کد کنترل دفترچه
162 D

پاسخ سؤال‌های درس فیزیک

کنکور نظام قدیم سال ۹۸

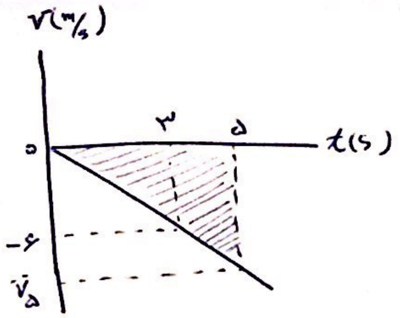
رشته ریاضی

خارج از کشور

بانک اسلامی

---

۱۵۶ - گزینه ۳



اندازهٔ مساحت بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر با مسافت طی شده توسط متحرک است. بنابراین ابتدا با استفاده از تشابه مثلث‌ها، سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 5s$ را می‌یابیم. داریم:

$$\frac{۳}{-۶} = \frac{۵}{v_۵} \Rightarrow v_۵ = -۱۰ \, m/s$$

حال مساحت بین نمودار و محور زمان را در ۵ ثانیهٔ اول حرکت، می‌یابیم.

$$l = |S| = \left|\frac{۵ \times (-۱۰)}{۲}\right| = ۲۵ \, m$$

---

۱۵۷ - گزینه ۱

در حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم، اگر متحرک تغییر جهت دهد، مسافت طی شده و اندازهٔ جابه‌جایی آن متفاوت خواهد بود. در لحظه‌ای متحرک تغییر جهت می‌دهد که سرعت آن صفر و علامت سرعت آن عوض شود. بنابراین

ابتدا با مقایسهٔ معادلهٔ داده شده با معادلهٔ مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم، معادلهٔ سرعت - زمان حرکت متحرک را نوشته و لحظه‌ای که سرعت متحرک صفر می‌شود را می‌یابیم.

$$\left.\begin{array}{l} x = \frac{1}{۲}at^۲ + v_0 t + x_0 \\ x = ۲t^۲ + ۴t - ۸ \end{array}\right\} \Rightarrow a = ۴ \, m/s^۲ \, , \, v_0 = ۴ \, m/s \, , \, x_0 = -۸ \, m$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = ۴t + ۴ = 0 \Rightarrow t = -۱ \, s$$

چون لحظه‌ای که سرعت متحرک صفر می‌شود در بازهٔ مورد نظر قرار ندارد، بنابراین در این بازهٔ مورد نظر، مسافت طی شده توسط متحرک و اندازهٔ جابه‌جایی آن یکسان است.

۱۵۸- گزینه ۴

اگر در لحظهٔ $t=0$ مکان رها شدن گلولهٔ A را به عنوان مبدأ مکان در نظر بگیریم، معادلهٔ مکان - زمان سقوط آزاد گلوله‌های A و B به صورت زیر خواهد شد:

$$y_A = -\frac{1}{2} g t^2 = -5 t^2$$

$$y_B = -\frac{1}{2} g (t-1/5)^2 = -5 (t-1/5)^2$$

دو ثانیه بعد از رها شدن گلولهٔ B یعنی لحظهٔ $t=1/5+2=3/5\,s$، مکان گلوله‌ها برابر است با:

$$\xrightarrow{t=3/5\,s} \begin{cases} y_A = -5 \times 3/5^2 = -61/25\,m \\ y_B = -5 \times (3/5-1/5)^2 = -20\,m \end{cases}$$

بنابراین فاصلهٔ دو گلوله ۲ ثانیه بعد از رها شدن گلولهٔ B ($t=3/5\,s$) برابر است با:

$$\Delta y = |y_B - y_A| = |-20-(-61/25)| = 41/25$$

دقت کنید تا لحظهٔ $t=3/5\,s$ متحرک A هنوز به زمین نرسیده است و در حال سقوط است.

۱۵۹- گزینه ۲

روش اول:

چون شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در لحظهٔ $t=6\,s$ افقی است، بنابراین سرعت در این لحظه برابر با صفر است.

با استفاده از رابطهٔ مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم (تعریف سرعت متوسط) داریم:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v+v_0}{2} \Rightarrow \frac{0-18}{6-0} = \frac{0+v_0}{2} \Rightarrow v_0 = -6\,\frac{m}{s}$$

حال با استفاده از رابطهٔ سرعت - زمان، داریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a \times 6 + (-6) \Rightarrow a = 1\,\frac{m}{s^2}$$

روش دوم: با استفاده از معادلهٔ مکان - زمان و جای‌گذاری معادلهٔ سرعت - زمان در آن، داریم:

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0 \xrightarrow{v_0 = v - at} x = -\frac{1}{2} a t^2 + vt + x_0$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{1}{2} a \times 6^2 + 0 \times 6 + 18 \Rightarrow a = 1\,\frac{m}{s^2}$$

