نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: گرما - متوسط ۲

مرکز مشاوره تحصیلی راه روشن

۱) در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس، دمای جسم برحسب درجه‌ی سلسیوس و درجه‌ی فارنهایت با هم برابر می‌شود؟

۱) -۴۰
۲) ۲۳۳
۳) -۲۰
۴) ۲۵۳

پاسخ: گزینه ۱

رابطه‌ی مقیاس دمای فارنهایت (F) و سلسیوس (θ) به صورت $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$ است. بنابراین:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \xrightarrow{F=\theta} \theta = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow -\frac{۴}{۵}\theta = ۳۲$$

$$\Rightarrow \theta = -۴۰^\circ C$$

۲) اگر دمای جسمی برحسب درجه‌ی فارنهایت ۱۰ برابر شود، دمای آن برحسب درجه‌ی سلسیوس ۲۰ برابر می‌شود. دمای ثانویه‌ی جسم، برحسب کلوین کدام است؟

۱) ۱۶
۲) ۳۲۰
۳) ۲۸۹
۴) ۵۹۳

پاسخ: گزینه ۴

می‌دانیم که رابطه‌ی مقیاس دمای فارنهایت (F) و سلسیوس (θ) به صورت $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$ است. بنابراین:

$$\frac{F_۲}{F_۱} = \frac{\frac{۹}{۵}\theta_۲ + ۳۲}{\frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲} \xrightarrow[\frac{F_۲}{F_۱}=۱۰]{\theta_۲ = ۲۰\theta_۱} ۱۰ = \frac{\frac{۹}{۵}(۲۰\theta_۱) + ۳۲}{\frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲}$$

$$\Rightarrow ۱۸\theta_۱ + ۳۲۰ = ۳۶\theta_۱ + ۳۲ \Rightarrow ۱۸\theta_۱ = ۲۸۸$$

$$\Rightarrow \theta_۱ = ۱۶^\circ C \Rightarrow \theta_۲ = ۲۰\theta_۱ = ۳۲۰^\circ C$$

پس دمای ثانویه برحسب کلوین برابر است با:

$$T_۲ = \theta_۲ + ۲۷۳ = ۵۹۳\ K$$

۳ دماسنجی در فشار جو متعارف، نقطهٔ ذوب یخ خالص را -۳۰° و نقطهٔ جوش آب خالص را ۱۲۰° نشان می‌دهد. اگر این دماسنج دمای جسمی را ۳۰° نشان دهد، دمای این جسم بر حسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟

۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰
۴) ۹۰

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا با استفاده از رابطهٔ بین دماسنج معلوم (سلسیوس) و دماسنج نامعلوم داریم:

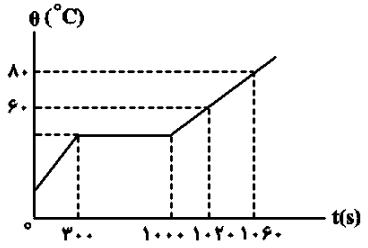
$$\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \xrightarrow[x_1=-۳۰^\circ \quad x_2=۱۲۰^\circ]{\theta_1=۰^\circ C \quad \theta_2=۱۰۰^\circ C}$$

$$\frac{\theta-۰}{۱۰۰-۰}=\frac{x-(-۳۰)}{۱۲۰-(-۳۰)} \Rightarrow \theta=\frac{۱۰۰(x+۳۰)}{۱۵۰} \Rightarrow \theta=\frac{۲}{۳}x+۲۰$$

اگر در رابطه به دست آمده، به جای x، دمای جسم در مقیاس نامعلوم (یعنی ۳۰°) را قرار دهیم، داریم:

$$\theta=\frac{۲}{۳}x+۲۰ \xrightarrow{x=۳۰^\circ} \theta=\frac{۲}{۳}\times ۳۰+۲۰=۴۰^\circ C$$

۴) اگر به جسم جامد فرضی به جرم g ۵۰ با توان ثابت W ۱۰ گرما داده شود، نمودار دما برحسب زمان آن مطابق شکل زیر است. به‌ترتیب از راست به چپ نقطهٔ ذوب آن چند درجهٔ سلسیوس و گرمای نهان ذوب آن چند $\frac{kJ}{kg}$ است؟ (از هرگونه اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



۱) ۴۰ ، ۱۴۰

۲) ۴۰ ، ۲۰۰

۳) ۵۰ ، ۱۴۰

۴) ۵۰ ، ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به گرمای داده شده در مدت زمان ۱۰۲۰ ثانیه تا ۱۰۶۰ ثانیه که جسم در حالت مایع است، داریم:

$$P\,t = mc(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow ۱۰ \times ۴۰ = (۵۰ \times ۱۰^{-۳}) \times c \times (۸۰ - ۶۰)$$

$$\Rightarrow c = ۴۰۰ \frac{J}{kg.K}$$

و در مدت زمان ۱۰۰۰ تا ۱۰۲۰ ثانیه داریم:

$$Pt' = mc(\theta_1 - \theta) \Rightarrow ۱۰ \times ۲۰ = (۵۰ \times ۱۰^{-۳}) \times ۴۰۰ \times (۶۰ - \theta)$$

