

## دفترچه سؤالات مرحله اول

# سی و دومین المپیاد فیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۷	۲۷+۷	۲۱۰ دقیقه

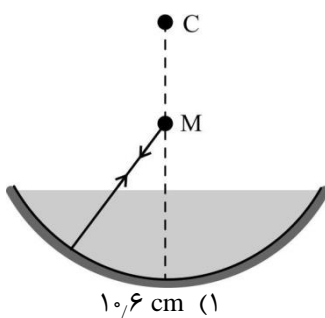
### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب 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. توجه 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 مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. 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 حتی 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.)



۰- کد دفترچه سؤالات شما ۲ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخنامه با مداد پر کنید.



۱- آینه کروی کاو به شعاع ۱۷ 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 می شود. بیشترین عمق مایع درون آینه کروی ۱۰ cm است. با توجه به این که برای زاویه های کوچک سینوس و تانژانت زاویه با خود آن برابر است. چشمه نقطه ای M را در چه فاصله ای از مرکز این آینه روی محور اصلی آن قرار دهیم تا تصویر آن بر روی خودش واقع شود؟

cm (۲)

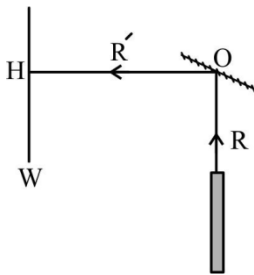
۶ cm (۴)

۶٫۴ cm (۳)

۱۰ cm (۲)

۱۰٫۶ cm (۱)

۲- در دستگاه شکل زیر آینه به طور یکنواخت حول محوری که از نقطه O می گذرد دور خودش می چرخد و دوره چرخش آن T است. لیزری پرتو نوری را به نقطه O از آینه می تاباند. نور بازتابیده روی دیوار w یک لکه نورانی متحرک ایجاد می کند. در لحظه ای که لکه نور از نقطه H عبور می کند، سرعت آن چقدر است؟ R و R' به ترتیب فاصله لیزر و دیوار از نقطه O هستند.

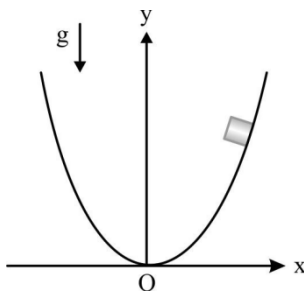


$\frac{2\pi R'}{T}$  (۲)

$\frac{2\pi R}{T}$  (۱)

$\frac{4\pi R}{T}$  (۴)

$\frac{4\pi R'}{T}$  (۳)



۳- سطح داخلی ظرفی که مقطع قائم آن به شکل روبه روست بدون اصطکاک است. این ظرف حول محور قائم Oy به طور یکنواخت می چرخد و در مدت T ثانیه یک دور می زند. معادله این مقطع در صفحه x-y به صورت  $y = ax^2$  است. دوره چرخش طوری است که اگر جسم کوچک m در هر نقطه ای از سطح درونی ظرف در تماس با آن باشد می تواند 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 نقطه ای به طول x برابر  $2ax$  است.)

$T^2 = \frac{\pi^2}{4ag}$  (۴)

$T^2 = \frac{4\pi^2}{ag}$  (۳)

$T^2 = \frac{\pi^2}{2ag}$  (۲)

$T^2 = \frac{2\pi^2}{ag}$  (۱)



محاسبات و نکته های مهم



۴- داخل مکعب مستطیلی به ابعاد  $a$ ،  $b$  و  $c$  یک گرم کن الکتریکی با توان  $P$  روشن است. ضخامت دیواره‌های این مکعب مستطیل در راستای هر کدام از ابعاد فوق به ترتیب  $\Delta a$ ،  $\Delta b$  و  $\Delta c$  و رسانندگی گرمایی دیواره‌ها  $K$  است. دمای جداره‌های بیرون مکعب مستطیل  $T_2$  و دمای جداره‌های داخل مکعب مستطیل  $T_1$  است. کدام گزینه درست است؟

