

پاسخنامه
فیزیک
فصل ۴
دهم



۱- گزینه ۲ درست است.

با توجه به این که هر دو گلوله هم جنس و توپراند، نتیجه می شود که چگالی و گرمای ویژه آن ها یکسان است و چون افزایش دمای گلوله ها یکسان است، طبق رابطه های $Q = mc\Delta\theta$ و $m = \rho V$ ، خواهیم داشت:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{16}{2} = 8 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 8 \Rightarrow \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = 8 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \sqrt[3]{8} = 2$$

۲- گزینه ۳ درست است.

چون ظرفیت گرمایی گرماسنج ناچیز فرض شده است، خواهیم داشت:

$$m_1 c_1 \Delta\theta + m_2 c_2 \Delta\theta + m' L_F = 0 \Rightarrow 500 \times 4/2 (-10) + 1000 \times 2/1 (20) + m' \times 336 = 0$$

$$-21000 + 42000 + 336 m' = 0 \Rightarrow m' = 50 \text{ g}$$

جرم آب حاصل از ذوب یخ 50 g پس جرم آب موجود 550 g گرم و جرم یخ باقی مانده $(100 - 50) \text{ g} = 50 \text{ g}$ خواهد شد.

۳- گزینه ۲ درست است.

$$\text{طبق رابطه } H = \frac{Q}{t} = \frac{kA(T_H - T_L)}{L}, \text{ می توان نوشت:}$$

$$\frac{k_1(100 - 20)}{20} = \frac{k_2(20 - 0)}{40} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 8$$

۴- گزینه ۴ درست است.

در ترموکوپل جرم کوچک محل اتصال سیم ها باعث می شود که اتصال به سرعت به تغییر دما پاسخ دهد.

۵- گزینه ۴ درست است.

اگر جرم یخ ذوب شده را m فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 + mL_f + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0$$

$$750 \times 2/1 \times 20 + m \times 336 + (650 - m) \times 4/2 \times (-85) = 0$$

$$31500 + 336m - 232050 + 357m = 0 \Rightarrow 693m = 200550 \Rightarrow m = 289 \text{ g}$$

$$m' = (750 - 289) = 461 \text{ g}$$

۶- گزینه ۳ درست است.

با توجه به هم جنس بودن دو کره فلزی و یکسان شدن افزایش دمای آن ها، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ C_A = C_B \\ \Delta\theta_A = \Delta\theta_B \end{cases} \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{R^3}{R^3 - r^3} = \frac{20^3}{20^3 - 10^3} = \frac{8000}{7000} = \frac{8}{7} \Rightarrow Q_A = \frac{8}{7} Q_B$$

۷. گزینه ۲ درست است.

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_1 L_f + m_1 c_2 \Delta\theta' + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0$$

$$0.5 \times 2100 \times 10 + 0.5 \times 336000 + 0.5 \times 4200 \theta + 3 \times 4200 \times (\theta - 20) = 0$$

$$\theta = 50^\circ \text{C}$$

۸. گزینه ۱ درست است.

$$\frac{k_1(100 - \theta)}{9} = \frac{k_2(\theta - 0)}{7/5}$$

$$\frac{80(100 - \theta)}{9} = \frac{200\theta}{7/5} \Rightarrow \theta = 25^\circ \text{C}$$

۹. گزینه ۴ درست است.

زیرا داریم:

$$A = (2 \times 3) m^2 = 6 m^2$$
$$H = \frac{kA\Delta\theta}{L} = \left(\frac{1 \times 6 \times 30}{6 \times 10^{-3}}\right) W = 3 \times 10^4 W$$

۱۰. گزینه ۱ درست است.

بعضی از اجسام مانند یخ که هنگام ذوب شدن کاهش حجم می‌یابند، وجود دارند که اگر فشار وارد بر آن‌ها را افزایش دهیم، نقطه ذوب آن‌ها، کاهش می‌یابد.

۱۱- گزینه ۳ درست است.

چون فقط آب و یخ مبادله گرما داشته‌اند، داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$
$$m \times 336000 + m \times 4200 \times 10 + 3 \times 4200 \times (-15) = 0 \Rightarrow m = 0.5 kg = 500 g$$

۱۲- گزینه ۳ درست است.

مورد «پ» نادرست است. اساس کار تفسنج، بر تابش گرمایی مبتنی است.

۱۳- گزینه ۴ درست است.

ابتدا ضریب انبساط حجمی میله را حساب می‌کنیم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow 0.4 \times 10^{-2} = 4 \times \alpha \times 200$$
$$\alpha = \frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 200} = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$
$$\beta = \gamma \alpha = \frac{3}{2} \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

برای محاسبه تغییر حجم ایجاد شده می‌توان نوشت:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = \left(\frac{4}{3} \pi r^3\right) \beta \Delta\theta \Rightarrow$$
$$\Delta V = 4 \times 27 \times \frac{3}{2} \times 10^{-5} \times 200 \Rightarrow \Delta V = 3 / 24 \times 10^{-1} cm^3$$

۱۴. گزینه ۳ درست است.

ابتدا مقدار مول هر کدام از فلزها را حساب می‌کنیم:

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{240}{48} = 5 mol$$
$$n_2 = \frac{m}{M} = \frac{384}{64} = 6 mol$$

بنابر قاعده دولن - پتی گرمای ویژه مولی همه فلزها تقریباً یکسان و برابر $25 \frac{J}{mol.K}$ است. بنابراین داریم:

$$n_1 C \Delta T_1 = n_2 C \Delta T_2 \Rightarrow 5 \times 30 = 6 \times \Delta T_2 \Rightarrow$$
$$\Delta T_2 = 25 K$$

برای محاسبه تغییرات دما برحسب فارنهایت داریم:

$$\Delta F = 1.8 \Delta T = 1.8 \times 25 = 45^\circ F$$

۱۵- گزینه ۳ درست است.

با توجه به معادله تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow C\Delta T + mL_f = 0 \Rightarrow$$

$$2000 \times (0 - 41) + m \times 336000 = 0 \Rightarrow$$

$$m = \frac{2000 \times 41}{336000} \approx 244g$$

۱۶- گزینه ۳ درست است.

ابتدا مول هر گاز را حساب می‌کنیم.

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \begin{cases} n_{H_2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mol} \\ n_{N_2} = \frac{56}{28} = 2 \text{ mol} \end{cases}$$

اکنون با استفاده از معادله حالت گازهای کامل می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \Rightarrow P \times 28 \times 10^{-3} = 7 \times 8 \times 400 \Rightarrow$$

$$P = 8 \times 10^5 \text{ Pa} = 8 \text{ atm}$$

اکنون برای تبدیل این فشار به سانتی‌متر جیوه می‌توان نوشت:

$$1 \text{ atm} = 75 \text{ cmHg} \Rightarrow P = 8 \times 75 = 600 \text{ cmHg}$$

۱۷- گزینه ۲ درست است.

در تماس دو جسم گرم و سرد به یکدیگر، میانگین انرژی جنبشی جسم سرد افزایش می‌یابد. هنگامی که فاصله میان مولکول‌ها بسیار زیاد شود، به یکدیگر نیرویی وارد نمی‌کنند. در مایع جیوه هر چه قطر لوله موئین بیشتر باشد، ارتفاع ستون مایع بیشتر می‌شود.

۱۸- گزینه ۱ درست است.

گرمای لازم برای تغییر دمای آب عبارتست از:

$$Q_1 = m_1 c_1 \Delta \theta_1 \rightarrow Q_1 = 0 / 3 \times 4200 \times 40 = 12 \times 4200 \text{ J} = 50400 \text{ J}$$

گرمای لازم برای ذوب نیمی از یخ به صورت مقابل است:

$$Q_2 = m_2 c_2 \Delta \theta_2 + \frac{1}{2} m_2 L_F \rightarrow Q_2 = 0 / 2 \times 2100 \times 20 + 0 / 1 \times 336000 = 42000 \text{ J}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{50400}{42000} = \frac{6}{5}$$

۱۹. گزینه ۴ درست است.

جرم ورقه و در نتیجه حجم آن ثابت می ماند:

$$V = Al \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{l_1}{l_r} = \frac{A_r}{A_1} \quad (I)$$

$$\frac{(\frac{Q}{t})_r}{(\frac{Q}{t})_1} = \frac{A_r}{A_1} \times \frac{l_1}{l_r} \times \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1} \rightarrow 12 = 2 \times 2 \times \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta} \rightarrow \Delta\theta_r = 3\Delta\theta$$

۲۰. گزینه ۳ درست است.

فشار گاز در مخزن B از فشار گاز در مخزن A بیشتر است:

$$\rho h = \rho_{Hg} h_{Hg} \rightarrow 10/2 \times 16 = 13/6 h_{Hg} \rightarrow h_{Hg} = 12 \text{ cm} \rightarrow P_B = 24 + 12 = 36 \text{ cmHg}$$

اکنون به کمک معادله حالت، $PV = nRT$ داریم:

$$\frac{24 \times 3}{n_A \times 500} = \frac{36 \times 2}{n_B \times 250} \rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{2}$$

۲۱. گزینه ۳ درست است.

$$A_1 = \pi(r_1^2 - r_2^2) = \pi(40^2 - 20^2) = 2(1600 - 400) = 2400 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta\theta = 2 \times 4 \times 10^{-2} \times 2400 \times (-50) = -1440 \text{ cm}^2$$

$$A_r = A_1 + \Delta A = 2400 - 1440 \rightarrow A_r = 960 \text{ cm}^2$$

۲۲- گزینه ۲ درست است.

P ثابت

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{T_r}{T_1} = \frac{\theta_r + 273}{\theta_1 + 273}$$

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{315}{300} \rightarrow \frac{V_r}{V_1} = 1/05 \rightarrow V_r = 1/05 V_1$$

$$\Delta V = V_r - V_1 = 0/05 V_1$$

$$\frac{\Delta V}{V_r} = 0/05$$

۲۳- گزینه ۱ درست است.

باید انبساط سطحی دو مربع برابر باشد.

$$\Delta A_1 = \Delta A_r \rightarrow 2\alpha_1 A_1 \Delta\theta = 2\alpha_r A_r \Delta\theta$$

$$\begin{cases} \frac{\alpha_r}{\alpha_1} = \frac{A_1}{A_r} \\ A_1 = a_1^2, A_r = a_r^2 \end{cases} \rightarrow \frac{\alpha_r}{\alpha_1} = \left(\frac{a_1}{a_r}\right)^2 \rightarrow \frac{\alpha_r}{\alpha_1} = \left(\frac{12}{20}\right)^2 = \left(\frac{3}{5}\right)^2 \rightarrow \frac{\alpha_r}{\alpha_1} = \frac{9}{25}$$

۲۴. گزینه ۴ درست است.

ابتدا حجم اولیه این ورقه نازک را تعیین می‌کنیم:

$$V_1 = 5 \times 10 \times \frac{1}{10} = 5 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 (\alpha \Delta \theta) \rightarrow \Delta V = 5 \times 3 \times 3 \times 10^{-6} \times \frac{5}{9} \times 180 = 5 \times 10^{-4} = 4/5 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

۲۵. گزینه ۲ درست است.

با توجه به رابطه $Q = C \Delta \theta$ داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \rightarrow \frac{3}{2} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{1}{2} \rightarrow C_A = 3C_B \quad (I)$$

$$\theta_c = \frac{C_A \theta_A + C_B \theta_B}{C_A + C_B} \xrightarrow{(I)} \theta_c = \frac{3C_B \times 70 + C_B \times 30}{3C_B + C_B} = 60^\circ \text{C}$$

۲۶. گزینه ۱ درست است.

با توجه به رابطه $Q = C \Delta \theta$ ، شیب نمودار $\Delta \theta - Q$ برابر با $\frac{1}{C}$ است:

$$C_B = 3C_A$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{3} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{3}{2}$$

۲۷. گزینه ۴ درست است.

ابتدا تعیین می‌کنیم که چند گرم یخ ذوب شده است (m_x) :

$$mC\Delta\theta = m_x L_F \rightarrow 1200 \times 4/2 \times 40 = m_x \times 336 \rightarrow m_x = 600 \text{ g}$$

$$m_1 = 600 + 120 = 720 \text{ g}$$

۲۸. گزینه ۳ درست است.

با توجه به رابطه $L = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta$ ، شیب نمودار $L - \Delta \theta$ برابر $L_1 \alpha$ است:

$$\frac{\text{شیب خط B}}{\text{شیب خط A}} = \frac{L_{1B} \alpha_B}{L_{1A} \alpha_A} \rightarrow \frac{0/5 L_1}{1 L_1} = \frac{1/5 L_1}{L_1} \times \frac{\alpha_B}{2/4 \times 10^{-5}} \rightarrow \alpha_B = 8 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

با توجه به رابطه $\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$ ، تغییر دمای جسم برابر با 500°C است. درصد تغییر طول عبارتست از $\alpha \Delta \theta \times 100$:

$$B \text{ درصد تغییر طول} = \alpha_B \Delta \theta \times 100 = 8 \times 10^{-6} \times 500 \times 100 = 0/4$$

۲۹. گزینه ۴ درست است.

به کمک رابطه $Q = C\Delta\theta$ ، داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \rightarrow \frac{2}{3} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{3}{4} \times \frac{C_A}{C_B} = \frac{\lambda}{9} \quad (1)$$

$$\theta_e = \frac{C_A\theta_A + C_B\theta_B}{C_A + C_B} \xrightarrow{(1)} \theta_e = \frac{\frac{\lambda}{9}C_B \times 22 + C_B \times 90}{\frac{\lambda}{9}C_B + C_B} = \frac{8 \times 22 + 9 \times 90}{8 + 9} = 58^\circ\text{C}$$

۳۰. گزینه ۲ درست است.

گرمای لازم برای تبخیر آب 100°C (Q) توسط فلز تأمین می‌شود ($|Q'|$):

$$Q = |Q'|$$

$$m_1 L_V = m_2 c_f |\Delta\theta_f| \rightarrow 5 \times 2268 \times 10^3 = 50 \times 840 \times |\Delta\theta_f| \rightarrow |\Delta\theta_f| = \theta - 100 = 270 \rightarrow \theta = 370^\circ\text{C}$$

۳۱. گزینه ۲ درست است.

به کمک رابطه معادله حالت گازهای کامل، داریم:

$$PV = nRT \rightarrow P = \frac{nR}{V} T$$

این یعنی شیب نمودارهای $P-T$ نشان داده شده برابر با $\frac{nR}{V}$ است:

$$\frac{\text{شیب } b}{\text{شیب } a} = \frac{\frac{n_b R}{V_b}}{\frac{n_a R}{V_a}} = \frac{n_b}{n_a} \times \frac{V_a}{V_b} \rightarrow \frac{3}{2} = 2 \times \frac{2/4}{V_b} \rightarrow V_b = 3/2 L$$

۳۲. گزینه ۱ درست است.

در میله‌ای همگن از یک جنس، تغییر دما با طول آن متناسب است:

$$\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta'} = \frac{L_1}{L'} \rightarrow \frac{\Delta\theta_1}{120} = \frac{80}{60} \rightarrow \Delta\theta_1 = 160^\circ\text{C}$$

با توجه به آن که آهنگ رسانش گرمایی در هر دو میله یکسان است و در نظر گرفتن این که طول و مساحت مقطع دو میله نیز برابر است:

$$k_1 \Delta\theta_1 = k_2 \Delta\theta_2 \rightarrow k_1 \times 160 = 72 \times 240 \rightarrow k_1 = 108 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

۳۳. گزینه ۲ درست است.

با توجه به رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ و یکسان بودن طول اولیه و تغییر دمای دو میله در انبساط، داریم:

$$\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \rightarrow \Delta L_A = 3 \Delta L_B \quad (1)$$

$$\Delta L_A + \Delta L_B = 4 \text{ mm} \xrightarrow{(1)} 3 \Delta L_B + \Delta L_B = 4 \rightarrow \Delta L_B = 1 \text{ mm} \xrightarrow{(1)} \Delta L_A = 3 \text{ mm}$$

پس طول میله A، ۳mm بیشتر از میله B تغییر یافته است.

۳۴. گزینه ۱ درست است.

ابتدا تعیین می‌کنیم که ۴۸۰ گرم آب ۶۰°C، چند گرم یخ را ذوب می‌کند:

$$x L_F = mc \Delta \theta \rightarrow x \times 336000 = 480 \times 4200 \times 60 \rightarrow x = 360 \text{ g}$$

اکنون حجم این مقدار یخ را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{یخ}} = \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}} \rightarrow V_{\text{یخ}} = \frac{360}{0.9} = 400 \text{ cm}^3$$

پس حجم اولیه قطعه یخ برابر با $400 + 150 = 550 \text{ cm}^3$ بوده است.

۳۵. گزینه ۱ درست است.

به کمک رابطه $L = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta$ ، شیب نمودار $L - \Delta \theta$ معرف $L_1 \alpha$ است:

$$\begin{cases} L_{1a} \alpha_a = L_{1b} \alpha_b \xrightarrow{\frac{L_{1b} = 2L_1}{L_{1a} = L_1}} \alpha_a = 2\alpha_b \\ \frac{L_{1c} \alpha_c}{L_{1b} \alpha_b} = 2 \rightarrow \alpha_c = 2\alpha_b \end{cases} \rightarrow \alpha_a = \alpha_c = 2\alpha_b$$

پس اگر میله‌های هم‌طول از جنس a و c را به یکدیگر جوش دهیم، در هر دمایی طول‌شان یکسان خواهد شد. با جوش دادن میله با طول یکسان از جنس b به هر کدام از میله‌های از جنس a و c و افزایش دمای آنها، میله b قوس داخلی را تشکیل می‌دهد.

۳۶. گزینه ۴ درست است.

گرمای مبادله شده میان دو جسم یکسان است:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \rightarrow 1 = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{3}{2} \times \frac{60}{30} \rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$$

۳۷. گزینه ۴ درست است.

با توجه به رابطه $Q = C \Delta \theta$ ، شیب نمودار $Q - \Delta \theta$ برابر با $\frac{1}{C}$ است:

$$\begin{aligned} \frac{C_A}{C_B} &= \frac{3}{2} \quad (1) \\ \frac{Q_A}{Q_B} &= \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \xrightarrow{(1)} 2 = \frac{3}{2} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{4}{3} \end{aligned}$$

۳۸. گزینه ۴ درست است.

آهنگ رسانش گرما از رابطه $\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}$ به دست می‌آید. با توجه به هم جنس و هم جرم بودن میله‌های A و B، حجم این دو میله با یکدیگر برابر است:

$$V_A = V_B \xrightarrow{V=AL} A_A L_A = A_B L_B \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{L_B}{L_A} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{(\frac{Q}{t})_A}{(\frac{Q}{t})_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \rightarrow \frac{(\frac{Q}{t})_A}{(\frac{Q}{t})_B} = \frac{3}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{4}{5} = \frac{9}{5}$$

۳۹. گزینه ۲ درست است.

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

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta\theta}$$

$$L_1 = 10 \text{ m}$$

$$\Delta L = 4.8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta\theta = 55 - (-25) = 80^\circ\text{C}$$

$$\alpha = \frac{4.8 \times 10^{-3}}{10 \times 80}$$

$$\alpha = \frac{4.8 \times 10^{-3}}{800} = \frac{48 \times 10^{-4}}{8 \times 10^2} \rightarrow \alpha = 6 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

۴۰. گزینه ۴ درست است.

$$V_1 = 120 L = 120 \times 10^3 \text{ cm}^3 = 12 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 60 \text{ cm}^3$$

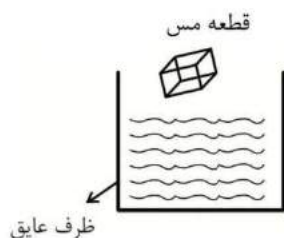
$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \\ \Delta\theta = 25^\circ\text{C} \end{array} \right. \rightarrow \beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta\theta}$$

$$\beta = \frac{60}{12 \times 10^4 \times 25} = \frac{60}{300 \times 10^4} = 0.2 \times 10^{-4}$$

$$\beta = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

۴۱. گزینه ۱ درست است.

