

گزینه ۲

۱

برخلاف سایر دماسنج‌ها، تفسنج می‌تواند دمای یک جسم را بدون نیاز به تماس مستقیم با آن اندازه‌گیری کند.

گزینه ۳

۲

انرژی یک فوتون (E) با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_1 = \frac{hc}{400} \\ E_2 = \frac{hc}{600} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{600}{400} = 1.5$$

گزینه ۱

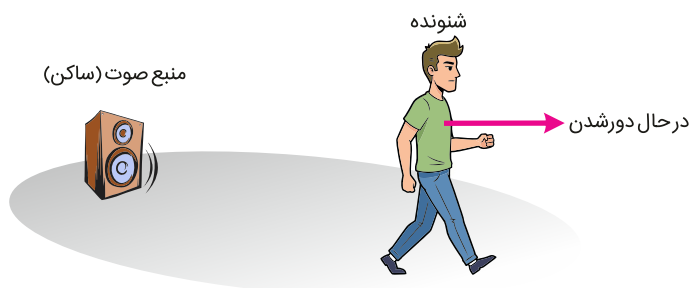
۳

هنگامی که چشمه صوت ساکن است و شنونده در حال دور شدن از آن است، شنونده در هر ثانیه تعداد کمتری از جبهه‌های موج را دریافت می‌کند. این امر باعث می‌شود که بسامد دریافتی توسط شنونده کاهش یابد. به عبارت دیگر، صدای شنیده شده بم‌تر می‌شود.

طول موج یک موج صوتی در محیط (مثلاً هوا) توسط بسامد چشمه و سرعت صوت در آن محیط تعیین می‌شود.

$$\left(\lambda = \frac{v}{f} \right)$$

از آنجا که چشمه صوت ساکن است و محیط نیز ثابت است، طول موج امواج صوتی که توسط چشمه تولید و در محیط منتشر می‌شوند، ثابت می‌ماند.



در این مسئله، خازن ابتدا باردار شده و سپس از باتری جدا شده و به یک ولت‌سنج وصل شده است. این نکته بسیار مهم است، زیرا وقتی خازن از منبع ولتاژ (باتری) جدا می‌شود، بار الکتریکی (Q) ذخیره‌شده روی صفحه‌های آن ثابت می‌ماند. هنگامی که یک ماده دی‌الکتریک بین صفحات خازن قرار داده می‌شود، ظرفیت خازن (C) افزایش می‌یابد. رابطه ظرفیت خازن با دی‌الکتریک به صورت $C = \kappa C_0$ است.

ولتاژ (V): با توجه به رابطه $Q = CV$ ، و از آنجا که Q ثابت و C افزایش می‌یابد، ولتاژ بین صفحات ($V = \frac{Q}{C}$) کاهش می‌یابد.

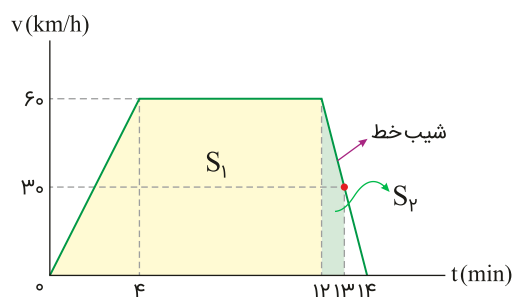
با استفاده از $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، چون Q ثابت و C افزایش می‌یابد، انرژی ذخیره‌شده در خازن کاهش می‌یابد.

برای محاسبه مسافت طی شده توسط متحرک در نمودار سرعت-زمان، باید مساحت زیر نمودار را محاسبه کنیم. در این مسئله، سرعت بر حسب کیلومتر بر ساعت (km/h) و زمان بر حسب دقیقه (min) است، بنابراین باید واحد زمان را به ساعت تبدیل کنیم تا مسافت بر حسب کیلومتر به دست آید.

