

گزینه ۲

۱

برای پاسخ به این سؤال، باید انواع واپاشی هسته‌ای را بررسی کنم:

(۱) واپاشی گاما : در این نوع واپاشی، هسته اتم فقط یک فوتون پرانرژی (پرتو گاما) گسیل می‌کند. تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها تغییر نمی‌کند، بنابراین عدد جرمی ثابت می‌ماند.

(۲) واپاشی آلفا : در این واپاشی، یک ذره آلفا (هسته هلیم شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون) از هسته خارج می‌شود. در نتیجه:

- عدد اتمی (Z) به اندازه ۲ واحد کاهش می‌یابد

- تعداد نوترون‌ها به اندازه ۲ واحد کاهش می‌یابد

- عدد جرمی (A) به اندازه ۴ واحد کاهش می‌یابد

(۳) واپاشی بتای منفی : یک نوترون به یک پروتون تبدیل می‌شود و الکترون و ذره دیگری آزاد می‌شود. مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی) تغییر نمی‌کند.

(۴) واپاشی بتای مثبت : یک پروتون به یک نوترون تبدیل می‌شود و پوزیترون و ذره دیگری آزاد می‌شود. مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی) تغییر نمی‌کند.

گزینه ۲ (واپاشی آلفا) است، زیرا تنها در واپاشی آلفا عدد جرمی تغییر می‌کند

گزینه ۳

۲

خطوط میدان از q_1 خارج شده و به q_2 وارد شده پس $q_1 > 0$ است.

تراکم خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار q_1 بیشتر از بار q_2 است پس $|q_1| < |q_2|$

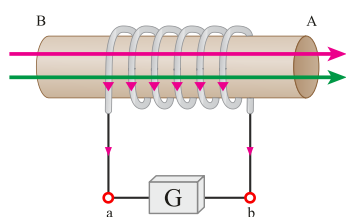
طبق قانون لنز، وقتی شار مغناطیسی در حال تغییر است، جریان القایی در جهتی ایجاد می‌شود که با عامل به وجود آورنده تغییر شار مخالفت می‌کند.

در این مسئله، یک آهنربای تیغه‌ای از سیم‌لوله دور می‌شود. همانطور که در شکل می‌بینیم، قطب N آهنربا به سمت راست است و آهنربا از سیم‌لوله دور می‌شود (فلش به سمت راست نشان می‌دهد).

وقتی آهنربا از سیم‌لوله دور می‌شود، شار مغناطیسی درون سیم‌لوله کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز، جریان القایی باید طوری باشد که با این کاهش شار مقابله کند. یعنی:

- جریان القایی باید میدان مغناطیسی‌ای ایجاد کند که جهت آن با میدان مغناطیسی اولیه یکسان باشد (تا با کاهش شار مخالفت کند).

- میدان مغناطیسی اولیه در سیم‌لوله به دلیل حضور آهنربا، از چپ به راست بوده است (از قطب S به سمت N)، پس میدان مغناطیسی القایی نیز باید از چپ به راست باشد.



حالا باید با استفاده از قاعده دست راست تعیین کنیم که جهت جریان القایی چگونه باشد تا میدان مغناطیسی از چپ به راست ایجاد شود:

طبق قاعده دست راست، اگر انگشتان دست راست را در جهت جریان خم کنیم، انگشت شست ما جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

برای اینکه میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله از چپ به راست باشد (یعنی از B به A)، جریان در سیم رابط گالوانومتر از a به b خواهد بود.