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{K\left(\frac{ab}{\Delta c} + \frac{ac}{\Delta b} + \frac{bc}{\Delta a}\right)} \quad (1)$$

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

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)} \quad (3)$$

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{2K\left(\frac{(a+\Delta a)(b+\Delta b)}{c} + \frac{(a+\Delta a)(c+\Delta c)}{b} + \frac{(b+\Delta b)(c+\Delta c)}{a}\right)} \quad (4)$$

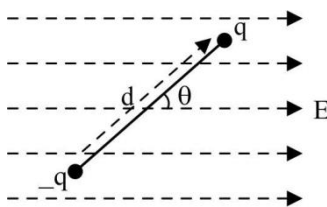
۵- بین صفحات یک خازن تخت از نوعی فوم که ثابت دی‌الکتریک آن  $R$  است برای جدا نگه‌داشتن صفحات استفاده کرده‌ایم. اگر مساحت هر صفحه خازن  $A$  و اندازه بار روی آن  $Q$  باشد فشار وارد بر لایه دی‌الکتریک از هر طرف چقدر است؟

$$\frac{Q^2}{2k\epsilon_0 A^2} \quad (2) \qquad \frac{Q^2}{k\epsilon_0 A^2} \quad (1)$$

$$\frac{Q^2}{(k-1)\epsilon_0 A^2} \quad (4) \qquad \frac{2Q^2}{k\epsilon_0 A^2} \quad (3)$$

۶- یک دوقطبی در میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  قرار دارد و از زاویه  $\theta = \theta_0$  تا زاویه  $\theta = 0$  حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد می‌چرخد. کار

$s\theta_0$  (۲)



نیروی الکتریکی در این تحول برحسب  $p = qd$  (که اندازه گشتاور دو قطبی نام دارد) چقدر است؟

$$-pE \cos \theta_0 \quad (2) \qquad pE \cos \theta_0 \quad (1)$$

$$pE(1 - \cos \theta_0) \quad (4) \qquad -pE(1 - \cos \theta_0) \quad (3)$$



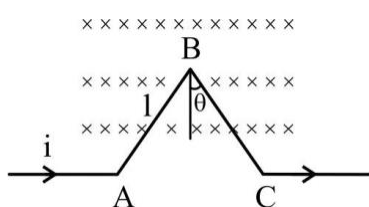
محاسبات و نکته‌های مهم



۷- 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؟

$$(1) \left(\frac{Z_2 A_1}{Z_1 A_2}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2) \left(\frac{Z_1 A_2}{Z_2 A_1}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$(3) \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (4) \left(\frac{Z_2 A_2}{Z_1 A_1}\right)^{\frac{2}{3}}$$

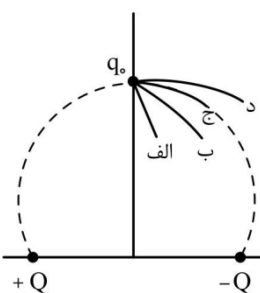


۸- در شکل مقابل طول  $l$  از سیم‌های  $AB$  و  $BC$  داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارند. میدان مغناطیسی عمود بر صفحه شکل و به سمت داخل است. جریان در سیم‌ها  $i$  و اندازه میدان مغناطیسی  $B$  است. زاویه  $\theta$  در شکل نشان داده است. اندازه نیروی وارد بر هر سیم از طرف این میدان  $f$  و اندازه نیروی وارد بر دو سیم از طرف میدان روی هم  $F$  است. کدام گزینه درست است؟

$$f = iLB \sin \theta, \quad F = 2iLB \sin \theta \quad (2) \quad f = iLB, \quad F = 2iLB \sin \theta \quad (1)$$

$$f = iLB \cos \theta, \quad F = 2iLB \cos \theta \quad (4) \quad f = iLB, \quad F = 2iLB \cos \theta \quad (3)$$