مسافت کل طی شده در ۱۳ دقیقه را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد:

مسافت طی شده در ۱۲ دقیقه اول (S_1):

$$S_1 = \frac{\left(\frac{12}{60}h + \frac{1}{60}h\right) \times 60 \text{ km/h}}{2} = \frac{\frac{20}{60}h \times 60 \text{ km/h}}{2} = 10 \text{ km}$$



مسافت طی شده در دقیقه سیزدهم (S_2):

شیب خط در بازه زمانی ۱۲ تا ۱۴ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{شیب خط} : \frac{0 - 60}{2} = -30 \text{ km/h}$$

یعنی در هر دقیقه، ۳۰ کیلومتر بر ساعت از سرعت کم می‌شود.

$$S_2 = \frac{(60 + 30) \times \frac{1}{60}}{2} = \frac{\frac{9}{6}}{2} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ km}$$

$$S_{\text{کل}} = S_1 + S_2 = 10 + 0.75 = 10.75 \text{ km}$$

برای حل این مسئله، ابتدا باید شتاب ثابت متحرک را محاسبه کنیم، سپس با استفاده از آن، بازه زمانی مورد نظر را پیدا کنیم.

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow{v_0=0, \Delta x=216m} 216 = \frac{1}{2}a(12)^2$$

$$\Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$$

ما به دنبال بازه‌ای هستیم که در آن مسافت طی شده ۳۶ متر باشد. با توجه به گزینه‌ها متوجه می‌شویم که اختلاف بازه زمانی ۲ ثانیه مدنظر است. پس فرض می‌کنیم بازه زمانی موردنظر برابر با $t - 2$ تا t باشد. بنابراین داریم:

$$\left. \begin{aligned} x_t &= \frac{1}{2}at^2 + 0 \\ x_{t-2} &= \frac{1}{2}a(t-2)^2 + 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta x = \left| \frac{1}{2}a(t^2 - (t-2)^2) \right| \Rightarrow \Delta x = |a(2t-2)| \Rightarrow 36 = 3 \times (2t-2)$$

$$\Rightarrow (2t-2) = 12 \Rightarrow t = 7 \text{ s}$$

$$\Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$$

بنابراین، بازه زمانی $(t-2)$ تا t برابر است با $(7-2)$ تا ۷، یعنی ۵ تا ۷ ثانیه.

بازه زمانی مورد نظر برای محاسبه سرعت متوسط، از $t = 0 \text{ s}$ تا $t = 14 \text{ s}$ است، زیرا در این بازه بردار مکان متحرک در جهت محور x (یعنی x مثبت) است.

$$\bar{v}_{(0-14s)} = \frac{0 - 28}{14} = -2 \text{ m/s} \Rightarrow |\bar{v}_{(0-14s)}| = 2 \text{ m/s}$$

برای حل این مسئله، ابتدا باید معادلات حرکت (مکان-زمان) هر دو متحرک A و B را به دست آوریم. سپس زمانی را پیدا کنیم که متحرک A در مکان $x = -175\text{m}$ قرار دارد و در نهایت، مکان متحرک B را در همان زمان محاسبه کرده و فاصله بین دو متحرک را به دست آوریم.

شتاب a_A را با استفاده از شیب خط بدست می‌آوریم:

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-10)}{20} = 0.5 \text{ m/s}^2$$

$$x_A = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \right) t^2 + (-10)t + (-100) \Rightarrow x_A = \frac{1}{4} t^2 - 10t - 100$$

$$\xrightarrow{x_A = -175\text{m}} -175 = \frac{1}{4} t^2 - 10t - 100 \Rightarrow -300 = t^2 - 40t$$

$$\Rightarrow t^2 - 40t + 300 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 10\text{s} \\ t_2 = 30\text{s} \end{cases}$$

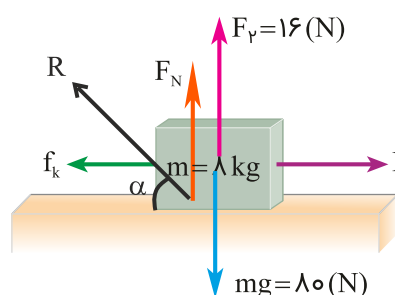
با توجه به اینکه سرعت متحرک B بعد از زمان 20s صفر می‌شود و تغییر جهت می‌دهد پس $t_2 = 30\text{s}$ قابل قبول است.

$$a_B = \frac{-10}{30} = -0.33 \text{ m/s}^2$$

$$x_B = \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{3} \right) t^2 + (10)t + (100) \xrightarrow{t=30\text{s}} x_B = 325\text{m}$$

$$\Delta x = x_B - x_A = 325 - (-175) = 500\text{m}$$

نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، در واقع برآیند نیروی عمودی سطح (F_N) و نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) است. این نیروی برآیند (R) را می‌توان با رابطه $R = \sqrt{(f_k^2 + F_N^2)}$ محاسبه کرد.