حالا برای تعیین قطب‌های مغناطیسی در نقاط A و B: وقتی جریان در سیم‌لوله برقرار می‌شود، سیم‌لوله مانند یک آهنربا عمل می‌کند. بنابراین، اگر جریان در سیم‌لوله طوری باشد که میدان مغناطیسی از B به A باشد (از چپ به راست)، پس: قطب B و A قطب S و N خواهد بود.

$$25 \text{ kWh} \times \frac{10^3 \text{ W}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ MJ}}{10^6 \text{ J}} = 90 \text{ MJ}$$

بیا یک سیستم مختصات تعریف کنیم که محور عمودی آن به سمت بالا است و مبدأ آن روی سطح زمین است. فرض می‌کنیم لحظه شروع را با $t = 0$ نشان می‌دهیم، یعنی لحظه رهاشدن گلوله اول. گلوله اول در $t = 0$ از ارتفاع h رها می‌شود و در زمان رهاشدن گلوله سوم، یعنی در لحظه $t = 4s$ به زمین می‌رسد. پس زمان رسیدن گلوله اول به زمین ۴ ثانیه است. ابتدا باید ارتفاع اولیه h را به دست آوریم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + h \xrightarrow{y=0} h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 16 = 80m$$

گلوله اول در $t = 0$ از ارتفاع h رها می‌شود. گلوله دوم در $t = 2s$ از ارتفاع h رها می‌شود. گلوله سوم در $t = 4s$ از ارتفاع h رها می‌شود.

گلوله دوم معادله سقوط آزاد را از زمان $t = 2s$ دنبال می‌کند. پس موقعیت آن در لحظه $t = 4s$ برابر است با:

$$y_2(t = 4s) = -\frac{1}{2}g(4 - 2)^2 + h = -\frac{1}{2} \times 10 \times 4 + 80 = 60m$$

بنابراین گلوله دوم در لحظه $t = 4s$ از ارتفاع ۶۰ متری عبور می‌کند.

برای حل این تست باید از زمانی که دو متحرک هم سرعت می‌شوند تا زمانی که هم‌مکان می‌شوند را پیدا کنیم. ابتدا معادلات سرعت هر دو متحرک را می‌نویسیم:

$$\left. \begin{aligned} v_1(t) &= a_1 t = 0/5t \\ v_2(t) &= a_2 t = 2(t - 3) \end{aligned} \right\} \xrightarrow{v_1(t)=v_2(t)} 0/5t = 2(t - 3)$$

$$\Rightarrow 1/5t = 6 \Rightarrow t = 30 \text{ s}$$

پس دو متحرک در $t = 30 \text{ s}$ هم‌سرعت می‌شوند. در این لحظه، سرعت هر دو متحرک ۶ متر بر ثانیه است. موقعیت متحرک‌ها در لحظه هم‌سرعت شدن در $t = 30 \text{ s}$:

$$x_1(t) = \frac{1}{2} a_1 (t^2) = 0/25(30)^2 = 225 \text{ m}$$

$$x_2(t) = \frac{1}{2} a_2 (t - 3)^2 = (30 - 3)^2 = 729 \text{ m}$$

بنابراین در لحظه هم‌سرعت شدن، متحرک اول ۳ متر جلوتر است. برای تعیین زمان برخورد (هم‌مکان شدن دو متحرک)، معادله $x_1(t) = x_2(t)$ را حل می‌کنیم:

$$x_1 = x_2 \Rightarrow 0/25t^2 = 2(t - 3)^2 \Rightarrow t^2 = 4(t - 3)^2$$

$$\Rightarrow t = 2(t - 3) \Rightarrow t = 6 \text{ s}$$

تحلیل حرکت:

تا قبل از $t = 30 \text{ s}$: چون سرعت متحرک دوم کمتر از متحرک اول است، فاصله افزایش می‌یابد.
در $t = 30 \text{ s}$: سرعت‌ها برابر می‌شوند و فاصله به حداکثر مقدار خود می‌رسد.
بعد از $t = 30 \text{ s}$: سرعت متحرک دوم بیشتر می‌شود، بنابراین فاصله کاهش می‌یابد.
در $t = 6 \text{ s}$ دو متحرک به هم می‌رسند و فاصله صفر می‌شود.
بنابراین فاصله از $t = 30 \text{ s}$ تا $t = 6 \text{ s}$ در حال کاهش است، یعنی به مدت ۲ ثانیه.

