

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۳ رابطه بین درجه فارنهایت و سلسیوس به صورت زیر است:

$$F = 1.8\theta + 32 \xrightarrow{F=50} 50 = 1.8\theta + 32 \\ \Rightarrow 3.2\theta = 18 \Rightarrow \theta = 10^\circ C$$

و این دما برحسب کلون برابر است با:

$$K = \theta + 273 = 10 + 273 \Rightarrow K = 283$$

۲ گزینه ۱

۳ گزینه ۴ ابتدا اختلاف دما را برحسب سلسیوس محاسبه می کنیم:

$$\Delta\theta = 40 - (-10) \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C$$

حال برای تعیین این اختلاف دما برحسب درجه فارنهایت داریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 50 \Rightarrow \Delta F = 90^\circ F$$

۴ گزینه ۱ با توجه به یکای ضریب انبساط طولی، باید تغییر دما را برحسب کلون یا سلسیوس بنویسیم.

$$\Delta\theta = \frac{5}{9}\Delta F = \frac{5}{9}(122 - (-58)) \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ C$$

و برای تعیین تغییر طول پل داریم:

$$\Delta l = \ell_0 \cdot \alpha \Delta\theta = 1158 \times 1.3 \times 10^{-5} \times 100 \Rightarrow \Delta l \approx 1.5m$$

۵ گزینه ۲ رابطه تغییر طول میله ها را نوشته و اختلاف آنها را معادل ۰.۳mm قرار می دهیم. دقت کنید که در رابطه تغییر طول میله ها، طول اولیه را نیز برحسب میلی متر می نویسیم:

$$\Delta\ell = \ell_0(\alpha)(\Delta\theta) \rightarrow \begin{cases} \Delta\ell_{Cu} = \ell_0 \alpha_{Cu}(\Delta\theta) \\ \Delta\ell_{Fe} = \ell_0 \alpha_{Fe}(\Delta\theta) \end{cases} \rightarrow \Delta\ell_{Cu} - \Delta\ell_{Fe} = \ell_0(\Delta\theta)(\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe}) \rightarrow 0.3 = (500)(\Delta\theta)(1.8 \times 10^{-5} - 1.2 \times 10^{-5}) \\ \rightarrow \Delta\theta = 100^\circ C$$

۶ گزینه ۳ با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی میله ها داریم:

$$\ell_0 + (\ell_0 \alpha \Delta T) \\ \ell = \ell_0 + \ell_0 \alpha(\Delta T) \rightarrow \begin{cases} \ell_{\text{آلومینیم}} = \ell_{\text{آلومینیم}} + [\ell_0 \alpha(\Delta T)]_{\text{آلومینیم}} \\ \ell_{\text{فولاد}} = \ell_{\text{فولاد}} + [\ell_0 \alpha(\Delta T)]_{\text{فولاد}} \end{cases} \xrightarrow{\ell_{\text{فولاد}} = \ell_{\text{آلومینیم}}} \ell_{\text{آلومینیم}} - \ell_{\text{فولاد}} = \ell_0(\alpha_{\text{آلومینیم}} - \alpha_{\text{فولاد}})(\Delta T) \xrightarrow{\ell_{\text{فولاد}} = 2.3mm, \ell_0 = 4m = 4000mm} \Delta T = 50^\circ C$$

۷ گزینه ۴

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$$

$$\Delta L = 20 \times 1.4 \times 10^{-5} \times 30 = 8.4 \times 10^{-3}m = 8.4mm$$

۸ گزینه ۲ در اینجا انبساط طولی پل معلق فولادی بررسی شده است، پس با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha(\Delta T) \xrightarrow{\Delta L = 900.9 - 900m} 0.9 = 900 \times 1.25 \times 10^{-5}(\Delta T) \\ \xrightarrow{\alpha = 1.25 \times 10^{-5} K^{-1}} \Delta T = \frac{10^4}{125} \Rightarrow \Delta T = 80K = 80^\circ C$$

۹ گزینه ۱ با استفاده از رابطه مربوط به انبساط طولی میله داریم:

$$\Delta l = \ell_0 \alpha(\Delta T) \xrightarrow{\Delta l = 3 \times 10^{-3}m} 3 \times 10^{-3} = \ell_0(1.2 \times 10^{-5})(50) \Rightarrow \ell_0 = 5m$$

۱۰ گزینه ۳ در ابتدا تغییر دمای میله ها را با هم مقایسه می کنیم، از آنجا که جرم، جنس و گرمای داده شده به میله ها، یکسان است، پس تغییر دمای آنها نیز یکسان خواهد بود.

$$Q = mC\Delta\theta \xrightarrow{Q_A = Q_B, m_A = m_B} \Delta\theta_A = \Delta\theta_B \\ \xrightarrow{c_A = c_B}$$

از طرفی با توجه به این که جرم و جنس میله ها یکسان است، حجم آنها نیز یکسان بوده، پس طول و سطح مقطع آنها، نسبت عکس با یکدیگر دارند، زیرا:

$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow{m_A = m_B} V_A = V_B \rightarrow A_A \ell_B = A_B \ell_A \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{\ell_B}{\ell_A} \xrightarrow{\ell_A = \frac{3}{4}\ell_B} \frac{A_A}{A_B} = \frac{\ell_B}{\frac{3}{4}\ell_B} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{4}{3}$$

درنهایت برای مقایسه تغییر سطح مقطع آنها داریم:

$$\Delta A = A_o (\alpha) \Delta \theta \xrightarrow{\alpha_A = \alpha_B} \frac{(\Delta A)_A}{(\Delta A)_B} = \frac{A_{oA}}{A_{oB}} = \frac{4}{3}$$

گزینه ۴ ۱۱

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\lambda}{10000} = \lambda \times 10^{-4} = (\alpha) \Delta \theta = \alpha \times 10 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} = (\alpha) \Delta \theta = \left(\frac{1}{3} \times 10^{-5} \right) (60) = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C} \Rightarrow (4 \times 10^{-4}) (100) = 0.04 \text{ درصد}$$

گزینه ۲ ۱۲ می‌دانیم که درصد افزایش حجم به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$\Delta V = V_o (\alpha) \Delta T \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_o} = (\alpha) (\Delta T) \times 100 \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_o} = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 250 \times 100 \rightarrow \% \frac{\Delta V}{V_o} = 1.5\%$$

گزینه ۳ ۱۳ با توجه به این که ضریب انبساط طولی میله بر حسب $\frac{1}{K}$ بیان شده، باید تغییر دمای میله را بر حسب $^\circ C$ یا $^\circ F$ بیابیم. یعنی:

$$\Delta^\circ F = \frac{9}{5} (\Delta^\circ C) \xrightarrow{\theta_1 = 122^\circ F} \theta_2 = \frac{9}{5} (\Delta^\circ C) \rightarrow \Delta \theta = 40^\circ C$$

حال، حجم اولیه میله و پس از آن، تغییر حجم میله را محاسبه می‌کنیم.

$$V_1 = A \cdot \ell = 5 \times 50 \rightarrow V_1 = 250 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 (\alpha) (\Delta \theta) = 250 \times (3 \times 10^{-5}) (40) \rightarrow \Delta V = 0.3 \text{ cm}^3$$

گزینه ۲ ۱۴ در انبساط حجمی، درصد تغییر حجم به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

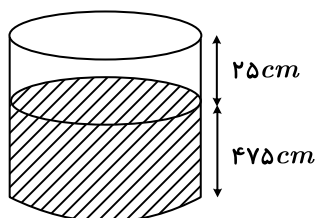
$$\Delta V = V_1 (\alpha) (\Delta T) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = (\alpha) (\Delta T) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = (\alpha) (\Delta T) \times 100 \xrightarrow{\alpha = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \quad \Delta \theta = 200^\circ C}$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 200 \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییر حجم} = 1.8$$

گزینه ۲ ۱۵ با استفاده از رابطه مربوط به تغییر حجم در اثر انبساط گرمایی داریم:

$$\Delta V = V_1 (\alpha) \Delta T \xrightarrow{\Delta V = 1 \text{ cm}^3, V_1 = 1000 \text{ cm}^3} \Delta T = 120 K \rightarrow 1 = (1000) (\alpha) (120) \Rightarrow \alpha = 6.75 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \Rightarrow \alpha = 2.25 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

گزینه ۱ ۱۶



$$\text{حجم خالی} = \frac{25}{500} V_1 = \frac{5}{100} V_1$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \beta \Delta T \Rightarrow \frac{5}{100} = \beta \Delta T \Rightarrow \Delta T = 50 K \rightarrow T_f = 263 + 50 = 313 K \Rightarrow \theta_f = 313 - 273 = 40^\circ C$$

$$\Rightarrow F_f = \frac{9}{5} \theta_f + 32 = 104^\circ F$$

گزینه ۲ ۱۷

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta - V_1 \alpha \Delta \theta$$

$$\rightarrow \Delta V = 500 \times (40 - 20) \times (5 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4}) = 4.3 \text{ cm}^3$$

گزینه ۴ ۱۸

$$\begin{cases} m_A = m_B \text{ و } c_A = \frac{1}{2} c_B \text{ و } \alpha_A = \frac{1}{2} \alpha_B \\ V_{1B} = 4 V_{1A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta V = V_1 (\alpha) \Delta \theta \\ Q = mc \Delta \theta \Rightarrow Q_A = Q_B \Rightarrow \cancel{m_A} \cancel{c_A} \Delta \theta_A = \cancel{m_B} \cancel{c_B} \Delta \theta_B \end{cases}$$

$$\Delta \theta_A = 2 \Delta \theta_B$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{V_{1A}}{V_{1B}} \right) \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_B} \right) \left(\frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \right) = \left(\frac{1}{4} \right) \left(\frac{1}{2} \right) (2) = \frac{1}{4}$$