۱۶۰/ گزینه ۴

با استفاده از رابطهٔ برد و ارتفاع اوج پرتابه، داریم:

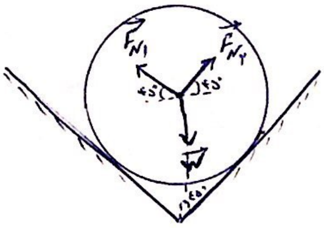
$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \qquad H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow \frac{H}{R} = \frac{1}{4}\tan\alpha \Rightarrow \frac{H}{R} = \frac{1}{4}\frac{\sin 53^\circ}{\cos 53^\circ} = \frac{1}{4} \times \frac{0/8}{0/6}$$

$$\Rightarrow \frac{R}{H} = 3$$

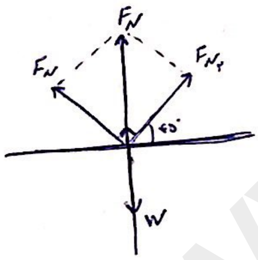
۱۶۱/ گزینه ۱

طبق قانون اول نیوتن، وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، اگر جسم ساکن باشد، همچنان ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

۱۶۲/ گزینه ۳



با توجه به این که دیواره‌های ناوه بدون اصطکاک است، از طرف هر دیواره نیروی عمود بر سطح و از طرف زمین، نیروی وزن بر کرهٔ همگن وارد می‌شود و این کره در حال تعادل قرار دارد، بنابراین نیروهای وارد بر این کره متوازن هستند (برآیند نیروها صفر است).



داریم:

$$F_N = \sqrt{F_{N_1}^2 + F_{N_2}^2} \xrightarrow{F_{N_1} = F_{N_2}} F_N = F_{N_1}\sqrt{2}$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W$$

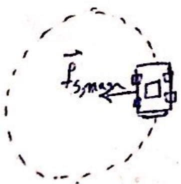
$$\Rightarrow F_{N_1}\sqrt{2} = mg \Rightarrow F_{N_1}\sqrt{2} = 5 \times 10$$

$$\Rightarrow F_{N_1} = 25\sqrt{2}\ N$$

طبق قانون سوم نیوتن اندازهٔ نیرویی که جسم به هر دیواره وارد می‌کند برابر با اندازهٔ نیرویی است که دیواره بر جسم وارد می‌کند. بنابراین:

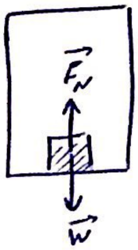
$$F'_{N_1} = F'_{N_2} = 25\sqrt{2}\ N$$

۱۶۳/ گزینه ۲



نیروی مرکزگرا برای حرکت دایره‌ای یکنواخت اتومبیل در سطح افقی توسط نیروی اصطکاک ایستایی تأمین می‌شود و چون اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز بدون لغزیدن مسیر را طی می‌کند، نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم بیشینه است.

$$F_{net} = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0/5 \times 1200 \times 10 = 6000\ N$$



در هر حالت قانون دوم نیوتون را می‌نویسیم. در حالت اول شتاب حرکت آسانسور رو به بالا و جهت حرکت نیز رو به بالا است، بنابراین حرکت تندشونده است و داریم:

$$F_{net}=ma_1 \Rightarrow F_{N_1}-W=ma_1 \Rightarrow F_{N_1}=m(g+a)$$

$$\Rightarrow F_{N_1}=5\times(10+2)=60\,N$$

در حالت دوم، شتاب حرکت آسانسور رو به پایین و جهت حرکت آن نیز به سمت پایین است. بنابراین حرکت تندشونده است و داریم:

$$F_{net}=ma_2 \Rightarrow W-F_{N_2}=ma_2 \Rightarrow F_{N_2}=m(g-a_2)$$

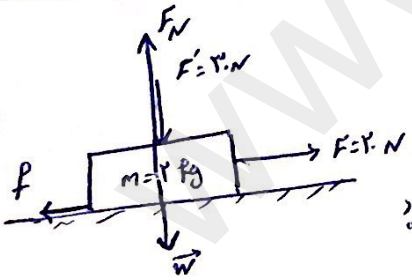
$$\Rightarrow F_{N_2}=5\times(10-2)=40\,N$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که از طرف کف آسانسور بر جسم وارد می‌شود ($\vec{F_N}$) هم‌اندازه با نیرویی است که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود ($\vec{N}$). بنابراین داریم:

$$N=F_{N_1}=60\,N \qquad N'=F_{N_2}=40\,N \Rightarrow |N-N'|=|60-40|=20\,N$$

۱۶۵

گزینه ۱



چون جسم در ابتدا در حال سکون بوده است، ابتدا تعیین می‌کنیم که آیا با اعمال نیروهای ذکر شده، جسم حرکت می‌کند یا خیر. برای این کار بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی را تعیین کرده و اندازهٔ آن را با نیروی افقی $F=20\,N$ مقایسه می‌کنیم. در راستای قائم داریم:

$$(F_{net})_y=0 \Rightarrow F_N-F'-W=0 \Rightarrow F_N=30+2\times10 \Rightarrow F_N=50\,N$$

$$f_{s,max}=\mu_s F_N=0.5\times50=25\,N$$

چون $f_{s,max}>F$ است، بنابراین جسم ساکن می‌ماند و در نتیجه تغییر تندی جسم در مدت ۲ ثانیه برابر با صفر خواهد بود.

