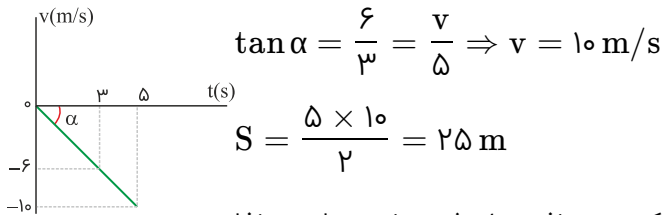


گزینه ۳

۱

سطح زیر نمودار سرعت- زمان برابر مسافت پیموده شده است. کافی است سرعت متحرک را در لحظه $t = 5$ s بیابیم.



نکته: چون متحرک تغییر جهت نداده بنابراین جابه‌جایی متحرک و مسافت طی‌شده باهم برابرند؛ لذا مساحت سطح زیر نمودار سرعت- زمان برابر مسافت پیموده شده و همچنین جابه‌جایی متحرک است.

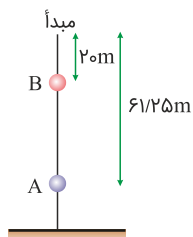
گزینه ۱

۲

طبق معادله $x = 2t^2 + 4t - 8$ حرکت با شتاب ثابت است و چون شتاب و سرعت اولیه حرکت هم‌علامت‌اند نتیجه می‌گیریم که حرکت تندشونده بدون تغییر جهت است و در این حالت مسافت پیموده شده و جابه‌جایی باهم مساوی هستند.

$$x = 2t^2 + 4t - 8 \Rightarrow \begin{cases} a = 4 \text{ m/s}^2 \\ v_0 = 4 \text{ m/s} \end{cases}$$

بهترین راه حل این است که در نظر بگیریم گلوله A به مدت $\frac{3}{5}$ s و گلوله B به مدت ۲ s سقوط کرده اند.



$$|h_A| = \left| -\frac{1}{2}gt^2 \right| = \frac{1}{2} \times 10 \times \left(\frac{3}{5}\right)^2 = \frac{61}{25}m$$

$$|h_B| = \left| -\frac{1}{2}gt^2 \right| = \frac{1}{2} \times 10 \times (2)^2 = 20m$$

$$\Delta h = |h_A - h_B| = \frac{61}{25} - 20 = \frac{41}{25}m$$

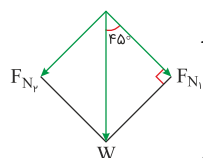
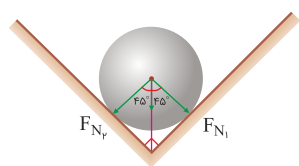
در نمودار مکان- زمان نقطهٔ مینیمم جایی است که سرعت متحرک صفر می‌شود.

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \Rightarrow 0 - 18 = \frac{0 + v_2}{2} \times 6 \Rightarrow v_0 = -6 \text{ m/s}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a \times 6 - 6 \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

طبق قانون اول نیوتن اگر به جسمی به طور هم‌زمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به عبارت دیگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

نیروهای F_{N_1} و F_{N_2} به دیواره‌ها عمودند؛ بنابراین چون دیواره‌ها برهم عمودند F_{N_1} و F_{N_2} نیز بر یکدیگر عمودند و هم‌اندازه هستند:



$$\tan 45^\circ = \frac{F_{N_2}}{F_{N_1}} = 1 \Rightarrow F_{N_2} = F_{N_1}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{F_{N_1}}{W} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{F_{N_1}}{50} \Rightarrow F_{N_1} = 25\sqrt{2}N$$

نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ‌ها و سطح جاده باعث حرکت اتومبیل بر مسیر دایره‌ای می‌شود. در صورتی که نیروی اصطکاک ایستایی به ماکزیمم مقدارش برسد، سرعت اتومبیل هم به بیشینه خود رسیده است. در نتیجه نیروی اصطکاک ایستایی همان نیروی مرکزگرای اتومبیل است.