در لحظه $t = 0\text{ s}$ ، مکان متحرک B برابر $x_B(0) = 0\text{ m}$ است. سرعت اولیه متحرک B برابر $v_B(0) = 12\text{ m/s}$ است. شتاب ثابت متحرک B را a_B می‌نامیم (مجهول مسئله).

در این مسئله، نمودار مکان-زمان متحرک A را داریم، و مسیر حرکت متحرک B و سرعت اولیه آن را می‌دانیم. هدف محاسبه شتاب ثابت متحرک B است، با توجه به این که دو متحرک در لحظه $t = 4\text{ s}$ به هم می‌رسند.

ابتدا باید معادله مکان-زمان متحرک A را از روی نمودار استخراج کنیم:

در لحظه $t = 0\text{ s}$ ، مکان متحرک A برابر $x_A(0) = 20\text{ m}$ است.

در لحظه $t = 3\text{ s}$ ، مکان متحرک A برابر $x_A(3) = 26\text{ m}$ است.

با توجه به خطی بودن نمودار، می‌توانیم شیب آن را محاسبه کنیم:

$$\frac{26 - 20}{3 - 0} = 2\text{ m/s}$$

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

$$x_A = 2t + 20$$

حالا برای متحرک B داریم:

طبق شرایط مسئله، در لحظه $t = 4\text{ s}$ دو متحرک به هم می‌رسند، یعنی $x_A(4) = x_B(4)$:

$$x_A = x_B \Rightarrow 2t + 20 = \frac{1}{2}a_B t^2 + v_0 t + x_0$$

$$\Rightarrow 2 \times 4 + 20 = \frac{1}{2}a_B \times 16 + 12 \times 4 \Rightarrow 28 = 8a_B + 48$$

$$\Rightarrow a_B = -2/8\text{ m/s}^2$$

"۲ ثانیه دوم" به بازه زمانی از $t_1 = 2\text{ s}$ تا $t_2 = 4\text{ s}$ اشاره دارد.

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = 3 \times 4 - 8 = 4\text{ m/s} \\ v_2 = 3 \times 16 - 8 = 40\text{ m/s} \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 - 4}{4 - 2} = 18\text{ m/s}^2$$

روش اول: جهت شرق را مثبت (+) و جهت غرب را منفی (-) در نظر می‌گیریم.

تندی اولیه 5 m/s به سمت غرب است، پس $v_i = -5 \text{ m/s}$

تندی نهایی 5 m/s به سمت شرق است، پس $v_f = +5 \text{ m/s}$

نیروی ثابت $F = 2 \text{ N}$ به سمت شرق (مثبت) وارد می‌شود.

طبق قانون دوم نیوتون: $(F = ma)$

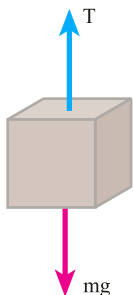
$$a = \frac{F}{m} = \frac{2}{50/10} = 2/5 \text{ m/s}^2$$

$$v_f - v_i = at \Rightarrow t = \frac{5 - (-5)}{2/5} = 50 \text{ s}$$

روش دوم (با استفاده از تکانه و ضربه): ضربه وارد شده برابر با تغییر تکانه است:

$$F \Delta t = \Delta p \Rightarrow F \Delta t = m(v_f - v_i) \Rightarrow \Delta t = \frac{m(v_f - v_i)}{F}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{50/10 \times 10}{2} = 50 \text{ s}$$



چون شتاب را در حالتی می‌خواهیم که طناب در آستانه پاره شدن باشد، نیروی بیشینه‌ای که طناب می‌تواند تحمل کند را در نظر می‌گیریم.