۱۶۶ / گزینه ۲

چون اتلاف انرژی نداریم، با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی و در نظر گرفتن سطح افق به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، داریم:

$E = E' \Rightarrow K + U = K' + U'$

$\xrightarrow[U'=0]{K=0} U = K'$ (۱)

در لحظهٔ رها شدن

چون جرم سه گلوله متفاوت است، بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی آن ها نیز متفاوت خواهد بود و در نتیجه انرژی جنبشی آن ها در لحظهٔ رسیدن به زمین نیز متفاوت خواهد بود. (نادرستی گزینهٔ (۱))

$\xrightarrow{(1)} Mgh = \frac{1}{2} M v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

چون سه گلوله از یک ارتفاع نسبت به سطح افق رها شده اند، بزرگی سرعت آن ها در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است. (درستی گزینهٔ (۲))

با توجه به تعریف تکانه ($p = mv$) و یکسان بودن بزرگی سرعت در لحظهٔ رسیدن به زمین و متفاوت بودن جرم گلوله ها، تکانهٔ گلوله ها نیز در لحظهٔ رسیدن به زمین متفاوت خواهد بود. (نادرستی گزینهٔ (۳))

---

۱۶۷ / گزینهٔ ۴

تنها نیرویی که به گلوله وارد می شود نیروی وزن آن است. در ثانیهٔ آخر حرکت، داریم:

$mgd = 70 \Rightarrow 0.2 \times 10 \times d = 70 \Rightarrow d = 35\,m$

گلوله در ثانیهٔ آخر حرکت مسافت ۳۵ را طی می کند. اگر زمان کل حرکت برابر با t باشد، گلوله مسافت $(h-35)$ متر را در $(t-1)$ ثانیه طی می کند، داریم:

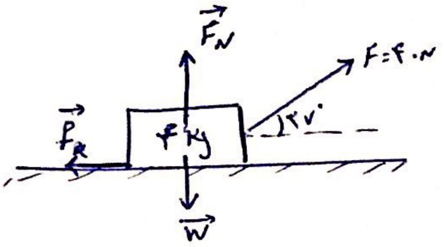
$$y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \begin{cases} -h = -5t^2 \Rightarrow h = 5t^2 & (*) \\ -(h-35) = -5(t-1)^2 \Rightarrow h - 35 = 5(t-1)^2 & (**) \end{cases}$$

$\xrightarrow{(*) , (**)} 5t^2 - 35 = 5t^2 - 10t + 5 \Rightarrow t = 4\,s$

$\xrightarrow{(*)} h = 5t^2 = 5 \times 4^2 \Rightarrow h = 80\,m$

۱۶۸ / گزینه ۲

طبق قضیهٔ کار - انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = K_2 - K_1$$

$$\Rightarrow W_F + W_{f_k} + W_{mg} + W_{F_N} = K_2 - K_1$$

$$\Rightarrow Fd\cos 37^\circ + f_k d\cos(180^\circ) + 0 + 0 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow (40 \times 1.6 \times 0.8) + (f_k \times 1.6 \times (-1)) = \frac{1}{2} \times 4 \times (4^2 - 0^2)$$

$$\Rightarrow f_k = 12\,N$$

دقت کنید چون نیروهای $\vec W$ و $\vec F_N$ بر جابه‌جایی افقی جسم عمود هستند، کار آن‌ها برابر با صفر است

---

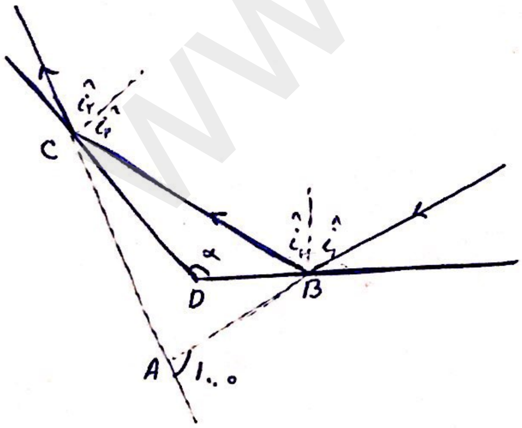
۱۶۹ / گزینه ۲

در یک موج ایستاده که در تاری مرتعش تشکیل شده است، فاصلهٔ بین هر دو گرهٔ متوالی برابر با $\frac{\lambda}{2}$ است. بنابراین داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow 160 = \lambda \times 400 \Rightarrow \lambda = 0.4\,m \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 0.2\,m = 20\,cm$$