حالت اول: $v = \text{ثابت} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow F_{\text{net}} = 0, F_N = 80 - 16 = 64\text{N}$

$$F_1 = f_k \Rightarrow 48 = \mu_k F_N = 64\mu_k \Rightarrow \mu_k = \frac{48}{64} = 0.75$$

$$R = \sqrt{48^2 + 64^2} = 80\sqrt{6^2 + 8^2} = 80\text{N}$$

حالت دوم: $f_k = 48 = \text{ثابت } N \Rightarrow F_N = 80 - 32 = 48\text{N}$

$$R = \sqrt{48^2 + 48^2} = 48\sqrt{2} \approx 68\text{N}$$

بزرگی نیروی برآیند سطح R: از 80N به 68N کاهش می‌یابد.

$$\tan \alpha = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} = \frac{1}{\mu_k} \Rightarrow \text{ثابت}$$

زاویه نیروی برآیند سطح با نیروی F_1 تغییر نمی‌کند.

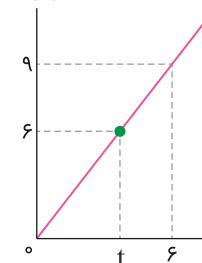
برای تعیین نمودار نیروی اصطکاک بر حسب زمان، باید مراحل زیر را طی کنیم:

$$mg = ۳۰N, F_N = mg = ۳۰N, f_{s,max} = \mu_s F_N = ۶N$$

$$\mu_s = \mu_k \Rightarrow f_k = ۶N$$

از روی نمودار باید زمانی که نیرو برابر $۶N$ می‌شود را بدست آوریم:

$F(N)$



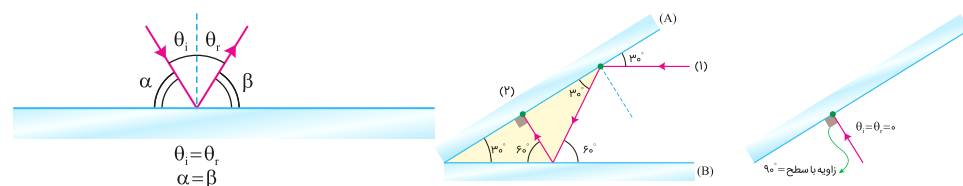
$$\frac{۹}{۶} = \frac{۶}{t} \Rightarrow t = ۴$$

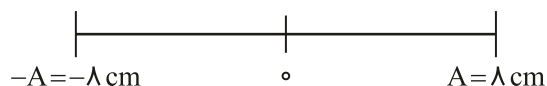
تا زمان $t=۴s$ که نیروی اعمالی $۶N$ می‌شود، جسم در آستانه حرکت قرار دارد و بعد از آن حرکت می‌کند. تا زمانی که جسم در حال سکون است، نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) دقیقاً برابر با نیروی اعمالی (F) است تا جسم در حال سکون باشد. بنابراین، در این بازه، نیروی اصطکاک به صورت خطی از ۰ تا $۶N$ افزایش می‌یابد. پس از شروع حرکت، نیروی اصطکاک به نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) تبدیل می‌شود که مقدار آن ثابت و برابر با $۶N$ است.

فرض می‌کنیم مشخصات زمین با اندیس '۱' و مشخصات سیاره جدید با اندیس '۲' نشان داده شود.

$$R_۲ = ۲R_۱, M_۲ = ۲M_۱$$

$$\frac{W_۲}{W_۱} = \frac{mg_۲}{mg_۱} = \frac{g_۲}{g_۱} = \frac{G \frac{M_۲}{R_۲^۲}}{G \frac{M_۱}{R_۱^۲}} = \frac{M_۲}{M_۱} \times \left(\frac{R_۱}{R_۲}\right)^۲ = ۲ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^۲ = \frac{۱}{۲}$$





$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.08 \times \sqrt{\frac{200}{2}} = 0.8 \text{ m/s} = 80 \text{ cm/s}$$

در حرکت نوسانی ساده (با صرف نظر از نیروهای اتلافی)، انرژی مکانیکی کل (E) ثابت است و برابر با مجموع انرژی جنبشی (K) و انرژی پتانسیل کشسانی (U) است: $E = K + U$
همچنین، انرژی مکانیکی کل برابر با حداکثر انرژی جنبشی ($K_{\max}$) یا حداکثر انرژی پتانسیل ($U_{\max}$) است