$$F_{\text{net}} = f_{s \text{ max}} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W = mg} F_{\text{net}} = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow F_{\text{net}} = 0.5 \times 1200 \times 10 = 6000 \text{ N}$$

$$\uparrow N = mg + ma = 50 + 10 = 60 \text{ N}$$

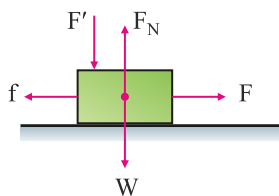
$$\downarrow N' = mg - ma = 50 - 10 = 40 \text{ N}$$

$$N - N' = 60 - 40 = 20 \text{ N}$$

نکته: وقتی بردار شتاب آسانسور رو به بالاست علامت آن مثبت و وقتی رو به پایین است علامت آن منفی است. به طور کلی نیرویی که از کف آسانسور به جسم وارد می‌شود برابر وزن ظاهری جسم بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = mg \pm ma$$

در این نوع سؤالات ابتدا باید تعیین کنیم که جسم از آستانه حرکت گذشته است یا خیر. بنابراین نیروی محرک را با نیروی بیشینه اصطکاک ایستایی مقایسه می‌کنیم.



$$f_{s \text{ max}} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W + F'} f_{s \text{ max}} = \mu_s (W + F') = 0.5(20 + 30) = 25 \text{ N}$$

$$F = 20 \text{ N} < f_{s \text{ max}} = 25 \text{ N}$$

جسم به آستانه حرکت نرسیده و ساکن است. در نتیجه تغییر تکانه آن صفر است.

چون اصطکاک وجود ندارد و گلوله‌ها از حال سکون رها شده‌اند، برای هر گلوله انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن، هنگام رسیدن به زمین برابر است.

$$U = K \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

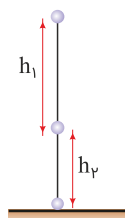
بنابراین سرعت گلوله‌ها در لحظه رسیدن به زمین به جرم آن‌ها بستگی ندارد و فقط به ارتفاع و شتاب گرانش بستگی دارد که برای هر سه گلوله یکسان است؛ پس بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظه رسیدن به زمین یکسان است.

فقط نیروی وزن روی جسم کار انجام می‌دهد بنابراین کار انجام‌شده در ثانیه آخر حرکت برابر با کار نیروی وزن گلوله است:

$$W = mgh_v \Rightarrow 70 = 0.2 \times 10 \times h_v \Rightarrow h_v = 35 \text{ m}$$

حال به دو روش می‌توانیم پاسخ سؤال را ادامه دهیم:

* ادامه پاسخ از روش اول:



جهت بالا را مثبت و مبدأ مکان را محل رها شدن جسم فرض می‌کنیم.

معادله حرکت سقوط آزاد را یک‌بار برای کل مسیر و یک‌بار برای قسمت اول مسیر می‌نویسیم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \Rightarrow \begin{cases} \text{کل مسیر : } h = -\frac{1}{2}(-10)t^2 = 5t^2 & (1) \\ (t-1)s \text{ از ابتدا تا لحظه } h_1 = h - h_v = -\frac{1}{2}(-10)(t-1)^2 = 5(t-1)^2 & (2) \end{cases}$$

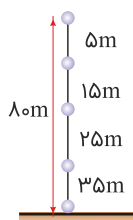
$$\xrightarrow{\text{تفاضل دو رابطه (1), (2)}} h - (h - h_v) = 5t^2 - 5(t-1)^2 = 5t^2 - 5(t^2 - 2t + 1) = 10t - 5$$

$$\xrightarrow{h_v = 35 \text{ m}} 35 = 10t - 5 \Rightarrow t = 4 \text{ s} \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(3) \Rightarrow (2)} h - 35 = 5(4-1)^2 \Rightarrow h = 35 + 45 = 80 \text{ m}$$

** ادامه پاسخ از روش دوم:

در سقوط آزاد مسافت طی‌شده در هر ثانیه، تشکیل تصاعد حسابی با قدرنسبت ۱۰ می‌دهد و جمله اول تصاعد $\frac{g}{2}$ است. در این سؤال مسافت طی‌شده در ثانیه آخر را به دست آوردیم، داریم:



با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی، داریم:

$$W_{\text{جک}} = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{f_k} + \cancel{W_{mg}} + \cancel{W_{F_N}} = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

$$\Rightarrow F \cos 37^\circ \cdot d + f_k \cdot d \cos 180^\circ = \frac{1}{2} \times 4 (4^2 - 0)$$

$$\Rightarrow 40 \times 0.8 \times 1/6 - f_k \times 1/6 = 32 \Rightarrow f_k = 12 \text{ N}$$

فاصله بین دو گره متوالی در تار مرتعش برابر نصف طول موج است.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{160}{400} = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

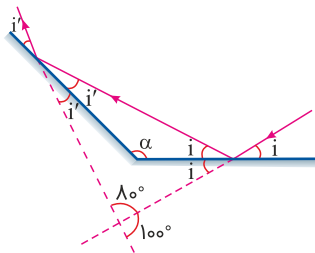
$$\frac{\lambda}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$$

در مثلث بزرگ:

$$2i + 2i' + 180^\circ = 180^\circ \Rightarrow i + i' = 90^\circ$$

در مثلث کوچک:

$$i + i' + \alpha = 180^\circ \Rightarrow 90^\circ + \alpha = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$



طول موج B دو برابر طول موج A است.

باتوجه به اینکه دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند، تندی انتشارشان مساوی است.

$$\lambda_B = 2\lambda_A \xrightarrow{\lambda=vT, v_A=v_B} v_B T_B = 2v_A T_A \Rightarrow T_B = 2T_A \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2}$$

ابتدا تندی انتشار موج در تار را حساب می‌کنیم و سپس زمان انتشار موج را حساب می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{320 \times 1}{8 \times 10^{-3}}} = 200 \text{ m/s}$$

$$x = vt \Rightarrow 1 = 200t \Rightarrow t = \frac{1}{200} = 0.005 \text{ s}$$

برای پاسخ به این سوال کافی است بسامد نوسان را بدست آوریم:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2 \times 3} \sqrt{\frac{360}{0.4}} = 5 \text{ Hz}$$

توجه: تعداد نوسان‌ها در یک ثانیه همان بسامد نوسان است.

باتوجه به اینکه انرژی مکانیکی نوسانگر معلوم است، از رابطه آن استفاده می‌کنیم.

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} m (2\pi f)^2 A^2$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} m \times 4\pi^2 f^2 A^2$$

$$\Rightarrow 40 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4 \times 10 \times f^2 (\lambda \times 10^{-2})^2 \Rightarrow f = 25 \text{ Hz}$$

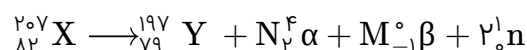
بلندترین طول موج در هر رشته مربوط به $n = n' + 1$ است.

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

$$\text{رشته بالمر: } n' = 2, n = 3 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{13.6}{1240} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \Rightarrow \lambda = 656 \text{ nm}$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W.$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2} m v'^2 &= \frac{1200}{300} - 3 = 1 \\ \frac{1}{2} m v^2 &= \frac{1200}{200} - 3 = 3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left(\frac{v'}{v} \right)^2 = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



$$207 = 197 + N \times 4 + M \times 0 + 2 \times 1 \Rightarrow N = 2$$

$$182 = 97 + 2 \times 2 + M(-1) + 2 \times 0 \Rightarrow M = 1$$

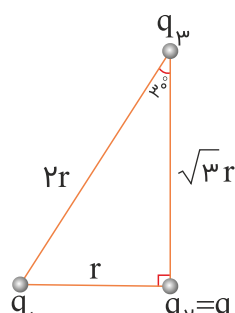
وقتی ۷۵ درصد هسته‌های اولیه ماده رادیواکتیو واپاشیده شوند، ۲۵ درصد این هسته‌ها به صورت فعال باقی می‌ماند.

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{25}{100} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 4 \Rightarrow n = 2$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{\lambda} \Rightarrow t = 16 \text{ روز}$$

کره رسانا است چون بار الکتریکی القایی روی سطح خارجی آن توزیع شده به طوری که میدان حاصل از این توزیع بار، میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند تا میدان الکتریکی داخل آن صفر شود و بنابراین تغییرات پتانسیل الکتریکی در داخل رسانا نیز صفر است پس پتانسیل الکتریکی داخل کره رسانا ثابت می‌ماند.

