

۵) کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید.

۱) پتانسیل الکتریکی یک قطره کروی رسانا با شعاع r و بار الکتریکی q برابر است با $V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$. اگر n قطره کروی مشابه با شعاع r و بار q با هم قطره کروی بزرگ‌تری درست کنند، پتانسیل الکتریکی این قطره بزرگ کدام است؟

- (۱) $n^{-\frac{1}{3}}V$ (۲) $n^{\frac{1}{3}}V$ (۳) $n^{\frac{2}{3}}V$ (۴) nV

۲) در هریک از نقاط $x_n = 2^n a$ روی محور x بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ قرار می‌دهیم که n جزو مجموعه اعداد صحیح نامنفی است. اندازه میدان الکتریکی در نقطه $x = 0$ کدام گزینه است؟

- (۱) $\frac{q}{\pi\epsilon_0 a^2}$ (۲) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$ (۳) $\frac{q}{3\pi\epsilon_0 a^2}$ (۴) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

۳) پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصله r از آن از رابطه $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ به دست می‌آید. دو بار نقطه‌ای Q و $-2Q$ به ترتیب در مکان‌های $(-a, 0)$ و $(a, 0)$ در صفحه $x-y$ قرار دارند. در هر نقطه از فضا پتانسیل الکتریکی مجموعه‌ای از بارها جمع پتانسیل‌های الکتریکی هریک از آن‌ها در آن نقطه است. مکان هندسی نقاطی از صفحه $x-y$ که پتانسیل الکتریکی صفر دارند یک دایره به شعاع r و مرکز C است. r و C کدام گزینه است؟

- (۱) $r = \frac{4a}{3}$, $C(-\frac{5a}{3}, 0)$ (۲) $r = \frac{2a}{3}$, $C(-\frac{5a}{3}, 0)$ (۳) $r = \frac{4a}{3}$, $C(-\frac{4a}{3}, 0)$ (۴) $r = \frac{2a}{3}$, $C(-\frac{4a}{3}, 0)$

۴) در داخل یک جعبه سیاه ۱۲ باتری را به طور سری به هم بسته‌ایم اما در قطب‌بندی باتری‌ها دقت کافی انجام نداده‌ایم، به طوری که n تا از آن‌ها قطب‌بندی مخالف با بقیه دارند. هریک از باتری‌ها نیروی محرکه $\mathcal{E}$ و مقاومت داخلی r دارند. اگر دو باتری سری شده دیگر از همین نوع را با قطب‌بندی یکسان به مجموعه فوق با دو قطب‌بندی متفاوت ببندیم و دو سر مجموعه را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم، یک بار جریان $3A$ و بار دیگر جریان $2A$ از سیم عبور می‌کند. n کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵) از لبه بالایی یک برج، سنگی را به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در فاصله h زیر نقطه پرتاب اندازه سرعت سنگ دو برابر اندازه سرعت آن در زمانی است که در ارتفاع h بالای نقطه پرتاب است. سنگ در نقطه اوج چه ارتفاعی از نقطه پرتاب دارد؟

- (۱) $5h/6$ (۲) $5h/3$ (۳) $5h/2$ (۴) $5h$

۶) گلوله‌ای را به طور قائم از سطح زمین به طرف بالای یک ساختمان پرتاب می‌کنیم. گلوله در مدت t_1 ثانیه از سطح زمین تا بام را طی می‌کند و مدت t_2 ثانیه بالای ساختمان در حرکت است. اگر گلوله دیگری را از لبه بام رها کنیم تا در مدت t_3 ثانیه به زمین برسد، کدام گزینه صحیح است؟

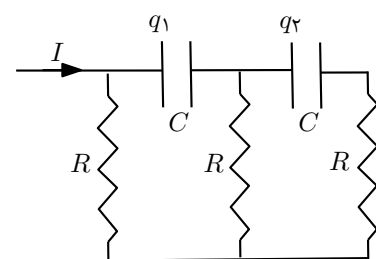
- (۱) $t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + t_2)}$ (۲) $t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + 2t_2)}$ (۳) $t_3 = \sqrt{t_1 t_2}$ (۴) $t_3 = \sqrt{\frac{t_1^2 + t_2^2}{2}}$