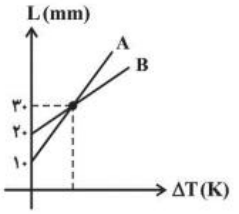
$$\Rightarrow \theta = ۵۰^\circ C$$

بنابراین نقطهٔ ذوب جسم برابر با $۵۰^\circ C$ می‌باشد. در مدت زمان ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ ثانیه جسم در حال ذوب شدن است. در نتیجه داریم:

$$Pt = mL_F \Rightarrow ۱۰ \times ۷۰۰ = (۵۰ \times ۱۰^{-۳}) L_F$$

$$\Rightarrow L_F = ۱۴۰۰۰۰ \frac{J}{kg} \Rightarrow L_F = ۱۴۰ \frac{kJ}{kg}$$

۵) با توجه به نمودار تغییرات طول میله‌های نازک A و B نسبت به تغییرات دما، نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله B کدام است؟



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ داریم:

$$L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow L_2 = \alpha L_1 \Delta T + L_1$$

می‌توان نتیجه گرفت که شیب نمودار $L - \Delta T$ برابر αL_1 می‌باشد:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta L_A = ۳۰ - ۱۰ = ۲۰\ mm \\ \Delta L_B = ۳۰ - ۲۰ = ۱۰\ mm \\ \Delta L = \alpha L_1 \Delta T \end{array}\right\} \xrightarrow{\Delta T_A = \Delta T_B} \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{\alpha_A L_{1A}}{\alpha_B L_{1B}}$$

از طرفی: $L_{1A} = ۱۰\ mm \quad , \quad L_{1B} = ۲۰\ mm$

بنابراین: $\frac{۲۰}{۱۰} = \frac{۱۰}{۲۰} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = ۴$

۶) دو نوار آلومینیمی و آهنی در اختیار داریم. طول نوار آهنی در دمای اتاق برابر $۴۵۰\ cm$ است. طول نوار آلومینیمی در همین دما چند سانتی‌متر باشد تا به‌ازای تغییر دمای یکسان اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند؟ ($\alpha_{\text{آلومینیم}} = ۲۴ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{k}$ و $\alpha_{\text{آهن}} = ۸ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{k}$)

۱) ۱۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۰۰
۴) ۱۲۵۰

پاسخ: گزینه ۱

برای آنکه اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند باید تغییر طول دو نوار همواره برابر باشد، بنابراین:

$$\Delta L_{\text{آهن}} = \Delta L_{\text{آلومینیم}} \Rightarrow \alpha_{\text{آهن}} L_{۱\text{آهن}} \Delta T = \alpha_{\text{آلومینیم}} L_{۱\text{آلومینیم}} \Delta T$$
$$\Rightarrow ۲۴ \times ۱۰^{-۶} \times L_{۱\text{آلومینیم}} = ۸ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۵۰ \Rightarrow L_{۱\text{آلومینیم}} = ۱۵۰\ cm$$

۷) میله‌ای به طول ۱۰۰ سانتی‌متر و با ضریب انبساط طولی $۱۹ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}$ ، در دمای $۲۰^\circ C$ قرار دارد. اگر دمای این میله به $۱۲۰^\circ C$ برسد، طول آن نسبت به حالت اولیه چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟

۱) ۱/۹
۲) ۲
۳) ۱/۸
۴) ۲/۱

پاسخ: گزینه ۱

طبق رابطه‌ی افزایش طول برحسب افزایش دما، داریم:

$$\Delta l = l_۱ \alpha \Delta T$$

$$\Delta T = ۱۲۰ - ۲۰ = ۱۰۰\ K,\ \alpha = ۱۹ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}\ \ L_۱ = ۱ m$$

$$\Rightarrow \Delta l = ۱ \times ۱۹ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰ = ۱۹ \times ۱۰^{-۴}\ m$$
$$\Rightarrow \Delta l = ۱۹ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۳} = ۱/۹ mm$$

۸) دمای یک ورقهٔ مسی را به اندازهٔ $۵۰۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. مساحت آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ ($\alpha_{\text{مس}} = ۱۷ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$)

۱) ۲
۲) ۱/۷
۳) ۱۳
۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha \Delta T \xrightarrow{\text{طرفین را در ۱۰۰ ضرب و بر } A_۱ \text{ تقسیم میکنیم}}$$

$$\frac{\Delta A}{A_۱} \times ۱۰۰ = ۱۰۰ \times ۲\alpha \times \Delta T$$

$$= ۱۰۰ \times ۲ \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶} \times ۵ \times ۱۰^{۲} = ۱/۷\ \%$$

۹) یک‌بار قطعه‌ی فلزی به جرم ۲۰۰ گرم و دمای $220^\circ C$ را درون ۸۰۰ گرم آب $5^\circ C$ و بار دیگر قطعه یخی به جرم ۲۰۰ گرم و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را درون همان مقدار آب $5^\circ C$ می‌اندازیم. در هر دو حالت دمای تعادل از راست به چپ چند درجه‌ی سلسیوس می‌باشد؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید.)