قانون کولن را برای نیروهای F_1 و F_2 می‌نویسیم. به این ترتیب داریم:



$$F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q_2 q_3}{3r^2} \Rightarrow q_1 = \frac{q_3}{3} \Rightarrow q_3 = 3q_1$$

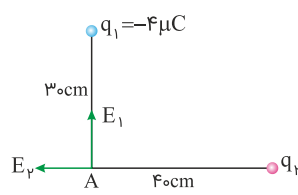
حال به کمک نیروی کولن نسبت $\frac{F_3}{F_1}$ را بدست می‌آوریم:

$$\frac{F_3}{F_1} = \frac{k \frac{q_1 q_3}{(2r)^2}}{k \frac{q_1 q_2}{r^2}} = \frac{q_1 \times 3q_1}{q_1 \times q_1} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

توجه: در مثلث قائم الزاویه‌ای که یک زاویه‌اش 30° است، ضلع مقابل به آن نصف وتر است.

روش تستی: با رسم میدان‌های الکتریکی در نقطه A متوجه می‌شویم که مؤلفه قائم میدان برآیند مثبت است. بنابراین گزینه‌های ۱ و ۳ حذف می‌شوند و با محاسبه همین مؤلفه می‌توانیم به گزینه ۴ برسیم.

روش عادی:

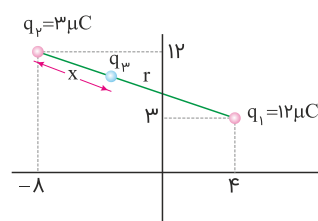


$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-2}} = 4.5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -4.5 \times 10^5 \vec{i} + 4 \times 10^5 \vec{j}$$

چون برآیند نیروهای وارد بر هر سه بار صفر است بنابراین q_3 روی خط واصل q_1 و q_2 قرار می‌گیرد. r فاصله q_1 و q_2 و x فاصله q_3 و q_2 است.



$$r = \sqrt{(4 - (-1))^2 + (12 - 3)^2} = 15 \text{ cm}$$

برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر است: $F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{q_1 q_3}{(r-x)^2} = k \frac{q_2 q_3}{x^2} \Rightarrow \frac{12}{(15-x)^2} = \frac{3}{x^2} \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$

برآیند نیروهای وارد بر q_2 صفر است: $F_{12} = F_{32} \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q_3 q_2}{x^2} \Rightarrow \frac{12}{15^2} = \frac{q_3}{5^2}$

$$q_3 = -\frac{4}{3} \mu\text{C} \text{ علامت بار } q_3 \text{ باید منفی باشد تا برآیند نیروهای وارد بر هر بار صفر شود.}$$

ابتدا ظرفیت خازن را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:

$$C_1 = k\epsilon_0 \frac{A}{d} = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{40 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} = 7/2 \times 10^{-12} \text{ F} = 7/2 \text{ pF}$$

اگر فاصله بین صفحات ۴ mm کاهش یابد فاصله ۱ mm می‌شود. بنابراین:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{7/2} = \frac{5}{1} \Rightarrow C_2 = 36 \text{ pF}$$

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 36 - 7/2 = 28/2 \text{ pF}$$

باید جریان مدار را محاسبه کنیم. برای این کار مقاومت معادل قسمت راست مدار را که به دو سر ولت‌سنج وصل است حساب می‌کنیم.

$$10 + 20 = 30 \Omega$$

$$10 \text{ و } 30 \Rightarrow \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10 \Omega \Rightarrow R = 10 + 10 = 20 \Omega$$

$$V = IR \Rightarrow 6 = I \times 20 \Rightarrow I = 0.3 \text{ A}$$

این جریان از مولد خارج می‌شود. با در نظر گرفتن مقاومت ۵ اهمی به‌عنوان مقاومت درونی مولد خواهیم داشت:

$$V = \epsilon - Ir \Rightarrow 6 = \epsilon - 0.3 \times 5 \Rightarrow \epsilon = 7.5 \text{ V}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \times 10^3 \times 2 \times 10^6}{100 \times 10^3 + 2 \times 10^6} = \frac{2 \times 10^6}{21}$$

$$\epsilon = IR_{eq} \Rightarrow 20 = I \times \frac{2 \times 10^6}{21} \Rightarrow I = \frac{20 \times 21}{2 \times 10^6} \text{ A} = 21 \times 10^{-5} \text{ A} \Rightarrow I = 0.21 \text{ mA}$$

