

گزینه ۴

۱

گزینه ها را بررسی می کنیم:

گزینه ۱:

$$P = V I \Rightarrow [P] = A.V$$

گزینه ۲:

$$[P] = \frac{J}{s} = \frac{J}{s} \times \frac{C}{C} = \frac{\frac{J}{C} \times C}{s} \xrightarrow{\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V = \frac{J}{C}} [P] = \frac{V.C}{s}$$

گزینه ۳:

$$(W = Fd \Rightarrow J = N.m) \text{ که یکای توان است. } \frac{N.m}{s} = \frac{J}{s}$$

گزینه ۴: توان (P) برابر است با کار (W) تقسیم بر زمان (t) یا انرژی (U) تقسیم بر زمان (t).

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U}{t}$$

$$[W] = J = N.m = \frac{kg.m^2}{s^2}$$

$$\Rightarrow [P] = \frac{J}{s} = \frac{\frac{kg.m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg.m^2}{s^3}$$

گزینه ۳

۲

کار انجام شده برای بالا رفتن از پله ها برابر با mgh (انرژی پتانسیل گرانشی) است.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 300 = \frac{60 \times 10 \times h}{60} \Rightarrow h = 30m$$

$$25cm = \frac{1}{4}m$$

$$\text{تعداد} = \frac{\text{ارتفاع کل}}{\text{ارتفاع هر پله}} = \frac{30}{\frac{1}{4}} = 120$$

$$۴۵ \frac{\text{دور}}{\text{دقیقه}} \times \frac{۲\pi \text{ rad}}{\text{دورا}} \times \frac{۱ \text{ دقیقه}}{۶۰ \text{ s}} = \frac{۳\pi}{۲} \text{ rad/s}$$

الف) سرعت آن‌ها در خلأ یکسان است : این گزاره صحیح است. تمام امواج الکترومغناطیسی (نور مرئی، امواج رادیویی، اشعه ایکس و ...) در خلأ با سرعت ثابت نور (تقریباً $۳ \times ۱۰^8 \text{ m/s}$) حرکت می‌کنند.

ب) منشأ تولید همه، تغییر تراز انرژی الکترون‌های اتم است : این گزاره صحیح نیست. اگرچه برخی امواج الکترومغناطیسی (مانند نور مرئی و فرابنفش) از تغییر تراز انرژی الکترون‌ها در اتم‌ها ناشی می‌شوند، اما امواج دیگر (مانند امواج رادیویی از نوسان بارهای الکتریکی در آنتن، اشعه گاما از واپاشی هسته‌ای و اشعه ایکس از ترمز الکترون‌ها) منشأهای متفاوتی دارند.

ج) همه موج عرضی هستند : این گزاره صحیح است. امواج الکترومغناطیسی امواج عرضی هستند، به این معنی که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی آن‌ها عمود بر جهت انتشار موج نوسان می‌کنند.

د) تشخیص و آشکارسازی همه، به یک روش است : این گزاره صحیح نیست. روش‌های تشخیص و آشکارسازی امواج الکترومغناطیسی بسته به طول موج آن‌ها متفاوت است (مثلاً رادیو برای امواج رادیویی، چشم برای نور مرئی، حسگرهای فروسرخ برای امواج فروسرخ و ...).

تندی اولیه: v_1

$$v_2 = v_1 + 0.25v_1 = 1.25v_1 = \left(\frac{5}{4}\right) v_1 \quad \text{تندی نهایی:}$$

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{انرژی جنبشی اولیه:}$$

$$K_2 = K_1 + 0.25K_1 = 1.25K_1 = \left(\frac{5}{4}\right) K_1 \quad \text{انرژی جنبشی نهایی:}$$

بنابراین داریم:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{5}{4}\right) \Rightarrow m_2 = ۴ \text{ kg}$$

$$m_1 - m_2 = ۱ \text{ kg}$$

ابتدا باید معادله سرعت لحظه‌ای (v) را بیابیم:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{3}{4}t^2 - 15t + 30 \\ x &= \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2, v_0 = -15 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v = \frac{3}{2}t^2 - 15$$