($C_{آب}$ = ۴۲۰۰ $\left(\frac{j}{kg.^\circ C}\right)$ و L_F = ۳۳۶ $\frac{Kj}{Kg}$ و گرمای ویژه‌ی فلز = ۴۰۰ $\frac{J}{kg.^\circ C}$)

۱) ۲۴ و ۲
۲) ۱۰ و صفر
۳) ۲۴ و صفر
۴) ۱۰ و ۲

پاسخ: گزینه ۲

دمای تعادل در حالت اول:

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

$$\Rightarrow \theta_T = \frac{0/2\times 400\times 220 + 0/8\times 4200\times 5}{0/2\times 400 + 0/8\times 4200} = 10^\circ C$$

دمای تعادل در حالت دوم:

$$\underbrace{0/8\times 4200\times(\theta - 5)}_{\text{آب}\rightarrow\text{آب}\ \ 5^\circ C\ \ \theta} + \underbrace{0/2\times 4200\times\theta + 0/2\times 336\times 10^3}_{\text{یه}\rightarrow\text{آب}\ \ 0^\circ C\ \ \theta} = 0$$

به علت این‌که دمای تعادل $\theta > 0$ می‌شود پس دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس می‌باشد و در نهایت مخلوط آب و یخ داریم.

۱۰) مقداری یخ صفر درجه سلسیوس را با $6kg$ آب $40^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. در این حالت دمای تعادل $10^\circ C$ می‌شود. اگر ۲۵% از جرم یخ اولیه را کم کنیم، با همان شرایط اولیه، دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟ (L_F = ۸۰cآب)

۱) ۱۲
۲) ۱۵
۳) ۱۶
۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳

در حالت اول با داشتن دمای تعادل ابتدا جرم یخ اولیه را به‌دست می‌آوریم:

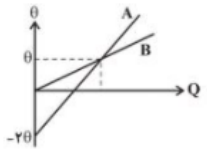
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_{یخ} L_F + m_{یخ} c\Delta\theta_2 + m' c\Delta\theta_3$$
$$\Rightarrow m_{یخ} \times 80c + m_{یخ} c \times 10 = -6c(-30) \Rightarrow m_{یخ} = 2kg$$

اگر ۲۵% جرم یخ کاهش یابد، ۱/۵ کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس و ۶ کیلوگرم آب ۴۰ درجه سلسیوس خواهیم داشت:

$$\Rightarrow m'_{یخ} L_F + m'_{یخ} c\Delta\theta'_2 + m' c\Delta\theta'_3 = 0$$
$$\Rightarrow 1/5 \times 80c + 1/5 \times c(\theta_e - 0) + 6c(\theta_e - 40) = 0 \Rightarrow \theta_e = 16^\circ C$$

(۱۱) نمودار شکل زیر تغییر دمای دو جسم A و B برحسب گرمای داده شده به آن‌ها را نشان می‌دهد. اگر جرم جسم A، ۲ برابر جرم جسم B باشد، نسبت گرمای ویژه جسم A به گرمای ویژه جسم B کدام است؟



۱) ۶
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۳}$

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به رابطه میان دما و گرما خواهیم داشت:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} Q_A = m_A c_A \times (\theta - (-۲\theta)) \\ Q_B = m_B c_B \times (\theta - ۰) \end{cases}$$

$$Q_A = Q_B \xrightarrow{m_A = ۲m_B} ۲m_B c_A ۳\theta = m_B c_B \theta \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{۱}{۶}$$

(۱۲) درون ظرف عایقی مقداری آب با دمای $۱۰۰\,^\circ C$ موجود است. قطعه یخی با دمای $-۲۰\,^\circ C$ را داخل ظرف می‌اندازیم. بعد از ایجاد تعادل، نصف جرم قطعه یخ ذوب شده و نصف آن ذوب نشده باقی می‌ماند. اگر جرم کل آب موجود در ظرف در حالت تعادل برابر با $۳kg$ باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند کیلوگرم بوده است؟ ($c_{یخ} = ۲c_{آب}$ و $L_F = ۸۰c_{آب}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۳

پاسخ: گزینه ۴

چون در نهایت مخلوط آب و یخ داریم، بنابراین دمای تعادل صفر درجه سلسیوس است.

بنابراین ابتدا دمای قطعه یخ از $-۲۰\,^\circ C$ به صفر درجه سلسیوس می‌رسد و سپس

نصف آن ذوب می‌شود. با استفاده از قانون پایستگی انرژی، داریم:

$$m_{یخ} c_{یخ} \Delta\theta_{یخ} + \frac{m_{یخ}}{۲} L_F + m_{آب} c_{آب} \Delta\theta_{آب} = ۰$$
$$\Rightarrow m_{یخ} c_{یخ} (۰ - (-۲۰)) + \frac{m_{یخ}}{۲} \times ۱۶۰ c_{یخ} + m_{آب} \times ۲c_{یخ} (۰ - ۱۰۰) = ۰$$
$$\Rightarrow m_{یخ} = ۲m_{آب}$$

بنابراین جرم یخ اولیه دو برابر جرم آب اولیه موجود در ظرف بوده است.پس از رسیدن به

تعادل، نیمی از جرم یخ ذوب شده است، بنابراین با توجه به این که در نهایت $۳kg$ آب

در ظرف عایق موجود است، داریم:

$$m_{آب} + \frac{m_{یخ}}{۲} = ۳ \Rightarrow \frac{m_{یخ}}{۲} + \frac{m_{یخ}}{۲} = ۳ \Rightarrow m_{یخ} = ۳kg$$