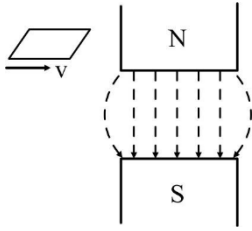
۹- در شکل زیر بار کوچک  $q_0$  روی عمود منصف یک دوقطبی ثابت قرار دارد و تحت اثر میدان الکتریکی دوقطبی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. خط میدانی که از محل اولیه  $q_0$  می‌گذرد به صورت نقطه‌چین و چهار مسیر قابل تصور برای حرکت  $q_0$  با خطوط پر در شکل نشان داده شده است. مسیر حرکت  $q_0$  کدام یک از مسیرها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



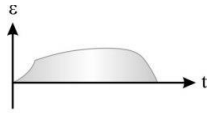
- (۱) الف  
(۲) ب  
(۳) ج  
(۴) د



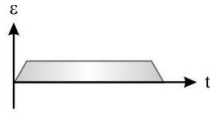
محاسبات و نکته‌های مهم



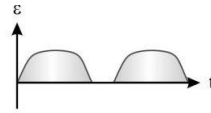
۱۰- یک حلقهٔ رسانا مطابق شکل با سرعت ثابت  $v$  از ناحیه‌ای که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  برقرار است عبور می‌کند. طی حرکت، خطوط میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است. نمودار نیروی محرکه القایی در حلقه بر حسب زمان به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



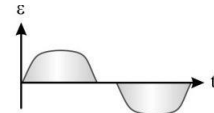
(د)



(ج)



(ب)



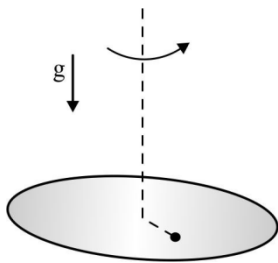
(الف)

د (۴)

ج (۳)

ب (۲)

الف (۱)



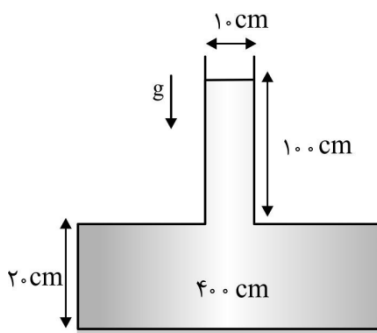
۱۱- یک صفحهٔ گردان هر دو ثانیه یک بار حول محور قائم خود می‌چرخد. جسم کوچکی به جرم  $0.10 \text{ kg}$  در فاصلهٔ  $20$  سانتی‌متری محور دوران قرار دارد و همراه صفحه می‌چرخد. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی با صفحهٔ گردان به ترتیب  $0.30$  و  $0.35$  است. اندازهٔ نیروی اصطکاک جسم با صفحهٔ گردان کدام گزینه است؟

(۲)  $0.20 \text{ N}$

(۱)  $0.15 \text{ N}$

(۴)  $0.35 \text{ N}$

(۳)  $0.30 \text{ N}$



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

(۴)  $8800 \text{ N}$

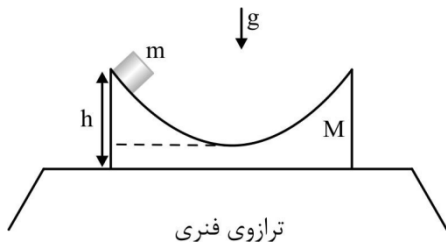
(۳)  $4800 \text{ N}$

(۲)  $4090 \text{ N}$

(۱)  $90 \text{ N}$



محاسبات و نکته‌های مهم



ترازوی فنری

۱۳- 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.