محاسبه سرعت متوسط در ۵ ثانیه اول: ۵ ثانیه اول به معنای بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 5$ s است. در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در یک بازه زمانی برابر با سرعت لحظه‌ای در لحظه میانی آن بازه است. لحظه میانی برای این بازه برابر است

$$t_1 = \frac{(0 + 5)}{2} = 2.5 \text{ s}$$

۵ ثانیه سوم به معنای بازه زمانی $t = 10$ s تا $t = 15$ s است. لحظه میانی برای این بازه برابر است با

$$t_2 = \frac{(10 + 15)}{2} = 12.5 \text{ s}$$

$$\Rightarrow v = \frac{3}{2}t - 15 \Rightarrow \begin{cases} v_{1,av} = \frac{3}{2} \times (2.5) - 15 = -11.25 \text{ m/s} \\ v_{2,av} = \frac{3}{2} \times 12.5 - 15 = 3.75 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{1,av}}{v_{2,av}} = \frac{-11.25}{3.75} = -3$$

روش اول: نمودار یک سهمی است که محور زمان (t) را در $t = ۲s$ و $t = ۵s$ قطع می‌کند (یعنی مکان در این لحظات صفر است).

معادله سهمی را می‌توان به صورت $x = K(t - ۲)(t - ۵)$ نوشت که t و t ریشه‌ها هستند. پس:

$$x = K(t - ۲)(t - ۵)$$

نقطه دیگری که از نمودار مشخص است $(۰, ۲۰)$ (یعنی در $t = ۰, x = ۲۰m$)، با جایگذاری این نقطه در معادله، مقدار K را پیدا می‌کنیم:

$$۲۰ = K(۰ - ۲)(۰ - ۵) \Rightarrow ۲۰ = ۱۰K \Rightarrow K = ۲$$

بنابراین، معادله مکان - زمان متحرک به صورت زیر است:

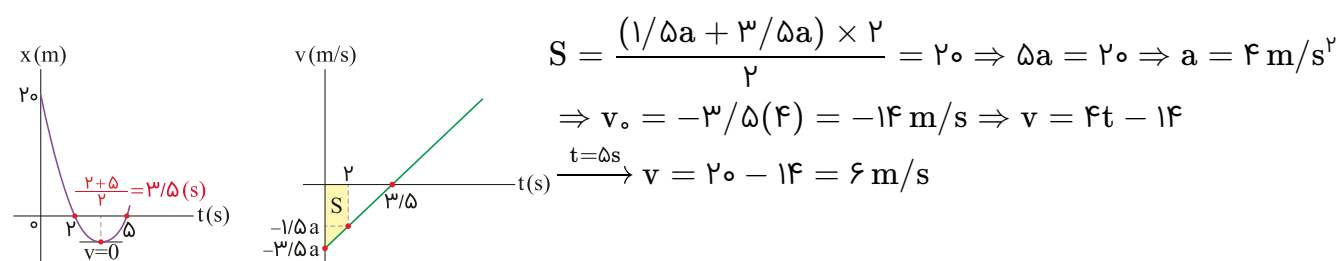
$$x(t) = ۲(t - ۲)(t - ۵) \Rightarrow x(t) = ۲(t^2 - ۷t + ۱۰) \Rightarrow x(t) = ۲t^2 - ۱۴t + ۲۰$$

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= ۲t^2 - ۱۴t + ۲۰ \\ x(t) &= \frac{1}{۲}at^2 + v_0t + x_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = ۴m/s^2, v_0 = -۱۴m/s, x_0 = ۲۰m$$

$$\Rightarrow v(t) = ۴t - ۱۴ \xrightarrow{t=۵s} v(۵) = ۶m/s$$

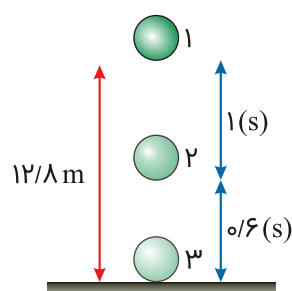
روش دوم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{۲+۵}{۲} = ۳/۵s \Rightarrow ۰ = ۳/۵a + v_0 \Rightarrow v_0 = -۳/۵a \\ t = ۲s \Rightarrow v = ۲a + v_0 = ۲a + (-۳/۵a) = -۱/۵a \end{cases}$$