گرمای گرفته جسم سرد = گرمای از دست داده جسم گرم



$$Q_1 = Q_2$$

$$m_{\text{آب}} C_{\text{آب}} (\theta_c - \theta_{\text{آب}}) = m_{\text{مس}} C_{\text{مس}} (\theta_{\text{مس}} - \theta_c)$$

$$2 \times 4200 (\theta_c - 30) = 0.8 \times 400 (200 - \theta_c)$$

$$8400 \theta_c - 252000 = 64000 - 320 \theta_c$$

$$8720 \theta_c = 316000 \rightarrow \theta_c = \frac{316000}{8720} \approx 36.2$$

۴۲. گزینه ۳ درست است.

$$\begin{cases} Q = mL_F \\ L_F = \frac{Q}{m} = \frac{49.5 \text{ kJ}}{0.3 \text{ kg}} = 165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ m = 300 \text{ g} = 0.3 \text{ kg} \\ Q = 49.5 \text{ kJ} \end{cases}$$

۴۳. گزینه ۳ درست است.

$$\begin{cases} \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta \theta \\ A = \pi R^2 = 3 \times (0.1)^2 = 0.03 \text{ m}^2 \Rightarrow \Delta A = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 0.03 \times 300 \\ \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \\ \Delta A = 3.6 \text{ cm}^2 \\ 1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

نکته:

۴۴. گزینه ۴ درست است.

$$\begin{cases} m = 4.5 \text{ kg} \\ Q = 31.86 \text{ kJ} = 31860 \text{ J} \\ \Delta \theta = 50 - 20 = 30^\circ\text{C} \\ C = \frac{Q}{m \Delta \theta} \rightarrow C = \frac{31860}{4.5 \times 30} = \frac{31860}{135} \rightarrow C = 236 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \end{cases}$$

۴۵. گزینه ۲ درست است.

تغییر حالت مایع (۴-۴) کتاب درسی مطالعه شود.

۴۶. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho \\ \rho_2 = 0.96 \rho \\ \Delta \theta = 300^\circ\text{C} \end{cases} \quad \begin{aligned} \rho_2 &= \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta \theta) \\ 0.96 \rho &= \rho (1 - 900\alpha) \rightarrow 0.96 = 1 - 900\alpha \\ 0.04 &= 900\alpha \\ \alpha &= \frac{40 \times 10^{-3}}{9 \times 10^2} \\ \alpha &= 4.44 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \end{aligned}$$

۴۷. گزینه ۴ درست است.

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2$$

گرمای لازم برای ذوب گرمای لازم برای رسیدن به نقطه ذوب

$$Q_{\text{ج}} = mc\Delta\theta + mL_F$$

$$Q_{\text{ج}} = 1/5 \times 4000 \times (320 - 20) + 1/5 \times 24 \times 10^3$$

$$Q_{\text{ج}} = 180000 + 36000 = 216000 \text{ J} = 216 \text{ J}$$

۴۸. گزینه ۱ درست است.

$$\alpha = 3 \times 10^{-5}$$

$$\Delta\theta = 500^\circ \text{C}$$

$$\begin{cases} \rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta\theta) \rightarrow \rho_2 = \rho_1 (1 - 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 500) \\ \beta = 3\alpha \end{cases}$$

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - 45 \times 10^{-2})$$

$$\rho_2 = 0.955 \rho_1 \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 0.955$$

۴۹- گزینه ۳ درست است.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \begin{cases} Q_1 = mc\Delta\theta \\ Q_2 = mL_F \end{cases}$$

ذوب یخ صفر درجه تبدیل یخ -30 به صفر

$$563/740 = m \times 2100 \times (0 - (-30)) + m \times 334/000$$

$$563/740 = 63/000 m + 334/000 m$$

$$m = \frac{563/740}{397/000} = 1/42 \text{ kg}$$

۵۰- گزینه ۴ درست است.

$$L_2 = \frac{0/3}{100} L_1 + L_1 = 1/003 L_1$$

$$L_2 = L_1 (1 + \lambda \Delta\theta)$$

λ ضریب انبساط طولی

$$1/003 L_1 = L_1 (1 + \lambda \Delta\theta)$$

$$\frac{1/003 - 1}{\Delta\theta} = \lambda \Rightarrow \frac{0/003}{50} = \lambda$$

$$\lambda = \frac{6 \times 10^{-5}}{^\circ \text{K}}$$

۵۱- گزینه ۳ درست است.

$$C = K - 273$$

$$C = 4C - 273$$

$$-3C = -273$$

$$\boxed{C = 91^\circ \text{C}}$$

$$N_F = 1/8 C$$

$$N_F = 1/8 \times 91$$

$$N_F = 163/8$$

ارزش فارنهایت $1/8$ برابر سانتی گراد است.

۵۲- گزینه ۱ درست است.

$$Q = mC\Delta\theta \quad \Delta\theta = 10$$

$$\Delta Q = 45$$

$$C = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{45 \times 10^3 \text{ J}}{5 \times 10^3 \text{ C}}$$

$$C = 0.9 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 0.9 \frac{\text{J}}{\text{gr}^\circ\text{K}}$$

۵۳- گزینه ۳ درست است.

$$Q + Q = 0$$

آب جیوه

$$m_1 C (\theta - 20) + m_2 C_2 (\theta - 124) = 0$$

$$1 \times 4200 (\theta - 20) + 2.5 \times 140 (\theta - 124) = 0$$

$$60 (\theta - 20) + 5 (\theta - 124) = 0$$

$$65\theta = 1820 \rightarrow \theta = 28^\circ\text{C}$$

$\theta =$ دمای نهایی (تبادل)

۵۴- گزینه ۴ درست است.

در دمای 4°C ، جرم معینی از آب خالص، کمترین حجم را دارد:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow F = \frac{9}{5} \times 4 + 32 = 39.2^\circ\text{F}$$

۵۵- گزینه ۳ درست است.

جرم آب $m_1 = 10^\circ\text{C}$

جرم آبی که یخ زده m_2

جرم آب صفر درجه باقی مانده $m_1 - m_2$

$$\frac{m_2}{m_1 - m_2} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{7}$$

$$Q = Q_{(10^\circ\text{C} \rightarrow \text{آب صفر})} + Q_{(\text{یخ صفر} \rightarrow \text{آب صفر})} = m_1 c \Delta\theta + (-m_2 l_f)$$

$$-1860 = m_1 \times 4.2 \times (0 - 10) - m_2 \times 336$$

$$-1860 = -42m_1 - \frac{3}{7}m_1 \times 336 = -186m_1$$

$$m_1 = 10 \text{ kg}$$

۵۶- گزینه ۲ درست است.

تابش گرمایی از سطح ناصاف و تیره بیشتر صورت می گیرد.

۵۷- گزینه ۳ درست است.

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$\left. \begin{aligned} 138 &= m_1 \times 460 \times 10 \\ 230 &= m_2 \times 460 \times 110 \end{aligned} \right\} m_2 - m_1 = \frac{230 - 138}{460 \times 10} = \frac{20}{1000} \text{ kg} = 20 \text{ g}$$

۵۸- گزینه ۴ درست است.

$$\begin{aligned} \text{انبساط A} &= L\alpha\Delta\theta \\ \text{انبساط B} &= L\alpha\Delta\theta \end{aligned} \Rightarrow \frac{\text{انبساط B}}{\text{انبساط A}} = \frac{L_B \times \alpha_B \times 100}{2L_B \times \frac{2}{3}\alpha_B \times 100} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4}$$

$$\text{انبساط B} = \frac{3}{4} \text{ انبساط A}$$

۵۹. گزینه ۳ درست است.

$$\begin{cases} F_1 = 1/8 C_1 + 32 \\ F_2 = 1/8 C_2 + 32 \end{cases} \rightarrow \Delta F = 1/8 \Delta\theta_C \rightarrow 18 = 1/8 \theta_C \rightarrow \theta_C = 140^\circ \text{C}$$

۶۰. گزینه ۴ درست است.

گرمای مورد نیاز برای تبدیل یخ به آب 2°C :

$$Q = m_{\text{یخ}} c \Delta\theta_1 + m_{\text{آب}} L_f + m c \Delta\theta_2 = 0.04 \times 2100 \times 10 + 0.04 \times 336000 + 0.04 \times 4200 \times 2 = 840 + 13440 + 336 = 14616 \text{ J}$$

و این همان گرمایی است که آب 60°C باید از دست بدهد تا به آب 2°C تبدیل شود.

$$Q = M c \Delta\theta_{\text{آب}} \rightarrow 14616 = M \times 4200 \times 58 \rightarrow M = \frac{14616}{243600} = 0.06 \text{ kg} = 60 \text{ g}$$

۶۱- گزینه ۱ درست است.

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{5}{9} \Delta F = \frac{5}{9} (122 - 50) = 40^\circ \text{C}$$

$$\Delta\ell = \ell_0 \alpha \Delta\theta = 18000 \times 12 \times 10^{-6} \times 40 = 8.64 \text{ mm}$$



تست و پاسخ ۱

ارتفاع ستون مایع یک دماسنج الکلی در دو دمای 50°F و 122°F به ترتیب برابر با 3 mm و 8 mm است. اگر ارتفاع ستون مایع درون دماسنج 45 mm باشد، دما چند درجه سلسیوس است؟

۷۲ (۴)

۲۷ (۳)

۲۲ (۲)

۱۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره از دماسنج دلخواه هنوز در کنکور سراسری سؤال نیامده است ولی می‌دانیم که از کنکور سراسری هیچ چیزی بعید نیست. پس قبل از این‌که در کنکور سراسری بیاید، با آن آشنا بشوید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا دماها را برحسب درجه سلسیوس به دست بیاورید، سپس با توجه به رابطه خطی بین دما و ارتفاع ستون مایع درون دماسنج، دمای خواسته شده را محاسبه کنید.

درس نامه یکی از یکاهای رایج دما، فارنهایت است. رابطه بین دما برحسب درجه فارنهایت و درجه سلسیوس به صورت زیر است:

دما برحسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

دما برحسب درجه فارنهایت ($^{\circ}\text{F}$)

پاسخ تشریحی گام اول، ابتدا دماهای 50°F و 122°F را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \quad \xrightarrow{F_1=50^{\circ}\text{F}} \quad 50 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 18 = \frac{9}{5}\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\xrightarrow{F_2=122^{\circ}\text{F}} \quad 122 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \Rightarrow 90 = \frac{9}{5}\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 50^{\circ}\text{C}$$

گام دوم، حالا با توجه به رابطه خطی بین دما و ارتفاع ستون مایع درون دماسنج، می‌توانیم دمای دماسنج را هنگامی که ارتفاع ستون مایع درون آن 45 mm است، به دست بیاوریم:

ارتفاع ستون مایع درون دماسنج (mm)	دما ($^{\circ}\text{C}$)
۳۰	۱۰
۴۵	θ
۸۰	۵۰

$$\frac{10 - \theta}{\theta - 50} = \frac{30 - 45}{45 - 80} \Rightarrow 70 - 7\theta = 30 - 15\theta \Rightarrow 10\theta = 220 \Rightarrow \theta = 22^{\circ}\text{C}$$

تست و پاسخ ۲

کدام یک از دماسنج‌های زیر براساس انبساط و انقباض گرمایی کار نمی‌کند؟

(۴) دماسنج نواری دوفلزه

(۳) دماسنج بیشینه - کمینه

(۲) دماسنج ترموکوپل

(۱) دماسنج الکلی

پاسخ: گزینه ۲

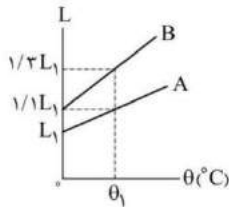
مشاوره این سؤال ظاهری مهربان اما باطنی کاملاً نامهربان دارد. فقط در صورتی می‌توانید به این سؤال پاسخ دهید که کتاب درسی را به طور موشکافانه بررسی کنید.

خوبت حل کنی بهتره برای حل این سؤال باید به متن کتاب درسی تسلط داشته باشید.

پاسخ تشریحی دماسنج‌های الکلی، بیشینه - کمینه و نواری دوفلزه براساس انبساط و انقباض گرمایی کار می‌کنند؛ اما کمیت دماسنجی دماسنج ترموکوپل، ولتاژ است.

تست و پاسخ ۳

نمودار تغییرات طول بر حسب دما برای دو میله رسانای A و B مطابق شکل داده شده رسم شده است. نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله B، $(\frac{\alpha_A}{\alpha_B})$ کدام است؟



$$\frac{9}{20} \quad (2)$$

$$\frac{9}{11} \quad (4)$$

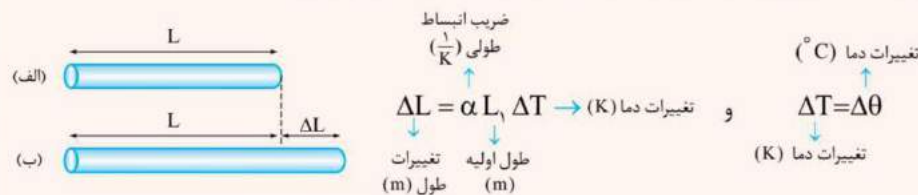
$$\frac{11}{20} \quad (1)$$

$$\frac{7}{11} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۱

خوبت حل کنی بهتره کافی است رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ را برای هر دو میله بنویسید و با کمک تقسیم این دو رابطه به یکدیگر، نسبت $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ را به دست آورید.

درس نامه میله‌ای به طول L را در نظر بگیرید (شکل الف). اگر دمای میله را افزایش دهیم، طول میله نیز افزایش پیدا می‌کند (شکل ب). این افزایش طول (ΔL) به تغییرات دما، طول اولیه و جنس میله بستگی دارد و رابطه آن به صورت زیر است:



پاسخ تشریحی گام اول، رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ را برای هر دو میله A و B می‌نویسیم:

$$\Delta L_A = \alpha_A L_{1A} \Delta \theta_A \quad \frac{\Delta L_A = L_{2A} - L_{1A}, L_{2A} = 1/3 L_1}{L_{1A} = L_1, \Delta \theta_A = \theta_1 - 0 = \theta_1} \rightarrow 1/3 L_1 - L_1 = \alpha_A L_1 \theta_1 \Rightarrow 0/3 L_1 = \alpha_A L_1 \theta_1 \Rightarrow 0/3 = \alpha_A \theta_1 \quad (1)$$

$$\Delta L_B = \alpha_B L_{1B} \Delta \theta_B \quad \frac{\Delta L_B = L_{2B} - L_{1B}, L_{2B} = 1/2 L_1}{L_{1B} = 1/2 L_1, \Delta \theta_B = \theta_1 - 0 = \theta_1} \rightarrow 1/2 L_1 - 1/2 L_1 = \alpha_B (1/2 L_1) \theta_1 \Rightarrow 0/2 L_1 = 1/2 \alpha_B L_1 \theta_1$$

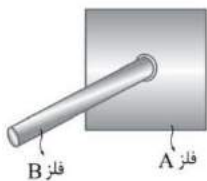
$$\Rightarrow \frac{2}{11} = \alpha_B \theta_1 \quad (2)$$

$$\frac{0/3}{2} = \frac{\alpha_A \theta_1}{\alpha_B \theta_1} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{11}{20}$$

گام دوم، حالا کافی است رابطه (۱) را بر رابطه (۲) تقسیم کنیم تا نسبت $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ به دست بیاید:

تست و پاسخ ۴

مطابق شکل، درون یک صفحه از جنس فلز A، حفره‌ای به شعاع ۵ mm ایجاد شده است. درون این حفره، میله‌ای به قطر مقطع ۹/۶ mm از جنس فلز B قرار می‌دهیم. دمای مجموعه صفحه و میله را حداقل چند درجه سلسیوس بالا ببریم تا میله سطح حفره را پر کند و فضای خالی درون حفره باقی نماند؟ (ضریب انبساط طولی فلزات A و B به ترتیب



$$200 \quad (2)$$

$$500 \quad (4)$$

$$100 \quad (1)$$

$$250 \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره جدیداً طراحان کنکور سراسری به این مدل سؤال‌ها علاقه‌مند شده‌اند. ما هم به علاقه‌آنها احترام گذاشتیم و از این جور سؤال‌ها دادیم.

درس‌نامه درس‌نامه تست ۶۳ را بخوانید.

پاسخ تشریحی قطر حفره برابر با $d = 2r = 2 \times 5 = 10 \text{ mm}$ و قطر مقطع میله برابر با $9/6 \text{ mm}$ است. وقتی دمای میله و صفحه را افزایش می‌دهیم، قطر حفره و قطر میله افزایش می‌یابد. چون قطر میله $9/4 \text{ mm}$ کم‌تر از قطر حفره است، پس برای این که میله بتواند سطح حفره را پر کند، باید قطر میله $9/4 \text{ mm}$ بیش‌تر از قطر حفره افزایش طول پیدا کند. بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta d_B = \Delta d_A + 9/4 \Rightarrow \Delta d_B - \Delta d_A = 9/4 \xrightarrow{\Delta d = \alpha d_1 \Delta \theta} \alpha_B d_{1B} \Delta \theta_B - \alpha_A d_{1A} \Delta \theta_A = 9/4$$

$$\xrightarrow{\Delta \theta_B = \Delta \theta_A} 5 \times 10^{-4} \times 9/6 \Delta \theta - 3/2 \times 10^{-4} \times 10 \Delta \theta = 9/4 \Rightarrow 10^{-4} \Delta \theta (5 \times 9/6 - 3/2 \times 10) = 9/4$$

$$\Rightarrow 10^{-4} \Delta \theta (48 - 32) = 9/4 \Rightarrow \Delta \theta = \frac{1}{4} \times 10^3 \Rightarrow \Delta \theta = 250^\circ \text{C}$$

تست و پاسخ ۵

جرم یک کره فلزی توپر به قطر 4 cm در دمای 0°C برابر 160 g است. اگر دمای این کره را به 250°C برسانیم، چگالی آن چند کیلوگرم بر مترمکعب و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\pi = 3$) و ضریب انبساط طولی فلز سازنده کره $1/2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است.)

چون دمای آن افزایش می‌یابد، پس چگالی آن کاهش می‌یابد. (رد ۱ و ۲)

(۲) افزایش

(۱) افزایش

(۴) کاهش

(۳) کاهش

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره رابطه $\Delta \rho = -\rho \beta \Delta T$ رابطه مهمیه! مواستون پوش باشه!

خودت حل کنی بهتره کافی است از دو رابطه $\Delta \rho = -\rho \beta \Delta \theta$ و $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده کنید.

درس‌نامه نسبت جرم به حجم ماده را چگالی آن ماده می‌گویند و یکای آن در SI، کیلوگرم بر متر مکعب (kg / m^3) و رابطه آن به صورت روبه‌رو است:

$$\text{جرم (kg)} \rightarrow \rho = \frac{m}{V} \leftarrow \text{چگالی (kg / m}^3\text{)}$$

$$\text{حجم (m}^3\text{)} \rightarrow$$

نکته یکی دیگر از یکاهای متداول چگالی، یکای g / cm^3 است. چگونگی تبدیل یکاهای kg / m^3 و g / cm^3 به یکدیگر به صورت زیر است:

$$\text{g} / \text{cm}^3 \xrightarrow{\times 1000} \text{kg} / \text{m}^3$$

$$\xrightarrow{\div 1000}$$

(۲) اگر دمای جسمی را افزایش دهیم، حجم آن افزایش می‌یابد، اما جرم آن تغییری نمی‌کند. بنابراین طبق رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ با افزایش حجم جسم و ثابت ماندن جرم آن، چگالی آن کاهش می‌یابد. رابطه تغییر چگالی جسم بر حسب تغییر دما به صورت زیر است:

$$\Delta \rho = -\rho \beta \Delta T \rightarrow \text{تغییرات دما (K)}, \quad \beta = 3\alpha \rightarrow \text{ضریب انبساط طولی}, \quad \Delta \theta = \Delta T \rightarrow \text{تغییرات دما (}^\circ \text{C)}$$

چگالی اولیه جسم (kg / m^3)

تغییرات چگالی

ضریب انبساط

تغییرات دما ($^\circ \text{C}$)

تغییرات دما (K)

جسم ($\frac{1}{K}$)

پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا چگالی اولیه کره فلزی را با استفاده از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V = \frac{4}{3}\pi r^3, r = \frac{d}{2} = 2 \text{ cm}} \rho_1 = \frac{160}{\frac{4}{3} \times 3 \times (2)^3} = 5 \text{ g/cm}^3 \text{ یا } \rho_1 = 5000 \text{ kg/m}^3$$

گام دوم: حالا تغییرات چگالی کره فلزی را با استفاده از رابطه $\Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta T$ محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta T \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta, \Delta\theta = 25 - (-25) = 50^\circ\text{C}, \rho_1 = 5000 \text{ kg/m}^3, \beta = 3\alpha, \alpha = 1/2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}} \Delta\rho = -5000 \times 3 \times 1/2 \times 10^{-5} \times 50$$

$$\Rightarrow \Delta\rho = -45 \text{ kg/m}^3$$

بنابراین چگالی کره فلزی در اثر افزایش دما، به اندازه 45 kg/m^3 کاهش می‌یابد.