---

۱۷۰ / ۳



طبق قانون بازتاب عمومی، همواره زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش برابر است. از طرفی می‌دانیم در هر مثلث، هر زاویهٔ خارجی با مجموع دو زاویهٔ داخلی دیگر مثلث برابر است. بنابراین در مثلث $\overset{\triangle}{ABC}$ داریم:

$$100^\circ = 2(90 - \hat i_1) + 2(90 - \hat i_2)$$

$$\Rightarrow (90 - \hat i_1) + (90 - \hat i_2) = 50^\circ$$

حال در مثلث $B\overset{\triangle}{C}D$ با توجه به این که مجموع زوایای داخلی هر مثلث 180° است، داریم:

$$\hat\alpha + (90 - \hat i_1) + (90 - \hat i_2) = 180 \Rightarrow \hat\alpha + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 130^\circ$$

۱۷۱ / گزینه ۴

چون دو موج مکانیکی در یک محیط منتشر می‌شوند، بنابراین سرعت انتشار آن‌ها با یکدیگر برابر است ($\frac{V_A}{V_B} = 1$)

از طرف دیگر از روی شکل داریم:

$\lambda_B = ۲\lambda_A$

بنابراین:

$$V = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \times \frac{T_B}{T_A} \Rightarrow 1 = \frac{\lambda_A}{۲\lambda_B} \times \frac{T_B}{T_A}$$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{۲}$$

---

۱۷۲ / گزینه ۴

ابتدا تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب می‌کنیم. داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{۳۲۰ \times ۱}{۸ \times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow V = ۲۰۰ \ m/s$$

حال می‌توان نوشت:

$$x = Vt \Rightarrow ۱ = ۲۰۰t \Rightarrow t = \frac{۱}{۲۰۰} s = ۰/۰۰۵ s$$

---

۱۷۳ / گزینه ۱

تعداد نوسان در مدت یک ثانیه همان بسامد نوسان است. داریم:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{۱}{۲ \times ۳}\sqrt{\frac{۳۶۰}{۰/۴}} = \frac{۱}{۶} \times ۳۰ \Rightarrow f = ۵ \ Hz$$

---

۱۷۴ / گزینه ۳

با استفاده از رابطه انرژی مکانیکی نوسانگرهای هماهنگ ساده، داریم:

$$E = ۲\pi^۲ m A^۲ f^۲ \Rightarrow ۴۰ = ۲ \times ۱۰ \times ۰/۵ \times (۰/۰۸)^۲ f^۲ \Rightarrow f = ۲۵ \ Hz$$

۱۷۵ / گزینه ۳

در هر رشته اتم هیدروژن، بلندترین طول موج فوتون تابشی زمانی رخ می‌دهد که الکترون از یک تراز بالاتر به تراز مربوط به آن گذار انجام دهد. بنابراین در این سوال الکترون باید از تراز $n_U=۳$ به تراز رشته بالمر ($n_L=۲$) گذار انجام دهد.

داریم:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow \frac{-E_R}{n_U^{۲}} - \left(\frac{-E_R}{n_L^{۲}}\right) = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{-۱۳٫۶}{۹} + \frac{۱۳٫۶}{۴} = \frac{۱۲۴۰}{\lambda_{max}} \Rightarrow \lambda_{max} \simeq ۶۵۶\ nm$$

---

۱۷۶ / گزینه ۱

با استفاده از معادله فوتوالکتریک داریم:

$$K_{max} = hf - W_0 =$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} m v_{max}^{۲} = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{۲} m v^{۲} = \frac{۱۲۰۰}{۲۰۰} - ۳ \Rightarrow v^{۲} = \frac{۲}{m} \times ۳ & (*) \\ \frac{۱}{۲} m v'^{۲} = \frac{۱۲۰۰}{۳۰۰} - ۳ \Rightarrow v'^{۲} = \frac{۲}{m} & (**) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(*) \text{ و } (**)} \left(\frac{v'}{v}\right)^{۲} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

---

۱۷۷ / گزینه ۲

در هر واکنش هسته‌ای پایستگی عدد اتمی و عدد جرمی برقرار است. داریم:

$${}^{۲۰۷}_{۸۲}X \longrightarrow {}^{۱۹۷}_{۷۹}Y + N(\alpha) + M(\beta^-) + ۲(\text{نوترون})$$

$${}^{۲۰۷}_{۸۲}X \longrightarrow {}^{۱۹۷}_{۷۹}Y + N({}^{۴}_{۲}He^{++}) + M({}^{۰}_{-۱}e^-) + ۲({}^{۱}_{۰}n)$$