محاسبه زمان کل سقوط سنگ تا رسیدن به زمین:

$$۱ \rightarrow ۳: \Delta y = \frac{1}{2}gt^2 + v^0 \cdot t \Rightarrow ۱۲/۸ = \frac{1}{2}(۱۰)t^2 \Rightarrow ۱۲/۸ = ۵t^2 \Rightarrow t^2 = ۲/۵۶ \Rightarrow t = \sqrt{۲/۵۶} = ۱/۶s$$

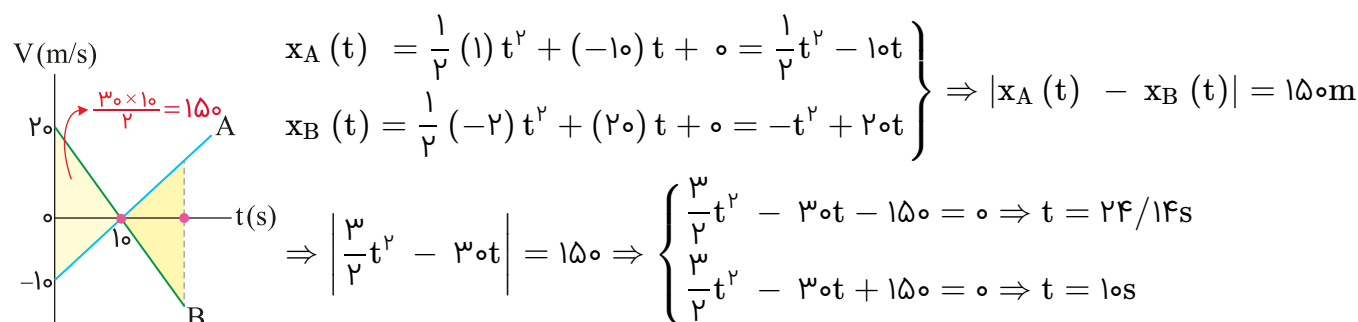


محاسبه مدت زمانی که سنگ ۰/۶ ثانیه قبل از رسیدن به زمین است: اگر زمان کل سقوط ۱/۶ ثانیه باشد، ۰/۶ ثانیه قبل از رسیدن به زمین، یعنی مدت زمان یک ثانیه. پس مسافت طی شده از این لحظه به بعد را محاسبه می‌کنیم:

$$۱ \rightarrow ۲: \Delta y' = \frac{1}{2}gt'^2 \Rightarrow \Delta y' = \frac{1}{2}(۱۰)(۱)^2 \Rightarrow \Delta y' = ۵m$$

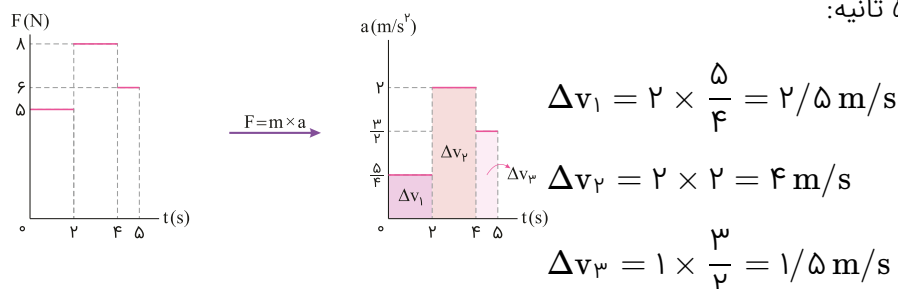
این به این معنی است که در مدت زمان ۱/۰ ثانیه، سنگ ۵ متر از نقطه رها شدن (ارتفاع اولیه) پایین آمده است. محاسبه ارتفاع سنگ از سطح زمین در آن لحظه: ارتفاع اولیه سنگ ۱۲/۸ متر بوده است. سنگ ۵ متر پایین آمده است. پس:

$$۱۲/۸ - ۵ = ۷/۸m$$



برای محاسبه شتاب متوسط، نیاز به تغییرات سرعت کل (Δv) در بازه زمانی مورد نظر (۵ ثانیه) داریم. از قانون دوم نیوتون ($F = ma$) می‌توانیم شتاب را در هر بازه زمانی که نیرو ثابت است، محاسبه کنیم. سپس با استفاده از شتاب و مدت زمان هر بازه، تغییرات سرعت را به دست آوریم.