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

$$\Rightarrow \frac{K}{E} = \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times 64 \times 10^{-4} = 0.64 \text{ J}$$

$$\left. \begin{array}{l} K = \frac{1}{4}E \\ E = K + U \end{array} \right\} \Rightarrow U = E - K = E - \frac{1}{4}E = \frac{3}{4}E$$

$$\Rightarrow U = \frac{3}{4} \times 0.64 = 0.48 \text{ J}$$

بیشترین تندی ($v_{\max}$) در حرکت نوسانی ساده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$v_{\max} = A\omega \Rightarrow 4/4 = 7 \times 10^{-3} \times \left(\frac{2\pi}{T}\right)$$

$$\Rightarrow T = \frac{7 \times 10^{-3} \times 2 \times \frac{22}{7}}{44 \times 10^{-1}} = 0.01 \text{ s}$$

تندی موج در یک ریسمان کشیده شده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{F \uparrow} v \uparrow$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت}, v \uparrow} \lambda \uparrow$$

ثابت $T \Rightarrow f$ ثابت

برای محاسبه تعداد فوتون‌های گسیل شده، باید از مفاهیم توان، انرژی فوتون و رابطه بین بسامد و طول موج استفاده کنیم.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = \frac{1}{2} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P t \Rightarrow nhf = P t \Rightarrow n = \frac{Pt}{hf}$$

$$n = \frac{663 \times 10^{-3} \times 60 \times 2}{663 \times 10^{-36} \times 10^{15}} = 120 \times 10^{18} = 1/2 \times 10^{20}$$

از رابطه ریدبرگ برای طیف اتم هیدروژن استفاده می‌کنیم.

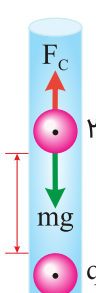
بلندترین طول موج مربوط به گذار از $n = 6$ به $n' = 5$ است.

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به گذار از تراز بینهایت به $n' = 5$ است.

$$\frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2} \right) = R \left(\frac{11}{36 \times 25} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = R \left(\frac{1}{25} - 0 \right) = R \left(\frac{1}{25} \right)$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{1}{25}}{\frac{11}{36 \times 25}} = \frac{36}{11}$$

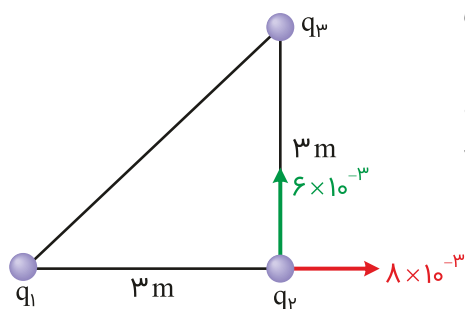


$$m = 7/5 \mu g = 7/5 \times 10^{-6} g = 7/5 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

$$F = mg \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times q \times 3q}{9 \times 10^{-4}} = 7/5 \times 10^{-9}$$

$$3q \Rightarrow q^2 = 7/5 \times 10^{-22} \Rightarrow q = 5 \times 10^{-11} \text{ C}$$

$$3q = ne \Rightarrow 3 \times 5 \times 10^{-11} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 3/125 \times 10^8 \times 3 = 9/375 \times 10^8$$



در صورت سوال مشخص است که F_x در راستای مثبت محور x و F_y در راستای مثبت محور y است.

بنابراین بار q_1 بر بار q_2 نیروی دافعه وارد کرده و بار q_3 بر بار q_2 نیروی جاذبه وارد کرده است نتیجه می‌گیریم که دوبار q_1 و q_2 هم علامت نیستند. (رد گزینه ۳ و ۴)

$$\left. \begin{aligned} F_{32} &= 6 \times 10^{-3} \text{ N} \\ F_{12} &= 8 \times 10^{-3} \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F_{32}}{F_{12}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

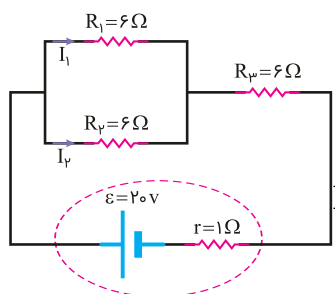
$$\Rightarrow \frac{k \frac{|q_3||q_2|}{r^2}}{k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}} = \frac{|q_3|}{|q_1|} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{q_3}{q_1} = -\frac{3}{4}$$

$$\left. \begin{aligned} L_A &= L_B \\ R_A &= R_B \\ \rho_A &= 2\rho_B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\rho_A L_A}{A_A} = \frac{\rho_B L_B}{A_B} \Rightarrow A_A = 2A_B$$

$$\text{چگالی: } \rho'_A = 2\rho'_B \Rightarrow \frac{m_A}{V_A} = 2 \frac{m_B}{V_B}$$

$$\Rightarrow \frac{m_A}{A_A L_A} = 2 \frac{m_B}{A_B L_B} \xrightarrow{A_A = 2A_B} m_A = 4m_B$$