گزینه ۱ ۱۹

$$\begin{cases} Q = 5600 J \\ \Delta\theta = 10^\circ C \\ m = 500 g = 0.5 kg \end{cases} \Rightarrow Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 5600 J = 0.5 kg \times c \times 10^\circ C \Rightarrow c = 140 \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

گزینه ۳ ۲۰ می‌دانیم که رابطه بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه به صورت زیر است:

$$C = mc \Rightarrow \frac{C_r}{C_1} = \frac{m_r}{m_1} \times \frac{c_r}{c_1}$$

با تغییر جرم، گرمای ویژه تغییر نمی‌کند، یعنی $c_p = c_1$ است. پس:

$$\frac{C_r}{C_1} = \frac{m_r}{m_1} \xrightarrow{C_r = 0.8 C_1} \frac{1}{10} = \frac{m_1 - 1}{m_1} \Rightarrow m_1 = 5 kg$$

و در حالت اول داریم:

$$C_1 = mc \xrightarrow{C_1 = 2100 \frac{J}{K}} 2100 = 5c \Rightarrow c = 420 \frac{J}{kg \cdot K}$$

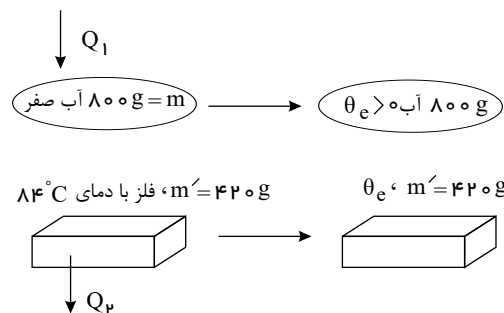
گزینه ۴ ۲۱ ابتدا نسبت جرم دو کره را حساب می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{c_B}{c_A} \times \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} \Rightarrow \frac{20}{5} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = 8$$

با توجه به اینکه جنس هر دو کره یکسان است، نسبت حجم B به A هم برابر ۸ است.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 = 8 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2$$

گزینه ۴ ۲۲ تمام گزینه‌ها دمای بالای صفر درجه دارند. بنابراین:



$$Q_1 + Q_r = 0 \Rightarrow \theta_e = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \theta_1 + m' c_{\text{فلز}} \theta_1}{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + m' c_{\text{فلز}}} \Rightarrow \theta_e = \frac{420 \times 400 \times 14 + 420 \times 400 \times 14}{800 \times 4200 + 420 \times 400} = \frac{420 \times 400 \times 14}{420 \times 400 (20 + 1)} = \frac{14}{21} = 4$$

گزینه ۴ ۲۳ مجموع گرمای مبادله شده بین آب و آلومینیم صفر است. اگر دمای تعادل را θ_e بنامیم، داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{آلومینیم}} = 0 \Rightarrow (mc(\theta_e - \theta_1))_{\text{آب}} + (mc(\theta_e - \theta_1))_{\text{آلومینیم}} = 0 \xrightarrow{m_{\text{آب}} = 4.5 kg, \theta_{\text{آب}} = 50^\circ C} 4.5 \times 4200(52 - 50) + m \times 900(52 - 94) = 0$$

$$\Rightarrow m = 1 kg$$

گزینه ۲ ۲۴ مجموع گرمای مبادله شده برابر صفر است بنابراین داریم:

$$Q_1 + Q_r + Q_s = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_r c_r (\theta - \theta_r) + C(\theta - \theta_s) = 0$$

$$\Rightarrow 0.52 \times 4200(20 - 15) + 0.1 \times 400(20 - 50) + C(20 - 60) = 0 \Rightarrow C = 243 \frac{J}{kg}$$

گزینه ۴ ۲۵ برای پیدا کردن دمای تعادل θ داریم:

$$Q_1 + Q_r + Q_s = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_r c_r (\theta - \theta_r) + m_s c_s (\theta - \theta_s) = 0 \Rightarrow 10 \times 4200(\theta - 20) + 20 \times 4200(\theta - 80) + 300 \times 400(\theta - 32) = 0 \Rightarrow \theta = 32^\circ C$$

گزینه ۳ ۲۶ برای دو جسم آب و ظرف داریم:

$$\begin{aligned} & \text{ظرف } 20^\circ C \leftarrow \text{آب } 70^\circ C \\ & Q_1 + Q_r = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_r c_r (\theta - \theta_r) = 0 \\ & \Rightarrow 300 \times 4200(\theta - 70) + 120 \times 900 \times (\theta - 20) = 0 \\ & \Rightarrow \theta = 66^\circ C \xrightarrow{T = \theta + 273} T = 339 K \end{aligned}$$