محاسبه تغییرات سرعت کل (Δv) در ۵ ثانیه:



$$\Delta v_{\text{کل}} = \Delta v_1 + \Delta v_2 + \Delta v_3 = 2/5 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s} + 1/5 \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v_{\text{کل}}}{\Delta t_{\text{کل}}} = \frac{8}{5} = 1/6 \text{ m/s}^2$$

طبق قانون اول نیوتون، هر جسم تمایل دارد حالت اولیه حرکت خود (سکون یا حرکت با سرعت ثابت) را حفظ کند.

حالت اول: خودرو شتاب رو به جلو دارد.

وقتی خودرو به سمت جلو شتاب می‌گیرد، آونگ (که در ابتدا ساکن یا با سرعت ثابت خودرو در حرکت بوده) تمایل دارد حالت قبلی خود را حفظ کند.

بنابراین، در حالی که خودرو به جلو حرکت می‌کند، آونگ نسبت به خودرو به سمت عقب منحرف می‌شود. این پدیده به دلیل خاصیت لختی آونگ است که در برابر تغییر سرعت مقاومت می‌کند.

حالت دوم: خودرو در مسیر دایره‌ای یکنواخت حرکت می‌کند.

وقتی خودرو در یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند، همواره شتابی به سمت مرکز دایره (شتاب مرکزگرا) دارد.

آونگ تمایل دارد در مسیر مستقیم (مماس بر دایره) حرکت کند و در برابر تغییر جهت مقاومت می‌کند. در نتیجه، آونگ نسبت به خودرو به سمت بیرون دایره (در خلاف جهت نیروی مرکزگرا) منحرف می‌شود.

محاسبه زمان سقوط (t) تا رسیدن به زمین:

چون گلوله "رها" می‌شود، سرعت اولیه آن صفر است. از معادله حرکت با شتاب ثابت برای سقوط آزاد استفاده می‌کنیم:

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 5 = (0) t + \frac{1}{2} (10) t^2 \Rightarrow t^2 = 1 \Rightarrow t = 1s$$

بنابراین، حرکت گلوله از $t = 0$ تا $t = 1s$ ثانیه طول می‌کشد.

یافتن معادله سرعت (v) بر حسب زمان:

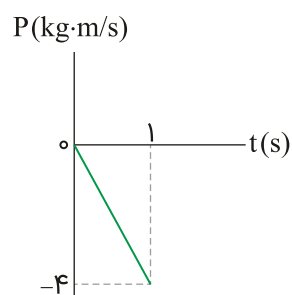
برای جسمی که از حال سکون رها می‌شود، سرعت لحظه‌ای آن در هر زمان برابر است با:

$$v(t) = -gt + v_0 \Rightarrow v(t) = -10t$$

یافتن معادله تکانه (p) بر حسب زمان:

$$p(t) = mv(t) = m(-10t) = -4t \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \rightarrow p = 0 \\ t = 1s \rightarrow p = -4 \end{cases}$$

پس نمودار تکانه- زمان خطی است (رد گزینه ۳ و ۴).



$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 20\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{10} \text{ s}$$

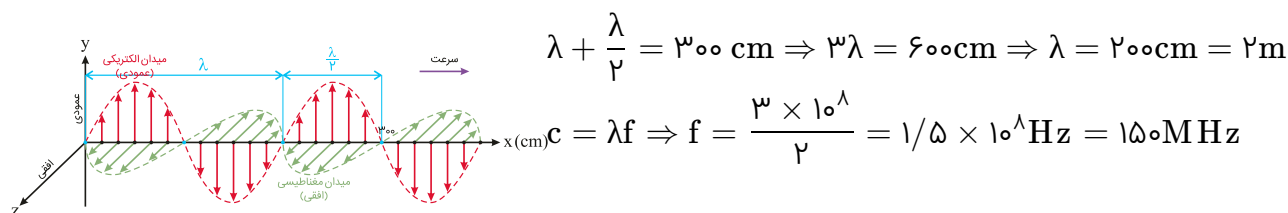
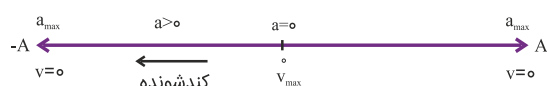
برای یافتن انرژی جنبشی در یک لحظه خاص، ابتدا باید سرعت نوسانگر را در آن لحظه پیدا کنیم. اما قبل از آن، می‌توانیم موقعیت نوسانگر را بررسی کنیم تا ببینیم آیا در نقطه تعادل است یا خیر.