جسم به سمت پایین حرکت می‌کند و شتاب نیز به سمت پایین است.

$$mg - T = ma \Rightarrow a = \frac{mg - T}{m} = \frac{50 \times 9/10 - 430}{50} = 1/2 \text{ m/s}^2$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون ($F = ma$) برای هر حالت می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} F &= m_1 a_1 = 12m_1 \Rightarrow m_1 = \frac{F}{12} \\ F &= m_2 a_2 = 4m_2 \Rightarrow m_2 = \frac{F}{4} \\ F &= (m_2 - m_1) a_3 \Rightarrow a_3 = \frac{F}{\frac{F}{4} - \frac{F}{12}} = 6 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

دوره تناوب، زمان لازم برای یک دور کامل است.

$$T = \frac{3/14}{3} = \frac{\pi}{3}$$

سرعت زاویه‌ای با دوره تناوب رابطه دارد.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 6 \text{ rad/s}$$

نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) به سمت مرکز دوران است. این نیرو، نیروی مرکزگرای لازم برای حرکت دایره‌ای را فراهم می‌کند.

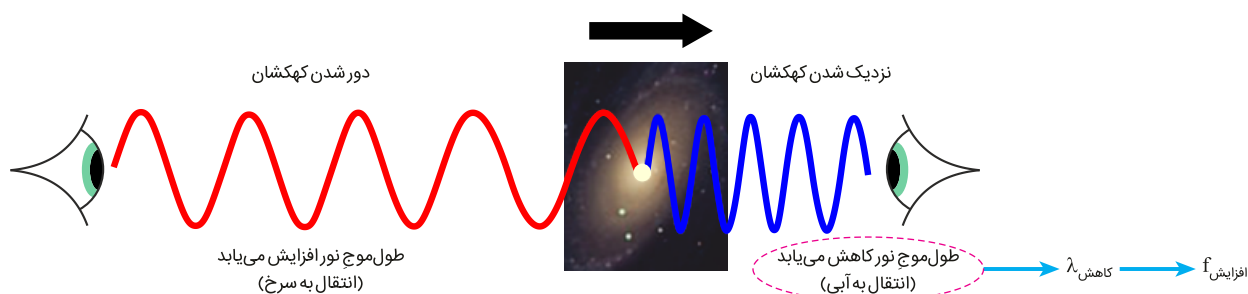
شرط آستانه لغزش: در آستانه لغزش، نیروی اصطکاک ایستایی به بیشینه مقدار خود می‌رسد ($f_{s,\max}$) و این نیرو برابر با نیروی مرکزگرا (F_c) است.

$$\begin{aligned} F_c &= f_{s,\max} \Rightarrow mr\omega^2 = \mu_s mg \Rightarrow \mu_s = \frac{r\omega^2}{g} \\ \Rightarrow \mu_s &= \frac{0/1 \times 36}{10} = 0/36 \end{aligned}$$

تندی انتشار موج عرضی (v) در یک تار کشیده شده از رابطه زیر به دست می‌آید. که در آن F نیروی کشش تار و μ چگالی خطی جرم تار (جرم واحد طول، m/L) است:

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \\ \left. \begin{aligned} \rho_A &= \rho_B \\ F_A &= F_B \\ A_A &= 4A_B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} &= \sqrt{\frac{A_B}{A_A}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_B = 2v_A = 200 \text{ m/s} \end{aligned}$$

این پدیده با اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی (نور) توضیح داده می‌شود. وقتی یک چشمه نور (مانند کهکشان) به ناظر نزدیک می‌شود، طول موج نور دریافتی توسط ناظر کاهش می‌یابد (انتقال به آبی) و بسامد (فرکانس) آن افزایش می‌یابد. برعکس، وقتی چشمه نور دور می‌شود، طول موج افزایش می‌یابد (انتقال به سرخ) و بسامد کاهش می‌یابد.