- (۱)  $(M+m)g$       (۲)  $(M+\frac{2}{3}m)g$       (۳)  $(M+\frac{5}{3}m)g$       (۴)  $(M+3m)g$

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

۱۵- در هر یک از نقاط  $x_n = 2^n a$  روی محور  $x$  بار الکتریکی نقطه‌ای  $+q$  قرار می‌دهیم که  $n$  جزء 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)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

۱۶- 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 هر یک 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)  $r = \frac{2a}{3}$ ,  $C(-\frac{4a}{3}, 0)$



محاسبات و نکته‌های مهم



۱۷- 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. هر یک از باتری‌ها نیروی محرکه  $\varepsilon$  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

۱۸- 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)  $5h$

۱۹- 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 درست است؟

$$t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + t_2)} \quad (1) \quad t_3 = \sqrt{t_1(t_1 + 2t_2)} \quad (2)$$

$$t_3 = \sqrt{t_1 t_2} \quad (3) \quad t_3 = \sqrt{\frac{t_1(t_1 + t_2)}{2}} \quad (4)$$

۲۰- 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  $t$  برحسب  $m$ ،  $v_0$ ،  $b$  و  $n$  با کدام گزینه متناسب است؟

$$\frac{m}{bv_0^{n+1}} \quad (1) \quad \frac{m}{bv_0^n} \quad (2) \quad \frac{m}{bv_0^{n-1}} \quad (3) \quad \frac{m}{bv_0^{n-2}} \quad (4)$$

۲۱- 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؟

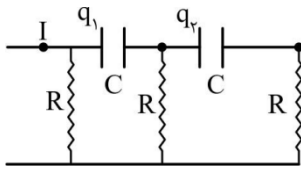
- (۱) ۲      (۲) ۳      (۳) ۴      (۴) ۵

محاسبات و نکته‌های مهم





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



۱ (۲)

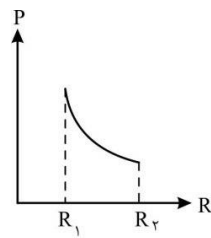
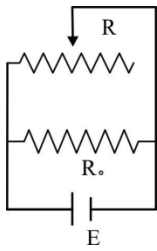
۲ (۱)

۴ (صفر)

۵ (۳)

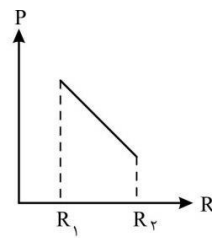
۲۳- در مدار شکل مقابل مقاومت داخلی باتری قابل چشم‌پوشی است. مقاومت متغیر را از  $R_1$  تا  $R_2$  ( $R_2 > R_1$ ) افزایش

می‌دهیم. نمودار توان الکتریکی مصرف شده در کل مدار بر حسب مقاومت متغیر کدام گزینه است؟



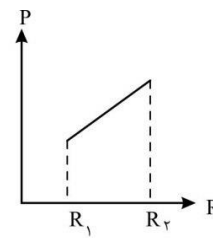
(د)

د (۴)



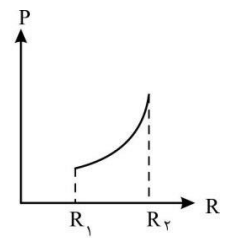
(ج)

ج (۳)



(ب)

ب (۲)



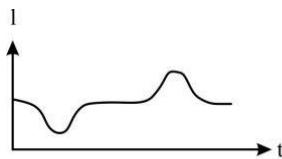
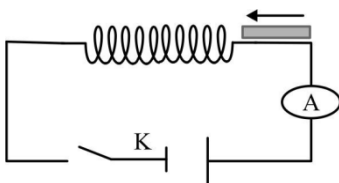
(الف)

الف (۱)

۲۴- در مدار روبه‌رو کلید K را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا جریان در مدار ثابت شود. سپس یک میله

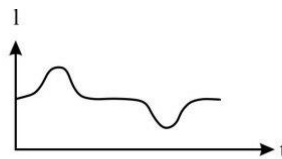
آهنی را با سرعت ثابت از یک سر القاگر وارد و از سر دیگر آن خارج می‌کنیم. کدام نمودار جریان

الکتریکی در مدار را بر حسب زمان نمایش می‌دهد؟



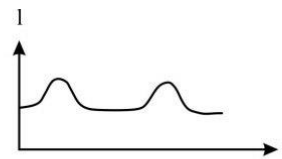
(د)

د (۴)