۲۷ گزینه ۲ با توجه به اینکه مجموع گرمای مبادله شده صفر است، داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + C_p (\theta - \theta_p) + m_p c_p (\theta - \theta_p) = 0$$

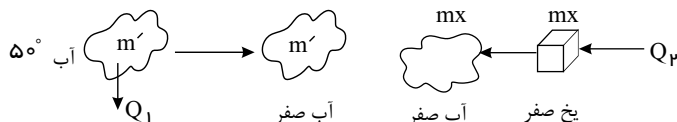
آب $20^\circ C$ گرمای $20^\circ C$ آب $80^\circ C$

$$\Rightarrow 0.6 \times 4200 (36 - 20) + C_p (36 - 20) + 0.4 \times 4200 (36 - 80) = 0$$

$$\Rightarrow C_p = 2100 \frac{J}{K}$$

۲۸ گزینه ۴ فرض کنیم m' گرم آب اولیه $50^\circ C$ داشته‌ایم که موفق شده m_x گرم یخ صفر درجه را ذوب کند:

$$m' + m_x = 52g \text{ (آب صفر درجه)} \quad (1)$$



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m' c \Delta \theta + m_x L_F = 0 \Rightarrow m' \times 4200 \times (0 - 50) + m_x \times 33600 = 0 \xrightarrow{\div 4200} -50m' + 8m_x = 0 \Rightarrow m_x = \frac{5}{8}m' \quad (2)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow m' + \frac{5}{8}m' = 52 \Rightarrow \frac{13}{8}m' = 52 \Rightarrow m' = 32g$$

۲۹ گزینه ۳ گام اول: کل گرمای داده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = 10.5 \frac{kJ}{min} \times 20 min = 210 kJ$$

گام دوم: برویم سراغ یخ:

$$m = 0.5 kg$$

$$Q_1 = mc \Delta \theta = 0.5 \times 2100 \times 20 = 21000 = 21 kJ$$

$\theta_1 = -20^\circ C$ $\theta_2 = 0^\circ C$

یخ صفر درجه

$$Q_2 = mL_f = 0.5 \times 33600 = 168 kJ$$

گام سوم: مقایسه کنیم:

$$Q = 210 kJ$$

$$Q' = Q_1 + Q_2 = 21 + 168 = 189 kJ \quad Q > Q'$$

پس دمای آب حاصل از ذوب یخ $-20^\circ C$ ، بالاتر از صفر درجه خواهد شد و گرمایی که صرف افزایش دمای آب صفر درجه می‌شود معادل ۲۱ کیلوژول است.

$$Q_3 = 21000 J = 0.5 \times 4200 \times \Delta \theta = 2100 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 10^\circ C \Rightarrow \theta - 0 = 10^\circ C \Rightarrow \theta = 10^\circ C$$

۳۰ گزینه ۲ توجه: دقت کنیم که: $336000 = 80 \times 4200$

$$Q_1 = mL_F = m \times 336000 = 80 \times 4200 \times m$$

$$Q_2 = mc \Delta \theta = m \times 4200 \times 20$$

مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ صفر به آب صفر

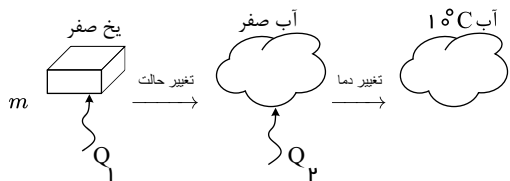
کل گرمای داده شده به یخ صفر تا به آب $20^\circ C$ تبدیل شود.

$$\text{درصد خواسته شده} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} = \frac{80 \times 4200 m}{(80 + 20) \times 4200 m} = \frac{80}{100} = 0.8 \rightarrow 0.8 \times 100 = 80\%$$

۳۱ گزینه ۴ گام اول: تبدیل دمای درجه فارنهایت به درجه سلسیوس:

$$F_{50} = \frac{9}{5} \theta_C + 32 \rightarrow 50^\circ F = \frac{9}{5} \theta + 32 \rightarrow \theta = 10^\circ C$$

گام دوم: یخ صفر درجه سلسیوس ابتدا با گرفتن گرمای Q_1 به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شده، سپس آب صفر درجه سلسیوس به آب $1^\circ C$ (با گرفتن گرمای Q_2) تبدیل می‌شود:



$$Q_1 = mL_F = 20 \text{ g} \times \frac{336 \text{ J}}{\text{g}} = 6720 \text{ J}$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 20 \text{ g} \times 4.2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times (10 - 0)^\circ\text{C} = 840 \text{ J}$$

$$Q_{\text{کل}} = 6720 + 840 = 7560 \text{ J}$$

گزینه ۳ ۳۲ مراحل تغییر حالت و دمای یخ به صورت زیر است:

$$10^\circ \text{ آب} \rightarrow 0^\circ \text{ آب صفر} \rightarrow \text{یخ صفر} \rightarrow 10^\circ \text{ یخ}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = (mc\Delta\theta)_{\text{یخ}} + mL_F + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_T = 0.5 \times 2100(0 - (-10)) + 0.5 \times 336000 + 0.5 \times 4200(10 - 0)$$

$$\Rightarrow Q_T = 199.5 \times 1000 \text{ J} = 199.5 \text{ kJ}$$

گزینه ۴ ۳۳ مجموع گرمای مبادله شده برابر صفر است، پس با توجه به مسیر فرایند تبادل گرما داریم:

$$1 \text{ kg آب } 5^\circ\text{C} \rightarrow 1 \text{ kg آب صفر درجه} \rightarrow 1 \text{ kg یخ } 0^\circ\text{C} \rightarrow 1 \text{ kg یخ } 10^\circ\text{C}$$

$$m \text{ کیلوگرم آب } 5^\circ\text{C} \rightarrow m' \text{ کیلوگرم آب } 20^\circ\text{C}$$

$$\sum Q = 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$\underbrace{1 \times 2100(0 - (-10))}_{Q_1} + \underbrace{1 \times 336000}_{Q_2} + \underbrace{1 \times 4200(5 - 0)}_{Q_3} + \underbrace{m' \times 4200 \times (5 - 20)}_{Q_4} = 0 \rightarrow m' = 6 \text{ kg}$$

گزینه ۴ ۳۴

$$Q_{\text{یخ } (-10 \rightarrow 0)} + Q_{\text{آب } (0 \rightarrow 15)} + Q_{\text{آب } (15 \rightarrow 60)} = Q_{\text{آب } (10 \rightarrow 60)}$$

$$mc_{\text{یخ}} \times 10 + mL_f + mc_{\text{آب}} \times 15 = m'c_{\text{آب}} \times 50$$

$$\xrightarrow[\substack{c_{\text{آب}} = \frac{1}{2}c_{\text{یخ}} \\ L_f = 80c_{\text{آب}}}}{m \times \frac{1}{2} \times 10 + m \times 80 + m \times 1 \times 15 = m' \times 1 \times 50}$$

$$\rightarrow 100m = 50m' \Rightarrow m' = 2m$$

گزینه ۱ ۳۵

$$Q = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + mL_f + mc_{\text{آب}} \Delta\theta$$

$$Q = 2 \times 2100 \times 20 + 2 \times 336000 + 2 \times 4200 \times 100 = 1596000 \text{ J} = 1596 \text{ kJ}$$

گزینه ۲ ۳۶

$$100^\circ\text{C یخ} \xrightarrow{Q_1} 100^\circ\text{C آب} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ\text{C آب} \xleftarrow{Q_3} 0^\circ\text{C یخ}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + 6540 = 0$$

$$-mL_v + mc\Delta\theta + m'L_F + 6540 = 0$$

$$-m \times 2256 + m \times 4.2 \times (-100) + 100 \times 336 + 6540 = 0 \rightarrow 2676m = 40140$$

$$\Rightarrow m = \frac{40140}{2676} = 15 \text{ g}$$

گزینه ۱ ۳۷

$$mL_v = Pt \rightarrow 2 \times 2256 \times 10^3 = 3 \times 10^3 \times t$$

$$\rightarrow t = 1500 \text{ s} \xrightarrow{\div 60} t = 25 \text{ min}$$

گزینه ۲ ۳۸ سایر گزینه‌ها همرفت واداشته را نشان می‌دهند.

گزینه ۴ ۳۹ چون اصطکاک پیستون ناچیز است، فشار گاز همواره با مجموع فشار ناشی از هوای محیط و وزن پیستون برابر بوده، پس مقداری ثابت است. با استفاده از قانون

عمومی گازهای کامل در فشار ثابت داریم:

$P =$ ثابت

$$\frac{V_p}{V_1} = \frac{T_p}{T_1} \xrightarrow{V=A \cdot h} \frac{h_p}{h_1} = \frac{T_p}{T_1}$$

$A:$ ثابت

از طرفی داریم:

$$\begin{cases} T_1 = 27 + 273 = 300 K \\ V_1 = 2000 cm^3 \\ V_1 = Ah_1 \xrightarrow{A_1 = 50 cm^2} 2000 = 50 h_1 \Rightarrow h_1 = 40 cm \end{cases}$$

وقتی پیستون ۲ cm بالاتر می‌رود $h_p = h_1 + 2 = 42 cm$ است. بنابراین داریم:

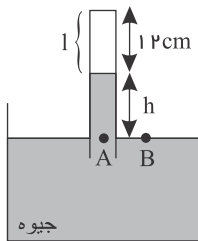
$$\frac{h_p}{h_1} = \frac{T_p}{T_1} \Rightarrow \frac{42}{40} = \frac{T_p}{300} \Rightarrow T_p = 315 K$$