$$x\left(\frac{1}{10} \text{ s}\right) = 0.05 \cos\left(20\pi \times \frac{1}{10} \text{ s}\right) \Rightarrow x\left(\frac{1}{10} \text{ s}\right) = 0.05 \cos\left(\frac{5\pi}{1}\right) = 0$$

با جایگذاری $t = \frac{1}{10} \text{ s}$ در معادله مکان-زمان، مشخص می‌شود که نوسانگر در این لحظه در $x = 0$ (نقطه تعادل) قرار دارد. این نکته بسیار مهم است، زیرا در نقطه تعادل، انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه است.

$$K_{\max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2, \quad v_{\max} = A\omega = 0.05 \times 20\pi = \pi \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow K_{\max} = \frac{1}{2} \times 0.12 \times \pi^2 = 0.6\pi^2 \text{ J} = 60\pi^2 \text{ mJ}$$



برای حل این سوال، باید دو اصل فیزیکی مربوط به شکست نور و پاشندگی را در نظر بگیریم:

- هنگامی که نور از یک محیط غلیظ (مانند شیشه) وارد یک محیط رقیق (مانند هوا) می‌شود، از خط عمود دور می‌شود.
- در محیط‌هایی مانند شیشه، ضریب شکست برای نور آبی (با طول موج کوتاه‌تر و بسامد بیشتر) بیشتر از ضریب شکست برای نور قرمز (با طول موج بلندتر و بسامد کمتر) است. یعنی:

$$\lambda_R > \lambda_B \Rightarrow f_R < f_B$$

این بدان معناست که نور آبی بیشتر از نور قرمز منحرف می‌شود (بیشتر می‌شکند).

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: با توجه به رابطه $W_0 = hf$ ، هر چه تابع کار بیشتر باشد، بسامد آستانه نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین، این گزینه نادرست است.

گزینه ۲: از معادله اینشتین $(K_{\max} = hf - W_0)$ ، مشخص است که $K_{\max}$ به طور مستقیم به hf (انرژی فوتون فرودی) بستگی دارد. با افزایش بسامد نور فرودی (f)، انرژی فوتون (hf) افزایش می‌یابد. از آنجایی که W_0 برای یک فلز ثابت است، $K_{\max}$ (بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردها) با بسامد نور فرودی رابطه مستقیم دارد. بنابراین، این گزینه نادرست است.

گزینه ۳: این جمله تعریف دقیق تابع کار (W_0) در اثر فوتوالکتریک است. تابع کار حداقل انرژی مورد نیاز برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز است. بنابراین، این گزینه صحیح است.

گزینه ۴: طول موج آستانه (λ_0) بلندترین طول موجی است که می‌تواند باعث گسیل فوتوالکتردها شود. اگر طول موج نور فرودی از λ_0 بلندتر باشد، حتی با شدت زیاد، گسیل فوتوالکتردها رخ نمی‌دهد.

رابطه بین بسامد آستانه و طول موج آستانه $f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$ است. از آنجایی که f_0 حداقل بسامد است، λ_0 حداکثر طول موج خواهد بود. بنابراین، این گزینه نادرست است.

برای حل این سوال، از فرمول ریدبرگ برای طول موج‌های گسیل شده از اتم هیدروژن استفاده می‌کنیم:

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

$$\frac{\lambda_{5 \rightarrow 4}}{\lambda_{\infty \rightarrow 4}} = \frac{\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty}}{\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}} = \frac{\frac{1}{16}}{\frac{25 - 16}{16 \times 25}} = \frac{25}{9}$$

برای یافتن تعداد نوترون‌ها (x)، از قانون پایستگی عدد جرمی (A) استفاده می‌کنیم:

$$1 + 235 = 133 + 101 + x \Rightarrow x = 2$$

بنابراین، ۲ نوترون در این واکنش آزاد می‌شود.