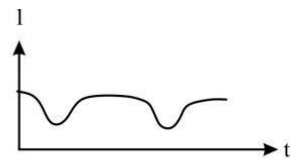
(ج)

ج (۳)



(ب)

ب (۲)



(الف)

الف (۱)



محاسبات و نکته‌های مهم



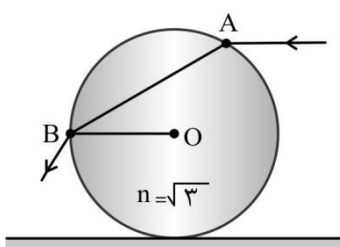


۲۵- شعاع اتم هیدروژن حدود  $10^{-10}$  m و شعاع پروتون حدود  $10^{-15}$  m است. مرتبه بزرگی چگالی پروتون به کدام گزینه نزدیک تر است؟

- (۱)  $10^8$  g/cm<sup>3</sup>      (۲)  $10^{11}$  g/cm<sup>3</sup>      (۳)  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>      (۴)  $10^{17}$  g/cm<sup>3</sup>

۲۶- ظرفی محتوی مخلوطی از ۷۰۰ g گاز نیتروژن با جرم مولی ۲۸٫۰ g/mol گاز دی اکسید کربن با جرم مولی ۴۴٫۰ g/mol در دمای ۳۰۰ K و فشار  $10^5 \times 10^5$  pa در نظر بگیرید. جرم حجمی این مخلوط چقدر است؟ ثابت جهانی گازها  $8,31$  J/mol·K است.

- (۱) ۱٫۴۴ g/L      (۲) ۲٫۸۸ g/L      (۳) ۱٫۱۲ g/L      (۴) ۱٫۷۶ g/L



۲۷- یک استوانه شیشه‌ای شفاف به شعاع ۵ cm با ضریب شکست  $\sqrt{3}$  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؟

- (۱) ۱      (۲) ۰٫۹      (۳) ۰٫۵      (۴) ۰٫۲



محاسبات و نکته‌های مهم



سؤالات پاسخ کوتاه:

۱- یک ماشین کارنو بین دو منبع با دماهای  $450\text{ K}$  و  $300\text{ K}$  کار می‌کند. یک بار فقط دمای منبع سردتر را  $\Delta T$  کاهش می‌دهیم و بار دیگر فقط دمای منبع گرم‌تر را  $\Delta T$  افزایش می‌دهیم.  $\Delta T$  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 ی فشار گاز با حجم آن به صورت  $P = a + bV$  است که  $a$  و  $b$  مقادیر ثابتی هستند. انرژی درونی گاز با رابطه ی  $U = 3PV$  به حجم و فشار وابسته است. اگر گاز از حالت تعادل اولیه ی ( $P = 160\text{ kPa}$ ,  $V = 3 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ ) به صورت ایستوار مطابق فرایند فوق به حالت تعادل نهایی ( $P = 400\text{ kPa}$ ,  $V = 6 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ ) تحول یابد، گرمای مبادله شده در این فرآیند چند کیلوژول است؟

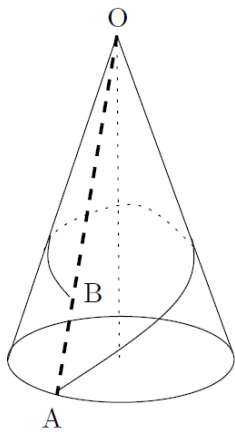
۳- شخصی در یک روز آفتابی و گرم کنار یک جاده ی افقی، مستقیم و طولانی ایستاده و به دوردست نگاه می‌کند. به دلیل داغ بودن سطح جاده دمای لایه‌های هوای بالای سطح جاده به تدریج با فاصله ی عمودی از سطح جاده کم می‌شود و در نتیجه ضریب شکست لایه‌های هوا به صورت  $n(y) = n_0(1 + 2 \times 10^{-7}y)$  به ارتفاع بستگی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