۷) ذره‌ای به جرم m با سرعت اولیه v_0 شروع به حرکت می‌کند و با نیروی اصطکاک bv^n متوقف می‌شود، که v سرعت لحظه‌ای ذره است. با توجه به یکای کمیت‌ها زمان توقف t بر حسب m ، v_0 ، b و n با کدام گزینه متناسب است؟

- (۱) $\frac{m}{bv_0^{n+1}}$ (۲) $\frac{m}{bv_0^n}$ (۳) $\frac{m}{bv_0^{n-1}}$ (۴) $\frac{m}{bv_0^{n-2}}$

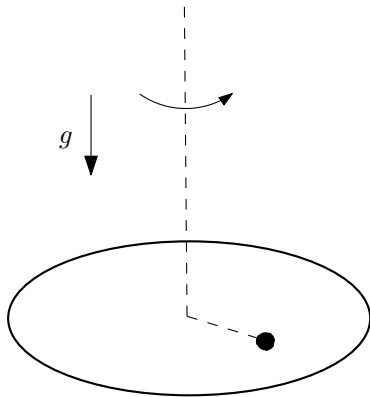
۸) گلوله‌ای از هر ارتفاعی که رها شود پس از برخورد با زمین تا $\frac{2}{3}$ آن ارتفاع بالا می‌آید. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، در چندمین برخورد سرعت گلوله بعد از برخورد با زمین از نصف سرعت آن قبل از اولین برخورد کمتر است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵



۹) در مدار شکل مقابل I ، q_1 و q_2 ثابت هستند. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام گزینه است؟

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) $5/0$ (۴) صفر



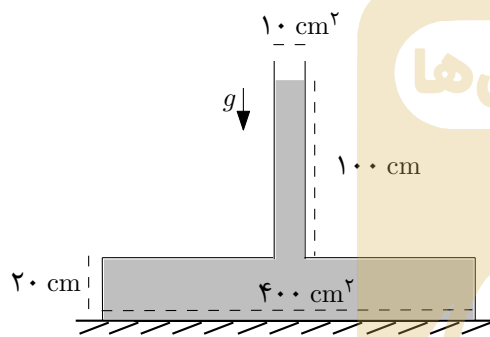
۱۰) یک صفحه گردان هر دو ثانیه یک بار حول محور قائم خود می‌چرخد. جسم کوچکی به جرم 10 kg در فاصله 20 سانتی‌متری محور دوران قرار دارد و همراه صفحه می‌چرخد. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با صفحه گردان به ترتیب 0.35 و 0.3 است. اندازه نیروی اصطکاک جسم با صفحه گردان کدام گزینه است؟

۰/۳۵ N (۴)

۰/۳۰ N (۳)

۰/۲۰ N (۲)

۰/۱۵ N (۱)



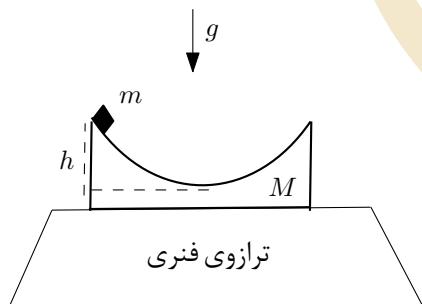
۱۱) دستگاه شکل مقابل روی یک میز افقی قرار دارد. سطح مقطع قسمت فراخ ظرف 400 cm^2 و سطح مقطع لوله باریک بالای آن 10 cm^2 است. ارتفاع قسمت فراخ 20 cm و ارتفاع آب در لوله باریک 100 cm است. فشار هوا در محل 10^5 Pa ، چگالی آب 1 g/cm^3 و شتاب گرانش $g = 10 \text{ m/s}^2$ است. بین سطح خارجی ظرف که در تماس با میز است و میز هیچ لایه هوایی وجود ندارد. با چشم‌پوشی از وزن ظرف، نیرویی که از طرف ظرف به میز وارد می‌شود کدام گزینه است؟