(۱۳) اگر $۴kg$ آب$۲۰^\circ C$ را با $۶kg$ آب $۵۰^\circ C$ مخلوط کنیم، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟ ($c = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$آب و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

۱) ۳۲
۲) ۳۵
۳) ۳۸
۴) ۴۲

پاسخ: گزینه ۳

روش اول: با استفاده از تعریف پایستگی انرژی داریم:

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow m_۱ c_۱ (\theta_e - \theta_۱) + m_۲ c_۲ (\theta_e - \theta_۲) = ۰$$

$$\Rightarrow ۴ \times ۴۲۰۰ \times (\theta_e - ۲۰) + ۶ \times ۴۲۰۰ \times (\theta_e - ۵۰) = ۰ \Rightarrow \theta_e = ۳۸^\circ C$$

روش دوم: در مسائلی که تغییر حالت نداریم، برای محاسبه‌ی دمای تعادل می‌توانیم از رابطه‌ی مربوط به دمای تعادل استفاده کنیم:

$$\theta_e = \frac{m_۱ c_۱ \theta_۱ + m_۲ c_۲ \theta_۲}{m_۱ c_۱ + m_۲ c_۲} = \frac{۴ \times ۴۲۰۰ \times ۲۰ + ۶ \times ۴۲۰۰ \times ۵۰}{۴ \times ۴۲۰۰ + ۶ \times ۴۲۰۰} = ۳۸^\circ C$$

(۱۴) از یک ورق مسی، دو صفحه دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_۱$ و $S_۲ = ۲S_۱$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای $Q_۱$ و به دومی گرمای $Q_۲ = ۲Q_۱$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آنها به ترتیب $\Delta R_۱$ و $\Delta R_۲$ باشد، $\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}$ چقدر است؟

۱) $\sqrt{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) ۲
۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا می‌بایست نسبت شعاع اولیه دو صفحه دایره‌ای شکل و نسبت افزایش دمای دو صفحه را به دست آوریم:

$$S_۲ = ۲S_۱ \Rightarrow \pi R_۲^۲ = ۲\pi R_۱^۲ \Rightarrow R_۲^۲ = ۲R_۱^۲ \Rightarrow R_۲ = \sqrt{۲} R_۱$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow[\text{h=ضخامت ورق}]{V=Sh} \rho = \frac{m}{Sh} \Rightarrow m = \rho Sh$$

$$\Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{S_۲}{S_۱} = ۲ \Rightarrow m_۲ = ۲m_۱$$

$$Q_۲ = ۲Q_۱ \Rightarrow m_۲ c \Delta\theta_۲ = ۲m_۱ c \Delta\theta_۱$$

$$\Rightarrow ۲m_۱ \Delta\theta_۲ = ۲m_۱ \Delta\theta_۱ \Rightarrow \Delta\theta_۱ = \Delta\theta_۲$$

اکنون با استفاده از رابطه محاسبه تغییر شعاع می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱} = \frac{R_۲ . \alpha . \Delta\theta_۲}{R_۱ . \alpha . \Delta\theta_۱} \xrightarrow[\Delta\theta_۱ = \Delta\theta_۲]{R_۲ = \sqrt{۲} R_۱} \frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱} = \sqrt{۲}$$

۱۵) ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را درون یک کتری برقی با توان گرمایی $۳۳۴W$ می‌ریزیم و کتری را به برق متصل می‌کنیم. بعد از $۲۰s$ ، چند گرم یخ در کتری باقی می‌ماند؟ (، ظرفیت گرمایی کتری ناچیز است و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) صفر
۲) ۸۰
۳) ۲۰
۴) ۵۰

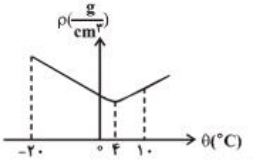
پاسخ: گزینه ۲

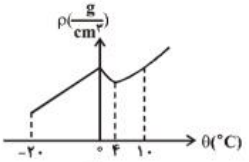
ابتدا جرم یخ ذوب شده را حساب می‌کنیم. در این جا مقدار گرمایی که یخ دریافت می‌کند برابر با گرمای تولید شده توسط قسمت گرماده کتری برقی است. بنابراین می‌توان نوشت:

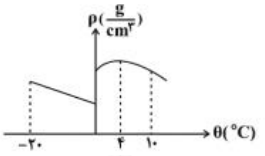
$$U = Q \Rightarrow P.t = mL_F \Rightarrow ۳۳۴ \times ۲۰ = m \times ۳۳۴(\frac{J}{g}) \Rightarrow m = ۲۰g$$

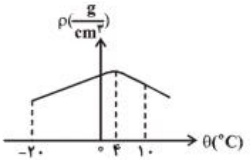
جرم یخ باقی مانده = ۱۰۰ − ۲۰ = $۸۰g$

۱۶) نمودار تغییرات چگالی با دما برای تبدیل مقدار معینی یخ با دمای $-۲۰^\circ C$ به آب با دمای $۱۰^\circ C$، کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۳

از آن‌جا که آب در دمای $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ رفتار غیر عادی دارد، بنابراین در این بازه دمایی با افزایش دما، حجم آب کاهش می‌یابد و بنابر رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ ، چگالی آب افزایش می‌یابد. از آن‌جا که چگالی یخ کم‌تر از چگالی آب است، بنابراین با افزایش دما $-۲۰^\circ C$ از $۰^\circ C$ تا، حجم یخ افزایش و در نتیجه چگالی یخ کاهش می‌یابد و در $۰^\circ C$ که یخ به آب $۰^\circ C$ تبدیل می‌شود، افزایش چگالی خواهیم داشت. در دمای $۴^\circ C$ آب بیش‌ترین چگالی را خواهد داشت و از $۴^\circ C$ به بعد با افزایش دما، چگالی کاهش می‌یابد.