۴- فاصله ی دو ایستگاه مترو از هم  $2/4\text{ km}$  است. مسیر بین دو ایستگاه افقی و مستقیم است. قطاری با بیشینه شتاب تند شونده ی  $0.5\text{ m/s}^2$  از یک ایستگاه شروع به حرکت می‌کند و با بیشینه شتاب کند شونده ی  $1/0\text{ m/s}^2$  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  $90\text{ km/h}$  داشته باشد کمترین زمان طی مسافت بین دو ایستگاه  $T'$  است.  $2(T' - T)$  چند ثانیه است؟

۵- چگالی مس  $8.9\text{ g/cm}^3$ ، جرم مولی مس  $64\text{ g/mol}$  و هر اتم مس یک الکترون آزاد دارد که باعث رسانش الکتریکی در این فلز است. یک سیم مسی به سطح مقطع  $20\text{ mm}^2$  حامل جریان الکتریکی  $8.9\text{ A}$  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.



محاسبات و نکته‌های مهم



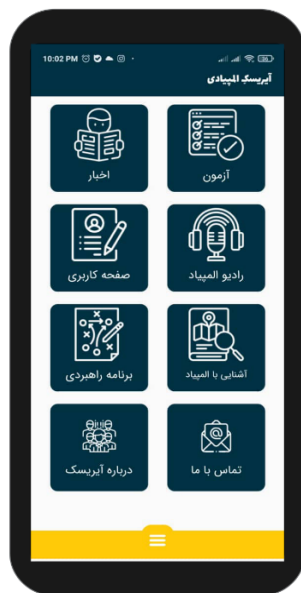
۶- شعاع قاعده‌ی مخروط قائم شکل مقابل  $10\text{ cm}$  و طول یال آن (خط  $OA$  در شکل)  $40\text{ cm}$  است. فاصله‌ی نقاط  $A$  و  $B$  که روی یک یال قرار دارند  $10\text{ cm}$  است. مورچه‌ای از نقطه‌ی  $A$  مخروط را یک بار دور می‌زند و در مسیری که کوتاه‌ترین مسیر ممکن است خود را به نقطه‌ی  $B$  می‌رساند. در طی این مسیر کوتاه‌ترین فاصله‌ی مورچه از نقطه‌ی  $O$ ، رأس مخروط چند سانتی‌متر است؟

۷- یک میله‌ی آهنی به جرم  $1\text{ kg}$  را که تا دمای  $940^\circ\text{C}$  گرم شده است در ظرفی محتوی  $4\text{ L}$  آب فرو می‌بریم. دمای آب از  $25^\circ\text{C}$  به  $40^\circ\text{C}$  می‌رسد. فرض کنید در مجاورت میله، آب به دمای  $100^\circ\text{C}$  می‌رسد و تبخیر می‌شود و پس از تبخیر دمای بخار افزایش نمی‌یابد. همچنین از هر نوع انتقال گرما به ظرف و محیط چشم‌پوشید. چند گرم آب تبخیر شده است؟ گرمای ویژه‌ی آب و آهن به ترتیب  $4200\text{ J/kg}\cdot\text{K}$  و  $490\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ، چگالی آب  $1\text{ kg/L}$  و گرمای نهان تبخیر آب  $2.3 \times 10^6\text{ J/kg}$  است.

۸- ظرفی محتوی گاز هیدروژن در نظر بگیرید. فرض کنید بخشی از اتم‌ها در حالت پایه و بقیه‌ی آن‌ها همگی در یک حالت برانگیخته هستند. به این گاز فوتون‌هایی با انرژی  $2.55\text{ eV}$  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  $2.55\text{ eV}$  نیز وجود دارد. اگر  $\Delta\lambda$  تفاوت بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج فوتون‌های گسیلی بر حسب **آنگستروم** باشد،  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$  چه عددی است؟ انرژی یونش اتم هیدروژن  $13.6\text{ eV}$  و ثابت پلانک  $6.63 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$  است.



محاسبات و نکته‌های مهم



○ 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 ایریسک" را جستجو کنید.



@irysccom



@irysc



iran.olympiad