برای حل این مسئله، ابتدا باید مقدار مقاومت R_2 را در مدار اولیه پیدا کنیم.
حالت اول:

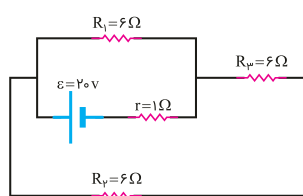
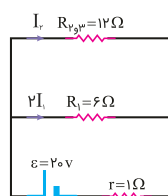


$$R_{eq} = 9\Omega \Rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = 9 \Rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 9 - R_3 = 3\Omega$$

$$\Rightarrow \frac{6R_2}{6 + R_2} = 3 \Rightarrow R_2 = 6\Omega$$

$$I = \frac{20}{9 + 1} = 2A \Rightarrow I_2 = 1A \Rightarrow P_2 = R_2 I_2^2 = 6W$$

حالت دوم:

$$R_{eq} = \frac{12}{3} = 4\Omega$$

$$I' = \frac{20}{4 + 1} = 4A$$

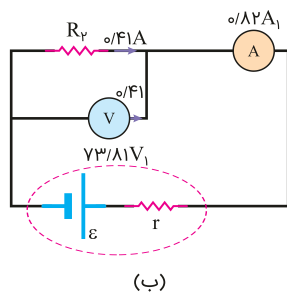
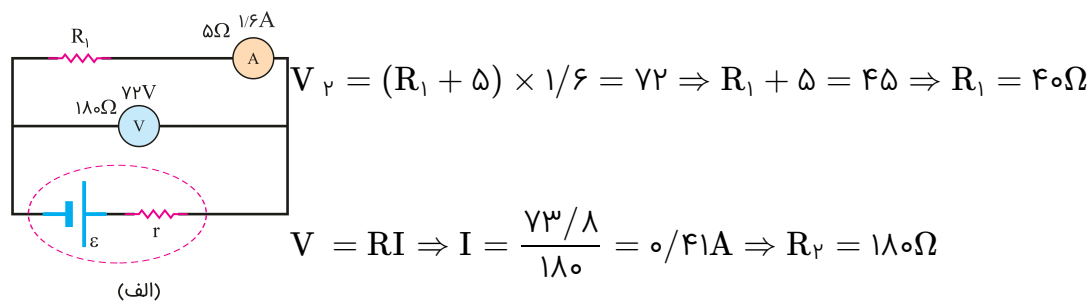
در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها برابر است:

$$V_{2,3} = V_1 \Rightarrow R_{2,3} I_2 = R_1 I_1 \Rightarrow 12 I_2 = 6 I_1 \Rightarrow 2 I_2 = I_1$$

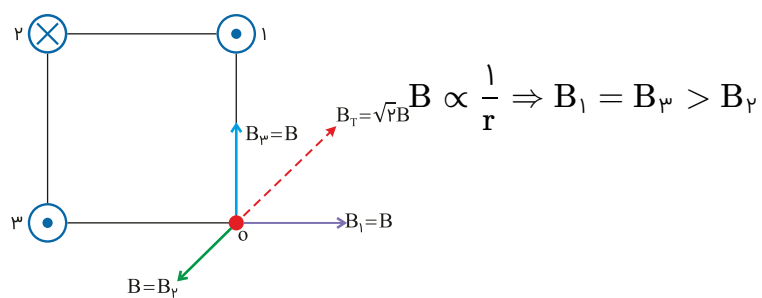
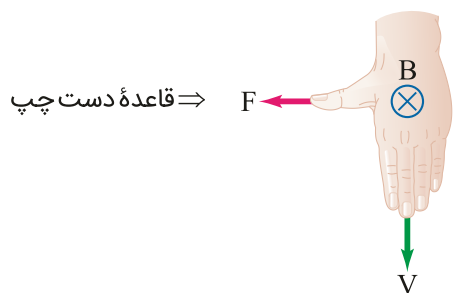
$$I' = I_1 + I_2 \Rightarrow 4 = 2 I_2 + I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{4}{3} A$$

$$P'_2 = R_2 I_2^2 = 6 \left(\frac{4}{3} \right)^2 = \frac{32}{3} W$$

$$\Delta P = \frac{32}{3} - 6 = \frac{32 - 18}{3} = \frac{14}{3} W$$



چون ذره الکترون است جهت حرکت ذره را برعکس می‌کنیم یا قانون دست راست را با دست چپ انجام می‌دهیم.