۸۸۰۰ N (۴)

۴۸۰۰ N (۳)

۴۰۹۰ N (۲)

۹۰ N (۱)



۱۲) جسم کوچکی به جرم m مطابق شکل از بالای ظرفی به جرم M رها می‌شود و بدون اصطکاک به پایین می‌لغزد. نقطه شروع حرکت در ارتفاع h نسبت به پایین‌ترین نقطه مسیر است. شعاع انحنای سطح داخلی ظرف $3h$ است. این دستگاه روی یک ترازوی فنری قرار دارد. در لحظه‌ای که جرم m به پایین‌ترین نقطه مسیر می‌رسد ترازو چه وزنی را نشان می‌دهد؟ لازم به یادآوری است که اندازه شتاب مرکزگرا در هر نوع حرکت دایره‌ای $\frac{v^2}{R}$ است که R شعاع انحنای آن است.

$(M + 3m)g$ (۴)

$(M + 5m/3)g$ (۳)

$(M + 2m/3)g$ (۲)

$(M + m)g$ (۱)

۱۳) داخل مکعب مستطیلی به ابعاد a ، b و c یک گرم‌کن الکتریکی با توان P روشن است. ضخامت دیواره‌های این مکعب مستطیل در راستای هر کدام از ابعاد فوق به ترتیب Δa ، Δb و Δc و رسانندگی گرمایی دیواره‌ها K است. دمای جداره‌های بیرون مکعب مستطیل T_2 و دمای جداره‌های داخل مکعب مستطیل T_1 است. کدام گزینه صحیح است؟

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{K \left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a} \right)} \quad (۱)$$

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{2K \left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a} \right)} \quad (۲)$$

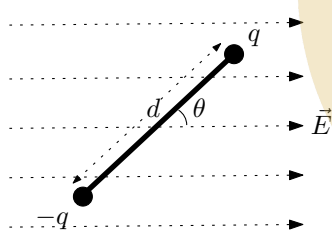
$$T_1 = T_2 + \frac{P}{K \left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a} \right)} \quad (۳)$$

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{2K \left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a} \right)} \quad (۴)$$

باشگاه المپیاد طلایی‌ها

۱۴) بین صفحات یک خازن تخت از نوعی فوم که ثابت دی‌الکتریک آن κ است برای جدا نگه‌داشتن صفحات استفاده کرده‌ایم. اگر مساحت هر صفحه خازن A و اندازه بار روی آن Q باشد فشار وارد بر لایه دی‌الکتریک از هر طرف چقدر است؟

$$\frac{Q^2}{\kappa \epsilon_0 A^2} \quad (۱) \quad \frac{Q^2}{2\kappa \epsilon_0 A^2} \quad (۲) \quad \frac{2Q^2}{\kappa \epsilon_0 A^2} \quad (۳) \quad \frac{Q^2}{(\kappa - 1)\epsilon_0 A^2} \quad (۴)$$

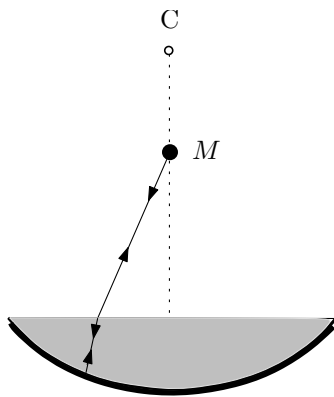


۱۵) یک دوقطبی در میدان الکتریکی یکنواخت E قرار دارد و از زاویه $\theta = 0$ تا زاویه $\theta = \theta_0$ حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد می‌چرخد. کار نیروی الکتریکی در این تحول بر حسب $p = qd$ (که اندازه گشتاور دوقطبی نام دارد) چقدر است؟

$$pE \cos \theta_0 \quad (۱) \quad -pE \cos \theta_0 \quad (۲) \quad -pE(1 - \cos \theta_0) \quad (۳) \quad pE(1 - \cos \theta_0) \quad (۴)$$