و در آخر داریم:

$$\Delta T = T_p - T_1 = 315 - 300 \Rightarrow \Delta T = 15 K$$

گزینه ۲

در حالت اول، گاز در فشار ۲ cmHg در ستون ۱۲ cm محبوس شده است و داریم:

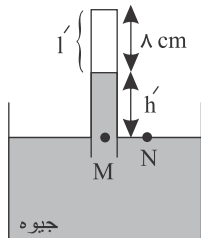


$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{atm}} + h = P_0 \rightarrow 2 + h = 76$$

در نتیجه در حالت اول فاصله انتهای لوله از سطح آزاد جیوه در ظرف ۸۶ سانتی‌متر ($\ell_1 = 12 + 74 = 86 cm$) می‌شود، ارتفاع ستون گاز را می‌یابیم:

$$P_1 V_1 = P_p V_p \xrightarrow{V=Ah} P_1 A h_1 = P_p A h_p \rightarrow P_1 h_1 = P_p h_p \rightarrow 2 \times 12 = 3 h_p \rightarrow h_p = 8 cm$$

حال برای تعیین ارتفاع ستون جیوه در حالت دوم داریم:



$$P_u = P_0 \rightarrow P_{\text{atm}} + h' = P_N \rightarrow 3 + h' = 76 \rightarrow h' = 73 cm$$

و در این حالت داریم:

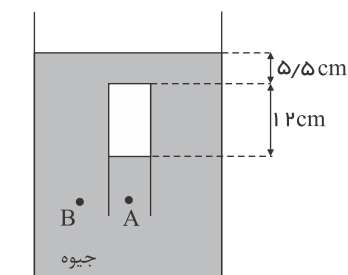
$$\ell' = 8 + h' = 8 + 73 \rightarrow \ell' = 81 cm$$

در نهایت:

$$\Delta \ell = \ell - \ell' = 86 - 81 \rightarrow \Delta \ell = 5 cm$$

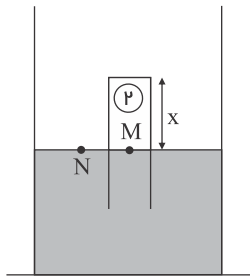
گزینه ۱

در حالت اول فشار هوای حبس شده در ارتفاع ۱۲ سانتی‌متری لوله به صورت زیر است.



$$P_A = P_B \rightarrow P_1 = P_o + 17,5 = 75 + 17,5 \rightarrow P_1 = 92,5 \text{ cmHg}$$

در حالت دوم فشار هوای حبس شده، معادل فشار هوای محیط است زیرا:



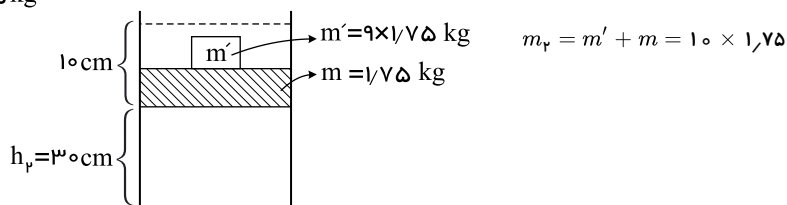
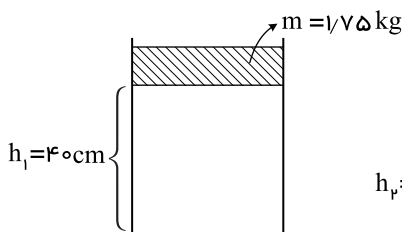
$$P_M = P_N \rightarrow P_r = P_o \rightarrow P_r = 75 \text{ cmHg}$$

حال با به کارگیری قانون عمومی گازهای کامل در دمای ثابت برای دو حالت (۱) و (۲) داریم:

$$P_1 V_1 = P_r V_r \xrightarrow{V=Ah} P_1 h_1 A = P_r h_r A \rightarrow P_1 h_1 = P_r h_r \rightarrow 92,5 \times 12 = 75 \times x \rightarrow x = 14,8 \text{ cm}$$

که این جابه‌جایی انتهای لوله از سطح جیوه است.

۴۲ گزینه ۳ در اینجا چون دمای گاز ثابت است، با توجه به قانون بویل و ماریوت داریم:



$$PV = \text{ثابت} \Rightarrow P_1 V_1 = P_r V_r$$

از طرفی چون سطح مقطع استوانه ثابت است، می‌توان رابطه فوق را به صورت زیر نیز نوشت:

$$P_1 V_1 = P_r V_r \Rightarrow P(Ah_1) = P_r(Ah_r) \Rightarrow P_1 h_1 = P_r h_r$$