(۱۷) در یک کارگاه ذوب و ساخت ظروف مسی در شهر اصفهان، اگر به وسیله یک کوره الکتریکی به ۲۵ کیلوگرم مس با دمای اولیه $۳۳^\circ C$ ، ۱۲/۶ مگاژول گرما دهیم، چند درصد از آن ذوب می‌شود؟ (نقطه ذوب مس $۱۰۸۳^\circ C$، $L_{F_{مس}} = ۱۴۰ \frac{kJ}{kg}$، $c_{مس} = ۴۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C}$ و از اتلاف گرما صرف‌نظر شود.)

۱) ۲۰

۲) ۴۰

۳) ۶۰

۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا گرمای مورد نیاز برای رساندن دمای مس به نقطه ذوب را به دست می‌آوریم:

$$Q_۱ = m_۱ c\Delta\theta = ۲۵ \times ۴۰۰ \times (۱۰۸۳ - ۳۳) = ۱۰۵۰۰۰۰۰ = ۱۰۵۰۰kJ$$

پس از رسیدن دمای مس به نقطه ذوب، مابقی گرما صرف ذوب $m_۲$ کیلوگرم از آن خواهد شد. داریم:

$$Q_۲ = Q_T - Q_۱ = ۱۲۶۰۰ - ۱۰۵۰۰ = ۲۱۰۰kJ$$

$$Q_۲ = m_۲ L_F \rightarrow ۲۱۰۰ = m_۲ \times ۱۴۰ \rightarrow m_۲ = ۱۵kg$$

لذا درصد مس ذوب شده در این فرایند برابر است با:

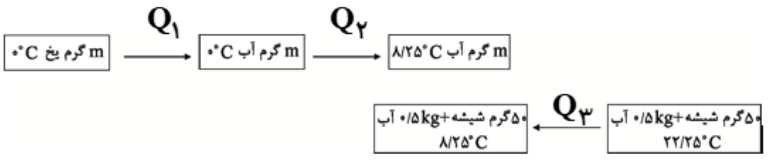
$$\text{درصد مس ذوب شده} = \frac{m_۲}{m_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵}{۲۵} \times ۱۰۰ = \%۶۰$$

(۱۸) در یک لیوان شیشه‌ای به جرم ۵۰ گرم، به اندازه‌ی ۰/۵ کیلوگرم آب $22/25^\circ C$ موجود است. چند قطعه یخ $0^\circ C$ به جرم ۲۰ گرم درون لیوان بیندازیم تا در نهایت دمای مجموعه $8/25^\circ C$ شود؟ ($c_{\text{شیشه}} = 360 \frac{J}{kg.K}$، $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K}$ و $L_F = 80$ آب)

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به طرحواره‌ی زیر داریم:



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$+m_{\text{شیشه}} c_{\text{شیشه}} \Delta\theta_{\text{شیشه}} + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 0$$

$$\Rightarrow m \times 80 c_{\text{آب}} + mc_{\text{آب}} \times (8/25 - 0) + 0/05 \times 360$$

$$\times (8/25 - 22/25) + 0/5 \times c_{\text{آب}} \times (8/25 - 22/25) = 0$$

$$88/25\, mc_{\text{آب}} = 7 \times 36 + 7c_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{7\times36+7\times4200}{88/25\times4200} = \frac{42\times706}{88/25\times4200}$$

$$= \frac{8}{100} kg = 80\, g$$

$$\text{تعداد قطعه یخ} = \frac{80\, g}{20\, g} = 4$$

(۱۹) در ظرفی ۲۰۰ گرم آب ۶۵ درجه سلسیوس و مقداری یخ صفر درجه سلسیوس موجود است. چنان‌چه دمای تعادل مجموعه ۲۰ درجه سلسیوس باشد، ظرف در انتهای آزمایش شامل چند گرم آب خواهد بود؟ ($L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$ ، $c_{یخ} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg.K}$ ، $c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.K}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۳۰۰
۲) ۹۰۰
۳) ۲۹۰
۴) ۱۰۰۰

پاسخ: گزینه ۳

از آن‌جایی که دمای تعادل مجموعه $۲۰^\circ C$ است، همه یخ موجود در ظرف، ذوب خواهد شد و جرم آب موجود در ظرف در انتهای آزمایش، مجموع جرم یخ و آب اولیه خواهد بود. با استفاده از رابطه تعادل گرمایی می‌توان نوشت:

$$Q_{آب} + Q_{یخ} = ۰ \Rightarrow Q_{آب} = -Q_{یخ}$$

$$\Rightarrow m_{آب} c_{آب} (\theta_{آب} - \theta) = m_{یخ} c_{آب} (\theta - \theta_{یخ}) + m_{یخ} L_F$$

$$\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰} \times ۴۲۰۰ \times (۶۵ - ۲۰) = \frac{m_{یخ}}{۱۰۰۰} \times ۴۲۰۰ \times (۲۰ - ۰) + \frac{m_{یخ}}{۱۰۰۰} \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳$$

$$\Rightarrow ۳۷۸۰۰ = ۸۴ m_{یخ} + ۳۳۶ m_{یخ} \Rightarrow ۳۷۸۰۰ = ۴۲۰ m_{یخ} \Rightarrow m_{یخ} = ۹۰ g$$