در حالت تعادل در راستای قائم داریم :

$$F = W \Rightarrow kx = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{x} = \frac{0.2 \times 10}{2/5 \times 10^{-2}} = 100 \text{ N/m}$$

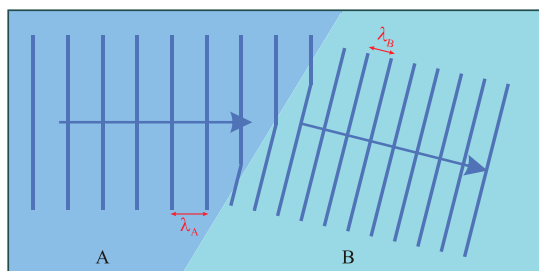
بیشینه انرژی جنبشی ($K_{\max}$) زمانی رخ می‌دهد که نوسانگر از نقطه تعادل عبور می‌کند (جایی که انرژی پتانسیل کشسانی نسبت به نقطه تعادل صفر است).

بیشینه انرژی پتانسیل ($U_{\max}$) زمانی رخ می‌دهد که نوسانگر در نقاط بازگشت (حداکثر دامنه) قرار دارد (جایی که انرژی جنبشی صفر است).

انرژی مکانیکی کل برابر با بیشینه انرژی پتانسیل یا بیشینه انرژی جنبشی است:

$$E = K_{\max} = U_{\max} = \frac{1}{2} k A^2$$

$$\Rightarrow K_{\max} = \frac{1}{2} \times 100 \times (0.02)^2 = 0.02 \text{ J} = 20 \text{ mJ}$$



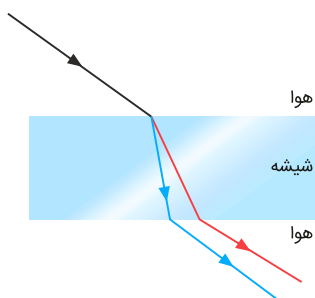
مشاهده طول موج: در شکل، خطوط موازی نشان‌دهنده جبهه‌های موج (مثلاً قله‌ها) هستند. فاصله بین دو جبهه موج متوالی، طول موج (λ) است. با دقت در شکل می‌بینیم که فاصله بین جبهه‌های موج در ناحیه (A) بیشتر از فاصله بین جبهه‌های موج در ناحیه (B) است یعنی: $\lambda_A > \lambda_B$

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\lambda_A > \lambda_B, f_A = f_B} v_A > v_B$$

رابطه تندی موج سطحی آب و عمق آب: تندی انتشار امواج سطحی در آب‌های کم‌عمق به عمق آب بستگی دارد. هرچه عمق آب بیشتر باشد، تندی انتشار موج نیز بیشتر است.

تحلیل گزینه‌ها:

۱. نادرست: پرتوها در یک جهت (موازی با جهت تابش اولیه) منتشر می‌شوند، نه در دو جهت متفاوت.
۲. نادرست: پرتوها به دلیل پاشندگی و متفاوت بودن ضریب شکست برای رنگ آبی و قرمز و جابه‌جایی جانبی از هم جدا شده‌اند.
۳. درست: پرتوها به دلیل پاشندگی از هم جدا شده‌اند و هر دو در یک جهت (موازی با پرتو تابش اولیه) منتشر می‌شوند. عبارت "نزدیک هم" به این معنی است که این جدایی معمولاً کم است.
۴. نادرست: پرتوها از هم جدا شده‌اند و در همان جهت پرتو تابش اولیه منتشر می‌شوند.



تحلیل گزینه‌ها:

۱. بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردها ($K_{\max}$): با کاهش طول موج (λ)، انرژی فوتون ($\frac{hc}{\lambda}$) افزایش می‌یابد. طبق معادله $K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W$ ، با افزایش $\frac{hc}{\lambda}$ و ثابت بودن W ، مقدار $K_{\max}$ افزایش می‌یابد. این گزینه صحیح است.
۲. تعداد فوتوالکتردها: تعداد فوتوالکتردها به شدت نور بستگی دارد، نه مستقیماً به طول موج آن.
۳. بسامد آستانه (f_0): بسامد آستانه ویژگی فلز است و به نور فرودی بستگی ندارد.
۴. تابع کار (W): تابع کار ویژگی فلز است و به نور فرودی بستگی ندارد.