توان مصرفی لامپ را محاسبه می‌کنیم.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\frac{P}{P'} = \left(\frac{V}{V'}\right)^2 \Rightarrow \frac{100}{P'} = \left(\frac{220}{200}\right)^2 \Rightarrow P' = \frac{10^4}{121} \text{ W} = \frac{10}{121} \text{ kW}$$

$$U = P \cdot t = \frac{10}{121} \times 11 = \frac{10}{11} \text{ kWh}$$

مطابق شکل زیر طبق قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر این بار مثبت، درون سو است.

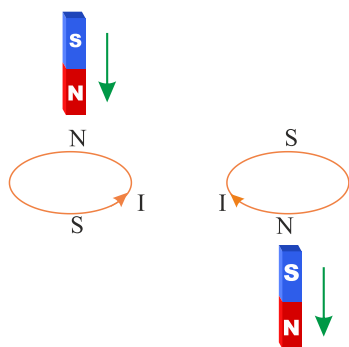
$$F = |q| v B \sin \alpha \Rightarrow F = 25 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 1 \times 0.8 = 4 \text{ N}$$

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$[N] = [T][A][m] \Rightarrow [T] = \frac{[N]}{[A][m]}$$

وقتی جریان عبوری از القاگر آرمانی در حال کاهش است، طبق رابطه انرژی القاگر ($U = \frac{1}{2} LI^2$) انرژی آن کاهش می‌یابد بنابراین انرژی از آن خارج می‌شود.

طبق قانون لنز جریان القایی در جهتی است که با عامل تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه مسی یعنی با ورود و خروج آهنربا مخالفت کند. وقتی آهنربا به حلقه مسی نزدیک می‌شود، شار عبوری از حلقه افزایش می‌یابد بنابراین جریان القایی در حلقه در جهت پادساعتگرد ایجاد می‌شود تا میدان ناشی از آن در جهت مخالف با میدان آهنربا باشد و آن را تضعیف کند. وقتی آهنربا از حلقه مسی دور می‌شود، جریان القایی ساعتگرد در حلقه ایجاد می‌شود تا میدان مغناطیسی ناشی از آن در جهت میدان آهنربا باشد و مانع از تضعیف آن شود.



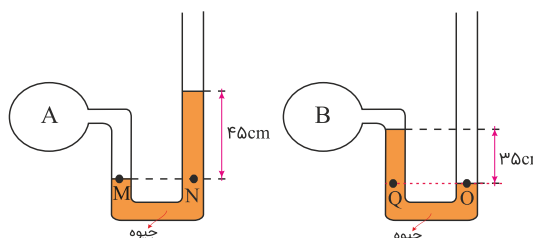
چون پیستون جابه‌جا نمی‌شود، حجم گاز ثابت است.
اگر حجم مقدار معینی از گاز کامل ثابت باشد، فشار آن با دما رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{m_1 g}{A}}{T_1} = \frac{P_0 + \frac{(m_1 + m_2) g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{14 \times 10^3 + \frac{36}{10^{-3}}}{273 + 7} = \frac{14 \times 10^3 + \frac{60}{10^{-3}}}{T_2} \Rightarrow \frac{120 \times 10^3}{280} = \frac{144 \times 10^3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 336 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 336 - 280 = 56 \text{ K}$$

نقاطی که در یک تراز افقی از جیوه هستند فشار یکسانی دارند. بنابراین:



ستون جیوه $P_M = P_N \Rightarrow P_A = P_0 + P_{\text{ستون جیوه}}$
 ستون جیوه $P_Q = P_O \Rightarrow P_0 = P_B + P_{\text{ستون جیوه}}$

$$\Rightarrow P_A = 75 + 45 = 120 \text{ cmHg}$$

$$\Rightarrow P_B = 75 - 35 = 40 \text{ cmHg}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Rightarrow P_A = 120 \text{ cmHg} \\ \Rightarrow P_B = 40 \text{ cmHg} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{120}{40} = 3$$

رابطه تقریبی چگالی با دما بصورت $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta T)$ است بنابراین:

$$\Delta T = \Delta \theta \Rightarrow \Delta T = 100 \text{ K}$$

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

$$\Rightarrow \Delta \rho = -\frac{m}{V} \beta \Delta T = -\frac{44 \times 10^{-3}}{\frac{4}{3} \times 3 \times (10^{-2})^3} \times 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 100$$

$$\Delta \rho = -99 \text{ kg/m}^3$$

بنابراین چگالی به ۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش می‌یابد.