پس جرم یخی که باید در ظرف ریخته شود تا دمای تعادل ۲۰ درجه سلسیوس باشد، برابر ۹۰ گرم است. خواهیم داشت:

$$\text{جرم نهایی مجموعه} = m_{\text{آب اولیه}} + m_{\text{یخ اولیه}} = ۲۰۰ + ۹۰ = ۲۹۰ g$$

(۲۰) حداقل چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس را با $۴۵g$ بخار آب $۱۰۰^\circ C$ مخلوط کنیم تا تمام بخار آب به آب تبدیل شود؟ ($L_F = ۳۳۰ \frac{J}{g}$، $L_V = ۲۲۵۰ \frac{J}{g}$، $c_{آب} = ۴/۲ \frac{J}{g.^\circ C}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۱۳۵
۲) ۲۴۰
۳) ۱۲۰
۴) ۲۵۰

پاسخ: گزینه ۱

چون حداقل مقدار یخ خواسته شده است، پس یخ صفر درجه سلسیوس باید به آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل شود و بخار آب $۱۰۰^\circ C$ باید به آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل شود. مقدار گرمایی که m گرم یخ صفر درجه سلسیوس باید بگیرد تا به آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل شود، برابر است با:

$$Q_۱ = mL_F + mc_{JA}\Delta\theta = ۳۳۰m + m \times ۴/۲ \times (۱۰۰ - ۰)$$

$$\Rightarrow Q_۱ = ۷۵۰m$$

مقدار گرمایی که بخار آب $۱۰۰^\circ C$ باید از دست بدهد تا به آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل شود برابر است با:

$$Q_۲ = -m' L_V = -۴۵ \times ۲۲۵۰ (J)$$

چون اتلاف انرژی نداریم:

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow ۷۵۰m - (۴۵ \times ۲۲۵۰) = ۰ \Rightarrow m = ۱۳۵g$$

(۲۱) کدام مطلب زیر درست است؟

۱) آب داغ درون قوری سیاه رنگ، زودتر از آب داغ درون قوری سفید رنگ خنک می‌شود.
۲) هنگامی‌که در یخچال را باز می‌کنید، هوای سرد از بالای آن بیرون می‌آید.
۳) همرفت واداشته نوعی از همرفت است که در آن شاره به کمک یک تلمبه الزاماً مصنوعی به حرکت واداشته می‌شود.
۴) اگر در هوای سرد یک قطعه فلز و یک قطعه چوب هم‌دما را لمس کنیم، فلز گرم‌تر به نظر می‌رسد.

پاسخ: گزینه ۱

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۲» نادرست: چون چگالی هوای سرد بیشتر از چگالی هوای گرم است، هوای سرد در پایین یخچال قرار می‌گیرد، در نتیجه با بازشدن در یخچال، هوای سرد از پایین آن خارج می‌شود.

گزینه «۳» نادرست: همرفت واداشته نوعی از همرفت است که در آن شاره به کمک یک تلمبه طبیعی یا مصنوعی به حرکت واداشته می‌شود.

گزینه «۴» نادرست: چون فلز نسبت به چوب رسانای بهتر گرما است، وقتی آنها را در هوای سرد لمس کنیم، سرعت انتقال گرما از طریق فلز بیشتر از چوب است، در نتیجه، فلز سردتر به نظر می‌رسد.

(۲۲) به دو گلوله‌ی مسی به ترتیب $۱۲۰۰\,J$ و $۳۰۰\,J$ گرما می‌دهیم. دمای هر کدام از آن‌ها $۳۰^\circ C$ افزایش می‌یابد. اگر گرمای ویژه‌ی مس $۴۰۰\,J/kg^\circ C$ باشد، اختلاف جرم آن‌ها چند گرم است؟

۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۱۲۵

پاسخ: گزینه ۳

معادله‌ی گرمای داده شده به هر یک را می‌نویسیم و سپس تفاضل آن‌ها را بررسی می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix} Q_۱ = m_۱ C\Delta\theta \\ Q_۲ = m_۲ C\Delta\theta \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta Q = \Delta m C\Delta\theta \Rightarrow (۱۲۰۰ - ۳۰۰)$$

$$= \Delta m \times ۴۰۰ \times ۳۰ \Rightarrow \Delta m = ۷۵ \times ۱۰^{-۳}\ kg = ۷۵\ g$$

(۲۳) درون ظرفی مقدار $۲۴۸۰g$ آب $۰^\circ C$ قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی مقداری از آب بخار شده و بقیه یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم است؟ ($L_f = ۸۰c_{آب}$ ، $L_v = ۵۶۰c_{آب}$)

۱) ۲۴۸۰
۲) ۲۱۷۰
۳) ۱۵۵۰
۴) ۳۱۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

$$m_v L_v = m_f L_f \Rightarrow m_v \times ۵۶۰c_{آب} = (m - m_v) \times ۸۰\, c_{آب}$$

$$\Rightarrow \frac{m_v}{m-m_v} = \frac{۱}{۷} \Rightarrow m_v = \frac{m}{۸} = \frac{۲۴۸۰}{۸} = ۳۱۰\, g \Rightarrow m_f = ۲۱۷۰g$$

(۲۴) دمای مقداری جیوه را بدون آن‌که بخار شود، $۲۰۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. در این حالت، چگالی جیوه نسبت به حالت اولیه، تقریباً چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸ \times ۱۰^{-۴}\ \frac{۱}{^\circ C}$ است.)