تست و پاسخ ۶

به 1 kg آب با دمای 35°F ، 21 kJ گرما داده می‌شود. چگالی آب در مدت گرم شدن چگونه تغییر می‌کند؟ (گرمای ویژه آب $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ است).

- (۱) پیوسته افزایش می‌یابد.
- (۲) پیوسته کاهش می‌یابد.
- (۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره تغییرات چگالی آب به دو قسمت قبل و بعد از دمای 4°C تقسیم می‌شود. پس اگر از شما خواستند که رفتار آب را در دمای حدود 4°C بررسی کنید، حواستان به این نکته باشد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا دمای اولیه آب را برحسب درجه سلسیوس پیدا کنید، سپس با توجه به مقدار گرمای داده شده به آب، دمای ثانویه آب را محاسبه کنید و در نهایت تغییرات چگالی آب را با استفاده از نمودار چگالی آب برحسب دما بررسی کنید.

درس نامه ۱۱ درس نامه تست ۶۱ را بخوانید.

(۲) گرما: مقدار انرژی‌ای که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم، از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود و رابطه آن به صورت زیر است:

$$Q = m c \Delta T \rightarrow \text{تغییرات دما (K)}, \Delta\theta = \Delta T$$

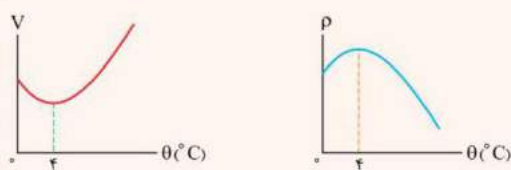
جرم (kg) تغییرات دما (K)

↓ ↓

گرمای ویژه (J/kg.K) گرمای ویژه (J/kg.K)

گرمای (J) تغییرات دما ($^\circ\text{C}$)

(۳) انبساط غیرعادی آب: در اکثر مایع‌ها، اگر دمای مایع را کاهش دهیم، حجم آن نیز کاهش می‌یابد، ولی رفتار آب کمی متفاوت است؛ به



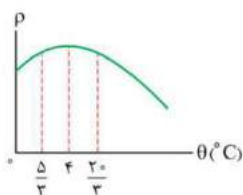
این صورت که اگر دمای آب را از 100°C تا 4°C کاهش دهیم حجم آن کاهش می‌یابد، اما وقتی دمای آن را از 4°C تا 0°C کاهش می‌دهیم، حجم آن افزایش می‌یابد. نمودارهای حجم و چگالی آب برحسب دما به صورت مقابل است.

پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا دمای اولیه آب را برحسب درجه سلسیوس پیدا می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{F_1 = 35^\circ\text{F}} 35 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = \frac{5}{9}^\circ\text{C}$$

گام دوم: چون 21 kJ گرما به آب داده می‌شود، پس دمای آن افزایش می‌یابد. بنابراین دمای ثانویه آب را محاسبه می‌کنیم:

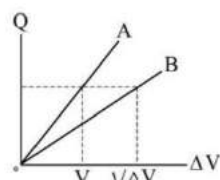
$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q = 21 \times 10^3 \text{ J}, \theta_1 = \frac{5}{9}^\circ\text{C}, m = 1 \text{ kg}, c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}} 21 \times 10^3 = 1 \times 4200 \times (\theta_2 - \frac{5}{9}) \Rightarrow \theta_2 = \frac{2}{3}^\circ\text{C}$$



گام سوم، دمای آب از $\theta_1 = \frac{4}{3}^\circ\text{C} \approx 1/66^\circ\text{C}$ به $\theta_2 = \frac{2}{3}^\circ\text{C} \approx 6/66^\circ\text{C}$ می‌رسد. پس با توجه به نمودار چگالی آب برحسب دما، چگالی آن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

تست و پاسخ ۷

مطابق شکل، دو گوی فلزی توپر و هم جرم A و B را در دمای اتاق در اختیار داریم. اگر به این دو گوی، گرمای یکسان Q را منتقل کنیم، حجم آن‌ها مطابق نمودار تغییر می‌کند. گرمای ویژه فلز سازنده گوی A چند برابر گرمای ویژه فلز سازنده گوی B است؟ (ضریب انبساط طولی فلز B، ۲ برابر ضریب انبساط طولی فلز A است.)



$$\frac{\lambda}{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

$$\frac{2}{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

$$6 \quad (1)$$

$$\frac{3}{8} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره یک سؤال ترکیبی از این فصل را شاهد هستیم.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از رابطه $\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta$ نسبت تغییرات دمای گوی A را به تغییرات دمای گوی B به دست بیاورید، سپس نسبت گرمای ویژه گوی A به گرمای ویژه گوی B را با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ محاسبه کنید.

درس نامه (۱) درس نامه (۲) تست ۶۶ را بخوانید.

(۲) جسمی با حجم V_1 را در نظر بگیرید. اگر دمای جسم را افزایش دهیم، حجم آن نیز افزایش می‌یابد. این افزایش حجم (ΔV) به تغییرات دما، حجم اولیه و جنس جسم بستگی دارد و رابطه آن به صورت زیر است:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \rightarrow \text{تغییرات دما (K)}, \beta = \alpha \rightarrow \text{ضریب انبساط طولی}, \Delta \theta = \Delta T$$

\uparrow تغییرات دما ($^\circ\text{C}$) \uparrow تغییرات دما (K)
 ضریب انبساط حجمی ($\frac{1}{K}$) حجم اولیه تغییرات حجم (m^3)

پاسخ تشریحی گام اول، حجم اولیه دو گوی فلزی A و B را به دست می‌آوریم:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow \begin{cases} r_A = 2R \Rightarrow V_A = \frac{4}{3} \pi (2R)^3 = \frac{4}{3} \times 8 \pi R^3 \\ r_B = R \Rightarrow V_B = \frac{4}{3} \pi R^3 \end{cases}$$

گام دوم، حجم گوی A با دریافت گرمای Q به اندازه V و حجم گوی B با دریافت گرمای Q به اندازه $1/5 V$ تغییر می‌کند. بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta \Rightarrow \begin{cases} V = \alpha_A \times \frac{4}{3} \times 8 \pi R^3 \Delta \theta_A & (1) \\ 1/5 V = \alpha_B \times \frac{4}{3} \pi R^3 \Delta \theta_B & (2) \end{cases}$$

$$\frac{1/5 V}{V} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \times \frac{1}{8} \times \frac{\Delta \theta_B}{\Delta \theta_A} \xrightarrow{\alpha_B = \alpha_A} \frac{\Delta \theta_B}{\Delta \theta_A} = 6$$

با تقسیم رابطه (۲) به رابطه (۱) داریم:

گام سوم، با توجه به این که گرمای یکسان Q به دو گوی A و B داده می‌شود، می‌توانیم بنویسیم:

$$Q_A = Q_B \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \xrightarrow{\frac{m_A}{\Delta \theta_B} = \frac{m_B}{6 \Delta \theta_A}} c_A \Delta \theta_A = c_B (6 \Delta \theta_A) \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = 6$$

تست و پاسخ ۸

دو گلوله فلزی A و B با چگالی‌های $\rho_A = 9 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_B = 6 \text{ g/cm}^3$ در دمای محیط قرار دارند و شعاع گلوله A، ۲ برابر شعاع گلوله B است. اگر هر دو را درون ظرف آب در حال جوش قرار دهیم، برای رسیدن به تعادل گرمایی، گلوله A، ۳ برابر گلوله B گرما دریافت می‌کند. در این صورت ظرفیت گرمایی فلز B چند برابر ظرفیت گرمایی فلز A است؟

$$\frac{1}{4} \quad (۴) \quad \frac{2}{3} \quad (۲) \quad \frac{3}{4} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۳

درس‌نامه ۱۱ (۱) درس‌نامه (۱) تست ۶۵ را بخوانید.

(۲) درس‌نامه (۲) تست ۶۶ را بخوانید.

پاسخ تشریحی هر دو گلوله فلزی A و B از دمای محیط به دمای تعادل می‌رسند، بنابراین تغییر دمای آن‌ها با یکدیگر برابر است $(\Delta\theta_A = \Delta\theta_B)$. از طرفی با توجه به این که گلوله A، سه برابر گلوله B گرما دریافت می‌کند تا به تعادل گرمایی برسد، داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = 3 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = 3 \xrightarrow{\Delta\theta_A = \Delta\theta_B} \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} = 3 \quad (۱)$$

حالا با استفاده از رابطه $m = \rho V$ نسبت جرم گلوله فلزی A به جرم گلوله فلزی B، $(\frac{m_A}{m_B})$ را به دست می‌آوریم:

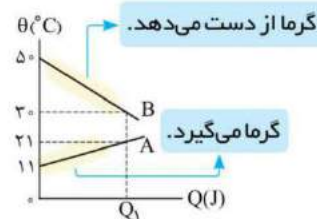
$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \xrightarrow{V = \frac{4}{3}\pi r^3} \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \xrightarrow{r_A = 2r_B, \rho_A = 9 \text{ g/cm}^3, \rho_B = 6 \text{ g/cm}^3} \frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{6} \times 8 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 12 \quad (۲)$$

در آخر نسبت $\frac{c_B}{c_A}$ را با توجه به دو رابطه (۱) و (۲) محاسبه می‌کنیم:

$$12 \times \frac{c_A}{c_B} = 3 \Rightarrow \frac{c_B}{c_A} = 4$$

تست و پاسخ ۹

اگر نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای مبادله‌شده، برای دو جسم A و B که با یکدیگر مبادله گرمایی انجام می‌دهند، مطابق شکل باشد، دمای تعادل برای این مجموعه چند درجه سلسیوس است؟



$$\begin{array}{ll} 23 \quad (۱) & 24 \quad (۲) \\ 25 \quad (۳) & 27 \quad (۴) \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۲

درس‌نامه ۱۱ (۲) تست ۶۶ را بخوانید.

(۲) دمای تعادل: اگر دو یا چند جسم با دماهای مختلف را به یکدیگر تماس دهیم، به دلیل اختلاف دما با یکدیگر گرما تبادل می‌کنند و پس از مدتی به دمای یکسانی می‌رسند. به این دما، دمای تعادل می‌گویند که می‌توانیم با استفاده از قانون پایستگی انرژی آن را محاسبه کنیم.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_1c_1(\theta - \theta_1) + m_2c_2(\theta - \theta_2) + m_3c_3(\theta - \theta_3) + \dots = 0$$

پاسخ تشریحی با توجه به نمودار و با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ برای دو جسم A و B می‌توانیم بنویسیم:

$$\begin{cases} Q_A = m_A c_A \times (21 - 11) \\ |Q_B| = |m_B c_B \times (30 - 50)| \end{cases} \xrightarrow{Q_A = |Q_B|} m_A c_A = 2 m_B c_B$$

جسم A گرما گرفته و جسم B گرما را از دست داده است، بنابراین با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توانیم دمای تعادل را به دست بیاوریم.

$$\begin{aligned} Q_A + Q_B &= 0 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_A c_A (\theta - 11) + m_B c_B (\theta - 50) = 0 \xrightarrow{m_A c_A = 2 m_B c_B} 2 m_B c_B (\theta - 11) + m_B c_B (\theta - 50) = 0 \\ \Rightarrow 2\theta - 22 + \theta - 50 &= 0 \Rightarrow 3\theta = 72 \Rightarrow \theta = 24^\circ \text{C} \end{aligned}$$

تست و پاسخ ۱۰

برای تعیین ارزش غذایی بادام زمینی، مقدار ۱۳ g بادام زمینی را درون یک گرماسنج بمبی که حاوی ۱/۵ لیتر آب است، قرار می‌دهیم. اگر در اثر سوختن تمام این بادام زمینی دمای آب و گرماسنج 48°C افزایش یابد، ارزش غذایی بادام زمینی چند کیلوژول بر گرم است؟ (ظرفیت گرمایی گرماسنج 200 J/K ، $c_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg.K}$ و $\rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3$ است.)

۱۸ (۴)

۲۴ (۳)

۳۶ (۲)

۴۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره ابتدا گرمایی را که آب و گرماسنج دریافت می‌کنند، محاسبه کنید. سپس با تقسیم گرمای دریافتی بر جرم بادام زمینی، ارزش غذایی آن را به دست بیاورید.

درس نامه ۱۰۰ (۱) درس نامه (۱) تست ۶۵ را بخوانید.

(۲) درس نامه (۲) تست ۶۶ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول، ابتدا جرم آب را با استفاده از چگالی آن ($\rho_{\text{آب}} = 1000\text{ g/L}$) محاسبه می‌کنیم:

$$m = \rho V \xrightarrow{V=1/5\text{ L}} m = 1000 \times 1/5 \Rightarrow m = 1500\text{ g یا } m = 1/5\text{ kg}$$

گام دوم: انرژی‌ای که بادام زمینی از دست می‌دهد برابر با انرژی‌ای است که آب و گرماسنج دریافت می‌کنند و این انرژی صرف تغییر دمای آن‌ها می‌شود. بنابراین مقدار انرژی دریافتی برابر است با:

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta = 1/5 \times 4200 \times 48 + 200 \times 48 = 312000\text{ J}$$

گام سوم: حالا می‌توانیم ارزش غذایی ۱۳ g بادام زمینی را به دست بیاوریم:

$$Q = \text{ارزش غذایی} \times m \xrightarrow{Q=312000\text{ J}, m=13\text{ g}} 312000 = 13 \times \text{ارزش غذایی}$$

$$\Rightarrow \text{ارزش غذایی} = 24 \times 10^3\text{ J/g یا } 24\text{ kJ/g}$$

تست و پاسخ ۱۱

اگر دمای جسمی برحسب درجه سلسیوس، ۳ برابر شود، دمای آن 180° درجه فارنهایت افزایش می‌یابد. دمای اولیه این جسم چند کلوین است؟

۴۲۳ (۴)

۳۲۳ (۳)

۱۵۰ (۲)

۵۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره با تسلط به روابط بین یکاهای دما به راحتی می‌توانید به این سؤال پاسخ دهید. این سؤال تشابه مفهومی و عددی با کنکور ریاضی داخل کشور ۹۸ دارد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با داشتن تغییر دما برحسب درجه فارنهایت، تغییر دما برحسب درجه سلسیوس و سپس دمای اولیه برحسب درجه سلسیوس را به دست آورید. سپس با داشتن دمای اولیه برحسب درجه سلسیوس، دمای اولیه برحسب کلوین را به دست آورید.

درس نامه •• ارتباط بین سه یکای مهم دما

دما برحسب کلونین (K)

$$T = \theta + 273$$

دما برحسب درجه سلسیوس (°C)

دما برحسب درجه فارنهایت (°F)

$$F = 1/8 \theta + 32$$

دما برحسب درجه سلسیوس (°C)

ارتباط بین تغییرات دما

تغییر دما برحسب کلونین (K)

$$\Delta T = \Delta \theta$$

تغییر دما برحسب درجه سلسیوس (°C)

تغییر دما برحسب درجه فارنهایت (°F)

$$\Delta F = 1/8 \Delta \theta \xrightarrow{\Delta T = \Delta \theta} \Delta F = 1/8 \Delta T$$

تغییر دما برحسب درجه سلسیوس (°C)

پاسخ تشریحی گام اول: به کمک رابطه $\Delta F = 1/8 \Delta \theta$ ، دمای اولیه را برحسب درجه سلسیوس به دست می آوریم:

$$\frac{\Delta F = 180^\circ F}{\Delta \theta = \theta_F - \theta_1 = 32\theta_1 - \theta_1 = 31\theta_1} \rightarrow 180 = 1/8 \times 31\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 50^\circ C$$

گام دوم: با داشتن دمای اولیه جسم برحسب درجه سلسیوس، دمای آن را برحسب کلونین به دست می آوریم:

$$T = \theta + 273 \xrightarrow{\theta_1 = 50^\circ C} T_1 = 50 + 273 = 323 K$$

تست و پاسخ ۱۲

در دمای $12^\circ C$ ، طول میله A از طول میله B، ۶ mm کم تر و در دمای $84^\circ C$ ، طول میله A از طول میله B، ۱۸ mm بیشتر است. در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس طول دو میله با هم برابر است؟

افزایش طول میله A،
۲۴ mm بیشتر از
افزایش طول میله B
است.

۶۶ (۴)

۶۰ (۳)

۳۶ (۲)

۳۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره این سؤال یک تست چندمرحله ای و زمانبر است. در صورتی که خلاق باشید و به کمک تشابه به این سؤال پاسخ دهید، خیلی سریع تر به پاسخ می رسید. این تست تشابه مفهومی با کنکور تجربی داخل کشور ۹۵ دارد.

خودت حل کنی بهتره اختلاف تغییر طول میله ها در اثر تغییر دما در دو حالت را به صورت پارامتری به دست آورده و سپس بر یکدیگر تقسیم کنید تا تغییر دما در حالتی که طول دو میله برابر می شود، به دست آید. در نهایت با داشتن تغییر دما در شرایط برابری طول دو میله و دمای اولیه، دمای برابری طول دو میله را به دست آورید.

درس نامه •• اگر دمای میله ای به طول L_1 که از ماده ای با

ضریب انبساط طولی α ساخته شده است، به اندازه $\Delta \theta$ تغییر

کند، تغییر طول میله برابر است با:

$$\frac{1}{K} \text{ یا } \frac{1}{^\circ C}$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow K \text{ یا } ^\circ C$$

طول اولیه میله

تذکر در رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ ، لزومی ندارد حتماً ΔL و L برحسب متر باشند، تنها کافی است هر دو یکای یکسانی داشته باشند.