۱۶) فرض کنید نوکلئون‌ها، یعنی پروتون‌ها و نوترون‌ها حجم یکسانی دارند و حجم هسته با مجموع حجم نوکلئون‌های آن متناسب است. دو هسته در نظر بگیرید که عدد اتمی و عدد جرمی برای یکی Z_1 و A_1 و برای دیگری Z_2 و A_2 باشد. اندازه نیروی کولنی متوسط بین دو پروتون مجاور هم در هر یک از این دو هسته به ترتیب F_1 و F_2 است. نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ کدام گزینه است؟

$$\left(\frac{Z_2 A_2}{Z_1 A_1} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (۱) \quad \left(\frac{Z_1 A_2}{Z_2 A_1} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (۲) \quad \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (۳) \quad \left(\frac{Z_2 A_2}{Z_1 A_1} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (۴)$$



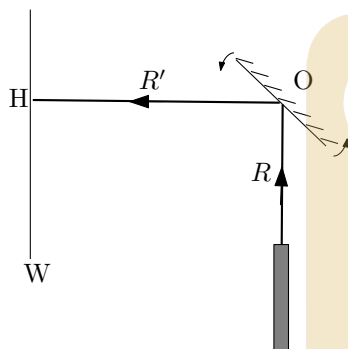
(۱۷) آینه کروی کاو به شعاع 17 cm مطابق شکل از مایع شفاف به ضریب شکست $1/6$ پر شده است. این آینه قسمتی از یک کره است که مرکز آن نقطه C مرکز آینه نامیده می‌شود. بیشترین عمق مایع درون آینه کروی $1/6\text{ cm}$ است. با توجه به این که برای زاویه‌های کوچک سینوس و تانژانت زاویه با خود آن برابر است، چشمه نقطه‌ای M را در چه فاصله‌ای از مرکز این آینه روی محور اصلی آن قرار دهیم تا تصویر آن بر روی خودش واقع شود؟

$$6\text{ cm} \quad (۴)$$

$$6/4\text{ cm} \quad (۳)$$

$$10\text{ cm} \quad (۲)$$

$$10/6\text{ cm} \quad (۱)$$



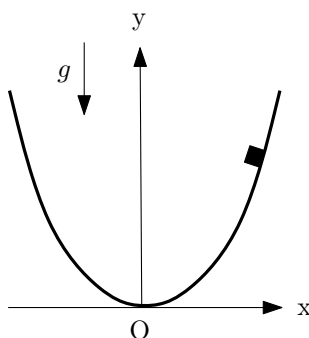
(۱۸) در دستگاه شکل مقابل آینه به طور یکنواخت حول محوری که از نقطه O می‌گذرد دور خودش می‌چرخد و دوره چرخش آن T است. لیزری پرتو نوری را به نقطه O از آینه می‌تاباند. نور بازتابیده روی دیوار W یک لکه نورانی متحرک ایجاد می‌کند. در لحظه‌ای که لکه نور از نقطه H عبور می‌کند، سرعت آن چقدر است؟ R و R' به ترتیب فاصله لیزر و دیوار از نقطه O هستند.

