{m}{e}$ است که در آن $e\ ,m$ جرم و بار الکترون است. مقدار α در $S.I$ چقدر است؟

۶۵. یک آینه مقعر با مساحت $\frac{۱}{۲۰} m^۲$ و با فاصله کانونی $۱۰ m$ در اختیار داریم. اگر توان تابشی خورشید در سطح زمین $۱\ kw/m^۲$ باشد و قطر ظاهری خورشید از زمین $۰/۵^\circ$ باشد، حداکثر توان تابشی که می‌توان از این سیستم گرفت چند $\frac{kw}{m^۲}$ است؟

۶۶. یک ستاره که توسط ناظری در حال رؤیت است، به سرعت پشت یک قله دور ناپدید می شود. شخص ناظر با چه سرعتی باید بدود تا به - طور ثابت ستاره را در همان فاصله زاویه‌ای از کوه ببیند؟ فاصله بین ناظر و قله کوه $۵\ km$ است. (جواب را برحسب $\frac{cm}{s}$ بیان کنید.)

۶۷. مرکز جرم یک سیستم به صورت $\vec{R} = \frac{\sum_i m_i \vec{r_i}}{\sum_i m_i}$ تعریف می‌شود که $\vec{r_i}$ بردار مکان و m_i جرم قسمت i ام است. اگر نیروی خارجی در یک راستا به سیستمی وارد نشود، مرکز جرمش در آن راستا ثابت می‌ماند یا با سرعت ثابت حرکت می کند.

قطعه چوبی به جرم $M = ۸\ kg$ که از داخل آن یک نیم استوانه خارج شده است روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد . مطابق شکل جسمی به جرم $m = ۲\ kg$ را روی لبه حفره استوانه قرار می دهیم و رها می کنیم. اگر همه سطوح بدون اصطکاک باشند، قطعه m مرتباً به چپ و راست حرکت می کند و هربار جسم M نیز در خالف جهت m به راست و چپ می رود. اگر شعاع استوانه $R = ۱\ m$ باشد، دامنه نوسان M چند سانتی‌متر است؟



۶۸. دو کهکشان مشابه را در نظر بگیرید. هرکدام از این کهکشان‌ها به شکل مکعبی به ضلع $۱۰^۴$ سال نوری هستند و حدود $۱۰^{۱۱}$ ستاره هم-اندازه خورشید دارند. قطر خورشید تقریباً $۱۰^۹$ متر است و این ستاره ها تقریباً یکنواخت و تصادفی در کهکشان ها پخش شده‌اند. اگر این دو کهکشان از روبه‌رو باهم برخورد کنند و از داخل هم رد شوند، تعداد برخوردهایی که بین ستاره های دو کهکشان رخ می دهد، حدوداً ۱۰^k است. k چقدر است؟ (از اثرات گرانش صرف نظر کنید.)

۶۹. پرتوی نوری به‌طور افقی به منشوری با ضریب شکست $n = \frac{۳}{۲}$ و زاویه رأس ۴° برخورد می‌کند و پس از عبور از آن به آینه ای عمودی برخورد می‌کند. آینه را چند درجه بچرخانیم تا نور تابیده شده از آن افقی باشد؟ (اگر $\alpha \leq ۶۰^\circ$ باشد، آن‌گاه $\sin\alpha \approx \alpha\ rad$.)