حال با توجه به فشار وارد بر گاز داخل استوانه داریم:

$$P = P_o + \frac{mg}{A}$$

$$\Rightarrow (P_o + \frac{1,75 \times 10}{50 \times 10^{-4}}) \times (0,4) = (P_o + \frac{10 \times 1,75 \times 10}{50 \times 10^{-4}}) \times (0,3)$$

$$\Rightarrow P_o = 91 \times 10^4 \text{ Pa}$$

۴۳ گزینه ۴ با توجه به ثابت بودن دما برای مقدار معینی از گاز کامل داریم:

$$P_1 V_1 = P_r V_r \xrightarrow[A=\text{ثابت}]{V=Ah} P_1 h_1 = P_r h_r$$

$$\Rightarrow 10^5 \times 34 = P_r \times 40 \Rightarrow P_r = 0,85 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_r = \rho gh \Rightarrow 0,85 \times 10^5 = 13600 \times 10 \times h \Rightarrow h = 62,5 \text{ cmHg}$$

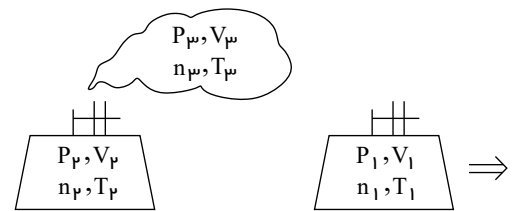
۴۴ گزینه ۲ فشار گاز در هر حالت، برابر مجموع فشار پیستون و فشار هوا است. همچنین در حالت دوم، ارتفاع ظرف ۴ سانتی‌متر کمتر و برابر ۲۲ cm می‌شود.

$$\begin{cases} V_1 = 26A, P_1 = \frac{40}{A} + 10^5 \\ V_r = 22A, P_r = \frac{120}{A} + 10^5 \end{cases}$$

$$\text{ثابت } T \rightarrow P_1 V_1 = P_r V_r \rightarrow \cancel{26} \left(\frac{40}{A} + 10^5 \right) = \cancel{22} \left(\frac{120}{A} + 10^5 \right)$$

$$2 \times 10^5 = \frac{120 \times 11}{A} - \frac{40 \times 13}{A} \rightarrow A = 40 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 4 \text{ cm}^2$$

۴۵ گزینه ۳



$$\begin{cases} P_1 V_1 = n_1 R T_1 \Rightarrow n_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{(5 \times 10^5)(30 \times 10^{-3})}{8 \times 300} = 6.25 \\ P_r V_r = n_r R T_r \Rightarrow n_r = \frac{P_r V_r}{R T_r} = \frac{(2.9 \times 10^5)(30 \times 10^{-3})}{8 \times 290} = 3.75 \\ V_r = V_1 = 30 L \end{cases}$$

$$\Delta n = n_r - n_1 = 3.75 - 6.25 = -2.5$$

$$\text{مول } 2.5 \times 32 \frac{g}{mol} = 80 g$$

گزینه ۲ ۴۶

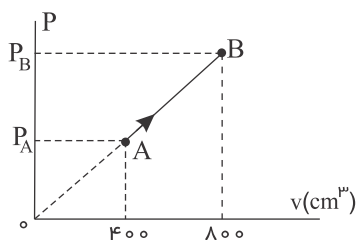
$$P: \text{ثابت} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_r}{T_r} \rightarrow \frac{2}{320} = \frac{V_r}{360} \rightarrow V_r = \frac{9}{4} \text{ lit}$$

$$T: \text{ثابت} \rightarrow P_r V_r = P_r V_r \rightarrow (2 \times 10^5) V_r = P_r \left(\frac{4}{5} V_r\right) \rightarrow P_r = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

گزینه ۳ ۴۷

$$\begin{cases} PV = nRT & \text{amp; } PV = nRT \\ \Delta V = -4L = -4 \times 10^{-3} m^3 & P \Delta V = nR \Delta T \\ \Delta \theta = \Delta T = ? & \\ P = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa} & \Rightarrow \Delta T = \frac{P \Delta V}{nR} = \frac{(1.5 \times 10^5)(-4 \times 10^{-3})}{3 \times 8} \\ n = 3 \text{ mol} & \\ R = 8 \frac{J}{mol \cdot K} & \Delta T = -\frac{100}{4} = -25 K \end{cases}$$

گزینه ۴ ۴۸ با توجه به تشابه مثلث‌ها داریم:



$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{800}{400} \rightarrow \frac{P_B}{P_A} = 2$$

برای مقدار معینی گاز کامل عبارت $\frac{PV}{T}$ مقداری ثابت است بنابراین این مقدار را برای دو نقطه A و B برابر قرار می‌دهیم و با تناسب بین آنها داریم:

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2} \times \frac{400}{800} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{-23 + 273}{\theta_B + 273} = \frac{1}{4} \rightarrow \theta_B = 727^\circ C$$

گزینه ۲ ۴۹ در ابتدا تعداد مول‌های موجود در کیسول را در هر یک از حالت‌های اولیه و ثانویه می‌یابیم:

$$n = \frac{m}{M} \xrightarrow{\text{در حالت اول}} n_1 = \frac{m}{M_{N_2} = 28 \frac{g}{mol}} = \frac{m}{28}$$

