

گزینه ۱

۱

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 3 \times 10^{-3} = L_1 \times 1/2 \times 10^{-5} \times 50 \Rightarrow L_1 = \frac{3 \times 10^{-3}}{1/2 \times 10^{-5} \times 50} = 5 \text{ m}$$

گزینه ۳

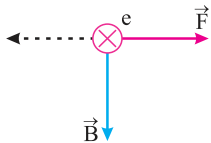
۲

$${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \Rightarrow \begin{cases} 238 = A + 4 \Rightarrow A = 234 \\ 92 = Z + 2 \Rightarrow Z = 90 \end{cases} \Rightarrow {}_{90}^{234}\text{X}$$

گزینه ۲

۳

طبق قانون دست راست داریم:  
(دقت کنید چون بار ذره منفی است، جهت  $\vec{F}$  برعکس می‌شود)



گزینه ۴

۴

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow 120 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2) = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (1)$$

$$W'_t = \Delta K' = \frac{1}{2}m((4v_0)^2 - (v_1)^2) = \frac{1}{2}m(16v_1^2 - v_1^2) = \frac{15}{2}mv_1^2$$

$$\xrightarrow{(1)} W'_t = 15 \times 120 = 1800 \text{ J}$$

گزینه ۲

۵

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} + Q'_{\text{آب}} = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_{\text{آب}} \Delta \theta_1 + C \Delta \theta + m_2 c_{\text{آب}} \Delta \theta_2 = 0$$

$$\Rightarrow 0/6 \times 4200 \times (36 - 20) + C(36 - 20) + 0/4 \times 4200 \times (36 - 10) = 0$$

$$\Rightarrow 6 \times 420 \times 16 + 16C + 4 \times 420 \times (-44) = 0$$

$$\Rightarrow 16C = 33600 \Rightarrow C = 2100 \text{ J/K}$$

طبق صورت سوال، فاصله دو متحرک از هم ۵ m است و متحرک دوم ۷ m از متحرک اول جلوتر است، با در نظر گرفتن مکان متحرک اول به عنوان مبدأ مکانی داریم:

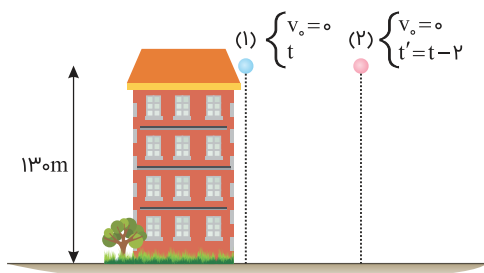


$$| \underbrace{\Delta x_1}_{\text{حرکت یکنواخت}} - \underbrace{\Delta x_2}_{\text{حرکت شتابدار}} | \Rightarrow |vt - (\frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0)| = 5$$

$$\Rightarrow |8t - (\frac{1}{2} \times 2 \times t^2 - 7)| = 5 \Rightarrow |8t - t^2 - 7| = 5$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 8t - t^2 - 7 = 5 \Rightarrow t^2 - 8t + 12 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 2s \\ t = 6s \end{cases} \\ 8t - t^2 - 7 = -5 \Rightarrow t^2 - 8t + 2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 4 + \sqrt{14} \\ t = 4 - \sqrt{14} \end{cases} \end{cases}$$

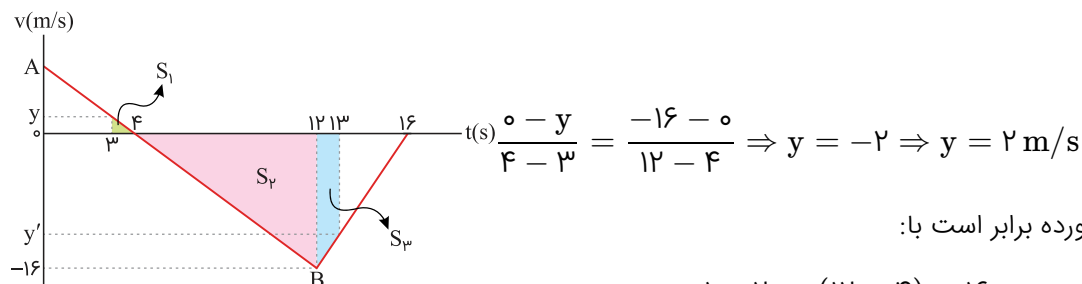
گلوله دوم ۲ ثانیه دیرتر از گلوله اول رها می‌شود. طبق رابطه  $y = -\frac{1}{2}gt^2$  برای هر دو گلوله داریم:



$$\begin{cases} y_A = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -\frac{1}{2} \times 10 \times (5)^2 = -125 \text{ m} \\ y_B = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -\frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2 = -45 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta y = |y_A - y_B| = 125 - 45 = 80 \text{ m}$$