مدت زمانی که لازم است تا یخ -10°C به یخ 0°C تبدیل شود را t_1 می‌نامیم و گرمای لازم برای اینکار برابر است با:

یخ 0°C → یخ -10°C

$$Q = mc\Delta\theta = 0/2 \times 2100 \times 10 = 4200 \text{ J}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ s} \quad 210 \text{ J} \\ t_1 \quad 4200 \text{ J} \end{array} \Rightarrow t_1 = \frac{4200}{210} = 20 \text{ s} \Rightarrow 2 \text{ و } 1 \text{ رد گزینه‌های}$$

مدت زمانی که لازم است تا یخ 0°C به آب 0°C تبدیل شود را t_2 می‌نامیم و اندازه آن را به این ترتیب بدست می‌آوریم:

آب صفر → یخ صفر

$$Q = mL_F = 0/2 \times 336000 = 67200 \text{ J}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ s} \quad 210 \text{ J} \\ t_2 \quad 67200 \text{ J} \end{array} \Rightarrow t_2 = \frac{67200}{210} = 320 \text{ s}$$

$$\Rightarrow t = t_1 + t_2 = 20 + 320 = 340 \text{ s} \Rightarrow 3 \text{ رد گزینه}$$

بنابراین گزینه ۴ درست است. اما بیایید قسمت سوم نمودار را هم بررسی کنیم.

مدت زمانی که لازم است تا آب 0°C به آب 10°C تبدیل شود را t_3 می‌نامیم و اندازه آن را به این ترتیب بدست می‌آوریم:

آب 0°C → آب 10°C

$$Q = mc\Delta\theta = 0/2 \times 4200 \times 10 = 8400 \text{ J}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ s} \quad 210 \text{ J} \\ t_3 \quad 8400 \text{ J} \end{array} \Rightarrow t_3 = \frac{8400}{210} = 40 \text{ s}$$

از بین گزینه‌ها تنها گزینه ۴ این ویژگی را دارد و سه گزینه دیگر این زمان را به اشتباه ۲۰ ثانیه نشان می‌دهند.

فرآیندی که طی آن گاز از محیط گرما می‌گیرد ($Q > 0$) می‌تواند فرآیندی هم‌دما باشد و در فرآیند هم‌دما دمای گاز ثابت می‌ماند (رد گزینه ۱) و انرژی درونی تغییر نمی‌کند (رد گزینه ۳).

این فرآیند می‌تواند فرآیندی هم‌حجم نیز باشد و در فرآیند هم‌حجم کار برابر با صفر است $W = 0$ ، پس گزینه ۴ نیز رد می‌شود.

مخلوط دو گاز هیدروژن و هلیوم در مخزن وجود دارد بنابراین:

$$n_{H_2} + n_{He} = n_{\text{کل}}$$

$$n_{H_2} + n_{He} = \frac{P V}{R T} = \frac{2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-2}}{8 \times (273 + 127)}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} + n_{He} = 2/5 \text{ mol} \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} + \frac{m_{He}}{M_{He}} = 2/5$$

$$\Rightarrow \frac{m_{H_2}}{2} + \frac{m_{He}}{4} = 2/5 \Rightarrow 2m_{H_2} + m_{He} = 10 \text{ g}$$

$$\text{طبق صورت سؤال: } \left. \begin{array}{l} m_{H_2} + m_{He} = 8 \text{ g} \\ 2m_{H_2} + m_{He} = 10 \text{ g} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} m_{H_2} = 2 \text{ g} \\ m_{He} = 6 \text{ g} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{m_{He}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای می‌توان نوشت:

$$200 \text{ قیراط} = 200 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 40 \text{ g}$$