و در حالت دوم که به اندازه همان جرم، هلیوم به کیسول اضافه شده داریم:

$$n_r = \frac{m}{M_{He}} + n_1 \xrightarrow{M_{He} = 4 \frac{g}{mol}} n_r = \frac{m}{4} + \frac{m}{28} \rightarrow n_r = \frac{7m}{28}$$

حال با توجه به معادله حالت گاز آرمانی و ثابت ماندن حجم و دما در اینجا داریم:

$$PV = nRT \xrightarrow[\substack{T: \text{ثابت} \\ V: \text{ثابت}}]{P_1 = \frac{5}{4} P_0} \frac{P_1}{P_0} = \frac{n_1}{n_2} \xrightarrow{P_1 = \frac{5}{4} P_0} \frac{P_1}{\frac{5}{4} P_0} = \frac{\frac{\lambda m}{28}}{\frac{28}{m}} = \lambda \rightarrow P_1 = 1.0 P_0$$

و برای تعیین فشار پیمانه‌ای داریم:

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_1 - P_0 = 9 P_0$$

۵۰ گزینه ۳ در اینجا حجم گاز ثابت است. با توجه به قانون گازهای کامل داریم:

$$PV = nRT \xrightarrow[\substack{R: \text{ثابت} \\ V: \text{ثابت}}]{P_1 = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{T_1}{T_2}}$$

دقت کنید که در اینجا P فشار مطلق گاز است، یعنی:

$$P = P_0 + P_{\text{پیمانه‌ای}} \Rightarrow P_1 = 1.0 + 3 \times 1.0 = 4 \times 1.0 \text{ Pa}$$

از طرفی چون $\frac{1}{5}$ جرم گاز را خارج کرده‌ایم، تعداد مول‌های باقی‌مانده، $\frac{4}{5}$ تعداد مول‌های اولیه است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{P_1}{4 \times 1.0} = \frac{\frac{4}{5} n_1}{n_1} \times \frac{273 + 27}{273 + 47} \Rightarrow P_1 = \frac{16}{5} \times \frac{300}{320} \times 1.0 = 3 \times 1.0 \text{ Pa}$$

و در آخر داریم:

$$P'_{\text{پیمانه‌ای}} = P_1 - P_0 = 3 \times 1.0 - 1.0 \Rightarrow P'_{\text{پیمانه‌ای}} = 2 \times 1.0 \text{ Pa}$$

۵۱ گزینه ۴ برای یک گاز آرمانی داریم:

$$PV = nRT \rightarrow P \times \lambda \times 1.0^{-r} = 1 \times \lambda \times (27 + 273) \rightarrow P = 3 \times 1.0 \text{ Pa}$$

۵۲ گزینه ۴ چون اصطکاک پیستون با جداره ناچیز و از طرفی پیستون ساکن است، پس فشار و مخزن با هم برابر است، یعنی داریم:

$$P_{N_2} = P_{H_2} \rightarrow PV = nRT \left(\frac{nRT}{V} \right)_{N_2} = \left(\frac{nRT}{V} \right)_{H_2} \xrightarrow[A = \text{یکسان}]{V = Ah} \left(\frac{nT}{h} \right)_{N_2} = \left(\frac{nT}{h} \right)_{H_2} \rightarrow \frac{n_{N_2} \times 320}{32} = \frac{n_{H_2} \times 300}{21} \rightarrow \frac{n_{N_2}}{n_{H_2}} = \frac{1}{7}$$

$$\xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{M_{N_2}}{M_{H_2}} \times \frac{M_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{1}{7} \rightarrow \frac{M_{N_2}}{M_{H_2}} \times \frac{2}{28} = \frac{1}{7} \rightarrow \frac{M_{N_2}}{M_{H_2}} = 2.0$$

۵۳ گزینه ۱

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\begin{cases} P_1 = 3 + 1 = 4 \text{ atm}, P_2 = 2 + 1 = 3 \text{ atm} \\ T_1 = 47 + 273 = 320 \text{ K}, T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \\ V = \text{ثابت} \end{cases} \Rightarrow \frac{4}{n_1 \times 320} = \frac{3}{n_2 \times 300}$$

$$\rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{3 \times 320}{4 \times 300} = \frac{8}{10} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{m_2}{m_1} = \frac{8}{10} \rightarrow m_2 = 0.8 m_1$$

یعنی ۲۰٪ از جرم گاز خارج شده است.

۵۴ گزینه ۱

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{P, V \text{ ثابت}} n_1 T_1 = n_2 T_2 \xrightarrow[T_2 = 25 + 273 = 298 \text{ K}]{T_1 = 24 + 273 = 297 \text{ K}} n_1 \times 297 = n_2 \times 298$$

$$\rightarrow n_2 = \frac{297}{298} n_1$$

پس $\frac{1}{298}$ مولکول‌های هوا باید خارج شود.