$$\frac{4\pi R}{T} \quad (۴)$$

$$\frac{4\pi R'}{T} \quad (۳)$$

$$\frac{2\pi R'}{T} \quad (۲)$$

$$\frac{2\pi R}{T} \quad (۱)$$



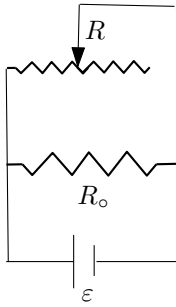
(۱۹) سطح داخلی ظرفی که مقطع قائم آن به شکل روبروست بدون اصطکاک است. این ظرف حول محور قائم Oy به طور یکنواخت می‌چرخد و در مدت T ثانیه یک دور می‌زند. معادله این مقطع در صفحه $x-y$ به صورت $y = ax^2$ است. دوره چرخش طوری است که اگر جسم کوچک m در هر نقطه‌ای از سطح درونی ظرف در تماس با آن باشد می‌تواند همراه ظرف بچرخد و به بالا یا پایین حرکت نکند. اگر شتاب گرانش در محل g باشد رابطه T^2 با a و g کدام است؟ راهنمایی: شیب خط مماس بر نمودار $y = ax^2$ در نقطه‌ای به طول x برابر $2ax$ است.

$$T^2 = \frac{\pi^2}{4ag} \quad (۴)$$

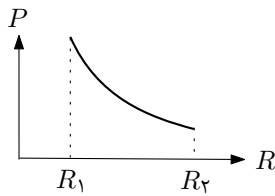
$$T^2 = \frac{4\pi^2}{ag} \quad (۳)$$

$$T^2 = \frac{\pi^2}{2ag} \quad (۲)$$

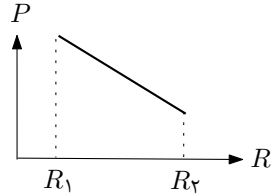
$$T^2 = \frac{2\pi^2}{ag} \quad (۱)$$



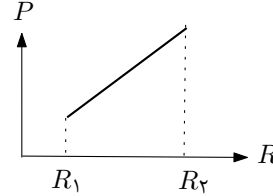
۲۰) در مدار شکل مقابل مقاومت داخلی باتری قابل چشم‌پوشی است. مقاومت متغیر را از R_1 تا R_2 ($R_2 > R_1$) افزایش می‌دهیم. نمودار توان الکتریکی مصرف شده در کل مدار بر حسب مقاومت متغیر کدام گزینه است؟



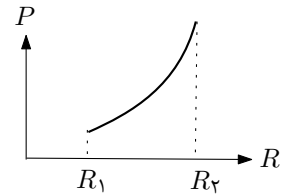
(الف)



(ب)



(ج)

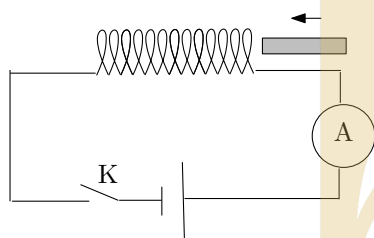


(د)

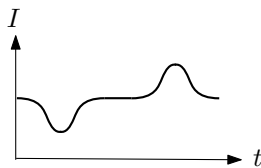
(۴) د

باشگاه المپیاد طلایی

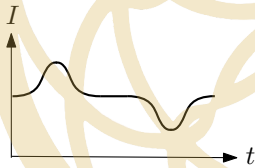
(۱) الف



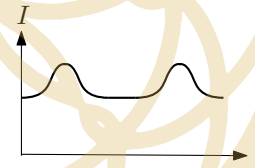
۲۱) در مدار روبرو کلید K را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا جریان در مدار ثابت شود. سپس یک میله آهنی را با سرعت ثابت از یک سر القاگر وارد و از سر دیگر آن خارج می‌کنیم. کدام نمودار جریان الکتریکی در مدار را بر حسب زمان نمایش می‌دهد؟



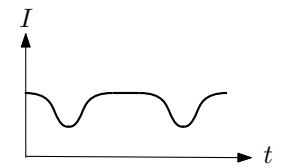
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