تحلیل گزینه‌ها:

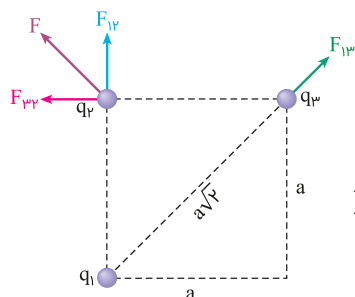
- الف) محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن: مدل بور این مورد را توضیح می‌دهد.
 - ب) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن: مدل بور این مورد را توضیح نمی‌دهد.
 - ج) حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد: مدل بور این مورد را توضیح نمی‌دهد.
 - د) طیف‌های جذبی گاز هیدروژن اتمی: مدل بور این مورد را توضیح می‌دهد.
- بنابراین، موارد ب و ج را مدل اتمی بور نمی‌تواند توضیح دهد.

می‌دانیم که تعداد هسته‌های باقی‌مانده (N) پس از گذشت زمان t از رابطه زیر به دست می‌آید. که N_0 تعداد هسته‌های اولیه و n تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده است

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{16} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T} = 4 \Rightarrow T = \frac{\lambda}{4} = 2h$$

فرض کنیم بار هر سه ذره یکسان و برابر q باشد و ضلع مربع برابر a باشد.



طبق قانون کولن داریم:

$$\left. \begin{aligned} F_{12} = F_{21} &= \frac{kq^2}{a^2} \\ F &= \sqrt{2} \left(\frac{kq^2}{a^2} \right) \\ F_{13} &= \frac{kqq}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2a^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F}{F_{13}} = 2\sqrt{2}$$

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} \xrightarrow{\kappa=3} C = 3C_0$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{C=3C_0} U = 3U_0$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} \xrightarrow{V \text{ و } d \text{ ثابت}} E \text{ ثابت}$$

بنابراین، انرژی خازن ۳ برابر و میدان الکتریکی ۱ برابر (یعنی بدون تغییر) می‌شود.

چون $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$ و باتری‌ها در خلاف جهت هم بسته شده‌اند، نیروی محرکه خالص برابر است با:

$$\mathcal{E}_{\text{net}} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = 18 - 6 = 12 \text{ V}$$

بنابراین:

$$I = \frac{\mathcal{E}_{\text{net}}}{R + r_1 + r_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

باتری ۱ در حال تخلیه است (جریان از قطب مثبتش خارج می‌شود)، بنابراین توان خروجی آن بصورت زیر است:

$$P_{\text{out}1} = \mathcal{E}_1 I - r_1 I^2 = 18 \times 2 - 1 \times 4 = 32 \text{ W}$$

باتری ۲ در حال شارژ است (جریان به قطب مثبتش وارد می‌شود). بنابراین توان ورودی آن بصورت زیر است:

$$P_{\text{in}2} = \mathcal{E}_2 I + r_2 I^2 = 6 \times 2 + 2 \times 4 = 20 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{in}2}}{P_{\text{out}1}} = \frac{20}{32} = \frac{5}{8}$$

$$\left. \begin{array}{l} L_A = 2L_B \\ m_A = \frac{1}{2}m_B \\ \rho_A = \rho_B \end{array} \right\} \Rightarrow \rho_A V_A = \frac{1}{2}\rho_B V_B \Rightarrow A_A L_A = \frac{1}{2}A_B L_B$$

$$\Rightarrow A_A = \frac{1}{2}A_B$$

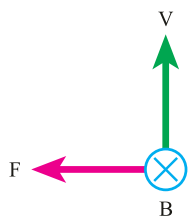
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A A_B L_A}{\rho_B A_A L_B} = 1 \times 4 \times 2 = 8$$

دو مقاومت ۶ اهمی و ۲۴ اهمی به صورت موازی به هم بسته شده‌اند. مقاومت معادل این بخش (R_{eq}) را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{6 \times 24}{6 + 24} = 4/8 \Omega$$