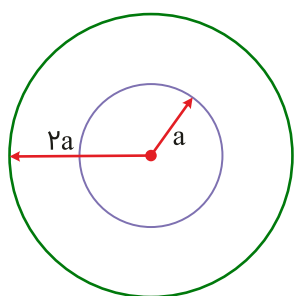


از قانون القای فارادی برای محاسبه نیروی محرکه الکتریکی القایی و سپس از قانون اهم برای یافتن جریان القایی استفاده می‌کنیم.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{A \Delta B \cos \theta}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow I = -N \frac{A \cos \theta}{R \Delta t} \Delta B = \frac{-200 \times 50 \times 10^{-4} \times 1}{20 \times 2 \times 10^{-3}} \times (0/45 - 0/5) = \frac{125}{100} = 1/25 A$$

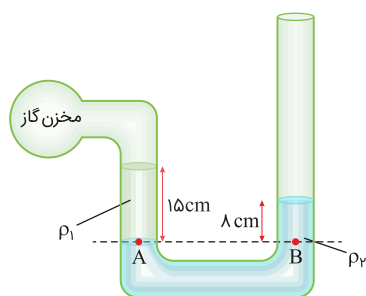
ابتدا از رابطه چگالی، حجم پوسته کروی را بر حسب شعاع‌های داخلی و خارجی محاسبه کرده، سپس مقدار شعاع داخلی (a) را به دست می‌آوریم.



$$m = \rho V \Rightarrow 4 \times 10^{-2} = \frac{30}{4\pi} \times 10^3 \times V \Rightarrow V = \frac{28\pi \times 10^{-5}}{30}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi [(2a)^3 - a^3] = \frac{28\pi \times 10^{-5}}{30} \Rightarrow 7a^3 = 7 \times 10^{-6} \Rightarrow a = 10^{-2} m = 1 cm$$

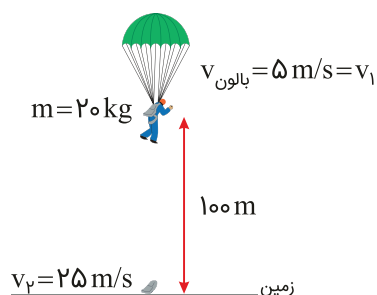
برای محاسبه فشار پیمانه‌ای مخزن گاز، از اصل هم‌فشاری در یک سطح افقی در شارهای ساکن استفاده می‌کنیم.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_1 + P_{\text{گاز}} = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_{\text{گاز}} = \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} + 1200 \times 10 \times 0/15 = 1570 \times 10 \times 0/08 \Rightarrow P_{\text{گاز}} + 1800 = 1256$$

$$P_{\text{گاز}} = -544 Pa \xrightarrow{\div 1360} \frac{-544}{1360} \text{ cmHg} \xrightarrow{\times 10} \frac{-5440}{1360} \text{ mmHg} = -4 \text{ mmHg}$$



به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_p^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m (v_p + v_1)(v_p - v_1)$$

$$= \frac{1}{2} \times 20 \times 30 \times 20 = 6000 \text{ J} = 6 \text{ kJ}$$

از قانون پایستگی انرژی مکانیکی استفاده می‌کنیم، زیرا مقاومت هوا ناچیز فرض شده است.

$$E_1 = E_p \Rightarrow K_1 + \cancel{U}_1 = K_p + U_p \Rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_p^2 + m g h_p$$

$$v_1^2 = v_p^2 + 2 g h_p \Rightarrow h_p = \frac{v_1^2 - v_p^2}{2g} = \frac{400 - 144}{20} = \frac{256}{20} \Rightarrow h_p = 12.8 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = mL_V \\ P = \frac{Q}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{mL_V}{t} \Rightarrow t = \frac{mL_V}{P} = \frac{4 \times 2256}{2} = 4512 \text{ s} = 75.2 \text{ min}$$