(۴) د

(۳) ج

(۲) ب

(۱) الف

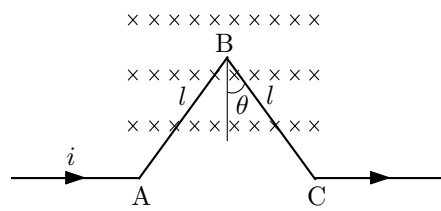
۲۲) شعاع اتم هیدروژن حدود 10^{-10} m و شعاع پروتون حدود 10^{-15} m است. مرتبه بزرگی چگالی پروتون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

(۴) 10^{17} g/cm^3

(۳) 10^{14} g/cm^3

(۲) 10^{11} g/cm^3

(۱) 10^8 g/cm^3



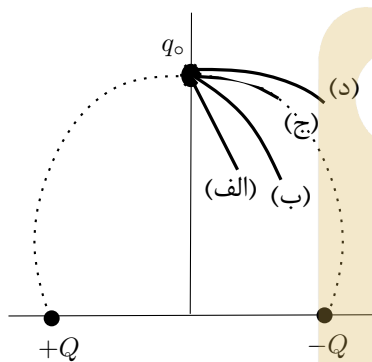
(۲۳) در شکل مقابل طول l از سیم‌های AB و BC داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارند. میدان مغناطیسی عمود بر صفحه شکل و به سمت داخل است. جریان در سیم‌ها i و اندازه میدان مغناطیسی B است. زاویه θ در شکل نشان داده شده است. اندازه نیروی وارد بر هر سیم از طرف این میدان f و اندازه نیروی وارد بر دو سیم از طرف میدان روی هم F است. کدام گزینه صحیح است؟

$$f = ilB \sin \theta, \quad F = 2ilB \sin \theta \quad (۲)$$

$$f = ilB, \quad F = 2ilB \sin \theta \quad (۱)$$

$$f = ilB \cos \theta, \quad F = 2ilB \cos \theta \quad (۴)$$

$$f = ilB, \quad F = 2ilB \cos \theta \quad (۳)$$



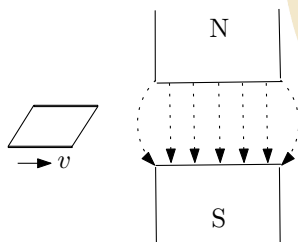
(۲۴) در شکل مقابل بار کوچک q_0 روی عمود منصف یک دوقطبی ثابت قرار دارد و تحت اثر میدان الکتریکی دوقطبی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. خط میدانی که از محل اولیه q_0 می‌گذرد به صورت نقطه چین و چهار مسیر قابل تصور برای حرکت q_0 با خطوط پر در شکل نشان داده شده است. مسیر حرکت q_0 کدام یک از مسیرها می‌تواند باشد؟

(۴) د

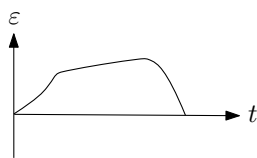
(۳) ج

(۲) ب

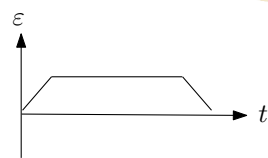
(۱) الف



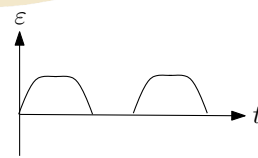
(۲۵) یک حلقه رسانا مطابق شکل با سرعت ثابت v از ناحیه‌ای که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت B برقرار است عبور می‌کند. طی حرکت، خطوط میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است. نمودار نیروی محرکه القایی در حلقه بر حسب زمان به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



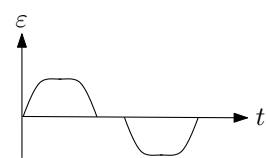
(د)



(ج)



(ب)



(الف)