پاسخ تشریحی گام اول: با توجه به رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ ، برای دو ماده A و B داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \begin{cases} \Delta L_A = L_{1A} \alpha_A \Delta \theta_A \\ \Delta L_B = L_{1B} \alpha_B \Delta \theta_B \end{cases} \xrightarrow{\Delta \theta_A = \Delta \theta_B = 84 - 12 = 72^\circ \text{C}} \begin{cases} \Delta L_A = L_{1A} \times \alpha_A \times 72 & \text{(I)} \\ \Delta L_B = L_{1B} \times \alpha_B \times 72 & \text{(II)} \end{cases}$$

با توجه به این که طول میله A ابتدا ۶ mm کمتر و پس از تغییر دما، ۱۸ mm بیشتر از طول میله B است، درمی یابیم تغییر طول میله A به اندازه $24 \text{ mm} = 6 + 18$ بیشتر از تغییر طول میله B است.

$$\Delta L_A - \Delta L_B = 24 \text{ mm} \xrightarrow{\text{(I), (II)}} (L_{1A} \times \alpha_A \times 72) - (L_{1B} \times \alpha_B \times 72) = 24 \text{ mm} \quad \text{(III)}$$

گام دوم: برای این که طول دو میله با هم برابر باشد، تغییر طول میله A باید ۶ mm بیشتر از تغییر طول میله B باشد. داریم:

$$\Delta L_A - \Delta L_B = 6 \text{ mm} \Rightarrow (L_{1A} \times \alpha_A \times \Delta \theta) - (L_{1B} \times \alpha_B \times \Delta \theta) = 6 \text{ mm} \quad \text{(IV)}$$

گام سوم: رابطه (IV) را بر رابطه (III) تقسیم می کنیم:

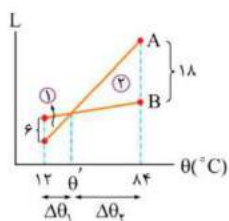
$$\frac{(L_{1A} \times \alpha_A \times \Delta \theta) - (L_{1B} \times \alpha_B \times \Delta \theta)}{(L_{1A} \times \alpha_A \times 72) - (L_{1B} \times \alpha_B \times 72)} = \frac{6}{24} \Rightarrow \frac{\Delta \theta (L_{1A} \alpha_A - L_{1B} \alpha_B)}{72 (L_{1A} \alpha_A - L_{1B} \alpha_B)} = \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta \theta = 18^\circ \text{C}$$

گام چهارم: با داشتن $\Delta \theta$ و دمای اولیه، دما را وقتی طول دو میله برابر است، به دست می آوریم:

$$\Delta \theta = \theta_f - \theta_1 \Rightarrow 18 = \theta_f - 12 \Rightarrow \theta_f = 30^\circ \text{C}$$

روش دوم: اگر نمودار طول میله بر حسب دما را رسم کنیم، داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\frac{\Delta L = L - L_1}{\Delta \theta = \theta - \theta_1}} L - L_1 = L_1 \alpha (\theta - \theta_1) \Rightarrow L = L_1 + L_1 \alpha \theta - L_1 \alpha \theta_1 \Rightarrow L = \underbrace{L_1 \alpha \theta}_{\text{عرض از مبدأ}} + \underbrace{L_1 - L_1 \alpha \theta_1}_{\text{شیب خط}}$$



$$\Rightarrow \frac{\Delta \theta_2}{\Delta \theta_1} = \frac{18}{6} = 3 \Rightarrow \text{دو مثلث ① و ② متشابه اند}$$

$$\Delta \theta_1 + \Delta \theta_2 = 84 - 12 = 72 \Rightarrow \Delta \theta_1 + 3\Delta \theta_1 = 72 \Rightarrow 4\Delta \theta_1 = 72 \Rightarrow \Delta \theta_1 = 18^\circ \text{C}$$

$$\Delta \theta_1 = \theta' - 12 \Rightarrow 18 = \theta' - 12 \Rightarrow \theta' = 30^\circ \text{C}$$

تست و پاسخ ۱۳

اگر دمای یک کره فلزی توپر 72°C افزایش یابد، مساحت سطح آن 12% درصد افزایش می یابد. اگر دمای همین کره، 90°F افزایش یابد، چگالی آن تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

$$\frac{90}{1.8}^\circ \text{C} = 50^\circ \text{C}$$

(۲) $125/^\circ$ ، افزایش می یابد.

(۱) $125/^\circ$ ، کاهش می یابد.

(۴) $225/^\circ$ ، افزایش می یابد.

(۳) $225/^\circ$ ، کاهش می یابد.

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره در این سؤال ۲ دام تستی قرار داده شده است. یکی تغییر دمایی که بر حسب درجه فارنهایت است، مورد دیگر رسیدن به درصد تغییر چگالی به کمک درصد تغییر مساحت است. این سؤال تشابه مفهومی با کنکورهای ریاضی خارج کشور ۹۰ و ۹۸ دارد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با داشتن درصد تغییر مساحت، ضریب انبساط خطی و سپس ضریب انبساط حجمی فلز را به دست آورید. سپس با داشتن ضریب انبساط حجمی فلز و تغییر دما، درصد تغییر چگالی را به دست آورید.

درس نامه ●● برای محاسبه درصد تغییر مساحت داریم:

ضریب انبساط سطحی $(\frac{1}{K} \text{ یا } \frac{1}{^{\circ}C})$

$$\text{درصد تغییر مساحت} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{A_1(\alpha \Delta \theta)}{A_1} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییر مساحت} = \alpha \Delta \theta \times 100$$

تغییر دما بر حسب K یا $^{\circ}C$

$$\text{برای محاسبه درصد تغییر چگالی داریم: } \text{درصد تغییر چگالی} = \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{-\rho_1 \beta \Delta \theta}{\rho_1} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییر چگالی} = -\beta \Delta \theta \times 100$$

ضریب انبساط حجمی $(\beta = 3\alpha)$

پاسخ تشریحی **گام اول:** با داشتن تغییر دما و درصد تغییر مساحت، به کمک رابطه درصد تغییر مساحت، ضریب انبساط سطحی (α) و

از روی آن α را به دست می آوریم:

$$\text{درصد تغییر مساحت} = \alpha \Delta \theta \times 100 \Rightarrow 0/12 = \alpha \times 12 \times 100 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{6} \times 10^{-4} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{12} \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}C}$$

گام دوم: با توجه به رابطه درصد تغییر چگالی داریم:

$$\text{درصد تغییر چگالی} = -\beta \Delta \theta \times 100 \Rightarrow \frac{\Delta F = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow 90 = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^{\circ}C}{\beta = 3\alpha = \frac{1}{4} \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}C}} \rightarrow \text{درصد تغییر چگالی} = -\frac{1}{4} \times 10^{-4} \times 50 \times 100 = -\frac{1}{8} = -0/125$$

بنابراین چگالی ۱۲۵٪ درصد کاهش می یابد.

تست و پاسخ ۱۴

یک ظرف شیشه ای با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ ، با $1020g$ از مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ پر شده است. اگر دمای مجموعه از $20^{\circ}C$ به $22^{\circ}C$ برسد، تقریباً چند گرم از مایع از ظرف سرریز می شود؟

باید ببینیم چه نسبتی از حجم اولیه سرریز می شود و همان نسبت را به جرم تعمیم دهیم.

۱۴ (۲)

۱۸ (۴)

۱۰ (۱)

۱۶ (۳)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره یکی از چالش هایی که در مسیر حل این سوال وجود دارد، این است که باید بدون داشتن چگالی، از روی حجم بیرون ریخته مایع، جرم آن را به دست آورید. سوال تشابه مفهومی با کنکور ریاضی داخل کشور ۸۶ دارد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با توجه به لبریز بودن ظرف، درصد تغییر حجم ظاهری مایع را به دست آورید. در انتها با داشتن درصد تغییر حجم ظرف (که همان درصد جرم خارج شده است) و جرم اولیه مایع، جرم مایع خارج شده را به دست آورید.

درس نامه ●● هنگامی که دمای ظرفی با ضریب انبساط حجمی 3α ، که محتوی مایعی با ضریب انبساط حجمی β است را تغییر می دهیم، تغییر حجم ظاهری مایع برابر است با:

$$\Delta V' = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \xrightarrow{\text{اگر ظرف از مایع لبریز باشد.}} \Delta V' = V_1 (\beta - 3\alpha) \Delta \theta$$

حجم اولیه ظرف یا مایع

$$\text{درصد تغییر حجم ظاهری} = \frac{\Delta V'}{V_1} \times 100 \xrightarrow{\text{ظرف لبریز}} \text{درصد تغییر حجم ظاهری} = (\beta - 3\alpha) \Delta \theta \times 100$$

پاسخ تشریحی گام اول، با توجه به این که ظرف لبریز از مایع است، به کمک رابطه تغییر حجم ظاهری مایع و درصد تغییر حجم ظاهری مایع داریم:

$$\frac{\Delta V'}{V_1} \times 100 = (\beta - \alpha) \Delta \theta \times 100$$

$$\frac{\beta = 10^{-4} \frac{1}{K}, \Delta \theta = 220 - 20 = 200^\circ C}{\alpha = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}} \rightarrow \text{درصد تغییر حجم ظاهری} = (10^{-4} - 3 \times 10^{-5}) \times 200 \times 100 = 7 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^4 = 1.4\%$$

گام دوم، با توجه به این که ۱/۴ درصد از حجم مایع خارج شده، بنابراین تقریباً ۱/۴ درصد از جرم مایع خارج شده است. داریم:

$$\frac{\Delta m}{m_1} \times 100 = 1.4\% \Rightarrow \frac{\Delta m}{1020} \times 100 = 1.4\% \Rightarrow \Delta m = \frac{1.4 \times 1020}{100} = 14 \text{ g}$$

تست و پاسخ ۱۵

دو کره توپر مسی A و B که شعاع آن‌ها به ترتیب $R_A = R$ و $R_B = 2R$ است، گرمای یکسانی دریافت می‌کنند و حجم آن‌ها به ترتیب به اندازه ΔV_A و ΔV_B افزایش می‌یابد. ΔV_A چند برابر ΔV_B است؟

هم‌جنس، در نتیجه چگالی، گرمای ویژه و ضریب انبساط حجمی یکسان است.

۸ (۲)

۲ (۱)

۱ (۴)

۱/۸ (۳)

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره این سؤال به ظاهر سؤالی چندمرحله‌ای است، ولی با دانستن نکته بیان شده در درس نامه، بدون درگیری با اعداد مسئله می‌توان به آن پاسخ داد. این سؤال مشابه کنکور ریاضی داخل کشور ۹۶ است.

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، نسبت تغییر دمای دو کره را به دست آورید، سپس به کمک رابطه $\Delta V = V\beta\Delta\theta$ نسبت تغییر حجم کره‌ها را به دست آورید.

درس نامه برای محاسبه تغییر حجم دو جسم توپر داریم:

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

جمله اولیه
تغییر دما بر حسب $^\circ C$ یا K
ضریب انبساط حجمی بر حسب $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$

تذکر در رابطه انبساط حجمی هر یکایی برای V_1 در نظر بگیریم، همان یکا برای ΔV به دست می‌آید و برعکس.

$$Q = m c \Delta T$$

جرم جسم (kg)
تغییر دما بر حسب $^\circ C$ یا K
گرمای ویژه $\frac{J}{kg \cdot K}$

در صورتی که گرما صرف تغییر دمای یک جسم شود، داریم:

تذکر تغییر دما بر حسب کلون و درجه سلسیوس مقداری یکسان است. ($\Delta T = \Delta \theta$)

نکته دو جسم هم‌جنس توپر وقتی گرمای یکسانی دریافت می‌کنند، تغییر حجم یکسانی دارند.

پاسخ تشریحی گام اول، با توجه به رابطه $Q = mc\Delta\theta$ نسبت $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$ را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{V_A}{V_B}} \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \rightarrow 1 = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 = \frac{1}{8} \rightarrow 1 = \frac{1}{8} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = 8$$

گام دوم: به کمک رابطه انبساط حجمی داریم:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{1,A}}{V_{1,B}} \times \frac{\beta_A}{\beta_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \xrightarrow[\frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \lambda]{\beta_A = \beta_B, \frac{V_{1,A}}{V_{1,B}} = \frac{1}{\lambda}} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{\lambda} \times 1 \times \lambda = 1$$

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{m=\rho V} \frac{Q'}{Q} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{V'}{V} \times \frac{c'}{c} \times \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} \Rightarrow \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} = \frac{Q'}{Q} \times \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{V}{V'} \times \frac{c}{c'} \quad (I)$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V'}{\Delta V} = \frac{V'_1}{V_1} \times \frac{\beta'}{\beta} \times \frac{\Delta \theta'}{\Delta \theta} \quad (II) \xrightarrow[\substack{V=V_1, V'=V'_1}]{(II), (I)} \frac{\Delta V'}{\Delta V} = \frac{V'_1}{V_1} \times \frac{\beta'}{\beta} \times \frac{Q'}{Q} \times \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{V_1}{V'_1} \times \frac{c}{c'}$$

$$\xrightarrow[\substack{\text{هم جنس: } \beta'=\beta, c'=c, \rho'=\rho \\ \text{گرما ی یکسان: } Q'=Q}]{\Delta V'}{\Delta V} = 1$$

بنابراین نتیجه می گیریم: هنگامی که به دو جسم هم جنس توپر گرمای یکسانی می دهیم، تغییر حجم یکسانی می یابند.

تست و پاسخ ۱۶

اگر جرم جسمی ۶۰ g تغییر کند، ظرفیت گرمایی آن ۲۰ درصد کاهش می یابد. جرم اولیه جسم چند گرم است؟

چون ظرفیت گرمایی کاهش یافته، بنابراین جرم ۶۰ g کاهش یافته است.

۳۰۰ (۴)

۲۴۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

۴۸۰ (۱)

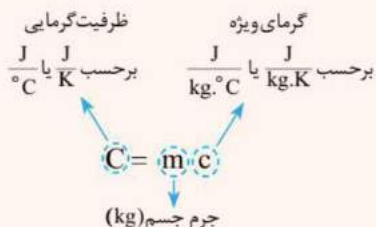
پاسخ: گزینه ۴

مشاوره این سؤال، یک مرحله ای و روان و فاقد دشواری خاصی است و با کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱ و تجربی خارج کشور ۹۶ تشابه مفهومی دارد.

خودت حل کنی بهتره به کمک رابطه $C = mc$ نسبت جرم دو حالت را به دست آورید. سپس با داشتن نسبت جرم ها و این که جرم در حالت دوم ۶۰ g از حالت اول کمتر است، جرم اولیه را به دست آورید.

درس نامه ** ظرفیت گرمایی چیست؟

گرمای لازم برای افزایش دمای یک جسم (با هر جرمی) به اندازه 1°C یا 1 K .



پاسخ تشریحی با توجه به رابطه ظرفیت گرمایی داریم:

$$C = mc \xrightarrow{c'=c: \text{ برای یک جسم}} \frac{C'}{C} = \frac{m'}{m} \xrightarrow{C' = C - \frac{20}{100}C = 0.8C} \frac{0.8}{1} = \frac{m'}{m} \xrightarrow{m' = m - 60(g)} \frac{0.8}{1} = \frac{m - 60}{m}$$

$$\Rightarrow 0.8m = m - 60 \Rightarrow 0.2m = 60 \Rightarrow m = 300\text{ g}$$

$$C = mc \xrightarrow{c \text{ ثابت}} \frac{\Delta C}{C_1} = \frac{\Delta m}{m_1} \Rightarrow \frac{-0.2C_1}{C_1} = \frac{-60}{m_1} \Rightarrow m_1 = 300\text{ g}$$

روش دوم:

تست و پاسخ ۱۷

دمای جسم جامدی 200°C و نقطه ذوب آن 600°C است. اگر این جسم ۳۶۰ kJ گرما دریافت کند، دمای آن به 600°C می رسد. جرم این

جسم چند کیلوگرم می تواند باشد؟ (گرمای ویژه و گرمای نهان ذوب جسم به ترتیب $400 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ و $40 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است.)

دمای جسم به نقطه ذوب رسیده است. یعنی ممکن است بخشی از آن نیز ذوب شده باشد.

۲ (۲)

۳ (۴)

۱/۵ (۱)

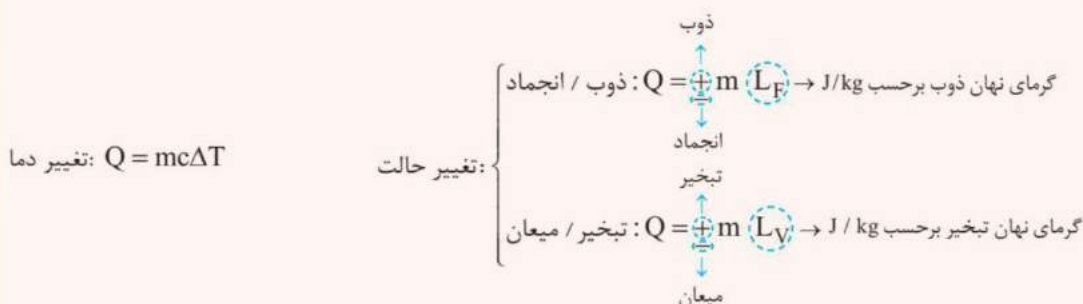
۲/۵ (۳)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره یکی از مواردی که حل این تست به آن نیازمند است، دقت بالای دانش آموز به دمای ذوب فلز است. این سؤال یک سؤال بکر و جدید است.

خودت حل کنی بهتره به کمک دمای نهایی جسم که همان نقطه ذوب است، می توانیم حالت های مختلفی داشته باشیم. دو انتهای بازه برای کم ترین جرم (تمام جسم ذوب شود) و بیشترین جرم (تمام جسم در حالت جامد باشد) را در نظر بگیرید و به کمک آن رد گزینه انجام دهید.

درس نامه گرما می تواند باعث تغییر دما یا تغییر حالت جسم شود.



پاسخ تشریحی با توجه به این که پس از دریافت گرما، دمای جسم به $600^\circ C$ می رسد، می توانیم یک بازه برای جرم جسم داشته باشیم:

اگر تمام جسم ذوب شود \leftarrow کم ترین جرم (m_{\min})

$$Q = m_{\min} c \Delta \theta + m_{\min} L_F = m_{\min} (c \Delta \theta + L_F) \Rightarrow 360 \times 10^3 = m_{\min} ((400 \times (600 - 200)) + (40 \times 10^3)) \Rightarrow m_{\min} = 1/8 \text{ kg}$$

اگر هیچ جرمی از جسم ذوب نشود \leftarrow بیشترین جرم (m_{\max})

$$Q = m_{\max} c \Delta \theta \Rightarrow 360 \times 10^3 = m_{\max} \times 400 \times (600 - 200) \Rightarrow m_{\max} = 2/25 \text{ kg}$$

$$m_{\min} \leq m \leq m_{\max} \Rightarrow 1/8 \leq m \leq 2/25$$

بنابراین جرم جسم باید در یک بازه از کم ترین جرم تا بیشترین جرم باشد:

با توجه به گزینه ها تنها $m = 2 \text{ kg}$ می تواند جرم جسم باشد.

تست و پاسخ ۱۸

به مخلوطی از 600 g یخ و 800 g آب که در تعادل گرمایی اند، با آهنگ ثابت $84 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$ گرما می دهیم. پس از چند ثانیه دمای مجموعه به

$50^\circ C$ می رسد؟ (گرمای نهان ذوب یخ $336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ و گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب $4/2 \frac{\text{J}}{\text{g.K}}$ و $2/1 \frac{\text{J}}{\text{g.K}}$ است.)

۵/۹ (۱) ۳/۵ (۲) ۳۵۴ (۳) ۲۱۰ (۴)

دمای تعادل مخلوط آب و یخ صفر درجه سلسیوس است.

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره این سؤال با کنکور تجربی داخل ۹۹ و ریاضی خارج کشور ۹۷ تشابه مفهومی دارد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا گرمای مورد نیاز برای تبدیل مخلوط آب و یخ به آب $50^\circ C$ را به دست آورید؛ سپس با داشتن آهنگ انتقال گرما و گرمای مورد نیاز، مدت زمان انتقال گرما را به دست آورید.



درس نامه آهنگ انتقال گرما

گرمایی که در واحد زمان منتقل می شود:

پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا گرمای مورد نیاز برای تبدیل مخلوط آب و یخ به آب 50°C را به دست می‌آوریم:

آب 50°C $\xrightarrow{Q_2}$ آب 0°C $\xrightarrow{Q_1}$ مخلوط آب و یخ

$$\begin{cases} Q_1 = m' L_F \xrightarrow[m' = m_{\text{یخ}} = 600 \text{ g} = 0.6 \text{ kg}]{L_F = 336 \text{ J/g} = 336 \times 10^3 \text{ J/kg}} Q_1 = 0.6 \times 336 \times 10^3 = 201.6 \times 10^3 \text{ J} \\ Q_2 = mc\Delta\theta \xrightarrow[m = m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}} = 800 + 600 = 1400 \text{ g} = 1.4 \text{ kg}]{c = 4.2 \frac{\text{J}}{\text{g.K}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}, \Delta\theta = 50^{\circ}\text{C}} Q_2 = 1.4 \times 4200 \times 50 = 294 \times 10^3 \text{ J} \end{cases}$$

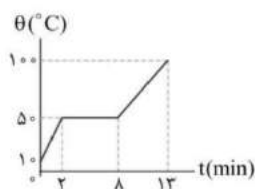
$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = (201.6 + 294) \times 10^3 \text{ J} = 495.6 \times 10^3 \text{ J}$$

گام دوم: با داشتن گرمای لازم و آهنگ انتقال گرما، مدت زمان را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{P} \xrightarrow[P = 84 \text{ kJ/min} = \frac{84 \times 10^3 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 1400 \frac{\text{J}}{\text{s}}]{Q = Q_{\text{کل}} = 495.6 \times 10^3 \text{ J}} \Delta t = \frac{495.6 \times 10^3}{1400} = 354 \text{ s}$$

تست و پاسخ ۱۹

نمودار دما بر حسب زمان جسم جامدی که با آهنگ ثابت گرما دریافت می‌کند، به شکل زیر است. اگر گرمای نهان ذوب جسم 24 J/g باشد،



گرمای ویژه جسم در حالت جامد از گرمای ویژه آن در حالت مایع است.