شیب خط AB ثابت است:



مساحت قسمت هاشور خورده برابر است با:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1 \times 2}{2} + \frac{(12 - 4) \times 16}{2} = 65 \text{ m}$$

پس متحرک در بازه زمانی (۳ s, ۱۲ s)، ۶۵ متر طی کرده است.

شیب CB ثابت است:

$$\frac{16 - |y'|}{13 - 12} = \frac{0 - (-16)}{16 - 12} \Rightarrow 16 - |y'| = \frac{16}{4} = 4 \Rightarrow |y'| = 12 \text{ m/s} \Rightarrow y' = -12 \text{ m/s}$$

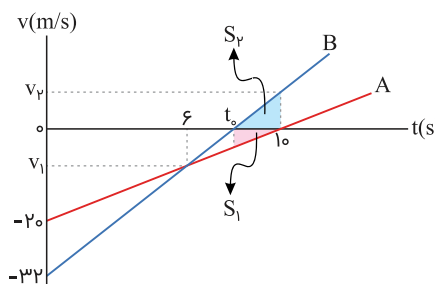
حال برای محاسبه مسافت طی شده در بازه زمانی (۱۲ s, ۱۳ s) مسافت دوزنقه ( $S_3$ ) را حساب می‌کنیم:

$$S_3 = \frac{y' + 16}{2} \times (13 - 12) = \frac{12 + 16}{2} \times 1 = 14 \text{ m}$$

برای محاسبه تندی:

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{65 + 14}{13 - 3} = \frac{79}{10} = 7.9$$

از لحظه  $t_0$  تا ۱۰ ثانیه سرعت متحرک B مثبت و سرعت متحرک A منفی است، یعنی در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند. شیب خط A را می‌نویسیم:



$$\text{شیب خط A} = \frac{0 - (-20)}{10 - 0} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v_1 = a_A t + v_{0A} \Rightarrow v_1 = 2(6) - 20 = -8 \text{ m/s}$$

حال برای پیدا کردن  $v_2$ ، ابتدا شیب خط B را نوشته تا شتاب B را به دست آوریم:

$$\text{شیب خط B} = \frac{-8 - (-32)}{6 - 0} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$v_2 = a_B t + v_{0B} \Rightarrow v_2 = 4 \times 10 - 32 = 8 \text{ m/s}$$

برای پیدا کردن  $t_0$ ، کافی است  $v_B$  را برابر صفر قرار دهیم:

$$v_B = a_B t + v_{0B} \Rightarrow 0 = 4 \times t_0 - 32 \Rightarrow t_0 = 8 \text{ s}$$

سرعت A در  $t_0$  را محاسبه می‌کنیم:

$$v_A = 2 \times 8 - 20 = -8 \text{ m/s}$$

حال اگر مساحت‌های  $S_1$  و  $S_2$  را محاسبه کنیم. برابر فاصله دو متحرک در بازه زمانی است که خلاف جهت هم حرکت می‌کنند:

$$\Delta x = S_1 + S_2 = \left( \frac{(10 - 8) \times (4)}{2} \right) + \left( \frac{8 \times (10 - 8)}{2} \right) = 4 + 8 = 12 \text{ m}$$

برای تعیین تغییر فاصله، علاوه بر جهت حرکت، باید به موقعیت نسبی دو متحرک نیز توجه کرد. در لحظه  $t = 8 \text{ s}$ ، متحرک B عقب‌تر از متحرک A قرار دارد. در بازه ۸ تا ۱۰ ثانیه، هر دو متحرک در این بازه به سمت هم حرکت می‌کنند. بنابراین، فاصله بین آن‌ها به اندازه جابجایی نسبی‌شان یعنی ۱۲ متر کاهش می‌یابد.