در واکنش‌های شکافت هسته‌ای، مجموع جرم محصولات (ذرات ثانویه) کمتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها (ذرات اولیه) است. این کاهش جرم به انرژی تبدیل می‌شود. بنابراین، رابطه صحیح این است: $M_1 > M_2$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{m}{4r^3} = \frac{1/7 \times 10^{-27}}{4 \times (8/4 \times 10^{-16})^3}$$

$$= \frac{1/7 \times 10^{-27}}{2/370816 \times 10^{-48}} \simeq 0.717 \times 10^{18} = 7.17 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3 = 7.17 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3$$

در یک رسانای در حال تعادل الکتروستاتیکی، تمام بارهای اضافی (چه مثبت و چه منفی) فقط روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شوند. بنابراین، درون یک رسانای توپر، هیچ بار خالصی وجود ندارد. تمام نقاط درون رسانا و روی سطح آن دارای پتانسیل الکتریکی یکسان هستند. در یک رسانای در حال تعادل الکتروستاتیکی، میدان الکتریکی درون آن صفر است. اگر میدان الکتریکی غیرصفری وجود داشت، بارهای آزاد درون رسانا تحت تأثیر این میدان حرکت می‌کردند و این با تعریف تعادل الکتروستاتیکی (بارهای ساکن) در تضاد بود.

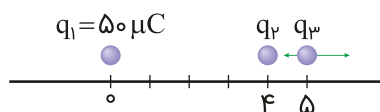
$V =$ ثابت

$$d_2 = \frac{1}{4} d_1$$

$$= C \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = 4$$

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times 1 = 4 \Rightarrow Q_2 = 4Q_1$$

برای اینکه نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر صفر باشد، نیروهای وارد شده از طرف بارهای q_1 و q_2 بر q_3 باید هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند. برای اینکه نیروها یکدیگر را خنثی کنند، باید در خلاف جهت باشند. (دقت کنید چون نیروی وارد بر بار q_3 که خارج از دو بار q_1 و q_2 است صفر شده پس علامت دو بار q_1 و q_2 باید مخالف هم باشد در نتیجه $q_2 < 0$ است.)



$$\vec{F}_{13} = \vec{F}_{23} \Rightarrow k \frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2} = k \frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{50}{5^2} = \frac{|q_2|}{1^2} \Rightarrow |q_2| = 2 \mu C \xrightarrow{q_1 > 0} q_2 = -2 \mu C$$

$$P = VI = 6 \times 1/5 = 9W$$

برای حل این سوال، باید روابط بین توان مصرفی، مقاومت، و ابعاد سیم را بررسی کنیم.

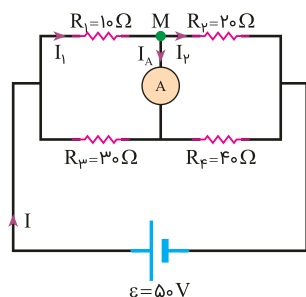
$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{V^2}{R} \\ R &= \rho \frac{L}{A} = \frac{\rho L}{\pi r^2} = \frac{4\rho L}{\pi D^2} \\ D &= D - 0.01D = 0.99D \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = \frac{V^2 \times \pi D^2}{4\rho L}$$

$$\xrightarrow{V, \rho, L, \pi = \text{ثابت}} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = \frac{99}{100} \times \frac{99}{100} \approx \frac{98}{100}$$

این بدان معناست که توان جدید P_2 تقریباً $98/100$ درصد توان اولیه P_1 است. میزان کاهش توان برابر است:

$$P_2 - P_1 = 0.981P_1 - P_1 = -0.019P_1$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = -0.019/99 \simeq -0.02\%$$



$$\text{موازی } R_3, R_4 : R' = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = \frac{30}{4} \Omega$$

$$\text{موازی } R_5, R_6 : R'' = \frac{30 \times 40}{30 + 40} = \frac{40}{3} \Omega$$

$$R_T = \frac{30}{4} + \frac{40}{3} = \frac{90 + 160}{12} = \frac{250}{12} \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{50}{\frac{250}{12}} = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ A}$$