چون آهنگ انتقال گرما ثابت است بنابراین گرمای انتقالی با مدت زمان انتقال متناسب است.

(۱) $100^{\circ}\text{C} \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ ، بیشتر

(۲) $100^{\circ}\text{C} \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ ، کمتر

(۳) $200^{\circ}\text{C} \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ ، بیشتر

(۴) $200^{\circ}\text{C} \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ ، کمتر

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره یکی از چالش‌هایی که در مسیر حل این سؤال با آن روبه‌رواید، تحلیل نمودار $\theta - t$ است. این سؤال با کنکور ریاضی خارج کشور ۹۹ تشابه مفهومی دارد.

خوبت حل‌کنی بهتره ابتدا با داشتن گرمای نهان ذوب و مدت زمان ذوب شدن، آهنگ ثابت انتقال گرما را بر حسب جرم جسم به دست آورید. سپس با داشتن آهنگ گرمای انتقالی و تغییر دما و با توجه به مدت زمان انتقال گرما در حالت جامد و مایع، گرمای ویژه حالت جامد و مایع را به دست آورید و اختلافشان را حساب کنید.

درس‌نامه ۱۰۰۰ ۱. نمودار دما بر حسب زمان ($\theta - t$)

اگر این نمودار، خطی موازی با محور t باشد (شیب صفر)، بیانگر این است که دما ثابت بوده و گرما صرف تغییر حالت شده است.

اگر این نمودار به صورت خطی با شیب ثابت باشد، شیب این خط برابر $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ یعنی $\frac{P}{mc}$ است.

۲. درس‌نامه تست ۱۰۳ را بخوانید.

پاسخ تشریحی با توجه به شکل نمودار $\theta - t$ درمی‌یابیم، از صفر تا $t = 2 \text{ min}$ گرما صرف افزایش دمای جسم جامد می‌شود و از 2 min

تا 8 min گرما صرف ذوب جسم جامد می‌شود و از 8 min تا 12 min گرما صرف افزایش دمای مایع می‌شود.

گام اول: ابتدا با داشتن گرمای نهان ذوب، آهنگ ثابت انتقال گرما را برحسب جرم جسم به دست می آوریم:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \xrightarrow{Q=mL_F} P = \frac{mL_F}{\Delta t} \xrightarrow{\substack{L_F=24 \text{ J/g}=24 \times 10^3 \text{ J/kg} \\ \Delta t=8-2=6 \text{ min}=6 \times 60 \text{ s}}} P = \frac{m \times 24 \times 10^3}{6 \times 60} \Rightarrow P = \frac{200}{3} m \text{ (I)}$$

گام دوم: با داشتن آهنگ ثابت گرمای انتقالی و تغییر دما در جسم جامد و مایع، گرمای ویژه جسم در حالت های جامد و مایع را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = Pt \end{cases} \Rightarrow Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} \frac{200}{3} m \times 2 \times 60 = mc_{\text{جامد}} \times (50 - 10) \\ \frac{200}{3} m \times (13 - 8) \times 60 = mc_{\text{مایع}} \times (100 - 50) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c_{\text{جامد}} = 200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ c_{\text{مایع}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \end{cases}$$

$$c_{\text{جامد}} - c_{\text{مایع}} = 200 - 400 = -200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = -200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

تست و پاسخ ۲۰

کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (الف) با افزایش دمای یک مایع، آهنگ تبخیر سطحی آن افزایش می یابد.
 (ب) هم زمان با تبخیر سطحی در یک مایع، دمای آن افزایش می یابد.
 (پ) با افزایش دمای یک مایع، گرمای نهان تبخیر آن افزایش می یابد.
 (ت) افزایش فشار وارد بر مایع، سبب بالا رفتن نقطه جوش آن می شود.
- (۱) الف و پ (۲) الف و ت (۳) ب و پ (۴) ب و ت

تبخیر سطحی سریع تر اتفاق می افتد.

سخت تر تبخیر می شود.

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره جمله پ، در این سؤال جمله ای چالشی است و باید بتوانید کامل آن را تحلیل کنید. این سؤال با کنکور ریاضی داخل کشور ۸۸ تشابه مفهومی دارد.

پاسخ تشریحی بررسی عبارات:

(الف) درست

(ب) نادرست - هنگامی که تبخیر سطحی رخ می دهد، بخشی از مایع که تبخیر می شود، گرمای مورد نیاز خود را از بقیه مایع گرفته و در نتیجه باعث کاهش دمای بقیه مایع می شود.

(پ) نادرست - با افزایش دمای یک مایع، جنبش مولکول های مایع افزایش می یابد و برای این که مولکول ها به صورت گازی از سطح مایع تبخیر شوند، انرژی کمتری لازم است. بنابراین با افزایش دمای مایع، گرمای نهان تبخیر آن کاهش می یابد.

(ت) درست

تست و پاسخ ۲۱

جسمی فلزی به ظرفیت گرمایی C و دمای 18°C را درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی 4°C که محتوی 100 g آب با دمای 5°C است، می اندازیم. اگر دمای تعادل مجموعه 3°C باشد، C برابر با چند واحد SI است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$)

این دما، علاوه بر آب دمای اولیه گرماسنج هم هست.

(۲) ۴۲۰

(۱) ۴۲

(۴) ۲۱۰۰

(۳) ۲۱۰

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره در این سؤال باید هوشیار باشید تا گرمای ویژه را با ظرفیت گرمایی اشتباه نگیرید، از طرفی برای رسیدن به دمای تعادل، گرماسنج را هم در نظر بگیرید.

خودت حل کنی بهتره با داشتن ظرفیت گرمایی بر حسب C، دمای اولیه جسم، گرماسنج، آب و هم چنین دمای تعادل، ظرفیت گرمایی جسم فلزی را به دست آورید.

درس نامه •• تعادل گرمایی بدون تغییر حالت

هنگامی که چند جسم با دماهای $\theta_1, \theta_2, \dots$ و گرماهای ویژه c_1, c_2, \dots و ... در تماس با هم باشند، برای محاسبه دمای تعادل داریم:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots} \quad \text{ظرفیت گرمایی (J/K)}$$

$$\theta_e = \frac{C_1 \theta_1 + C_2 \theta_2 + \dots}{C_1 + C_2 + \dots} \quad \text{گرمای ویژه (J/kg.K)}$$

پاسخ تشریحی با داشتن ظرفیت گرمایی بر حسب C، دمای اولیه جسم، گرماسنج، آب و دمای تعادل داریم (زیروند ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مربوط به جسم فلزی، گرماسنج و آب است):

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + m_3 c_3 \theta_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} \xrightarrow{m_1 c_1 = C, \theta_e = 30^\circ\text{C}} 30 = \frac{(C \times 18) + (4C \times 5) + (0/1 \times 4200 \times 5)}{C + 4C + (0/1 \times 4200)}$$

$$\Rightarrow 30 = \frac{200C + 2100}{5C + 4200} \Rightarrow 150C + 12600 = 200C + 2100 \Rightarrow 50C = 10500 \Rightarrow C = 210 \text{ J/K}$$

تست و پاسخ ۲۲

در حالتی که دمای ظرف و آب 28°C است.

در ظرفی به دمای 20°C و ظرفیت گرمایی 2100 J/K ، مقداری آب به جرم m و دمای 30°C می ریزیم تا دمای تعادل مجموعه به 28°C برسد. اگر در این حالت، مایعی به جرم $2m$ و دمای 40°C به مجموعه اضافه شود، دمای

تعادل نهایی مجموعه به چند درجه سلسیوس می رسد؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ و $c_{\text{مایع}} = 525 \text{ J/kg.K}$)

۳۰ (۲)

۲۹ (۱)

۳۴ (۴)

۳۲ (۳)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره این سوال یک سوال بکر و جدید است. باید دقت کنید که در این سوال ۲ بار تعادل گرمایی اتفاق افتاده است.

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک رابطه محاسبه دمای تعادل آب و ظرف، m را به دست آورید. سپس از رابطه دمای تعادل برای سه ماده (ظرف، آب و مایع) استفاده می کنیم تا دمای تعادل جدید را به دست آوریم.

درس نامه •• درس نامه تست ۱۰۶ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا به کمک رابطه محاسبه دمای تعادل آب و ظرف، m را به دست می آوریم:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \xrightarrow{m_1 c_1 = C_1 = 2100 \text{ J/K}, \theta_1 = 20^\circ\text{C}, \theta_2 = 30^\circ\text{C}, \theta_e = 28^\circ\text{C}} 28 = \frac{(2100 \times 20) + (m \times 4200 \times 30)}{2100 + 4200m}$$

$$\Rightarrow 28 = \frac{2100(20 + 60m)}{2100(1 + 2m)} \Rightarrow 28 + 56m = 20 + 60m \Rightarrow 4m = 8 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

گام دوم: سپس از رابطه دمای تعادل برای سه ماده (ظرف، آب و مایع) استفاده می‌کنیم تا دمای تعادل جدید را به دست آوریم:

$$\theta_c = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + m_3 c_3 \theta_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3}$$

$$\frac{\theta_1 = \theta_2 = 28^\circ\text{C}, \theta_3 = 40^\circ\text{C}, m_2 = 2\text{ kg}}{C_1 = m_1 c_1 = 2100\text{ J/K}, c_3 = 525\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, m_3 = 2\text{ m} = 4\text{ kg}} \rightarrow \theta_c = \frac{(2100 \times 28) + (2 \times 4200 \times 28) + (4 \times 525 \times 40)}{2100 + (2 \times 4200) + (4 \times 525)}$$

$$\Rightarrow \theta_c = \frac{2100(28 + 112 + 40)}{2100(1 + 4 + 1)} = 30^\circ\text{C}$$

تست و پاسخ ۲۳

مقداری آب به جرم m و دمای 40°C را روی 100 g یخ با دمای -60°C می‌ریزیم. اگر پس از رسیدن مجموعه به تعادل گرمایی، 120 g یخ $^\circ\text{C}$ وجود داشته باشد، m بر حسب گرم کدام است؟ $(L_F = 336\frac{\text{J}}{\text{g}}$ و $c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} = 4/2\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}})$

در اثر رسیدن به تعادل گرمایی 20 g از آب یخ زده است.

۳۵ (۴)

۳۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره برای این سوال باید هوشیار باشید که از جرم یخ نهایی، جرم آب یخ زده را هم به دست آورید و نباید در این دام بیفتید که جرم آب یخ زده همان m است.

خودت حل کنی بهتره طبق قانون پایستگی انرژی، گرمای داده شده توسط آب و گرفته شده توسط یخ را برابر قرار داده و با داشتن گرمای گرفته شده و جرم آب یخ زده، جرم آب اولیه (m) را به دست آورید.

درس نامه •• تعادل گرمایی همراه با تغییر حالت

در صورتی که بر اثر تماس چند جسم، تغییر حالت داشته باشیم و اتلاف گرما نداشته باشیم، باید گرمای دریافتی در فرآیندهای گرماگیر (ذوب، تبخیر، تصعید و افزایش دما) را با مقدار گرمای داده شده در فرآیندهای گرماده (انجماد، میعان، چگالش و کاهش دما) تا رسیدن به دمای تعادل با هم برابر قرار دهیم.

$$\frac{\text{قانون پایستگی انرژی}}{\text{عدم اتلاف گرما}} \rightarrow Q_{\text{دریافتی}} + Q_{\text{داده شده}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{دریافتی}} = -Q_{\text{داده شده}} \Rightarrow |Q_{\text{دریافتی}}| = |Q_{\text{داده شده}}|$$

پاسخ تشریحی با توجه به این که پس از رسیدن به تعادل گرمایی، جرم یخ نسبت به حالت اول 20 g افزایش یافته است، درمی‌یابیم:

فرایند گرماده: ابتدا جرم m از آب 40°C به جرم m از آب صفر درجه، سپس 20 g از کل آب به یخ صفر درجه تبدیل می‌شود.

$$Q_{\text{داده شده}} = m_1 c_1 \Delta\theta_1 - m'_1 L_F$$

$$\frac{m_1 = m, c_1 = \frac{1}{\lambda_0} L_F}{\Delta\theta_1 = -40 = -40^\circ\text{C}, m'_1 = 20\text{ g} = 0.02\text{ kg}} \rightarrow Q_{\text{داده شده}} = (m \times \frac{1}{\lambda_0} L_F \times (-40)) - (0.02 \times L_F) = -0.4 m L_F - 0.02 L_F = -(0.4 m + 0.02) L_F$$

فرایند گرماگیر: 100 g یخ -60°C به 100 g یخ صفر درجه تبدیل می‌شود.

$$Q_{\text{دریافتی}} = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \xrightarrow{m_2 = 100\text{ g} = 0.1\text{ kg}, c_2 = \frac{1}{160} L_F, \Delta\theta_2 = -(-60) = 60^\circ\text{C}} Q_{\text{دریافتی}} = 0.1 \times \frac{1}{160} L_F \times 60 = \frac{3}{80} L_F$$

در نهایت مقدار گرمای داده شده و دریافتی را با هم برابر قرار می‌دهیم:

$$|Q_{\text{داده شده}}| = |Q_{\text{دریافتی}}| \Rightarrow (0.4 m + 0.02) L_F = \frac{3}{80} L_F \Rightarrow 0.4 m + 0.02 = \frac{3}{80} \Rightarrow 40 m + 1/6 = 3$$

$$\Rightarrow 40 m = 1/4 \Rightarrow m = 0.035\text{ kg} \Rightarrow m = 35\text{ g}$$

تست و پاسخ ۲۴

در چاله کوچکی مقداری آب با دمای $^{\circ}\text{C}$ قرار دارد. چند درصد از جرم آب تبخیر شود تا بقیه آن به یخ $^{\circ}\text{C}$ تبدیل شود؟ (گرمای نهان ذوب یخ $\frac{336}{\text{g}} \text{ J}$ و گرمای نهان تبخیر آب در دمای $^{\circ}\text{C}$ برابر $\frac{2352}{\text{g}} \text{ J}$ است.)
گرمای تبخیر بخشی از آب از انجماد بقیه آب به دست می‌آید.

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \frac{100}{Y} & (2) \quad \frac{600}{Y} \\ (3) \quad 87/5 & (4) \quad 12/5 \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره یکی از چالش‌هایی که در مسیر حل این سؤال وجود دارد، این است که احساس می‌کنید اطلاعات مسئله ناقص است و ارتباط بین متن سؤال و خواسته آن را نمی‌توانید درک کنید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا گرمای تبخیر و انجماد آب را با هم برابر قرار داده و یک رابطه بین جرم تبخیر شده و منجمد به دست آورید. سپس جمع جرم‌های به دست آمده را برابر با جرم کل قرار داده و درصد جرم تبخیر شده را به دست آورید.

درس نامه درس‌نامه تست‌های ۱۰۲ و ۱۰۸ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گرمایی که جرم m' از آب دریافت کرده تا بخار شود، برابر مقدار گرمایی است که جرم $(m - m')$ از آب از دست داده تا به یخ تبدیل شود پس:

$$m' \text{ بخار آب} \xrightarrow{\frac{Q_r}{m' L_v}} m \text{ آب } ^{\circ}\text{C} \xleftarrow{\frac{Q_l}{(m-m') L_F}} (m - m') \text{ یخ}$$

$$|Q_l| = |Q_r| \Rightarrow (m - m') L_F = m' L_v \Rightarrow 336(m - m') = 2352m' \Rightarrow m' = \frac{336}{2688} m \Rightarrow m' = 12/5 m$$

تست و پاسخ ۲۵

چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟

الف) در رساناهای فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی، بیشتر از اتم‌ها است.

ب) گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن جانوران خونگرم، نمونه‌ای از همرفت طبیعی است.

پ) سطوح تیره، ناصاف و مات نسبت به سطوح صاف، درخشان و روشن تابش گرمایی بیشتری دارند.

ت) تف‌سنج تابشی که برای اندازه‌گیری دماهای بالا کاربرد دارد، جزء دماسنج‌های معیار به شمار می‌آید.

$$(1) \quad 4 \qquad (2) \quad 3 \qquad (3) \quad 2 \qquad (4) \quad 1$$

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره جمله «ت» در این تست جمله خطرناکی است و ممکن است شمار را به سمت ۲ که یک دام تستی است سوق دهد.

پاسخ تشریحی بررسی عبارات:

عبارت «الف» درست است. در رساناهای فلزی علاوه بر اتم‌ها، الکترون‌های آزاد هم در رسانش گرمایی نقش دارند که این نقش بیشتر از نقش اتم‌ها در رسانش گرمایی است.

عبارت «ب» نادرست است. زیرا انتقال گرما در بدن به خاطر پمپ‌شدن خون توسط قلب صورت می‌گیرد و در حالتی که پمپ داشته باشیم، همرفت از نوع واداشته است.

عبارت «پ» درست است.

عبارت «ت» نادرست است؛ زیرا تف‌سنج نوری جزء دماسنج‌های معیار به حساب می‌آید. (نه تف‌سنج تابشی)

تست و پاسخ ۲۶

کدام یک از عبارات‌های زیر دربارهٔ ترموکوپل درست است؟

الف) یکی از دماسنج‌های معیار به شمار می‌رود.

ب) گسترهٔ دماسنجی یک ترموکوپل به جنس دو سیم به کاررفته در آن بستگی دارد.

پ) کمیت دماسنجی آن، جریان الکتریکی است.

ت) مزیت ترموکوپل این است که دمای اجسام را به سرعت اندازه‌گیری می‌کند.

۴) پ و ت

۳) الف و ب

۲) ب و ت

۱) الف و پ

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره یک سؤال از متن کتاب درسی در سبک چهار عبارتی! ترکیبی که طراحان کنکور به آن علاقه‌مند شده‌اند.