پایستگی عدد اتمی: $۸۲ = ۷۹ + ۲N - M \Rightarrow ۲N - M = ۳$ (*)

پایستگی عدد جرمی: $۲۰۷ = ۱۹۷ + ۴N + ۲ \Rightarrow N = ۲$ (**)

$$\xrightarrow{(*) \text{ و } (**)} ۲(۲) - M = ۳ \Rightarrow M = ۱$$

۱۷۸ / گزینه ۲

زمانی که ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود، ۲۵ درصد اتم‌های آن باقی مانده است. داریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{N_0}{4} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 2 \Rightarrow \frac{t}{T_{1/2}} = 2 \Rightarrow \frac{t}{8} = 2 \Rightarrow t = 16$$ روز

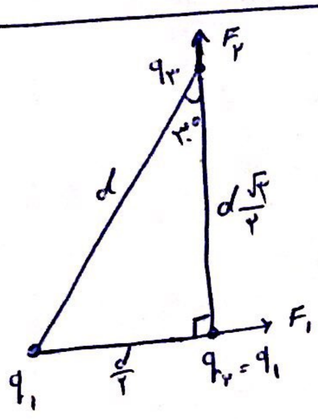
---

۱۷۹ / گزینه ۱

این شکل، نشان دهندهٔ یک کرهٔ رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی است که به دلیل القای بار الکتریکی روی آن، میدان الکتریکی برایند داخل آن صفر است و در نتیجه درون آن پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.

---

۱۸۰ / گزینه ۱



اگر طول وتر مثلث قائم‌الزاویه را d فرض کنیم، فاصلهٔ بین دو بار q_1 و q_2 برابر با $\frac{d}{2}$ و فاصلهٔ بین دو بار q_2 و q_3 برابر با $d\frac{\sqrt{3}}{2}$ است. با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$F = k\frac{|q||q'|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{|q_1||q_2|}{|q_2||q_3|} \times \left(\frac{\frac{d\sqrt{3}}{2}}{\frac{d}{2}}\right)^2$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{q_1}{q_3} \times 3 \Rightarrow q_3 = 3q_1$$

بنابراین

$$\frac{F_3}{F_1} = \frac{|q_1||q_3|}{|q_1||q_2|} \times \left(\frac{\frac{d}{2}}{d}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_3}{F_1} = \frac{3q_1}{q_1} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{F_3}{F_1} = \frac{3}{4}$$

دقت کنید در حل این سؤال، بارهای q_1، $q_2 = q_1$ و q_3 مثبت فرض شده‌اند که علامت آن‌ها تأثیری در نتیجهٔ نهایی ندارد.

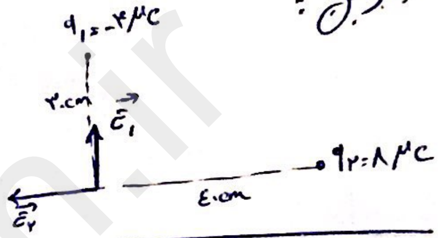
۱۸۱ / گزینهٔ ۴

اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از هر بار را در نقطهٔ A می‌یابیم و با توجه به علامت هر بار و بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$، بردار میدان الکتریکی آن را در نقطهٔ A برحسب بردارهای یکه می‌نویسیم. داریم:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{(0.3)^2} \Rightarrow E_1 = 4\times10^5\ \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_1 = 4\times10^5\ \vec{j}$$

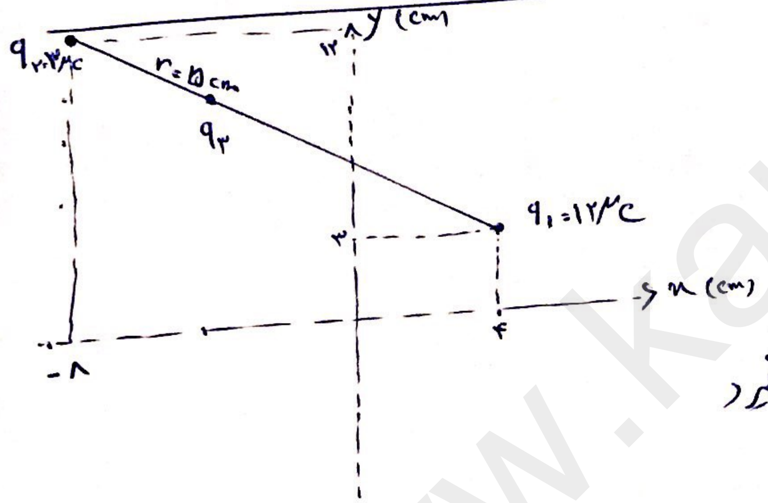
$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9\times10^9 \times \frac{8\times10^{-6}}{(0.4)^2} \Rightarrow E_2 = 4.5\times10^5\ \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_2 = -4.5\times10^5\ \vec{i}$$