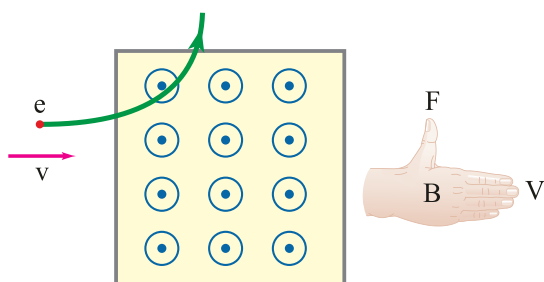
$$V_{3,4} = V_1 \Rightarrow R'I = R_1 I_1 \Rightarrow \frac{30}{4} I = 10 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4} I = 1.8 \text{ A}$$

$$V_{5,6} = V_2 \Rightarrow R''I = R_2 I_2 \Rightarrow \frac{40}{3} I = 20 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} I = 1.6 \text{ A}$$

در گره M داریم:

$$I_1 = I_A + I_2 \Rightarrow I_A + I_1 - I_2 = 1.8 - 1.6 = 0.2 \text{ A} \\ \Rightarrow I = 200 \text{ mA}$$

برای تعیین جهت نیروی وارد بر یک ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی، قاعده دست راست (چون بار منفی است، دست چپ) استفاده می‌کنیم.



برای محاسبه نیروی مغناطیسی وارد بر یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$F = BIL \sin \theta = 0.5 \times 10^{-7} \times 4000 \times 100 \times \sin 60^\circ = 10\sqrt{3} \text{ N}$$

بررسی حلقه ۱:

قانون لنز: با نزدیک شدن حلقه به آهنربا، شار مغناطیسی افزایش می‌یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهنربا است.

جهت جریان القایی: با استفاده از قاعده دست راست (انگشت شست در جهت میدان القایی رو به بالا، انگشتان خمیده جهت جریان را نشان می‌دهند)، جریان القایی در حلقه ۱ باید پادساعتگرد باشد (از نگاه بالا).

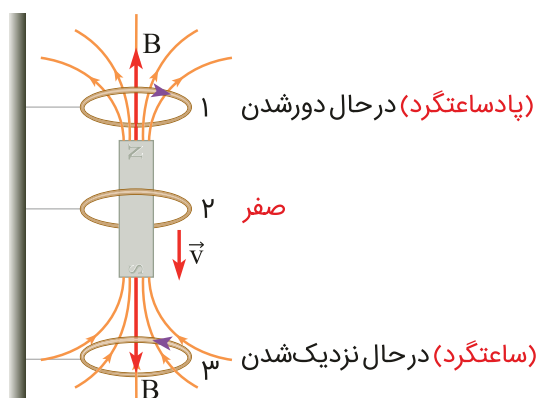
بررسی حلقه ۲:

تغییرات شار مغناطیسی در این حالت نداریم، بنابراین جریان هم در حلقه القا نمی‌شود.

بررسی حلقه ۳:

قانون لنز: با دور شدن حلقه از آهنربا، شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم‌جهت با میدان آهنربا است.

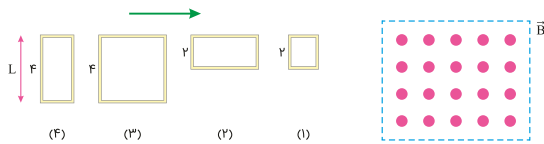
جهت جریان القایی: با استفاده از قاعده دست راست (انگشت شست در جهت میدان القایی رو به پایین، انگشتان خمیده جهت جریان را نشان می‌دهند)، جریان القایی در حلقه ۳ باید ساعتگرد باشد (از نگاه بالا).



نیروی محرکه الکتریکی القایی در یک رسانا که با سرعت v در یک میدان مغناطیسی یکنواخت B حرکت می‌کند، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon = BLv$$

نیروی محرکه القایی ε مستقیماً با طول مؤثر L متناسب است. L در اینجا، طول ضلع حلقه است که هنگام ورود یا خروج از میدان مغناطیسی، خطوط میدان را قطع می‌کند. این ضلع، همان ضلع عمود بر جهت حرکت (ضلع عمودی حلقه) است. بیاپید طول مؤثر L را برای هر حلقه تعیین کنیم:



حلقه ۱: $L_1 = 2\text{cm}$

حلقه ۲: $L_2 = 2\text{cm}$

حلقه ۳: $L_3 = 4\text{cm}$

حلقه ۴: $L_4 = 4\text{cm}$

$$4 > 2 \Rightarrow \varepsilon_4 = \varepsilon_3 > \varepsilon_2 = \varepsilon_1$$