ابتدا به کمک رابطه  $v = \frac{2\pi r}{T}$ ، سرعت متحرک را به دست آورده و سپس شتاب حرکت را می‌نویسیم:

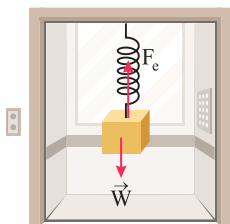
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 2}{1/57} = 8 \text{ m/s}$$

$$a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{(8)^2}{2} = 32 \text{ m/s}^2$$

برای به دست آوردن اندازه تکانه چون گلوله یک دور کامل زده، فقط جهت سرعت عوض شده پس:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = m(v_2 - v_1) = 50 \times 10^{-3} (8 - (-8)) = 0.8 \text{ kg.m/s}$$

نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم؛ طبق قانون دوم نیوتن در راستای قائم داریم:

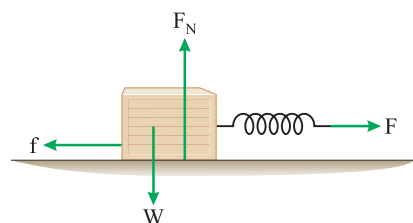


$$F_{\text{net}, y} = ma \Rightarrow F_e - W = ma \Rightarrow F_e - 3 \times 10 = -3 \times 2$$

$$\Rightarrow F_e = 24 \text{ N} \Rightarrow k\Delta x = 24 \Rightarrow 400(x_p - 0.42) = 24$$

$$\Rightarrow x_p = \frac{24}{400} + 0.42 = 0.48 \text{ m} \Rightarrow x_p = 48 \text{ cm}$$

در حالت اول: قبل از این که  $F = 47/5 \text{ N}$  شود، نیروی اصطکاک ایستایی داریم:



$$F_{\text{net}, x} = 0 \Rightarrow F - F_s = 0 \Rightarrow F_e = F_s$$

$$\Rightarrow k\Delta x = F_s \Rightarrow \mu_s \times F_N = k\Delta x$$

$$\Rightarrow \mu_s = \frac{k\Delta x}{F_N} = \frac{400 \times 0.075}{50} = 0.6$$

در حالت دوم: جسم شروع به حرکت می‌کند:

$$F_{\text{net}, x} = ma \Rightarrow F_e - f_k = ma \Rightarrow k\Delta x - \mu_k F_N = ma$$

$$\Rightarrow \mu_k = \frac{k\Delta x - ma}{F_N} \Rightarrow \mu_k = \frac{400 \times 0.075 - 10}{50} = 0.4$$

خواسته سوال:

$$\frac{\mu_s}{\mu_k} = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2}$$

می‌دانیم مساحت زیر نمودار  $F - t$  بیانگر تغییرات تکانه است، پس در بازه  $t_1 = 1\text{ s}$  تا  $t_2 = 5\text{ s}$  مساحت زیر نمودار را محاسبه می‌کنیم:

$$S_{(1\text{ s}, 5\text{ s})} = (1 \times (-2)) + (1 \times 2) + (1 \times 3) = 3\text{ N.s}$$

$$S = \Delta P \Rightarrow 3 = m\Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{3}{5/5} = 6\text{ m/s}$$

حال برای محاسبه شتاب از تغییرات سرعت به دست آمده کمک می‌گیریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6}{5-1} = 1.5\text{ m/s}^2$$

برای محاسبه طول موج :

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{340}{500} = 0.68\text{ m} = 68\text{ cm}$$

می‌دانیم:

$$f_n - f_{n-1} = f_1 \Rightarrow 280 - 240 = 40\text{ Hz} = f_1$$

بسامدهای تشدیدي تار باید مضربي از  $f_1$  باشند، پس عددی که مضرب ۴۰ نیست، بسامد تشدیدي تار نیست یعنی گزینه (ا).