۱) ۰/۰۳۶ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۰/۰۳۶ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۳/۶ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۳/۶ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

طبق رابطه تغییر چگالی در اثر تغییر دما، داریم:

$$\rho_۲ = \rho_۱ (۱ - \beta \Delta\theta)$$

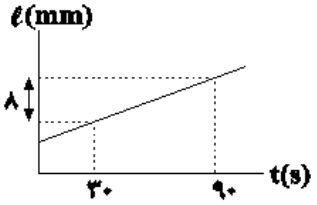
$$\Rightarrow \rho_۲ = \rho_۱ - \rho_۱ \beta \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_۱} = -\beta \Delta\theta$$

لذا درصد تغییرات چگالی برابر است با:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} \times ۱۰۰ = -\beta \triangle \theta \times ۱۰۰ = -۱/۸ \times ۱۰^{-۴} \times ۲۰۰ \times ۱۰۰ = -۳/۶\%$$

(۲۵) به یک میله فلزی بلند به قطر مقطع $0/2\ mm$ و چگالی $6/5\frac{g}{cm^3}$ با توان ثابت $15W$ به‌طور یکنواخت گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات طول میله بر حسب زمان مطابق شکل زیر باشد، گرمای ویژه میله در SI کدام است؟

($\pi = 3$ و ضریب انبساط طولی میله $= 1/3 \times 10^{-5}\ \frac{1}{K}$)



۱) ۵۰
۲) ۱۲۵
۳) ۷۵۰۰
۴) ۱۵۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا رابطه بین کمیت‌های داده شده در سؤال و تغییر طول میله را پیدا می‌کنیم، با توجه به رابطه تغییر طول میله داریم:

$$\Delta\ell = \ell_\circ \alpha \Delta\theta \xrightarrow[Q=Pt,\ m=\rho V]{\Delta\theta=\frac{Q}{mc},\ V=A\ell_\circ} \Delta\ell = \ell_\circ \alpha \frac{Pt}{\rho A \ell_\circ c} = \frac{\alpha P}{\rho A c} t$$

مطابق رابطه بالا شیب نمودار برابر است با:

$$\text{شیب نمودار} = \frac{\alpha P}{\rho A c} \xrightarrow{\text{شیب نمودار} = \frac{8\times10^{-3}}{90-30} = \frac{4}{3}\times10^{-4}\ \frac{m}{s}} \xrightarrow[A=\pi\frac{d^2}{4},\ d=0/2\ mm=2\times10^{-4}\ m,\ \pi=3,\ p=15W]{\alpha=1/3\times10^{-5}\ \frac{1}{K},\ \rho=6/5\frac{g}{cm^3}=6500\frac{kg}{m^3}}$$

$$\frac{4}{3}\times10^{-4} = \frac{1/3\times10^{-5}\times15}{6500\times3\times\frac{(2\times10^{-4})^2}{4}\times c} \Rightarrow \frac{4}{3}\times10^{-4} = \frac{1}{c}$$

$$\Rightarrow c = \frac{3}{4}\times10^{4} = 7500\frac{J}{kg^\circ C}$$

(۲۶) ظرفی مسی به گنجایش ۱۰ لیتر را از مایعی هم‌دما با ظرف و با ضریب انبساط حجمی $\beta = ۶۰ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$ به‌طور کامل پُر می‌کنیم. اگر دمای مجموعه را $۴۰^\circ C$ افزایش دهیم، کدام‌یک از پدیده‌های زیر رخ می‌دهد؟ ($\alpha_{مس} = ۱۷ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}$)

۱) ۲۴×۱۰^{-۴} لیتر مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.
۲) سطح مایع درون ظرف تغییر نمی‌کند.
۳) مایعی از ظرف بیرون نمی‌ریزد.
۴) ۳۶×۱۰^{-۴} لیتر مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

چون $\beta_{مایع} < ۳\alpha_{ظرف}$ است، پس بعد از افزایش دمای مجموعه، مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۳) نادرست است.