بنابراین:



$$\vec{E}_A = \vec{E}_1+\vec{E}_2 \Rightarrow E_A = -4.5\times10^5\ \vec{i} + 4\times10^5\ \vec{j}$$

۱۸۲ / گزینهٔ ۳



با توجه به این که برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر سه ذره برابر با صفر است، هر سه بار باید روی یک خط راست قرار داشته باشند و با توجه به این که بارهای q_1 و q_2 هم علامت هستند، بار q_3 باید بین دو بار قرار بگیرد و علامت آن منفی باشد.

فاصلهٔ بین دو بار q_1 و q_2 برابر است با:

$$d = \sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2} = \sqrt{(4-(-8))^2+(3-12)^2} \Rightarrow d = 15\,cm$$

اگر فرض کنیم فاصلهٔ بار q_3 تا بار q_2 برابر با r باشد، داریم:

$$F_{23} = F_{13} \Rightarrow k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = k\frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} \Rightarrow \frac{q_2}{r^2} = \frac{q_1}{(d-r)^2} \Rightarrow \frac{3}{r^2} = \frac{12}{(15-r)^2}$$

$$\Rightarrow r = 5\,cm$$

برایند نیروهای وارد بر بار q_2 برابر با صفر است. داریم:

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = k\frac{|q_3||q_2|}{r_{32}^2} \Rightarrow \frac{12}{15^2} = \frac{|q_3|}{5^2} \Rightarrow |q_3| = \frac{4}{3}\mu C \Rightarrow q_3 = -\frac{4}{3}\mu C$$

۱۸۳. گزینهٔ ۳

در هر حالت، ظرفیت خازن را حساب می‌کنیم:

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C_1 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{40 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} = 7.2 \times 10^{-12}\,F = 7.2\,pF$$

$$C_2 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{40 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 36 \times 10^{-12}\,F = 36\,pF$$

بنابراین:

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 36 - 7.2 = 28.8\,pF$$

۱۸۴. گزینهٔ ۱

وقتی کلید R باز است، خازن‌های C_3 و C_4 متوالی هستند و معادل آن‌ها با خازن C_2 موازی است. داریم:

$$C_{34} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = \frac{C}{2}$$

$$C_{2,3,4} = C_2 + C_{34} = C + \frac{C}{2} = \frac{3C}{2}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_{2,3,4}}{C_1 + C_{2,3,4}} = \frac{C \times \frac{3}{2}C}{C + \frac{3}{2}C} = \frac{3}{5}C$$

وقتی کلید R بسته شود، دو سر خازن C_4 اتصال کوتاه شده، خازن معادل مدار برابر است با:

$$C_{2,3} = C_2 + C_3 = 2C$$

$$C_{eq}' = \frac{C_1 C_{2,3}}{C_1 + C_{2,3}} = \frac{C \times 2C}{C + 2C} = \frac{2}{3}C$$

خازن C_1 در شاخهٔ اصلی مدار قرار دارد و در هر حالت، بار ذخیره شده در آن با بار کل مدار برابر است. بنابراین

$$\frac{q_1'}{q_1} = \frac{q_T'}{q_T} = \frac{C_{eq}'}{C_{eq}} = \frac{\frac{2}{3}C}{\frac{3}{5}C} = \frac{10}{9}$$

۱۸۵. گزینهٔ ۴

مقاومت‌های ۱۰ اهمی و ۲۰ اهمی با یکدیگر متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت ۱۵ اهمی موازی و معادل آن‌ها با مقاومت ۱۰ اهمی به صورت متوالی است. داریم:

$$R_1 = 10 + 20 = 30\,\Omega$$

$$R_2 = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10\,\Omega$$

$$R_3 = 10 + 10 = 20\,\Omega$$

ولت‌سنج ایده‌آل، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل ۲۰ اهمی را نشان می‌دهد.

$$V = IR_3 \Rightarrow 6 = I \times 20 \Rightarrow I = \frac{3}{10}\,A$$

مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq} = 20 + 5 = 25\,\Omega$$

ولتاژ دو سر مولد برابر با ولتاژ دو سر مقاومت معادل مدار است. بنابراین

$$V_\varepsilon = V_{R_{eq}} = IR_{eq} = \frac{3}{10} \times 25 = 7.5\,V$$

۱۸۶ / گزینهٔ ۱

راه‌حل اصلی:

دو مقاومت R_1 و R_2 موازی هستند، بنابراین:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2\times10^6 \times 100\times10^3}{2\times10^6 + 100\times10^3} = \frac{2\times10^6}{21}\ \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{20}{\frac{2\times10^6}{21}} = 21\times10^{-5}\ A = 0/21\ mA$$

راه‌حل تخمینی: چون $R_1 \gg R_2$ است، بنابراین مقاومت معادل دو مقاومت R_1 و R_2 در حدود مقاومت R_1 است، بنابراین جریان تقریبی عبوری از مولد برابر است با:

$$I \simeq \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{20}{100\times10^3} \simeq 0/2\ mA$$

در بین گزینه‌ها عدد گزینهٔ (۱) به عدد به‌دست‌آمده نزدیک‌تر است.