پاسخ تشریحی

الف) دماسنج ترموکوپل به دلیل دقت کم‌تر آن نسبت به دماسنج‌های گازی، مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر)، از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شده است. ✗

ب) گسترهٔ دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد؛ مثلاً در یکی از انواع ترموکوپل که جنس سیم‌ها از آلیاژهای خاصی (آلیاژ آلومل و آلیاژ کرومل) است، گسترهٔ دماسنجی از 27°C تا 1372°C است. ✓

پ) کمیت دماسنجی «دماسنج ترموکوپل»، ولتاژ است. ✗

ت) مزیت ترموکوپل این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد. ✓

تست و پاسخ ۲۷

دمای جسمی را به مقدار معینی کاهش می‌دهیم. اگر دمای این جسم برحسب درجهٔ سلسیوس 20° درصد و برحسب کلوین 5° درصد کاهش یابد، دمای اولیهٔ جسم چند درجهٔ فارنهایت است؟

۴) $195/8$

۳) $104/9$

۲) ۹۱

۱) $163/8$

پاسخ: گزینه ۴

درس‌نامه

۱) رابطهٔ بین دما برحسب کلوین و درجهٔ سلسیوس به صورت مقابل است:

دما برحسب کلوین (K)

$$T = \theta + 273$$

دما برحسب درجهٔ سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

دما برحسب درجهٔ سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

دما برحسب درجهٔ فارنهایت ($^{\circ}\text{F}$)

۲) یکی از یکاهای رایج دما، فارنهایت است. رابطهٔ بین دما برحسب درجهٔ فارنهایت و درجهٔ سلسیوس به صورت مقابل است:

پاسخ تشریحی گام اول: با توجه به این که دمای جسم برحسب درجه سلسیوس 20° درصد و برحسب کلونین 5° درصد کاهش می یابد، داریم:

$$\theta_r = \theta_1 - \frac{2}{100} \theta_1 \Rightarrow \theta_r = \frac{98}{100} \theta_1 \quad T_r = T_1 - \frac{5}{100} T_1 \Rightarrow T_r = \frac{95}{100} T_1$$

گام دوم: حالا با استفاده از رابطه $T = \theta + 273$ می توانیم بنویسیم:

$$T_r = \frac{95}{100} T_1 \Rightarrow \theta_r + 273 = \frac{95}{100} (\theta_1 + 273) \xrightarrow{\theta_r = \frac{98}{100} \theta_1} \frac{98}{100} \theta_1 + 273 = \frac{95}{100} (\theta_1 + 273)$$

$$\xrightarrow{\times 100} 98\theta_1 + 100 \times 273 = 95\theta_1 + 95 \times 273 \Rightarrow 3\theta_1 = 5 \times 273 \Rightarrow \theta_1 = 91^\circ \text{ C}$$

گام سوم: در آخر دمای اولیه جسم (θ_1) را برحسب درجه فارنهایت به دست می آوریم:

$$F_1 = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \xrightarrow{\theta_1 = 91^\circ \text{ C}} F_1 = \frac{9}{5} \times 91 + 32 \Rightarrow F_1 = 195.8^\circ \text{ F}$$

تست و پاسخ ۲۸

دمای یک ورقه مستطیل شکل فولادی به ابعاد 5 cm و 10 cm را 90° F افزایش می دهیم. محیط این ورقه چند میلی متر افزایش می یابد؟
(ضریب انبساط طولی فولاد $\frac{1}{C} \times 10^{-6}$ است.)

۶ (۴)

۳ (۳)

۰/۳۶ (۲)

۰/۱۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره حتماً حواستان به واحدها (مثلاً تبدیل فارنهایت به درجه سلسیوس) باشد، وگرنه سؤال را خیلی راحت از دست می دهید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا محیط اولیه ورقه را به دست بیاورید، سپس با تبدیل دما برحسب درجه فارنهایت به دما برحسب درجه سلسیوس و با استفاده از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ ، مقدار افزایش محیط ورقه را محاسبه کنید.

درس نامه ۱۰۰ (۱) درس نامه ۲ سؤال ۱۰۷ را بخوانید.

(۲) میله ای به طول L را در نظر بگیرید (شکل «الف»). اگر دمای میله را افزایش دهیم، طول میله نیز افزایش پیدا می کند (شکل «ب»). این افزایش طول (ΔL) به تغییرات دما، طول اولیه و جنس آن بستگی دارد و رابطه آن به صورت زیر است:



$L_1 = 5 + 10 + 5 + 10 = 30 \text{ cm}$ ۱۰ cm ۵ cm

پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا محیط اولیه ورقه را حساب می کنیم.

گام دوم: تغییر دمای ورقه را برحسب درجه سلسیوس به دست می آوریم.

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

گام سوم: حالا می توانیم مقدار افزایش محیط ورقه را محاسبه کنیم.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \xrightarrow[\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ \text{ C}}]{L_1 = 30 \text{ cm}, \Delta \theta = 50^\circ \text{ C}} \Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 30 \times 50 \Rightarrow \Delta L = 0.018 \text{ cm یا } \Delta L = 0.018 \text{ mm}$$

تست و پاسخ ۲۹

طول دو میله مسی و آهنی در دمای 10°C با هم برابر است. اگر دمای دو میله را به 50°C برسانیم، اختلاف طول آن‌ها به $1/2\text{ mm}$ می‌رسد. اختلاف طول میله‌ها در دمای 40°C چند میلی‌متر است؟ (ضریب انبساط طولی مس و آهن به ترتیب $\frac{1}{8} \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ و $\frac{1}{2} \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است.)

چون آهن $\alpha_{\text{مس}} > \alpha_{\text{آهن}}$ و آهن $L_1 = L_2$ است، پس در اثر افزایش دمای یکسان، طول میله مسی بیشتر افزایش می‌یابد.

$$0/6 \quad (2)$$

$$0/5 \quad (1)$$

$$1 \quad (4)$$

$$0/9 \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از اختلاف طول دو میله در دمای 50°C ، مقدار طول اولیه آن‌ها را به دست آورید، سپس اختلاف طول آن‌ها را در دمای 40°C محاسبه کنید.

درس نامه درس نامه ۲ سوال ۱۰۸ را بخوانید.

پاسخ تشریحی با توجه به اختلاف طول دو میله در دمای 50°C و از آن‌جا که آهن $\alpha_{\text{مس}} > \alpha_{\text{آهن}}$ است، داریم:

$$L_2 - L_1 = 1/2 \text{ mm} \quad \frac{L_2 = L_1(1 + \alpha_{\text{مس}}\Delta\theta)}{L_1 = L_1(1 + \alpha_{\text{آهن}}\Delta\theta)} \rightarrow L_1(1 + \alpha_{\text{مس}}\Delta\theta) - L_1(1 + \alpha_{\text{آهن}}\Delta\theta) = 1/2$$

$$\Rightarrow L_1 + L_1\alpha_{\text{مس}}\Delta\theta - L_1 - L_1\alpha_{\text{آهن}}\Delta\theta = 1/2 \Rightarrow L_1\Delta\theta(\alpha_{\text{مس}} - \alpha_{\text{آهن}}) = 1/2 \quad \frac{\Delta\theta = 50 - 10 = 40^\circ\text{C}}{\alpha_{\text{مس}} = 1/8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}, \alpha_{\text{آهن}} = 1/2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}}$$

$$L_1 \times 40 \times (1/8 \times 10^{-5} - 1/2 \times 10^{-5}) = 1/2 \Rightarrow L_1 = \frac{1}{4} \times 10^4 = 5 \times 10^3 \text{ mm}$$

حالا می‌توانیم اختلاف طول دو میله مسی و آهنی را در دمای 40°C به دست آوریم.

$$L'_2 - L'_1 = L_1(1 + \alpha_{\text{مس}}\Delta\theta') - L_1(1 + \alpha_{\text{آهن}}\Delta\theta') = L_1 + L_1\alpha_{\text{مس}}\Delta\theta' - L_1 - L_1\alpha_{\text{آهن}}\Delta\theta'$$

$$\Rightarrow L'_2 - L'_1 = L_1\Delta\theta'(\alpha_{\text{مس}} - \alpha_{\text{آهن}})$$

$$\frac{L_1 = 5 \times 10^3 \text{ mm}}{\Delta\theta' = 40 - 10 = 30^\circ\text{C}} \rightarrow L'_2 - L'_1 = 5 \times 10^3 \times 30 \times (1/8 \times 10^{-5} - 1/2 \times 10^{-5}) \Rightarrow L'_2 - L'_1 = 0/9 \text{ mm}$$

تکنیک به ازای اختلاف دمای $\Delta\theta = 50 - 10 = 40^\circ\text{C}$ ، اختلاف طول دو میله $1/2\text{ mm}$ است. از آن‌جا که تغییرات طول نسبت به

دما رابطه خطی دارد، تغییرات طول را به ازای $\Delta\theta' = 40 - 10 = 30^\circ\text{C}$ ، را با تناسب زیر به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta L}{\Delta L'} = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'} \quad \frac{\Delta L = 1/2 \text{ mm}}{\Delta\theta = 40^\circ\text{C}, \Delta\theta' = 30^\circ\text{C}} \rightarrow \frac{1/2}{\Delta L'} = \frac{40}{30} \Rightarrow \Delta L' = 0/9 \text{ mm}$$

تست و پاسخ ۳۰

اگر گرمایی که دمای m گرم آب را 36°F افزایش می‌دهد، به m گرم یخ 0°C بدهیم، چند درصد از جرم یخ، ذوب می‌شود؟

چون یخ در دمای 0°C است، پس هر چه گرم‌تر بگیرد، تبدیل به آب می‌شود.

$$(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}, L_F = 336 \text{ J/g})$$

$$25 \quad (4)$$

$$62/5 \quad (3)$$

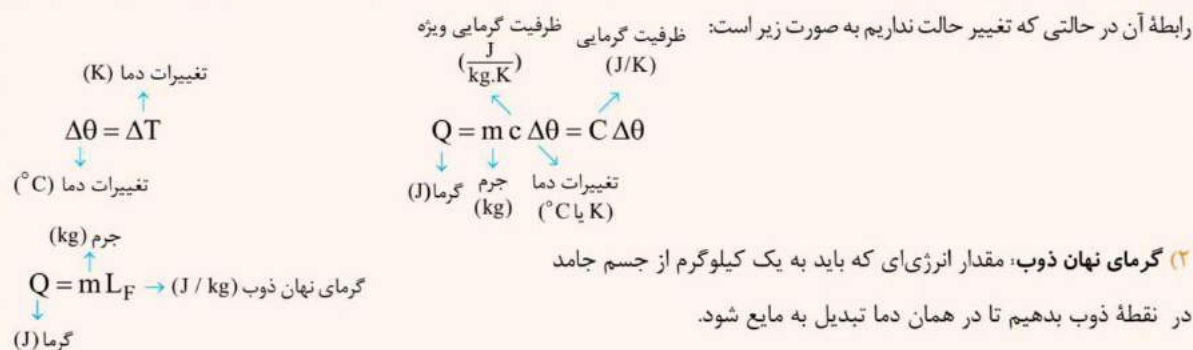
$$37/5 \quad (2)$$

$$75 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا تغییر دما برحسب درجه فارنهایت را برحسب درجه سلسیوس به دست بیاورید، سپس با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ مقدار گرمایی که به آب داده شده و با استفاده از رابطه $Q = mL_F$ مقدار یخ ذوب شده را به دست بیاورید.

درس نامه ۱۰۰۰ (۱) گرما: به مقدار انرژی‌ای که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم، از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود، گرما می‌گوییم و



پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا تغییر دما برحسب درجه فارنهایت را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow 36 = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ \text{ C}$$

گام دوم: حالا مقدار گرمایی را که به m کیلوگرم آب داده شده است، محاسبه می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow[c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}]{\Delta\theta = 20^\circ \text{ C}} Q = m \times 4200 \times 20$$

گام سوم: چون یخ در دمای 0° C قرار دارد، پس گرمایی که می‌گیرد، صرف تغییر حالت آن می‌شود؛ بنابراین گرمای Q می‌تواند مقدار

$$Q = m'L_F \xrightarrow[L_F = 336000 \text{ J/kg}]{Q = m \times 4200 \times 20} m \times 4200 \times 20 = m' \times 336000 \Rightarrow m' = \frac{m}{4}$$

مقدار $\frac{m}{4}$ از جرم یخ ذوب می‌شود.

$$\frac{m}{4} \times 100 = 25\% = \text{درصد جرم یخ ذوب شده}$$



شرکت تعاونی خدمات آموزشی کارکنان
سازمان سنجش آموزش کشور

۱ ۲ فقط عبارت «ب» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) فرایند ذوب، فرایندی گرماگیر است. (×)

ب) برای بیشتر اجسام، افزایش فشار وارد بر جسم سبب افزایش نقطه ذوب می‌شود. (✓)

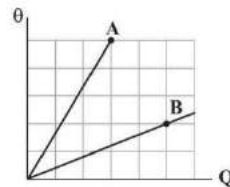
دقت کنید: برای برخی از مواد مانند یخ، افزایش فشار باعث کاهش نقطه ذوب می‌شود.

ج) در ارتفاعات بالای کوه، تخم‌مرغ دیرتر می‌پزد، زیرا در فشار کم، نقطه جوش آب پایین می‌آید و در نتیجه زمان بیشتری برای پختن تخم‌مرغ لازم است. (×)

د) با تغییر حالت ماده، حجم و چگالی آن تغییر می‌کند. مثلاً در دمای صفر درجه سلسیوس، چگالی یخ کمتر از آب است. (×)

۲ ۲

شیب نمودار دما برحسب گرمای داده‌شده به یک جسم، برابر عکس ظرفیت گرمایی آن است، بنابراین با کمک نمودار داده‌شده می‌توانیم نسبت ظرفیت گرمایی دو جسم را محاسبه کنیم.



$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{\text{شیب نمودار A}}{\text{شیب نمودار B}} = \frac{\frac{2}{5}}{\frac{5}{3}} = \frac{6}{25}$$

در ادامه می‌توان نوشت:

$$C = mc = \rho Vc \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{c_A}{c_B}$$

$$\Rightarrow \frac{6}{25} = \frac{0.8}{1} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{9}{100} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{100}{9}$$

۱ ۳

گام اول: محاسبه انرژی گرمایی (تلف‌شده) در هر ساعت:

$$Q = mc\Delta\theta = 2 \times 10^6 \times 4200 \times (45 - 15) = 2.52 \times 10^{11} \text{ J}$$

گام دوم: محاسبه انرژی خروجی (مفيد) از نیروگاه در یک ساعت:

$$P_{\text{خروجی}} \times \Delta t = 210 \times 10^6 \times 3600 = 7.56 \times 10^{11} \text{ J}$$

گام سوم: محاسبه درصد بازده نیروگاه:

$$Ra = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی خروجی} + \text{انرژی تلف‌شده}} \times 100$$

$$\Rightarrow Ra = \frac{7.56 \times 10^{11}}{2.52 \times 10^{11} + 7.56 \times 10^{11}} \times 100 = \frac{7.56}{2.52 + 7.56} \times 100 = \frac{7.56}{10.08} \times 100 = \frac{3}{4} \times 100 = 75\%$$

۱ ۴ با توجه به این‌که مجموع حجم دو مایع برابر ۱۰۰ لیتر است،

اگر حجم آب برابر V_1 لیتر باشد، آنگاه حجم الکل برابر $V_2 = 100 - V_1$ لیتر است. در ادامه برای محاسبه دمای تعادل می‌توان نوشت:

$$\theta_c = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{\rho_1 V_1 c_1 \theta_1 + \rho_2 V_2 c_2 \theta_2}{\rho_1 V_1 c_1 + \rho_2 V_2 c_2}$$

$$\Rightarrow 30 = \frac{1 \times V_1 \times 4200 \times 60 + 0.8 \times (100 - V_1) \times 2100 \times 25}{1 \times V_1 \times 4200 + 0.8 \times (100 - V_1) \times 2100}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن به ۲۱۰۰}} 30 = \frac{120V_1 + 2000 - 20V_1}{2V_1 + 80 - 0.8V_1} \Rightarrow 30 = \frac{100V_1 + 2000}{1.2V_1 + 80}$$

$$\Rightarrow 36V_1 + 2400 = 100V_1 + 2000 \Rightarrow 400 = 64V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{25}{4} \text{ L}$$

در ادامه جرم آب و الکل را محاسبه می‌کنیم.

$$m_{\text{آب}} = \rho_1 V_1 = 1 \times \frac{25}{4} = \frac{25}{4} \text{ kg} = 6.25 \text{ kg}$$

$$m_{\text{الکل}} = \rho_2 V_2 = 0.8 \times (100 - \frac{25}{4}) = 75 \text{ kg}$$

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{آب}} + m_{\text{الکل}} = 6.25 + 75 = 81.25 \text{ kg}$$

بنابراین:

۴ ۵ گام اول: محاسبه حداقل مقدار m:

حداقل مقدار m زمانی رخ می‌دهد که همه یخ، ذوب شده و به آب با دمای صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، در این حالت داریم:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m L_F = m \times \frac{2100}{4} \times 20 + m \times \frac{336000}{8 \times 4200}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{یخ}} = 90m \times 4200$$

$$|Q_{\text{آب}}| = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 2 \times 4200 \times 20 = 40 \times 4200$$

$$\xrightarrow{|Q_{\text{یخ}}| = |Q_{\text{آب}}|} 90m \times 4200 = 40 \times 4200 \Rightarrow m = \frac{4}{9} \text{ kg} > 400 \text{ g}$$

گام دوم: با توجه به این‌که $m > 400 \text{ g}$ است، هنگامی که ۴۰۰ گرم آب با دمای صفر درجه سلسیوس را با جرم m از آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم، دمای تعادل به ۴۰ درجه سلسیوس نزدیک‌تر است، بنابراین دمای تعادل بیشتر از ۲۰ درجه سلسیوس خواهد بود که فقط گزینه (۴) این ویژگی را دارد.

۱ ۶ برای محاسبه تغییر حجم فلز به کاررفته در یک جسم می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} \\ \Delta V = \frac{m}{\rho} \beta \frac{Q}{mc} \Rightarrow \Delta V = \frac{\beta Q}{\rho c} \end{cases}$$

با توجه به این‌که دو کره هم‌جنس هستند، ρ و c برای آن‌ها یکسان است و چون به هر دو گرمای یکسانی داده‌ایم، Q دو کره هم برابر است، بنابراین تغییر حجم فلز به کاررفته در دو کره با هم برابر است.

دقت: در رابطه فوق، وجود یا عدم وجود حفره و یا اندازه حفره اهمیتی ندارد، به همین دلیل نیازی به دانستن شعاع داخلی کره توخالی نداشتیم.

۷ ۴ برای آن که میله‌ها به هم برسند، مجموع افزایش طول آن‌ها باید برابر 0.5 cm شود.

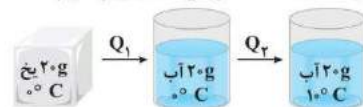
$$\begin{aligned} \begin{cases} \Delta L_1 = L_1 \alpha_1 \Delta \theta \\ \Delta L_2 = L_2 \alpha_2 \Delta \theta \end{cases} &\Rightarrow \Delta L_1 + \Delta L_2 = (L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) \Delta \theta \\ \Rightarrow 0.5 &= (20 \times 6 / 25 \times 10^{-5} + 120 \times 3 / 125 \times 10^{-5}) \times \Delta \theta \\ \Rightarrow 0.5 &= (125 \times 10^{-5} + 275 \times 10^{-5}) \times \Delta \theta \\ \Rightarrow 0.5 &= 5 \times 10^{-3} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C} \end{aligned}$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta = \frac{9}{5} \times 100 = 180^\circ \text{F}$$

۸ ۴ ابتدا دمای نهایی آب را بر حسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow \theta = 10^\circ \text{C}$$

شکل زیر مراحل تبدیل یخ 0°C را به آب 10°C نشان می‌دهد، بنابراین داریم:



$$\begin{aligned} \begin{cases} Q_1 = mL_F = 20 \times 336 = 6720 \text{ J} \\ Q_2 = mc\Delta\theta = 20 \times 4 / 2 \times 10 = 840 \text{ J} \end{cases} \\ \Rightarrow Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = 6720 + 840 = 7560 \text{ J} \end{aligned}$$

۹ ۲ با توجه به این که بنزین، زمان کافی برای هم‌دم شدن با محیط

داشته است، دمای نهایی آن را 40°C در نظر می‌گیریم. در این صورت برای محاسبه حجم بنزین بیرون ریخته می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta = 10^{-3} \times 55 \times (40 - 12) = 1.54 \text{ L}$$

بنابراین 1.54 لیتر بنزین روی زمین ریخته شده است.

۱۰ ۴ تابش گرمایی، سریع‌ترین راه انتقال گرما است، زیرا در این

روش، سرعت انتقال برابر سرعت نور است، بنابراین گزینه (۴) عبارت نادرستی است. سایر گزینه‌ها با توجه به متن کتاب درسی صحیح هستند.