حالا مدار شامل یک مقاومت ۱۲ اهمی ($R_1 = 12 \Omega$) است که به صورت سری با مقاومت معادل $R_{eq} = 4/8 \Omega$ قرار دارد. جریان کلی که از منبع خارج می‌شود (I) از مقاومت ۱۲ اهمی عبور می‌کند و سپس به مقاومت معادل $4/8$ اهمی می‌رسد. چون مقاومت ۶ اهمی (R_6) بخشی از ترکیب موازی است، اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر با اختلاف پتانسیل کل بخش موازی (V_{eq}) است. اکنون نسبت اختلاف پتانسیل‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{V_{12}}{V_6} = \frac{12I}{4/8I} = \frac{12}{4/8} = \frac{5}{2}$$



ذره آلفا هسته هلیوم (${}^4\text{He}$) است و دارای بار مثبت ($q = +2e$) می‌باشد. پوزیترون پادذره الکترون است و دارای بار مثبت ($q = +e$) می‌باشد. هر دو ذره (آلفا و پوزیترون) به دلیل داشتن بار مثبت و ورود به میدان مغناطیسی درونسو با سرعت رو به بالا، نیرویی به سمت چپ دریافت می‌کنند و به سمت چپ منحرف می‌شوند.

برای حل این مسئله، از فرمول میدان مغناطیسی داخل یک سیملوله آرمانی استفاده می‌کنیم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \Rightarrow 157 \times 10^{-4} = \frac{4 \times 3/14 \times 10^{-7} \times N \times 2/5}{10 \times 10^{-2}} \Rightarrow N = 500$$

فرمول شار مغناطیسی:

$$\Phi = AB \cos \theta$$

در شکل (الف)، سطح حلقه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی است. بنابراین، خط عمود بر سطح حلقه موازی با میدان مغناطیسی است. ($\theta = 0$)

در شکل (ب)، سطح حلقه موازی با خطوط میدان مغناطیسی است. بنابراین، خط عمود بر سطح حلقه عمود بر میدان مغناطیسی است. ($\theta = 90$)
محاسبه تغییر شار مغناطیسی:

$$\Delta \Phi = AB(\cos \theta_2 - \cos \theta_1) = 40 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-2} (0 - 1) = -2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

فشار پیمانه‌ای: فشار ناشی از ستون مایع در ظرف است که از رابطه $P = \rho gh$ بدست می‌آید.
ابتدا حجم مایع را به cm^3 تبدیل می‌کنیم:

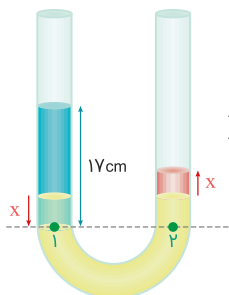
$$V = 2/5 \text{ lit} = 2500 \text{ cm}^3$$

حال حجم استوانه را محاسبه می‌کنیم:

$$V = Ah \Rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{2500}{50} = 50 \text{ cm}$$

$$P = \rho gh = 1200 \times 10 \times 0/50 = 6000 \text{ Pa} \xrightarrow{\div 1360} 4/41 \text{ cmHg}$$

پس از ریختن مایع در شاخه سمت چپ (فرض کنیم)، فشار ناشی از این مایع باعث می‌شود سطح جیوه در شاخه چپ به اندازه x پایین برود و در شاخه راست به همان اندازه x بالا بیاید (چون لوله سطح مقطع یکنواخت دارد و حجم جیوه جابجا شده در دو طرف برابر است). در نتیجه، اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه در دو شاخه برابر $2x$ خواهد بود.