۱۸۷ / گزینهٔ ۲

با توجه به ثابت بودن مقاومت لامپ، توان مصرفی لامپ برابر است با:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{100}{P_2} = \left(\frac{220}{200}\right)^2 \Rightarrow P_2 = \frac{100}{(1/1)^2}\ W = \frac{0/1}{(1/1)^2}\ kW$$

انرژی مصرفی توسط این لامپ در مدت ۱۱ ساعت برابر است با:

$$E = P.t = \frac{0/1}{(1/1)^2}\times 11 \Rightarrow E = \frac{10}{11}\ kWh$$

۱۸۸ / گزینهٔ ۴

طبق قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت دست راست در جهت بردار سرعت و جهت خم شدن انگشتان در جهت $\vec{B}$ باشد، جهت انگشت شست دست راست، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره را نشان می‌دهد که در این سؤال درون‌سو است. داریم:

$$F = |q|vB\sin\theta = 25\times10^{-6}\times 2\times10^5 \times 10^4\times10^{-4}\times \sin 53^\circ \Rightarrow F = 4N$$

۱۸۹ / گزینه ۴

با استفاده از رابطهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان، داریم:

$$F = BIl\sin\theta \Rightarrow [F]=[B][I][l]$$

$$\Rightarrow N = T.A.m \Rightarrow T = \frac{N}{A.S}$$

۱۹۰ / گزینه ۲

وقتی جریان عبوری از القاگر آرمانی در حال کاهش است، انرژی ذخیره شده در القاگر جهت جلوگیری از کاهش جریان (کاهش شار) عمل کرده و انرژی از القاگر خارج می‌شود.

۱۹۱ / گزینه ۳

وقتی آهنربا از بالا در حال نزدیک شدن به حلقه است، شار مغناطیسی عبوری از آن در حال افزایش است و بنابراین بالای حلقه باید قطب N و پایین آن باید قطب S شود تا با تغییرات شار عبوری از خود مخالفت کند در نتیجه جریان پادساعتگرد در حلقه برقرار خواهد شد.

بعد از عبور آهنربا از حلقه، چون شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش است، بنابراین پایین حلقه باید قطب N و بالای آن باید قطب S شود تا مانع کاهش شار عبوری از حلقه گردد و بنابراین جریان ساعتگرد در حلقه ایجاد خواهد شد.

۱۹۲ / گزینه ۲

با توجه به این که در هر دو حالت پیستون جابه‌جا نمی‌شود، حجم گاز ثابت است و داریم:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{mg}{A}}{273+\theta_1} = \frac{P_0 + \frac{(m+M)g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{0.84\times10^5 + \frac{3.6\times10}{10\times10^{-4}}}{280} = \frac{0.84\times10^5 + \frac{(3.6+2.4)\times10}{10\times10^{-4}}}{T_2} \Rightarrow \frac{120\times10^3}{280} = \frac{144\times10^3}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 336\,K$$

$$\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = 336 - 280 = 56\,K$$

۱۹۳ | گزینه ۴

با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$(P_{\text{گاز}})_A = P_0 + 45 = 75 + 45 \Rightarrow (P_{\text{گاز}})_A = 120\ cmHg$$

$$(P_{\text{گاز}})_B + 35 = P_0 \Rightarrow (P_{\text{گاز}})_B = 75 - 35 = 40\ cmHg$$

$$\Rightarrow \frac{(P_{\text{گاز}})_A}{(P_{\text{گاز}})_B} = \frac{120}{40} = 3$$

---

۱۹۴ / گزینه ۳

با استفاده از رابطه تغییرات چگالی با دما، داریم:

$$\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta T) \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = -\rho_1\beta\Delta T$$

$$\Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = -\frac{m}{V_1}\beta\Delta T = -\frac{44\times10^{-3}}{\frac{4}{3}\times3\times(10^{-2})^3}\times(3\times3\times10^{-5})\times100 \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = -99\ \frac{kg}{m^3}$$

---

۱۹۵ / گزینه ۴

گرمای لازم برای تبدیل ۲۰۰g یخ ۱۰°C- به ۲۰۰g یخ صفر درجه سلسیوس برابر است با:

$$Q_1 = m_{\text{یخ}}\, c_{\text{یخ}}\, \Delta\theta = 0.2\times2100\times10 = 4200\ J$$