(۴) د

(۳) ج

(۲) ب

(۱) الف

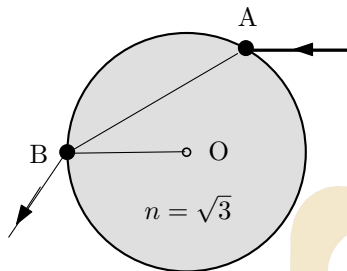
۲۶ ظرفی محتوی مخلوطی از $۷/۰۰\text{ g}$ گاز نیتروژن با جرم مولی $۲۸/۰\text{ g/mol}$ و $۱۱/۰\text{ g}$ گاز دی اکسید کربن با جرم مولی $۴۴/۰\text{ g/mol}$ در دمای ۳۰۰ K و فشار $۱/۰۰ \times ۱۰^۵\text{ pa}$ در نظر بگیرید. جرم حجمی این مخلوط چقدر است؟ ثابت جهانی گازها $۸/۳۱\text{ J/mol.K}$ است.

۱/۷۶ g/L (۴)

۱/۱۲ g/L (۳)

۲/۸۸ g/L (۲)

۱/۴۴ g/L (۱)



۲۷ یک استوانه شیشه‌ای شفاف به شعاع ۵ cm با ضریب شکست $\sqrt{۳}$ مطابق شکل در هوا و روی یک سطح افقی قرار دارد. یک پرتو نور موازی سطح افق و عمود بر محور استوانه به نقطه A از استوانه می‌تابد و از نقطه B خارج می‌شود به طوری که OB موازی سطح افقی است. زمان عبور نور از استوانه شیشه‌ای چند نانوثانیه است؟

۰/۳ (۴)

۰/۵ (۳)

۰/۹ (۲)

۱ (۱)

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 $26/7 \mu F$ 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.

باسگاه المپیاد طلایی‌ها

یکان	دهگان
1	1
2	☒
3	3
4	4
5	5
6	6
☒	7
8	8
9	9
0	0

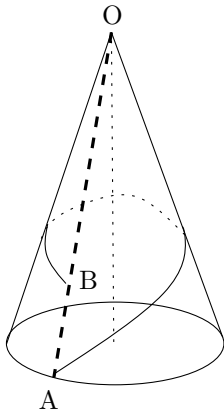
(۱) یک ماشین کارنو بین دو منبع با دماهای 450 K و 300 K کار می‌کند. یک بار فقط دمای منبع سردتر را ΔT کاهش می‌دهیم و بار دیگر فقط دمای منبع گرم‌تر را ΔT افزایش می‌دهیم. ΔT چقدر باشد تا اختلاف بازده ماشین کارنو در این دو وضعیت 25% باشد؟

(۲) گازی داخل ظرفی توسط یک پیستون بدون اصطکاک محبوس شده است. در یک فرایند معین رابطه فشار گاز با حجم آن به صورت $P = a + bV$ است که a و b مقادیر ثابتی هستند. انرژی درونی گاز با رابطه $U = 3PV$ به حجم و فشار وابسته است. اگر گاز از حالت تعادل اولیه ($P = 160\text{ kPa}$, $V = 0.03\text{ m}^3$) به صورت ایستوار مطابق فرایند فوق به حالت تعادل نهایی ($P = 400\text{ kPa}$, $V = 0.06\text{ m}^3$) تحول یابد، گرمای مبادله شده در این فرآیند چند کیلو ژول است؟

(۳) شخصی در یک روز آفتابی و گرم کنار یک جاده افقی، مستقیم و طولانی ایستاده و به دوردست نگاه می‌کند. به دلیل داغ بودن سطح جاده دمای لایه‌های هوای بالای سطح جاده به تدریج با فاصله عمودی از سطح جاده کم می‌شود و در نتیجه ضریب شکست لایه‌های هوا به صورت $n(y) = n_0(1 + 2 \times 10^{-7}y)$ به ارتفاع بستگی دارد که n_0 ضریب شکست لایه هوای مجاور سطح جاده و y فاصله عمودی لایه هوا از سطح جاده بر حسب متر است. فاصله چشم شخص تا سطح جاده 160 سانتی متر است. جسمی واقع بر کف جاده در فاصله بسیار دور از شخص قرار دارد. تصویر جسم در چه فاصله‌ای از شخص بر حسب کیلومتر به نظر می‌رسد؟