۱۱ ۲ انرژی پتانسیل گرانشی گلوله‌ها صرف گرم کردن آن‌ها می‌شود،

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \begin{cases} Q_1 = U_1 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta \theta_1 = m_1 g h_1 \Rightarrow \Delta \theta_1 = \frac{g h_1}{c_1} = \frac{r g h}{c_1} \\ Q_2 = U_2 \Rightarrow m_2 c_2 \Delta \theta_2 = m_2 g h_2 \Rightarrow \Delta \theta_2 = \frac{g h_2}{c_2} = \frac{g h}{c_2} \end{cases} \\ \Rightarrow \frac{\Delta \theta_1}{\Delta \theta_2} = \frac{\frac{r g h}{c_1}}{\frac{g h}{c_2}} = \frac{c_2}{c_1} \xrightarrow{\text{گلوله‌ها هم جنس هستند}} \frac{\Delta \theta_1}{\Delta \theta_2} = 2 \end{aligned}$$

۱۲ ۲ نیمی از کار نیروی اصطکاک، دمای جسم را 0.5°C بالا برده

است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q = mc\Delta\theta = 4 \times 420 \times 0.5 = 840 \text{ J} \xrightarrow{Q = \frac{1}{2} |W_{fk}|} W_{fk} = -1680 \text{ J}$$

کار نیروی اصطکاک برابر -1680 J است، بنابراین انرژی جسم در پایین سطح شیبدار به اندازه 1680 J کم‌تر از انرژی جسم در بالای سطح شیبدار است.

$$\begin{aligned} E_{\text{پایین}} - E_{\text{بالا}} &= 1680 \text{ J} \Rightarrow mgh - \frac{1}{2}mv^2 = 1680 \\ \xrightarrow{h = 10 \sin 37^\circ = 6 \text{ m}} 4 \times 10 \times 6 - \frac{1}{2} \times 4 v^2 &= 1680 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 24v^2 = 72 \Rightarrow v^2 = 3 \Rightarrow v = \frac{6}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۳ ۱ در این سؤال، بازده گرمکن 100 درصد نمی‌باشد، یعنی فقط

بخشی از گرمای داده شده به آب توسط گرمکن صرف بالا بردن دمای آن می‌شود. کل گرمای داده شده توسط گرمکن برابر $Q_{\text{کل}} = Pt$ می‌باشد که فقط قسمتی از آن ($Q_{\text{مفید}}$) صرف بالا بردن دمای آب می‌شود.

$$\text{بازده: } Ra = \frac{Q_{\text{مفید}}}{Q_{\text{کل}}} \Rightarrow Q_{\text{مفید}} = Ra \times Q_{\text{کل}} = Ra \times Pt$$

در ادامه با توجه به رابطه‌های $Q_{\text{مفید}} = mc\Delta\theta$ و $Q_{\text{کل}} = Ra \times Pt$ ،

می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \begin{cases} mc\Delta\theta = Ra \times Pt \Rightarrow t = \frac{mc\Delta\theta}{Ra \times P} \\ 158 = \frac{9}{5} \theta_f + 32 \Rightarrow \theta_f = 70^\circ \text{C} \\ \Delta\theta = \theta_f - \theta_i = 70^\circ - 20^\circ = 50^\circ \text{C} \\ Ra = \frac{50}{100} = \frac{1}{2} \end{cases} \\ \Rightarrow t = \frac{0.4 \times 420 \times 50}{\frac{1}{2} \times 2000} = 84 \text{ s} \end{aligned}$$

۱۴ ۱ برفکی که در صبح‌های سرد زمستان روی شیشه پنجره

می‌نشیند، بخار آبی است که به طور مستقیم به بلورهای یخ تبدیل شده است، که به این تغییر حالت، چگالش بخار به جامد گفته می‌شود.

۱۵ ۲ مایع‌های A و B مجموعاً ۳۰۰ kJ گرما از دست داده‌اند که همین مقدار گرما را مایع C گرفته است تا به دمای تعادل برسد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q_C = C\Delta\theta \Rightarrow 300 \times 10^3 = 15 \times 10^3 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

بنابراین دمای مایع C از 20°C به 40°C رسیده است و در نتیجه دمای تعادل برابر 40°C است.

دقت کنید: برای حل کردن این سؤال نیازی به دانستن ظرفیت گرمایی مایع‌های A و B نداریم.

۱۶ ۳ ضریب انبساط طولی این فلز برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta\theta \times 100 = 0.5$$

$$\Rightarrow \alpha \times 50 \times 100 = 0.5 \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$$

با افزایش دمای 100 درجه‌ای، درصد افزایش مساحت این صفحه فلزی برابر است با:

$$2\alpha \Delta\theta \times 100 = 2 \times 10^{-4} \times 100 \times 100 = 2\%$$

۱۷ ۱ با افزایش دما به اندازه 5°C ، حجم جیوه به اندازه 27

میلی‌متر و حجم ظرف به اندازه 2 میلی‌لیتر زیاد می‌شوند، بنابراین 25 میلی‌لیتر جیوه بیرون می‌ریزد. در ادامه با یک تناسب ساده داریم:

$$\begin{cases} \Delta\theta = 5^\circ\text{C} \Rightarrow 25\text{mL جیوه بیرون می‌ریزد} \\ \Delta\theta = ? \Rightarrow 5\text{mL جیوه بیرون می‌ریزد} \end{cases} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{5 \times 5}{25} = 1^\circ\text{C}$$

۱۸ ۴ شکل (۱) یک دماسنج «بیشینه - کمینه» را نشان می‌دهد که

از آن معمولاً در باغداری و پرورش گیاهان استفاده می‌شود. شکل (۲) یک دماسنج ترموکوپل را نشان می‌دهد که معمولاً در مدارهای الکترونیکی استفاده می‌شود. این دماسنج به دلیل **کوچک بودن جرم محل اتصال**، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن را اندازه می‌گیرد به تعادل گرمایی می‌رسد.

با توجه به این توضیحات، عبارتهای «ج» و «د» نادرست هستند.

۱۹ ۴ گام اول: محاسبه جرم یخ ذوب شده:

$$|Q_{\text{مس}}| = mL_F \Rightarrow m_{\text{مس}} c_{\text{مس}} |\Delta\theta| = mL_F$$

$$\Rightarrow m \times 420 \times 120 = m \times 336000 \Rightarrow m = 0.15\text{m}_{\text{مس}}$$

بنابراین جرم یخ ذوب‌شده برابر 0.15 جرم مس است.

گام دوم: محاسبه دمای تعادل:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{m_{\text{مس}} \times 420 \times 180 + 0.15 m_{\text{مس}} \times 420 \times 0}{m_{\text{مس}} \times 420 + 0.15 m_{\text{مس}} \times 420}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن به } 4200} \theta_e = \frac{18}{0.1 + 0.15} \Rightarrow \theta_e = \frac{18}{0.25} = 72^\circ\text{C}$$

۲۰ ۴ گام اول: محاسبه حجم و جرم یخ:

$$V = Ah = 25 \times 10^{-6} \times 0.6 = 15 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = 900 \times 15 \times 10^{-6} = 13.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

گام دوم: محاسبه گرمای مورد نیاز برای ذوب کردن یخ:

$$Q = mL_F = 13.5 \times 10^{-3} \times 336000 = 4.54 \times 10^3 \text{ J}$$

گام سوم: محاسبه زمان مورد نیاز برای ذوب شدن یخ:

$$Q = P\Delta t \Rightarrow 4.54 \times 10^3 = 4.32 \times 10^3 \times \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = 2/16 \times 10^6 \text{ s} = 600 \text{ h} = 25 \text{ روز}$$

۲۱ ۲ گام اول: محاسبه حجم و جرم کره:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 20^3 = 32000 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 8 \times 32000 = 256000 \text{ g} = 256 \text{ kg}$$

گام دوم: محاسبه تغییر دمای کره:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 12/8 \times 10^6 = 256 \times 500 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$$

گام سوم: محاسبه افزایش طول شعاع:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta = 20 \times 10^{-5} \times 100 = 0.02 \text{ cm}$$

۲۲ ۱ در دمای 20°C گلوله از حلقه (۱) عبور می‌کند، ولی از حلقه (۲)

عبور نمی‌کند، بنابراین در دمای 20°C ، شعاع گلوله از شعاع حلقه (۱) کم‌تر و از شعاع حلقه (۲) بیشتر است.

$$20^\circ\text{C} \text{ در دمای } R_p < R_{\text{گلوله}} < R_1$$

با پایین آوردن دما و رساندن آن به صفر درجه سلسیوس، گلوله از هر دو حلقه عبور می‌کند، بنابراین در این دما، شعاع گلوله از شعاع هر دو حلقه کم‌تر می‌شود.

$$R'_{\text{گلوله}} < R'_p \text{ و } R'_{\text{گلوله}} < R'_1 \text{ در دمای صفر درجه سلسیوس}$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، گلوله ابتدا از حلقه (۲) عبور نمی‌کرده، ولی در دمای صفر درجه سلسیوس از آن عبور می‌کند، بنابراین با کاهش دما، تغییر شعاع گلوله بیشتر از تغییر شعاع حلقه (۲) است و در نتیجه ضریب انبساط آن بزرگ‌تر است.

حال اگر دما را بالا برده و به 40°C برسانیم، چون ضریب انبساط گلوله بیشتر از حلقه (۲) است، گلوله بیشتر از حلقه منبسط می‌شود و قطعاً از درون حلقه (۲) عبور نخواهد کرد.

دقت کنید: چون گلوله در هر دو دمای صفر و 20°C درجه سلسیوس از حلقه (۱)

عبور می‌کرد، نمی‌توان در مورد عبور آن از حلقه در دمای 40°C اظهارنظر قطعی کرد.

۲۳ ۳ درصد تغییرات طول و درصد تغییرات حجم برابر هستند با:

$$\text{درصد تغییرات طول} = \alpha \Delta\theta \times 100$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = 3\alpha \Delta\theta \times 100$$

$$\frac{\text{درصد تغییرات حجم}}{\text{درصد تغییرات طول}} = \frac{3\alpha \times \Delta\theta}{\alpha \times \Delta\theta} = 3 \times \frac{4\Delta\theta}{\Delta\theta} = 12$$

بنابراین:

در نتیجه:

$$\frac{\text{درصد تغییرات حجم}}{\text{درصد تغییرات طول}} = 12 \Rightarrow \frac{\text{درصد تغییرات حجم}}{0.2} = 12$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات حجم} = 0.2 \times 12 = 2.4\%$$

۲۴ بازه زمانی ۱۸ را برای حل سوال انتخاب می‌کنیم تا حل

راحت‌تر شود. در این بازه زمانی مقدار گرمای تولیدشده توسط گرمکن را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = Pt = 3000 \times 1 = 3000 \text{ J}$$

در همین بازه زمانی، گرمای گرفته‌شده توسط جسم را نیز محاسبه می‌کنیم، دقت کنید که دما در هر ثانیه ۴K افزایش می‌یابد، بنابراین:

$$Q_{\text{فلز}} = C\Delta\theta = 300 \times 4 = 1200 \text{ J}$$

بنابراین مقدار گرمای هدررفته برابر است با:

$$3000 - 1200 = 1800 \text{ J}$$

بنابراین درصد گرمای هدررفته برابر است با:

$$\text{درصد گرمای هدررفته} = \frac{1800}{3000} \times 100 = 60\%$$

۲۵ ترموکوپل به علت دقت پایین آن نسبت به دیگر دماسنج‌های

معیار، از سال ۱۹۹۰ از این مجموعه کنار گذاشته شد.

سایر گزینه‌ها با توجه به متن کتاب درسی صحیح هستند.

۲۶ گرمایی که فلز از دست می‌دهد به آب و گرماسنج می‌رسد،

بنابراین آب و گرماسنج در مجموع ۲۶/۴ kJ گرم گرفته‌اند و می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 1 \times 4200 \times (\theta_c - 20) \\ Q_{\text{گرماسنج}} = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta_{\text{گرماسنج}} = 200 \times (\theta_c - 20) \end{cases}$$

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 26/4 \times 10^3 \text{ J}$$

$$26/4 \times 10^3 = 4200 \times (\theta_c - 20) + 200 \times (\theta_c - 20)$$

$$\Rightarrow 26/4 \times 10^3 = 4400 \times (\theta_c - 20)$$

$$\Rightarrow \theta_c - 20 = \frac{264}{44} = 6 \Rightarrow \theta_c = 26^\circ \text{C}$$

۲۷ برای محاسبه درصد افزایش مساحت فضای خالی، آن را مانند

یک صفحه دایره‌ای پر فرض می‌کنیم، بنابراین:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{2 \times \alpha \times A_1 \times \Delta T}{A_1} \times 100 = 2 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 0/24$$

پس مساحت حفره ۰/۲۴ درصد افزایش می‌یابد.

۲۸ از بین موارد اشاره‌شده، دماسنج‌های گازی، مقاومت پلاتینی

و تفسنج از دماسنج‌های معیار محسوب می‌شوند و سایر موارد جزء دماسنج‌های معیار محسوب نمی‌شوند.

۲۹ ابتدا دمای ثانویه را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$\theta_F = \frac{9}{5} \theta_C + 32 \Rightarrow 122 = \frac{9}{5} \theta_C + 32 \Rightarrow \theta = 50^\circ \text{C}$$

درصد تغییر طول a برابر است با:

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta\theta \times 100 = 0/5$$

$$\Rightarrow \alpha \times 50 \times 100 = 0/5 \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$$

به ازای افزایش دمای صفحه به اندازه ۱۰۰°C، درصد افزایش مساحت حفره برابر است با:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha \Delta\theta \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد افزایش مساحت} = 2 \times 10^{-4} \times 100 \times 100 = 2\%$$

۳۰ با توجه به رابطه دما در مقیاس سلسیوس و کلونین داریم:

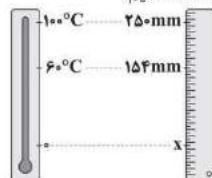
$$\frac{T_F}{T_1} = 2 \xrightarrow{T = \theta + 273} \frac{273 + \theta_F}{273 + \theta_1} = 2 \xrightarrow{\theta_F = \Delta\theta_1} \frac{273 + \Delta\theta_1}{273 + \theta_1} = 2$$

$$\Rightarrow 273 + \Delta\theta_1 = 546 + 2\theta_1 \Rightarrow 3\theta_1 = 273 \Rightarrow \theta_1 = 91^\circ \text{C}$$

با توجه به رابطه دما در مقیاس فارنهایت و سلسیوس داریم:

$$\theta_F = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_F = \frac{9}{5} \times 91 + 32 \Rightarrow \theta_F = 195/8^\circ \text{F}$$

۳۱ روش اول: می‌توانیم از شکل زیر استفاده کنیم:



$$\frac{60 - 100}{100 - 25} = \frac{154 - x}{25 - x} \Rightarrow 60 \times (25 - x) = 100 \times (154 - x)$$

$$\Rightarrow 750 - 60x = 15400 - 100x \Rightarrow 40x = 14650 \Rightarrow x = 10 \text{ mm}$$

روش دوم: می‌توانیم معادله خط رسم‌شده را به دست آوریم، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\left[\frac{\theta}{y} \right] = m \left[\frac{h}{x} \right] + b \Rightarrow \begin{cases} x = 154, y = 60: 60 = m \times 154 + b \quad (1) \\ x = 250, y = 100: 100 = m \times 250 + b \quad (2) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{کم کردن (2) از (1)}} 40 = 96m \Rightarrow m = \frac{40}{96} = \frac{5}{12}$$

$$60 = \frac{5}{12} \times 154 + b \Rightarrow b = -\frac{25}{6}$$

بنابراین:

در نتیجه معادله خط رسم‌شده برابر است با:

$$\left[\frac{\theta}{y} \right] = \frac{5}{12} \left[\frac{h}{x} \right] - \frac{25}{6} \Rightarrow \theta = \frac{5}{12} h - \frac{25}{6}$$

حال کافی است ببینیم در مخلوط آب و یخ ($\theta = 0$)، ارتفاع ستون مایع چند میلی‌متر است.

$$\theta = 0 \Rightarrow 0 = \frac{5}{12} h - \frac{25}{6} \Rightarrow h = 10 \text{ mm}$$

۳۲ اتلاف انرژی نداریم، بنابراین:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_c - \theta_{\text{آب}})$$

$$+ m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} (\theta_c - \theta_{\text{فلز}}) + C_{\text{گرماسنج}} (\theta_c - \theta_{\text{گرماسنج}}) = 0$$

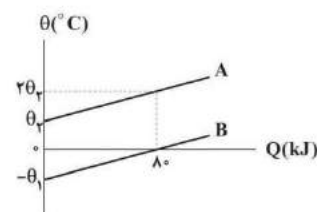
$$\Rightarrow 1 \times 4200 \times (30 - 10) + 1 \times 4200 \times (30 - \theta_{\text{فلز}}) + 1500 \times (30 - 72) = 0$$

$$\Rightarrow 30 - \theta_{\text{فلز}} = -50 \Rightarrow \theta_{\text{فلز}} = 80^\circ \text{C}$$

در قسمت افقی که دما ثابت است، جسم جامد در حال ذوب شدن است. مطابق نمودار داده شده در سؤال، جسم (۱) در مدت زمان کمتری ذوب شده است و در نتیجه گرمای کمتری دریافت کرده است، بنابراین می توان نوشت:

$$Q'_1 < Q'_2 \Rightarrow m_1 L_F < m_2 L_F \xrightarrow{m_1 = m_2} L_F < L_F$$

۳۲۷ در رابطه $Q = C\Delta\theta$ ظرفیت گرمایی است، بنابراین شیب نمودار تغییرات دما برحسب گرما برابر عکس ظرفیت گرمایی است.



ظرفیت گرمایی دو جسم با هم برابر است، بنابراین شیب نمودار دو جسم با هم برابر است و داریم:

$$C_A = C_B \Rightarrow \text{شیب } A = \text{شیب } B \Rightarrow \frac{2\theta_1 - \theta_1}{\lambda_0} = \frac{\theta_1}{\lambda_0} \Rightarrow \theta_1 = \theta_1$$

پس تغییرات دمای جسم B برابر است با:

$$\Delta\theta = 1/\Delta\theta_1 - (-\theta_1) \xrightarrow{\theta_1 = \theta_1} \Delta\theta = 2/\Delta\theta_1$$

جسم B برای افزایش دما به اندازه θ_1 مقدار 80 kJ گرما گرفته است، پس با یک تناسب ساده می توانیم گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای جسم B را به دست می آوریم:

$$\frac{80}{Q} \times \frac{\theta_1}{2/\Delta\theta_1} \Rightarrow Q = \frac{80 \times 2/\Delta\theta_1}{\theta_1} = 200 \text{ kJ}$$

۳۲۸ عبارت های «ب»، «ج» و «د» با توجه به متن کتاب درسی صحیح هستند.

بررسی عبارت نادرست:

الف) در دماهای زیر 500°C ، عمده تابش گرمایی به صورت فروسرخ است.