زمان لازم برای دادن این مقدار گرما به یخ برابر است با:

$$Q_1 = Pt_1 \Rightarrow 4200 = 210\times t_1 \Rightarrow t_1 = 20\ s$$

گرمای لازم برای ذوب یخ برابر است با:

$$Q_2 = mL_F \Rightarrow Pt_2 = mL_F \Rightarrow 210\, t_2 = 0.2\times336\times10^3 \Rightarrow t_2 = 320\ s$$

و زمان لازم برای رساندن دمای آب صفر درجه سلسیوس به آب ۱۰°C برابر است با:

$$Q_3 = m_{\text{آب}}\, c_{\text{آب}}\, \Delta\theta_{\text{آب}} \Rightarrow 210\, t_3 = 0.2\times4200\times10 \Rightarrow t_3 = 40\ s$$

۱۹۶ / گزینه ۲

در فرایند هم حجم، اگر گاز از محیط گرما بگیرد ($Q>0$)، انرژی درونی آن افزایش می‌یابد ($\Delta U>0$) ولی کاری روی محیط انجام نمی‌دهد.

در فرایند هم فشار، اگر گاز از محیط گرما بگیرد ($Q>0$)، دمای آن افزایش می‌یابد و انرژی درونی آن افزایش می‌یابد ($\Delta U>0$) ولی کار انجام شده توسط محیط روی گاز منفی است ($W<0$)

در فرایند هم دما، اگر گاز از محیط گرما بگیرد ($Q>0$) روی محیط کار انجام می‌دهد ($W<0$) ولی انرژی درونی آن ثابت می‌ماند و دمای آن تغییر نمی‌کند.

---

۱۹۷ / گزینه ۳

ابتدا گرمایی که باید از ۲kg آب ۲۰°C بگیریم تا به یخ −۱۰°C تبدیل شود را حساب می‌کنیم.

$$Q_L = |m c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}| + |m L_F| + |m c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}}|$$

$$= |2 \times 4200 \times (0-20)| + |2 \times 336 \times 10^3| + |2 \times 2100 \times (-10-0)|$$

$$\Rightarrow Q_L = 882 \times 10^3 \ J$$

حال با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یخچال، داریم:

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow K = \frac{Q_L}{P.t} \Rightarrow 4 = \frac{882 \times 10^3}{250 \cdot t} \Rightarrow t = 882\ s$$

۸ / گزینه ۲

فرایند bc یک فرایند هم دما است. بنابراین:

$$P_b V_b = P_c V_c \Rightarrow 10^5 \times V_b = 2\times 10^5 \times 4.5 \Rightarrow V_b = 9L$$

فرایند ab یک فرایند هم فشار است، بنابراین:

$$\frac{V_a}{T_a} = \frac{V_b}{T_b} \Rightarrow \frac{V_a}{T_1} = \frac{9}{\frac{9}{5}T_1} \Rightarrow V_a = 5L$$

حال با استفاده از رابطه تغییرات انرژی درونی مقدار معین گاز کامل تک اتمی، داریم:

$$\Delta U_{abc} = U_c - U_a = \frac{3}{2} nR(T_c - T_a) = \frac{3}{2}(P_c V_c - P_a V_a)$$

$$= \frac{3}{2}\left(2\times 10^5 \times 4.5\times 10^{-3} - 10^5 \times 5\times 10^{-3}\right) \Rightarrow \Delta U = 600 J$$

---

۱۹۹ / ۱

با استفاده از معادله حالت گازهای آرمانی، داریم:

$$V_{H_2} + V_{He} = 40\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \frac{n_{H_2} R T_{H_2}}{P_H} + \frac{n_{He} R T_{He}}{P_{He}} = 40\times 10^{-3} \Rightarrow \frac{8\times 400}{2\times 10^5}(n_{H_2} + n_{He}) = 40\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} + n_{He} = 2.5 \ mol \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{M_H} + \frac{m_{He}}{M_{He}} = 2.5 \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{2} + \frac{m_{He}}{4} = 2.5$$

$$\Rightarrow 2m_{H_2} + m_{He} = 10 \quad (*)$$

از طرفی

$$m_H + m_{He} = 8 \quad (**)$$

با حل همزمان معادله‌های (*) و (**) داریم:

$$m_{H_2} = 2\ g$$

$$m_{He} = 6\ g \quad \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{m_{He}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

(16)

۲۰۰/ گزینه ۳

وقتی جسم در فاصله کانونی آینه مقعر باشد، تصویری مستقیم و بزرگتر از آن تشکیل می‌شود.

وقتی جسم بین کانون و مرکز آینه مقعر باشد، تصویری وارونه و بزرگتر از آن تشکیل می‌شود.

وقتی جسم خارج از مرکز آینه مقعر قرار داشته باشد، تصویری وارونه و کوچکتر از آن تشکیل می‌شود.