(۴) فاصله دو ایستگاه مترو از هم 2.4 km است. مسیر بین دو ایستگاه افقی و مستقیم است. قطاری با بیشینه شتاب تند شونده 0.5 m/s^2 از یک ایستگاه شروع به حرکت می‌کند و با بیشینه شتاب کند شونده 1.0 m/s^2 حرکتش را کند می‌کند تا در ایستگاه دیگر توقف کند. اگر قطار محدودیت سرعت نداشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T است و اگر قطار محدودیت سرعت 90 km/h داشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه T' است. $2(T' - T)$ چند ثانیه است؟

(۵) چگالی مس 8.9 g/cm^3 ، جرم مولی مس 64 g/mol و هراتم مس یک الکترون آزاد دارد که باعث رسانش الکتریکی در این فلز است. یک سیم مسی به سطح مقطع 20 mm^2 حامل جریان الکتریکی 8.9 A است. سرعت سوق الکترون‌های آزاد در سیم، v_d ، چند میلی‌متر بر ثانیه است؟ لازم به ذکر است که اگر n تعداد الکترون‌های آزاد در واحد حجم فلز مس باشد جریان گذرنده از سیم $I = Anev_d$ است که A مساحت مقطع سیم و e اندازه بار الکتریکی یک الکترون، $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ است.



۶ شعاع قاعده مخروط قائم شکل مقابل 10° cm و طول یال آن (خط OA در شکل) 40° cm است. فاصله نقاط A و B که روی یک یال قرار دارند 10° cm است. مورچه‌ای از نقطه A مخروط را یک بار دور می‌زند و در مسیری که کوتاه‌ترین مسیر ممکن است خود را به نقطه B می‌رساند. در طی این مسیر کوتاه‌ترین فاصله مورچه از نقطه O، رأس مخروط چند سانتی‌متر است؟

۷ یک میله آهنی به جرم $1/0^\circ \text{ kg}$ را که تا دمای 940° C گرم شده است در ظرفی محتوی $4/0^\circ \text{ L}$ آب فرو می‌بریم. دمای آب از 25° C به 40° C می‌رسد. فرض کنید در مجاورت میله، آب به دمای 100° C می‌رسد و تبخیر می‌شود و پس از تبخیر دمای بخار افزایش نمی‌یابد. همچنین از هر نوع انتقال گرما به ظرف و محیط چشم بپوشید. چند گرم آب تبخیر شده است؟ گرمای ویژه آب و آهن به ترتیب $4200^\circ \text{ J/kg.K}$ و 490° J/kg.K ، چگالی آب $1/0^\circ \text{ kg/L}$ و گرمای نهان تبخیر آب $2/3 \times 10^6^\circ \text{ J/kg}$ است.

۸ ظرفی محتوی گاز هیدروژن در نظر بگیرید. فرض کنید بخشی از اتم‌ها در حالت پایه و بقیه آن‌ها همگی در یک حالت برانگیخته هستند. به این گاز فوتون‌هایی با انرژی $2/55^\circ \text{ eV}$ می‌تابانیم. این فوتون‌ها توسط گاز جذب می‌شوند؛ سپس اتم‌های تحریک شده به ترازهای پایین‌تر می‌روند و فوتون‌هایی با انرژی‌های مختلف گسیل می‌کنند. در بین فوتون‌های گسیل شده فوتون‌هایی با انرژی کمتر از $2/55^\circ \text{ eV}$ نیز وجود دارد. اگر $\Delta\lambda$ تفاوت بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج فوتون‌های گسیلی بر حسب آنگستروم باشد، $\frac{\Delta\lambda}{1000}$ چه عددی است؟ انرژی یونش اتم هیدروژن $13/6^\circ \text{ eV}$ و ثابت پلانک $6/63 \times 10^{-34}^\circ \text{ J.s}$ است.