$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_0 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 13/6 \times 2x = 2 \times 17 \Rightarrow x = 1/25 \text{ cm}$$

با استفاده از قضیه کار- انرژی جنبشی داریم:

$$126 \frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3/6 = 35 \text{ m/s}$$

$$W_t = \Delta K \Rightarrow 24 \times 10^3 = \frac{1}{2} \times 60 \times (v_B^2 - 35^2) \Rightarrow 800 = v_B^2 - 1225$$

$$\Rightarrow v_B = 45 \text{ m/s} = 162 \text{ km/h}$$

حالت اول: پدر را با اندیس ۱ و پسر را با اندیس ۲ شماره گذاری می‌کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} m_1 = 2m_2 \\ K_1 = \frac{1}{2}K_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

حالت دوم: وقتی که پدر به تندی خود 2 m/s اضافه می‌کند، انرژی جنبشی هر دو برابر می‌شود.

$$K_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \Rightarrow 2(v_1 + 2)^2 = (2v_1)^2$$

$$\Rightarrow (v_1 + 2)^2 = 2v_1^2 \Rightarrow v_1 = \frac{2}{\sqrt{2}-1} = 2\sqrt{2} + 2$$

همرفت طبیعی: این نوع همرفت به دلیل اختلاف چگالی ناشی از اختلاف دما در شاره (مایع یا گاز) رخ می‌دهد. بخش گرم‌تر و کم‌چگال‌تر شاره بالا می‌رود و بخش سردتر و چگال‌تر پایین می‌آید، بدون نیاز به نیروی خارجی مانند تلمبه. گزینه ۲: انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن: در داخل خورشید، پلاسمای داغ مرکز به دلیل دمای بالا منبسط شده و چگالی کمتری پیدا می‌کند و به سمت سطح بالا می‌رود. پلاسمای سردتر و چگال‌تر سطح به سمت مرکز پایین می‌آید. این یک نمونه کلاسیک از همرفت طبیعی است.

همرفت واداشته: در این نوع همرفت، حرکت شاره توسط یک عامل خارجی مانند تلمبه یا فن ایجاد می‌شود تا انتقال گرما صورت گیرد.

گزینه ۱: سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل، از یک تلمبه برای به گردش درآوردن مایع خنک‌کننده استفاده می‌کند. گزینه ۳: سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها، معمولاً از یک تلمبه برای گردش آب گرم در لوله‌ها و رادیاتورها استفاده می‌کند.

گزینه ۴: گردش خون در بدن جانوران خونگرم، قلب مانند یک تلمبه عمل کرده و خون را در بدن به گردش در می‌آورد تا گرما را منتقل کند.

بنابراین، تنها گزینه ۲ نمونه‌ای از همرفت طبیعی است.

از قانون گازهای ایده‌آل استفاده می‌کنیم:

$$P V = nRT \Rightarrow n_1 T_1 = n_2 T_2$$

$$T_1 = 24 + 273 = 297K$$

$$T_2 = 25 + 273 = 298K$$

$$\Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{297}{298} \Rightarrow \Delta n = n_2 - n_1 = \frac{297}{298} n_1 - n_1$$

$$= n_1 \left(\frac{297 - 298}{298} \right) = -\frac{1}{298}$$

کسر مولکول‌های خارج شده برابر با کسر مول‌های خارج شده است (چون تعداد مولکول‌ها متناسب با تعداد مول‌ها است)

"ماشین بنزینی چرخه ای را طی می‌کند که شامل شش فرایند است. از این شش فرایند، چهار فرایند همراه با حرکت پیستون اند که به آنها ضربه می‌گویند."

این چهار فرایند (ضربه) عبارتند از:

۱. ضربه مکش: پیستون پایین می‌آید.

۲. ضربه تراکم: پیستون بالا می‌آید.

۳. ضربه قدرت: پیستون به پایین رانده می‌شود.

۴. ضربه خروج گاز: پیستون بالا می‌آید.

دو فرایند دیگر (آتش گرفتن و تخلیه اولیه) در حالی رخ می‌دهند که پیستون به ترتیب در بالاترین و پایین‌ترین نقطه خود قرار دارد و حرکت قابل توجهی ندارد.

بنابراین، ۴ فرایند از ۶ فرایند با حرکت پیستون همراه هستند.