طبق نمودار:

$$\frac{3\lambda}{2} = 4\lambda \Rightarrow \lambda = 0.3 \text{ m}$$

از رابطه  $\lambda = vT$  دوره را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.3 = 4 \times T \Rightarrow T = 0.075 \text{ s}$$

سوال تندی متوسط در بازه زمانی (۰ تا ۰/۰۵) را خواسته پس  $t$  را بر حسب دوره به دست می‌آوریم:

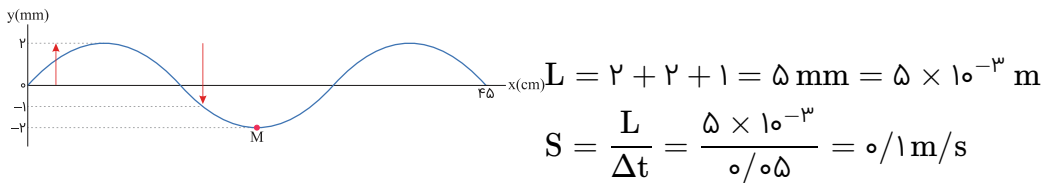
$$\frac{T}{0.075} = \frac{t}{0.05} \Rightarrow t = \frac{2}{3}T$$

به کمک معادله مکان زمان نوسانگر مکان نوسانگر در  $t = 0.05 = \frac{2}{3}T$  را به دست می‌آوریم:

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow x = 0.002 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times \frac{2}{3}T\right) = 0.002 \times \cos\left(\frac{4\pi}{3}\right)$$

$$\Rightarrow x = 0.002 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -0.001 \text{ m} = -1 \text{ mm}$$

به کمک نمودار مشاهده می‌کنیم که متحرک از مکان  $x = 0$  شروع به حرکت کرده به  $x = 2 \text{ mm}$  رسیده و تا  $x = -1 \text{ mm}$  پایین آمده است، پس:

از رابطه  $\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0}$ :

$$\beta_A - \beta_B = 10 \log\left(\frac{I_A}{I_B}\right) \Rightarrow 11/5 = 10 \log\left(\frac{I_A}{I_B}\right) \Rightarrow 1/5 = \log\left(\frac{I_A}{I_B}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{1/5} = 10^1 \times 10^{0/5} = 10 \times 10^{\frac{0}{5}} = 10 \times 10^{\frac{0}{5}} = 10 \times \sqrt[5]{10^0}$$

از داده صورت سوال داریم:  $\log 2 = 0.3$  یعنی  $10^{0.3} = 2$ 

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10 \times \sqrt{2}$$

طبق صورت سوال:  $U_1 = \frac{U_{\max}}{2}$  و  $K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$  و  $E = U_1 + K_1$  طبق پایستگی انرژی نوسانگر:

$$E = U_1 + K_1 = \frac{U_{\max}}{2} + \frac{1}{2}mv_1^2 \xrightarrow{E=U_{\max}} \frac{U_{\max}}{2} + \frac{1}{2}mv_1^2 = U_{\max}$$

$$\Rightarrow \frac{U_{\max}}{2} = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow U_{\max} = mv_1^2$$

از رابطه انرژی نوسانگر،  $U_{\max}$  را به دست می‌آوریم:

$$U_{\max} = E = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(\omega A)^2$$

$$\Rightarrow A^2 = \frac{U_{\max}}{\frac{1}{2}m\omega^2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2U_{\max}}{m\omega^2}}$$

حال معادله مکان زمان نوسانگر را می‌نویسیم:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2U_{\max}}{m\omega^2}} \cos(\omega t) \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2U_{\max}}{m\omega^2}} \cos(\omega t)$$

از رابطه ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

چون کوتاه‌ترین طول موج تابش شده پس الکترون به مدار  $n = \infty$  رفته:

$$\frac{1}{\lambda_{\infty}} = R \left( \frac{1}{n'^2} - 0 \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\infty}} = \frac{R}{n'^2} \Rightarrow n' = \sqrt{\frac{R}{\lambda_{\infty}}}$$

معادله توان را نوشته و اطلاعات را جایگذاری می‌کنیم:

$$P = \frac{nhc}{\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{P}{hct} = \frac{1}{\lambda} = \frac{P}{hct} \Rightarrow \lambda = \frac{hct}{P}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) اگر فاصله بین نوکلئون‌ها بیشتر از  $3fm$  شود، نیرو صفر می‌شود پس تا یک فاصله معین رابطه برقرار است.
- (۲) طبق نمودار  $Z - N$  با تعداد نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای رابطه مستقیم ندارد.
- (۴) نیروی هسته‌ای از نوع جاذبه است.