۳۲۹ نسبت جرم دو جسم را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$\frac{V_A = 2V_B}{\rho_A = \rho_B} \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = \frac{1}{12}$$

به کمک رابطه $Q = mc\Delta\theta$ و نوشتن یک تناسب ساده اندازه تغییرات دمای جسم B را به دست می آوریم:

$$\Delta F_A = \frac{9}{5} \Delta\theta_A \Rightarrow 18 = \frac{9}{5} \Delta\theta_A \Rightarrow \Delta\theta_A = 10^\circ \text{C}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} \Rightarrow \frac{Q}{2Q} = \frac{1}{12} \times \frac{\Delta\theta_B}{10}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta_B = 60^\circ \text{C}$$

۳۳ طرحواره زیر، گرمایی که یخ در هر مرحله می گیرد تا به آب 40°C تبدیل شود و همین طور گرمایی که بخار آب 100°C از دست می دهد تا به آب 40°C تبدیل شود را نشان می دهد.

$$\text{آب } 40^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{آب } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_F} \text{یخ } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } -10^\circ \text{C}$$

$$\text{آب } 40^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_3} \text{آب } 100^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_V} \text{بخار آب } 100^\circ \text{C}$$

اگر اطلاعات مربوط به یخ را با اندیس (۱) و اطلاعات مربوط به بخار آب را با اندیس (۲) نشان دهیم، با استفاده از پایستگی انرژی داریم:

$$Q_1 + Q_F + Q_2 = |Q_V| + |Q_3|$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_1 L_F + m_1 c_{\text{آب}} \Delta\theta'_1 = m_2 L_V + m_2 c_{\text{آب}} |\Delta\theta'_2|$$

$$\Rightarrow m_1 \times 2/1 \times 10 + m_1 \times 336 + m_1 \times 4/2 \times 40 = 50 \times 2268 + 50 \times 4/2 \times 60$$

$$\Rightarrow 21m_1 + 336m_1 + 168m_1 = 113400 + 12600$$

$$\Rightarrow 525m_1 = 126000 \Rightarrow m_1 = 240 \text{ g}$$

۳۴ با پایین آمدن گلوله از ارتفاع 200 متری، انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می شود و پس از برخورد به زمین، 40 درصد از این انرژی صرف بالا بردن دمای جسم می شود. با توجه به این توضیحات می توان نوشت:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 = K_2 \Rightarrow \frac{4}{10} U_1 = Q \Rightarrow \frac{4}{10} \times mgh = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{4}{10} \times 10 \times 200 = c \times 2 \Rightarrow c = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$$

۳۵ اگر اطلاعات مربوط به ظرف را با اندیس (۱) و اطلاعات مربوط به آب را با اندیس (۲) نشان دهیم، گرمایی که آب و ظرف می گیرند، برابر است با:

$$\begin{cases} \text{گرمای ظرف: } Q_1 = m_1 c_1 \Delta\theta = C_1 \Delta\theta = 210 \Delta\theta \\ \text{گرمای آب: } Q_2 = m_2 c_2 \Delta\theta = 0/2 \times 4200 \times \Delta\theta = 840 \Delta\theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q_t = Q_1 + Q_2 = 210 \Delta\theta + 840 \Delta\theta = 1050 \Delta\theta$$

بنابراین:

$$\frac{Q_1}{Q_t} = \frac{210 \Delta\theta}{1050 \Delta\theta} = \frac{20}{100}$$

پس 20 درصد از کل گرمای گرفته شده، صرف بالا بردن دمای ظرف شده است.

۳۶ مطابق نمودار داده شده در سؤال، هر دو جسم گرما می گیرند و دمای آن ها بالا می رود تا به نقطه ذوب برسند، بنابراین چون آهنگ دریافت گرما یکسان است و هم چنین مدت زمانی که طول می کشد تا دو جسم به نقطه ذوب برسند، نیز یکسان است، داریم:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 = m_2 c_2 \Delta\theta_2$$

$$\xrightarrow{m_1 = m_2} \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} > \Delta\theta_2 \Rightarrow c_1 < c_2$$

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{100 \times 380 \times 192 + 380 \times 4200 \times 20}{100 \times 380 + 380 \times 4200}$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{192 + 42 \times 20}{1 + 42} \Rightarrow \theta_e = 24^\circ \text{C}$$

دمای گلوله مسی از 192°C به 24°C رسیده است، پس 168°C کاهش یافته است، بنابراین:

$$\Delta \theta_F = \frac{9}{5} \Delta \theta_C = \frac{9}{5} \times 168 = 302/4^\circ \text{F}$$

عبارت‌های «الف» و «د» درست هستند.

بررسی عبارت‌هاک نادرست:

(ب) جامدهای آمورف برخلاف جامدهای بلورین، نقطه ذوب معین ندارند و در گستره‌ای از دما ذوب می‌شوند.
(ج) نقطه جوش هر مایع علاوه بر جنس آن، به مواردی هم چون فشار وارد بر آن نیز بستگی دارد.

ابتدا دمای آب را برحسب درجه سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow 82/4 = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow \theta = 28^\circ \text{C}$$

برای رسیدن آب به نقطه جوش، میزان افزایش دمای آن برابر است با:

$$\Delta \theta = 100 - 28 = 72^\circ \text{C} = 72 \text{K}$$

دقت کنید: تغییرات دما برحسب کلوین و درجه سلسیوس با هم برابر هستند.

گام اول: مقدار گرمایی که می‌تواند ۲ kg یخ صفر درجه

سلسیوس را به آب 1°C تبدیل کند، به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta + mL_F = 2 \times 4000 \times 10 + 2 \times 300000 = 68 \times 10^4 \text{ J}$$

گام دوم: تغییرات دمای مکعب را با دریافت $68 \times 10^4 \text{ J}$ گرما به دست

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

می‌آوریم:

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{68 \times 10^4}{10 \times 500} = 136^\circ \text{C}$$

درصد تغییرات طول مکعب برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta\theta}{L_1} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات طول} = \alpha \Delta\theta \times 100 = 10^{-5} \times 136 \times 100 = 0/136\%$$

۴۴ ۱ بررسی عبارت‌ها:

(الف) فرایند میعان، فرایندی گرماده است. (✓)

(ب) برای بیشتر اجسام، افزایش فشار وارد بر جسم سبب افزایش دمای نقطه ذوب می‌شود. دقت کنید که برای برخی از مواد مانند یخ، افزایش فشار باعث کاهش دمای نقطه ذوب می‌شود. (✓)

(ج) در ارتفاعات بالای کوه، تخم‌مرغ دیرتر می‌پزد، زیرا در فشار کم، نقطه جوش آب پایین می‌آید و در نتیجه زمان بیشتری برای پختن تخم‌مرغ لازم است. (✗)

(د) با تغییر حالت ماده، حجم و چگالی آن تغییر می‌کند و جرم آن ثابت می‌ماند، برای مثال چگالی یخ کمتر از آب است. (✗)

بررسی گرم شدن آب توسط گرمکن‌های A و B:

$$\begin{cases} Q = (P_A + P_B) \Delta t \\ Q = mc \Delta \theta \end{cases} \Rightarrow (P_A + P_B) \Delta t = mc \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta t = 25 \times 60 \text{ s}}{c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}} \rightarrow (P_A + P_B) \times (25 \times 60) = 2 \times 4200 \times (100 - 20)$$

$$\Rightarrow P_A + P_B = \frac{2 \times 4200 \times 80}{25 \times 60} = 2240 \text{ W} \quad (1)$$

بررسی تبخیر شدن آب توسط گرمکن‌های B و C:

$$\begin{cases} Q = (P_B + P_C) \Delta t \\ Q = mL_V \end{cases} \Rightarrow (P_B + P_C) \Delta t = mL_V$$

رابطه (۲):

$$\frac{\Delta t = 25 \times 60 \text{ s}}{L_V = 560 \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} (P_B + P_C) \times (25 \times 60) = 2 \times (560 \times 4200)$$

$$\Rightarrow P_B + P_C = \frac{2 \times 560 \times 4200}{25 \times 60} = 3136 \text{ W} \quad (2)$$

در نهایت با کم کردن رابطه (۱) از رابطه (۲) داریم:

$$(P_B + P_C) - (P_A + P_B) = 3136 - 2240$$

$$\Rightarrow P_C - P_A = 896 \text{ W}$$

توان گرمکن 896 W وات بیشتر از توان گرمکن A است.

۴۶ ۳

چون بعد از رسیدن به تعادل مقداری یخ صفر درجه سلسیوس باقی‌مانده است، بنابراین دمای نهایی مخلوط آب و یخ، صفر درجه سلسیوس می‌باشد و در حل این سؤال از مقادیر $c_{\text{آب}} = \frac{1}{4} c_{\text{یخ}}$ و $L_F = 80^\circ \text{C}$ استفاده می‌شود و داریم:

$$\begin{array}{ccc} \text{۲۰۰ گرم آب } 20^\circ \text{C} & \xrightarrow{Q_1} & \text{۲۰۰ گرم آب } 0^\circ \text{C} \\ Q = mc_{\text{آب}} \Delta\theta & & Q = mc_{\text{آب}} \times (0 - 20) = -20 \cdot mc_{\text{آب}} \end{array}$$

$$Q = mc_{\text{آب}} \times (0 - 20) = -20 \cdot mc_{\text{آب}}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{۱۰۰ گرم یخ } 20^\circ \text{C} & \xrightarrow{Q_2} & \text{۱۰۰ گرم یخ } 0^\circ \text{C} \\ \text{۱۰۰ گرم آب } 50^\circ \text{C} & \xrightarrow{Q_3} & \text{۱۰۰ گرم آب } 0^\circ \text{C} \end{array}$$

$$Q' = 100 \cdot c_{\text{یخ}} \Delta\theta + 50 \cdot L_F$$

$$\Rightarrow Q' = 100 \cdot \frac{c_{\text{آب}}}{4} \times 20 + 50 \times 80 = 5000 \cdot c_{\text{آب}}$$

با توجه به اصل بقای انرژی داریم:

$$Q + Q' = 0 \Rightarrow -20 \cdot mc_{\text{آب}} + 5000 \cdot c_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow m = 250 \text{ g}$$

۴۷ ۱ با توجه به این که طول میله مرکب ۲mm افزایش یافته است، باید مجموع انبساط دو میله برابر ۲mm باشد، بنابراین داریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow 180 = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta L_{Al} + \Delta L_{Cu} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Rightarrow (L_{Al} \alpha_{Al} \Delta \theta) + (L_{Cu} \alpha_{Cu} \Delta \theta) = 2 \times 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{L_{Al} = L_{Cu} = L_1} L_1 \Delta \theta (\alpha_{Al} + \alpha_{Cu}) = 2 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow L_1 \times 100 \times (4 \times 10^{-5}) = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow L_1 = 0.5 \text{ m} = 500 \text{ mm}$$

۴۸ ۴ با تخلیه مقداری از هوا، فشار روی سطح مایع کاهش پیدا می کند و آهنگ تبخیر سطحی در مایع افزایش می یابد. در این صورت انرژی درونی مایع کاهش یافته و دمای آن کم می شود.

۴۹ ۴ ابتدا مقدار گرمایی را حساب می کنیم که آب ۱۵°C باید از دست بدهد تا به آب ۰°C تبدیل شود.

$$|Q_1| = mc \Delta \theta = 0.4 \times 4200 \times 15 = 25200 \text{ J}$$

اکنون مشخص می کنیم این مقدار گرما چند گرم یخ ۰°C را ذوب می کند.
 $Q_1 = m' L_F \Rightarrow 25200 = 336000 m' \Rightarrow m' = 75 \text{ g}$
 یعنی مقداری یخ ذوب نشده در ظرف باقی می ماند. در این صورت مخلوط آب و یخ داریم و دمای تعادل، صفر درجه سلسیوس است.

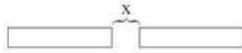
۵۰ ۳ با استفاده از رابطه محاسبه تغییرات طول بر حسب تغییرات دما داریم:

$$\begin{cases} \Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \\ L_1 = 10 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Delta F = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow (220 - 40) = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow \Delta L = 10 \times 5 \times 10^{-5} \times 100 = 0.05 \text{ cm}$$

۵۱ ۱ برای فهم راحت تر، ابتدا شکل دو قطعه متوالی را می کشیم:



با توجه به شکل مشخص است که برای رسیدن و برخورد دو قطعه به یکدیگر، باید مجموع افزایش طول آن ها (که با یکدیگر برابر هستند) مساوی با x می شود:

$$\Delta L = x \quad (*)$$

دقت کنید، افزایش طول در اثر انبساط برای قطعات ریل از دو سمت صورت می گیرد. واحد اندازه گیری تغییرات دما را به درجه سلسیوس تبدیل می کنیم:

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

بنابراین طبق رابطه انبساط طولی و رابطه (*) داریم:

$$L_1 \alpha \Delta \theta = x \Rightarrow 20 \times 5 \times 10^{-5} \times 50 = x$$

$$\Rightarrow x = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

۵۲ ۳ تبادل گرما فقط بین یخ و آب صورت می گیرد، بنابراین:

$$15^\circ \text{C آب} \xleftarrow{Q_3} 0^\circ \text{C آب} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ \text{C یخ} \xrightarrow{Q_1} -6^\circ \text{C یخ}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \Delta \theta_1 + m' L_F = m_2 c_2 \Delta \theta_2$$

$$\xrightarrow{\substack{c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}} \\ L_F = 80 c_{\text{آب}}, c_{\text{آب}} = c}} 145 \times 6 \times \frac{c}{2} + (145 - 85) \times 80 c = m \times 15 \times c$$

$$\Rightarrow m = 349 \text{ g}$$

۵۳ ۲ گرمای انتقال یافته از گرمکن به آب برابر است با:

$$Q = mc \Delta \theta = 4 \times 4200 \times 60 = 1008 \times 10^3 \text{ J}$$

برای محاسبه توان گرمایی می توان نوشت:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{1008 \times 10^3}{14 \times 60} = 1200 \text{ W}$$

۵۴ ۲ با افزایش فشار محیط، نقطه ذوب یخ، کاهش می یابد، یعنی

یخ تمایل به ذوب شدن پیدا می کند. در این صورت گرما از محیط دریافت می کند، بنابراین یخ با گرفتن گرما از محیط و کاهش دمای محیط، شروع به ذوب شدن می کند.

۵۵ ۲ مجموع افزایش طول دو میله برابر با ۲mm است. با توجه به

رابطه تغییرات طول با دما داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha_1 \Delta \theta + L_2 \alpha_2 \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 0.2 = 40 \times 2 \times 10^{-5} \Delta \theta + 80 \times 4 \times 10^{-5} \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 0.2 = (8 \times 10^{-4} + 32 \times 10^{-4}) \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{0.2}{4 \times 10^{-3}} = 50^\circ \text{C}$$

۵۶ ۳ مطابق نمودار داده شده در سؤال، دمای جسم جامد با

گرفتن ۴۲kJ گرما، ۱۰۰C افزایش یافته است، بنابراین داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 42 \times 10^3 = m \times 2100 \times (273 - 263) \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

همچنین با گرفتن گرمای ۶۷۲kJ - ۷۱۴، کل جسم ذوب می شود و داریم:

$$Q' = mL_F \Rightarrow (714 - 42) \times 10^3 = 2 \times L_F$$

$$\Rightarrow L_F = \frac{672000}{2} = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

حال فرض کنیم به همان جسم جامد اولیه، گرمای ۲۱۰kJ داده شود، مانند حالت قبل، ۴۲kJ از این گرما باعث بالا رفتن دمای جسم می شود و بقیه گرما مقداری از جسم را ذوب می کند.

$$Q'' = m' L_F \Rightarrow (210 - 42) \times 10^3 = m' \times 336000$$

$$\Rightarrow m' = \frac{168000}{336000} = 0.5 \text{ kg}$$

۵۷ ۴ در این جا جسم گرما از دست می دهد و آب گرما می گیرد، اما

چون ۱/۵ گرما به محیط اطراف داده می شود، ۴/۵ از گرمای جسم به آب داده خواهد شد، بنابراین می توان نوشت:

$$\begin{cases} m_p = 80 \text{ g} \\ \theta_p = 30^\circ \text{C} \\ c_p = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}} \end{cases} \quad \text{جسم} \quad \begin{cases} C_1 = 210 \frac{\text{J}}{^\circ \text{C}} \\ \theta_1 = 90^\circ \text{C} \end{cases}$$

$$Q_p + \frac{4}{5} Q_1 = 0 \Rightarrow m_p c_p (\theta_e - \theta_p) + \frac{4}{5} C_1 (\theta_e - \theta_1) = 0$$

$$\Rightarrow 80 \times 4/2 \times (\theta_e - 30) + \frac{4}{5} \times 210 \times (\theta_e - 90) = 0$$

$$\Rightarrow 8 \times 42 (\theta_e - 30) = 8 \times 210 (90 - \theta_e)$$

$$\Rightarrow 2\theta_e - 60 = 90 - \theta_e \Rightarrow \theta_e = 50^\circ \text{C}$$

۵۸ ۲ با استفاده از پایستگی انرژی، دمای تعادل را به دست می آوریم:

مایع ↑ میله ↑

گرماسنج ↓

$$Q_1 + Q_p + Q_r = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + C_p (\theta_e - \theta_p) + m_p c_p (\theta_e - \theta_p) = 0$$

$$\Rightarrow 2/5 \times 400 \times (\theta_e - 20) + 500 \times (\theta_e - 20) + 1 \times 1000 \times (\theta_e - 200) = 0$$

$$\Rightarrow \theta_e - 20 + \frac{1}{2} \theta_e - 10 + \theta_e - 200 = 0 \Rightarrow \frac{5}{2} \theta_e = 230 \Rightarrow \theta_e = 92^\circ \text{C}$$

پس دمای نهایی میله ۹۲C می شود:

$$1000 \alpha \Delta \theta = 1000 \times 2/5 \times 10^{-5} \times (92 - 200)$$

$$\Rightarrow 2/5 \times 10^{-3} \times (-100) = -0.27$$

دقت کنید: علامت منفی به معنی کاهش طول میله است.

۵۹ ۴ چون توان گرمکن ثابت است، پس داریم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{\Delta t_1} = \frac{Q_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{mL_F}{\Delta t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{c \times (90 - 40)}{180} = \frac{L_F}{612 - 180} \Rightarrow \frac{5}{18} c = \frac{L_F}{432}$$

$$\Rightarrow L_F = \frac{5 \times 432}{18} c = 120c$$

۶۰ ۲ تغییر دمای میله برای آن که طول آن از ۶m

به ۶/۰۹m برسد، برابر است با:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 0.09 = 6 \times 1/5 \times 10^{-5} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

بنابراین گرمای موردنیاز برابر است با:

$$Q = C \Delta \theta = 6000 \times 100 = 600000 \text{ J}$$

توان گرمکن ۲۰۰ وات است، بنابراین زمان موردنیاز برای تأمین گرمای ۶۰۰۰۰J برابر است با:

$$Q = Pt_1 \Rightarrow 600000 = 200 t_1 \Rightarrow t_1 = 3000 \text{ s}$$

۶۱ ۲ چون در نهایت ۳۰g یخ ۳۰C به باقی مانده است، بنابراین دمای

تعادل ۳۰C است. از طرفی، ۱۲۰g یخ ۱۲۰C به آب ۳۰C تبدیل شده تا

آب ۵۰C را به آب ۳۰C تبدیل کند، بنابراین می توان نوشت:

$$m_{\text{یخ}} L_F = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta \Rightarrow 120 \times 336 \times 10^3 = m_{\text{آب}} \times 4200 \times 50$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = 192 \text{ g}$$

۶۲ ۱ ابتدا افزایش دمای میله ها را برحسب درجه سلسیوس به

دست می آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{5}{9} \Delta F = \frac{5}{9} \times 360 = 200^\circ \text{C}$$

حالا باید تغییر طول هر میله را به ازای ۲۰۰C به دست آوریم:

$$\Delta L_{\text{Cu}} = L_{\text{Cu}} \alpha_{\text{Cu}} \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \Delta L_{\text{Cu}} = 2 \times 1/8 \times 10^{-5} \times 200 = 5/2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.5 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{\text{Fe}} = L_{\text{Fe}} \alpha_{\text{Fe}} \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \Delta L_{\text{Fe}} = 2 \times 1/2 \times 10^{-5} \times 200 = 4/8 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.5 \text{ mm}$$

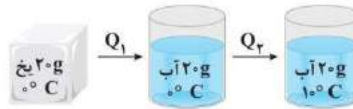
بنابراین:

$$\Delta L_{\text{Cu}} - \Delta L_{\text{Fe}} = 5/2 - 4/8 = 2/4 \text{ mm}$$

۶۳ ابتدا دمای نهایی آب را برحسب درجهٔ سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = 10^\circ \text{C}$$

شکل زیر مراحل تبدیل یخ 0°C را به آب 10°C نشان می‌دهد، بنابراین داریم:



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

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 20 \times 4/2 \times 10 = 840 \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = 6720 + 840 = 7560 \text{ J}$$

۶۴ اگر ظرفیت گرمایی ظرف، مایع و قطعه فلز به ترتیب C_p ، C_f و C_s باشد و θ_e و θ_p ، θ_s به ترتیب دمای ظرف، قطعه فلز و دمای تعادل نهایی باشد و Q گرمای تلف‌شده باشد، با استفاده از پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$(C_f + C_p)(\theta_e - \theta_s) + C_s(\theta_e - \theta_p) = -Q$$

$$\Rightarrow (150 + 10 \times 50) \times (15 - 5) + C_p(15 - 75) = -3000$$

$$\Rightarrow C_p = 250 \frac{\text{J}}{^\circ \text{C}}$$