قطر قسمتی از رگ (قسمت باریک) 40% درصد نسبت به سایر قسمت‌ها (قسمت گشاد) کاهش یافته است. اگر قطر قسمت گشاد را D_2 در نظر بگیریم، قطر قسمت باریک D_1 برابر است با:

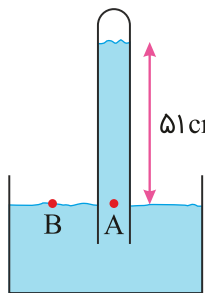
$$D_1 = D_2 - 0.40D_2 = (1 - 0.40)D_2 = 0.60D_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = (0.6)^2 = 0.36$$

$$v_2 = 0.36v_1 \Rightarrow 64\% \text{ کاهش}$$

تندی خون هنگام ورود از قسمت باریک به قسمت گشاد رگ، 64% درصد کاهش می‌یابد.

نقاط A و B در شکل، در یک سطح افقی در مایع قرار دارند. بنابراین، فشار در این دو نقطه با هم برابر است:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوای ته لوله}} = P_{\text{هوای محیط}}$$

$$51\text{cm} P_{\text{هوای محیط}} = \rho_H g h_{Hg} = 13600\text{ kg/m}^3 \times 10\text{ m/s}^2 \times 0.51\text{ m} = 102680\text{ Pa}$$

$$\Rightarrow \rho g h + P_{\text{هوای ته لوله}} = P_{\text{هوای محیط}} \Rightarrow 2800 \times 10 \times 0.51 + P_{\text{هوای ته لوله}} = 102680$$

$$P_{\text{هوای ته لوله}} = 88400\text{ Pa}$$

برای محاسبه گرمای ویژه (c) هر ماده، از رابطه گرمای منتقل شده استفاده می‌کنیم: $Q = mc\Delta T$

$$\begin{aligned} A : c_A &= \frac{Q_A}{m_A \Delta T} = \frac{1800 \text{ J}}{2 \times 2} = 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ B : c_B &= \frac{Q_B}{m_B \Delta T} = \frac{1200}{1 \times 2} = 600 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ C : c_C &= \frac{Q_C}{m_C \Delta T} = \frac{3000}{1/5 \times 4} = 500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ \Rightarrow c_A &< c_C < c_B \end{aligned}$$

بیا بید گزینه‌ها را بررسی کنیم:

گزینه‌های ۱ و ۳: کار انجام‌شده روی گاز: کار (W) تابع مسیر است. مقدار کاری که روی یک گاز انجام می‌شود (یا توسط گاز انجام می‌شود) به نوع فرایند (مثلاً هم‌حجم، هم‌فشار، هم‌دما یا بی‌دررو) بستگی دارد، حتی اگر حالت‌های اولیه و نهایی یکسان باشند. در نمودار P-V، کار برابر با مساحت زیر نمودار فرایند است که برای مسیرهای مختلف، متفاوت خواهد بود.

۲. تغییر انرژی درونی: انرژی درونی (U) تابع حالت است. برای یک گاز کامل، انرژی درونی فقط به دما بستگی دارد. بنابراین، تغییر انرژی درونی فقط به تغییر دما بستگی دارد و مستقل از مسیری است که گاز برای رسیدن از دمای T_1 به T_2 طی کرده است. این یکی از اصول اساسی قانون اول ترمودینامیک است.

۴. تغییر انرژی درونی و گرمای مبادله‌شده: اگرچه تغییر انرژی درونی (ΔU) تابع حالت است، اما گرمای مبادله‌شده (Q) تابع مسیر است. بنابراین، این ترکیب به نوع فرایند بستگی خواهد داشت.

این مسئله مربوط به گازهای ایده‌آل و فرایند هم‌حجم است.

$$\begin{aligned} P_1 &= P_0 = 75 \text{ cmHg}, \quad P_2 = P_g + P_0 = 10 + 75 = 85 \text{ cmHg} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{75 \text{ cmHg}}{273 \text{ K}} = \frac{85 \text{ cmHg}}{T_2} \Rightarrow T_2 = 309/39 \text{ K} \\ \Rightarrow \theta_2 &= 309/39 - 273 = 36/39 ^\circ\text{C} \simeq 36/4 ^\circ\text{C} \end{aligned}$$