از داده‌های سوال و رابطه ظرفیت خازن کمک می‌گیریم:

$$C_1 = \frac{q_1}{V_1} \Rightarrow 25V_1 = q_1 \quad (1)$$

$$C = C_2 = C_1 = \frac{q_2}{V_2} \Rightarrow 25 = \frac{q_1 + 50}{V_1 + 50/2V_1} = \frac{q_1 + 50}{1/2V_1}$$

$$\Rightarrow 25(1/2V_1) = q_1 + 50 \xrightarrow{(1)} 25 \times 1/2V_1 = 25V_1 + 50$$

$$\Rightarrow 25V_1(1/2 - 1) = 50 \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 10 \text{ V} \\ V_2 = 12 \text{ V} \end{cases}$$

حال انرژی خازن در حالت دوم را حساب می‌کنیم:

$$U_2 = \frac{1}{2}CV_2^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times (12)^2 = 1800 \text{ J} = 1/8 \text{ mJ}$$

تنها نیرویی که روی پروتون کار انجام می‌دهد، نیروی الکتریکی است پس طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow qEd \cos \theta = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow e \times 10^3 \times d \times (-1) = \frac{1}{2}m(0^2 - (2 \times 10^4)^2) \Rightarrow ed = 2 \times 10^5 \text{ m} \quad (1)$$

برای حالت دوم هم قضیه کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

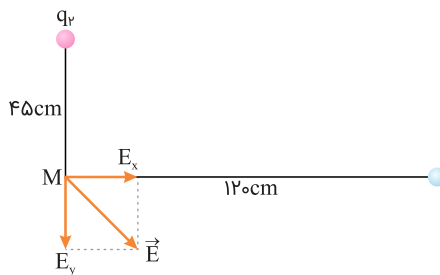
$$W'_E = \Delta K' \Rightarrow qEd \times \cos \theta' = \frac{1}{2}m(v_2'^2 - v_1'^2) \Rightarrow e \times 10^3 \times d \times (+1) = \frac{1}{2}m(v_2'^2 - (2 \times 10^4)^2)$$

$$\Rightarrow ed \times 10^3 = \frac{1}{2}m(v_2'^2 - (4 \times 10^8)) \xrightarrow{(1)} 2 \times 10^5 \times 10^3 \times 10^3 = \frac{1}{2}m(v_2'^2 - 4 \times 10^8)$$

$$\Rightarrow v_2'^2 = 8 \times 10^8 \Rightarrow v_2' = 2\sqrt{2} \times 10^4 \text{ m/s}$$

با رسم بردار میدان داده شده در نقطه  $M$ ، با بررسی جهت بردارها در راستای بارهای  $q_1$  و  $q_2$  مشخص می‌شود که  $q_1 < 0$  و  $q_2 > 0$  است.

میدان حاصل از هر کدام از بارها را داریم، پس:



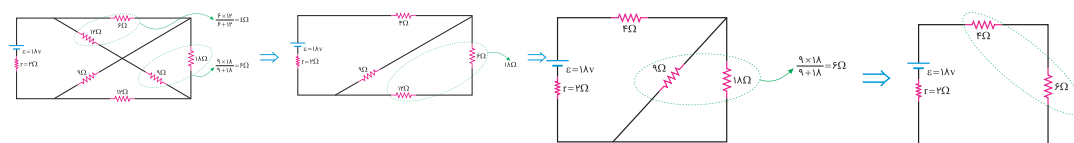
$$E_1 = E_a = \frac{kq_1}{r_1^2} \Rightarrow 4/5 \times 10^5 = \frac{kq_1}{(1/2)^2} \Rightarrow kq_1 = 12 \times 12 \times 45 \times 10^2 \quad (1)$$

$$E_2 = E_b = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow 8 \times 10^5 = \frac{kq_2}{(5/45)^2} \Rightarrow kq_2 = 8 \times 45 \times 45 \times 10^1 \quad (2)$$