برای محاسبه مقدار مایعی که از ظرف بیرون می‌ریزد، داریم:

$$\Delta V = \Delta V_{مایع} - \Delta V_{ظرف} = \beta_{مایع} V_۱ \Delta T - ۳\alpha_{ظرف} V_۱ \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_۱ (\beta_{مایع} - ۳\alpha_{ظرف}) \Delta T = ۱۰ \times (۶۰ \times ۱۰^{-۶} - ۳ \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶})(۴۰)$$

$$\Rightarrow \Delta V = ۳۶ \times ۱۰^{-۴}\ L$$

(۲۷) ۷۵ درصد انرژی جنبشی گلوله‌ای به جرم $۲۵g$ که با تندی $۲۰۰\ \frac{m}{s}$ در حال حرکت است، می‌تواند حداکثر چند گرم یخ را ذوب کند؟ ($c_{یخ} = ۲۱۰۰\ \frac{J}{kg.K}$ و $L_F = ۳۳۳\ \frac{J}{g}$)

۱) ۰/۱
۲) ۱
۳) ۰/۵
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

$$|\Delta K| = mc|\Delta\theta| + mL_F = m(c|\Delta\theta| + L_F)$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۴} \times \frac{۱}{۲} \times \frac{۲۵}{۱۰۰۰} \times ۲۰۰^۲ = m(۲۱۰۰ \times ۲۰ + ۳۳۳۰۰۰)$$

$$\Rightarrow ۳۷۵ = m \times ۳۷۵۰۰۰ \Rightarrow m = \frac{۳۷۵}{۳۷۵۰۰۰}$$

$$\Rightarrow m = ۰/۰۰۱kg = ۱g$$

۲۸) اگر به ظرفی که شامل مخلوطی از یخ و آب صفر درجه سلسیوس است، با آهنگ ثابت گرما دهیم، پس از ۳ دقیقه تمام یخ ذوب می‌شود و آب صفر درجه سلسیوس داریم. اگر طی این فرایند حجم مخلوط $۲۰cm^۳$ کاهش یابد، آهنگ انتقال گرما چند واحد SI است؟ ($\rho_{یخ} = ۰/۹ \frac{g}{cm^۳}, \rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}, L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$ و اتلاف انرژی نداریم)

۱) ۳۳۶
۲) ۶۷۲
۳) ۱۶۸
۴) ۱۸۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

چون چگالی یخ کمتر از چگالی آب است، بنابراین با ذوب جرم معینی یخ، حجم آن کاهش می‌یابد. بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l} V_{یخ} = \frac{m_{یخ}}{\rho_{یخ}} \\ V_{آب} = \frac{m_{آب}}{\rho_{آب}} \end{array}\right\} \Rightarrow V_{یخ} - V_{آب} = \frac{m_{یخ}}{\rho_{یخ}} - \frac{m_{آب}}{\rho_{آب}}$$

$$\xrightarrow{m_{آب} = m_{یخ}} ۲۰ = \frac{m_{یخ}}{۰/۹} - \frac{m_{یخ}}{۱} \Rightarrow m_{یخ} = ۱۸۰g$$

گرمایی که یخ طی این مدت گرفته است، برابر است با:

$$Q = m_{یخ} L_F = (۱۸۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۳۳۶ \times ۱۰^{۳})$$

آهنگ رسانش گرما برابر است با:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{۱۸۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۳۳۶ \times ۱۰^{۳}}{۳ \times ۶۰} \Rightarrow H = ۳۳۶ \frac{J}{s} = ۳۳۶W$$

۲۹) در دمای صفر درجه سلسیوس، حجم ظرفی شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه به‌طور کامل پُر شده است. وقتی دمای مجموعه به $80^\circ C$ می‌رسد، $12cm^3$ جیوه از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/8 \times 10^{-4} K^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه چند واحد SI است؟

۱) $1/2 \times 10^{-4}$

۲) 10^{-4}

۳) 10^{-5}

۴) 2×10^{-5}

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

طی افزایش دمای مجموعه از صفر درجه سلسیوس تا $80^\circ C$، افزایش حجم جیوه، $12cm^3$ بیش‌تر از افزایش حجم ظرف است. بنابراین:

$$\Delta V_{\text{جیوه}} - \Delta V_{\text{شیشه}} = 12$$

$$\Rightarrow (\beta V_1 \Delta T)_{\text{جیوه}} - (3\alpha V_1 \Delta T)_{\text{شیشه}} = 12$$

$$\Rightarrow (\beta_{\text{جیوه}} - 3\alpha_{\text{شیشه}}) V_1 \Delta T = 12$$

$$\Rightarrow (1/8 \times 10^{-4} - 3\alpha_{\text{شیشه}}) \times 10^3 \times (80 - 0) = 12$$

$$\Rightarrow \alpha = 10^{-5} \frac{1}{K}$$

۳۰) در ظرفی مقداری یخ صفر درجه سلسیوس موجود است، اگر $800g$ آب $20^\circ C$ را در ظرف بریزیم و مبادله گرما فقط بین یخ و آب باشد، ۸۰٪ از جرم یخ ذوب می‌شود. جرم اولیه یخ در چند گرم بوده است؟ ($L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^\circ.C}$)

۱) ۲۰۰

۲) ۲۵۰

۳) ۴۰۰

۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

چون فقط ۸۰ درصد یخ ذوب می‌شود، پس در نهایت آب و یخ داریم و دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، صرف ذوب ۸۰ درصد از حجم یخ اولیه می‌شود. بنابراین داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} c \Delta\theta + 0/8 m_{\text{یخ}} L_F = 0$$

$$\Rightarrow 0/8 \times 4200 \times (0 - 20) + 0/8 m_{\text{یخ}} \times 336 \times 10^3 = 0$$

$$\Rightarrow m_{\text{یخ}} = \frac{4200 \times 20}{336 \times 10^3} = 0/25kg = 250g$$