خواسته سوال  $\frac{q_1}{q_2}$  است پس از رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\left| \frac{kq_1}{kq_2} \right| = \frac{12 \times 12 \times 45 \times 10^2}{8 \times 45 \times 45 \times 10^1} = 4 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -4$$

ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:  
از رابطه کمک می‌گیریم و  
جریان مدار را به دست  
می‌آوریم:

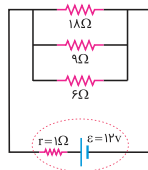
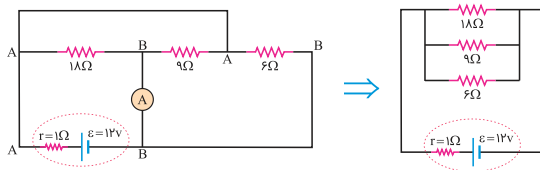


$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{18}{2 + 10} = \frac{3}{2}$$

در نهایت اختلاف پتانسیل دو سر باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{اختلاف پتانسیل دو سر باتری} = 18 - Ir = 18 - \frac{3}{2} \times 2 = 15 \text{ V}$$

مقاومت ولت سنج بی نهایت است، پس جریانی از آن نمی‌گذرد، مدار را با نام گذاری نقاط هم پتانسیل ساده می‌کنیم:



طبق مدار ساده شده مشخص است که جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد جریان کل مدار است پس:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega, \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{3 + 1} = 3A$$

اختلاف پتانسیل در هر باتری برابر است با:

$$V = \varepsilon - IR = 12 - 1 \times 3 = 9V$$

$$V_{6\Omega} = IR_{6\Omega} \Rightarrow 9 = 6I_{6\Omega} \Rightarrow I_{6\Omega} = 1.5A$$

پس عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد برابر است با:

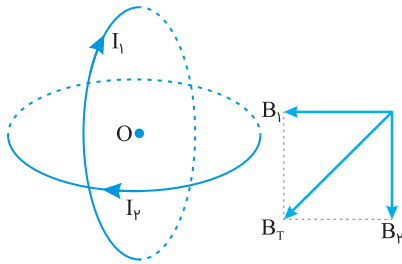
$$I_A = I - I_{6\Omega} = 3 - 1.5 = 1.5A$$



ابتدا به کمک قانون دست راست میدان مغناطیسی حاصل از هر حلقه را به دست می‌آوریم:

جهت میدان مغناطیسی حلقه (۱) در نقطه O: به سمت چپ ( $\leftarrow$ )

جهت میدان مغناطیسی حلقه (۲) در نقطه O: به سمت پایین ( $\downarrow$ )



دو میدان برهم عمودند، و جهت برآیند آن‌ها به صورت زیر است:

کافی است دو میدان را محاسبه کرده و از رابطه فیثاغورس، برآیند آن‌ها را به دست آوریم:  
(چون I و R در هر دو حلقه برابر است پس میدان  $B_1$  و  $B_2$  برابر هستند.)

$$B_1 = B_2 = B = \frac{\mu_1 N I}{2R} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 1 \times 2}{2 \times 0.2} = 6 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = B\sqrt{2} = 6\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ T}$$

مولفه ای از میدان که هم راستای محور x است شار ایجاد می‌کند چون  $\theta$  زاویه میدان با نیم خط عمود بر سطح است:

$$\Phi = AB \cos \theta \Rightarrow \Phi = 4 \times 10^{-2} \times 0.05 \times 1 = 2 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

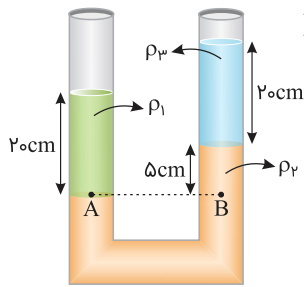
ابتدا تغییرات شار نسبت به زمان را به دست می‌آوریم. طبق داده‌های صورت سوال، تغییرات شار ناشی از تغییرات میدان است:

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = A \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = 15 \times 10^{-4} \times 1 \times 0.1 \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 15 \times 10^{-5}$$

حال جریان القایی را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \left| \frac{-N}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{400}{0.2} \times 15 \times 10^{-5} = 0.3 \text{ A}$$

برای فشار نقاط هم تراز A و B داریم:



$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 \\
 &\Rightarrow \cancel{P_0} + \rho_1 g (20) = \cancel{P_0} + \rho_2 g (5) + \rho_3 g (20) \\
 &\Rightarrow \rho_1 (20) = \rho_2 (5) + \rho_3 (20) \xrightarrow{\rho_3 = \frac{\rho_1}{2}} 20\rho_1 = 5\rho_2 + 20\left(\frac{\rho_1}{2}\right) \\
 &\Rightarrow 10\rho_1 = 5\rho_2 \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 2
 \end{aligned}$$

از روابط فشار کمک می‌گیریم:

$$\begin{aligned}
 \begin{cases} P = \frac{F}{A} \\ P = \rho g h + P_0 \end{cases} &\Rightarrow \frac{F}{A} = \rho g h + P_0 \Rightarrow \frac{73200}{1200 \times 10^{-4}} = 1020 \times 10 \times h + 10^5 \\
 \Rightarrow h &= \frac{10^5 (61 - 10)}{10200} = 0.5 \times 10^2 = 50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- تنها نیرویی که روی سه توپ کار انجام داده نیروی وزن است پس طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{mg} = \Delta K$$

چون ارتفاع دو گلوله (۱) و (۲) همواره کاهش می‌یابد  $\Leftarrow W_{mg} > 0 \Leftarrow \Delta K > 0 \Leftarrow v_2 > v_1$  مورد الف درست و مورد ب نادرست است.

- توپ‌ها با سرعت اولیه یکسان و از ارتفاع برابر پرتاب شده اند پس:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= K_2 = K_3 \\ W_{gh_1} &= W_{gh_2} = W_{gh_3} = mgh = \Delta K_1 = \Delta K_2 = \Delta K_3 \end{aligned} \right\} \\
 \Rightarrow K'_1 &= K'_2 = K'_3 \Rightarrow v'_1 = v'_2 = v'_3$$

مورد پ درست است.

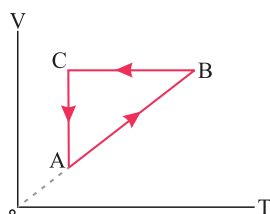
فرایندها را تک تک بررسی و رسم می‌کنیم:

فرایند AB انبساط هم فشار است پس در نمودار  $V - T$  باید خط مبدأ گذر باشد.

فرایند BC هم حجم است و دما و فشار در آن کاهش می‌یابد.

فرایند AC هم دما است و باید موازی محور  $V$  رسم شود.

بنابراین گزینه (۴) درست است.



گزینه ۳

۳۵

طبق رابطه  $n = \frac{m}{M}$  و رابطه جرم گاز خارج شده داریم:

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \frac{m_1}{M} \Rightarrow n_1 M = m_1 \\ n_2 &= \frac{m_2}{M} \Rightarrow n_2 M = m_2 \\ m_2 &= \frac{4}{5} m_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{4}{5} \Rightarrow n_2 = \frac{4}{5} n_1$$

تغییر مول گاز برابر است با:

$$\begin{aligned} n_1 - n_2 &= \frac{P_1 V_1}{RT_1} - \frac{P_2 V_2}{RT_2} \Rightarrow n_1 - \frac{4}{5} n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} - \frac{P_2 V_2}{RT_2} \\ \xrightarrow{n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}} \frac{1}{5} \left( \frac{P_1 V_1}{RT_1} \right) &= \frac{P_1 V_1}{RT_1} - \frac{P_2 V_2}{RT_2} \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{4}{5} \left( \frac{P_1 V_1}{RT_1} \right) \\ \xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{P_2}{T_2} &= \frac{4}{5} \left( \frac{P_1}{T_1} \right) \Rightarrow P_2 = \frac{4}{5} \frac{P_1 T_2}{T_1} \end{aligned}$$

صورت سوال فشار پیمانه‌ای حالت اول را داده پس:

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{4}{5} \times \frac{(3 \times 10^5 + 10^5) \times 300}{300} = 3 \times 10^5 \text{ Pa} \\ P_{\text{پیمانه‌ای}} &= P_2 - P_0 = 3 \times 10^5 - 10^5 = 2 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$