نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: گرما - متوسط

مرکز مشاوره تحصیلی راه روشن

۱) هنگامی‌که دمای یک میلهٔ فلزی را از صفر تا $25^\circ C$ افزایش می‌دهیم، تغییر طول آن $\Delta\ell$ و هنگامی‌که در ادامه دمای آن‌را از $25^\circ C$ به $50^\circ C$ می‌رسانیم، تغییر طول جدید آن $\Delta\ell'$ می‌شود. اگر $k = \frac{\Delta\ell'}{\Delta\ell}$ باشد، کدام گزینه در مورد k صحیح است؟

(ضریب دمایی فلز را ثابت فرض کنید.)

۱) $k = 1$

۲) $k < 1$

۳) $k > 1$

۴) نمی‌توان نظر قطعی داد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

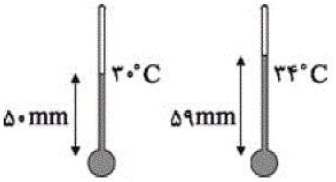
می‌دانیم که طبق رابطهٔ $\Delta\ell = \ell_1 \alpha \Delta\theta$، به ازای تغییر دمای یکسان، برای یک جسم، تغییر طول تابعی از طول اولیهٔ آن است. در این دو مرحله نسبت $\frac{\Delta\ell'}{\Delta\ell}$ برابر با نسبت طول اولیهٔ میله در هر مرحله است. چون طول اولیهٔ مرحلهٔ دوم، همان طول ثانویهٔ مرحلهٔ اول است، پس $\Delta\ell' > \Delta\ell$ خواهد بود یعنی $k = \frac{\Delta\ell'}{\Delta\ell} > 1$ می‌باشد.

(۲) ارتفاع ستون جیوه‌ی دماسنجی در دمای $30^\circ C$ برابر با $50\ mm$ و در دمای $34^\circ C$ برابر با $59\ mm$ است. ارتفاع ستون جیوه‌ی این دماسنج در دمای $48^\circ C$ چند میلی‌متر است؟ (از تغییر حجم لوله‌ی دماسنج صرف‌نظر کنید و فشار را ثابت فرض کنید. تغییر ارتفاع جیوه را برحسب دما خطی فرض کنید.)

۱) ۴۰/۵
۲) ۹۰/۵
۳) ۸۵
۴) ۹۵

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به شکل زیر، اگر رابطه‌ی تغییر دما برحسب تغییر طول را خطی در نظر بگیریم، داریم:



$$\theta = al + b$$

$$(59, 34) \Rightarrow 34 = 59a + b \quad (1)$$

$$(50, 30) \Rightarrow 30 = 50a + b \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),\ (2)} a = \frac{4}{9},\ b = \frac{70}{9} \Rightarrow C = \frac{4}{9}l + \frac{70}{9}$$

$$\xrightarrow{\theta = 48^\circ C} 48 = \frac{4}{9}l + \frac{70}{9} \Rightarrow l = 90/5\ mm$$

(۳) دمای یک محیط را در فشار $1\ atm$ با دماسنج‌های سلسیوس و فارنهایت اندازه می‌گیریم. عدد دماسنج فارنهایت ۰/۵۲ برابر عدد دماسنج سلسیوس است. دمای این محیط برحسب کلوین کدام است؟

۱) -۱۳
۲) -۲۵
۳) ۲۴۸
۴) ۲۶۰

پاسخ: گزینه ۳

$$\left.\begin{matrix} F = 0/52\theta \\ F = \frac{9}{5}\theta + 32 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 0/52\theta = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = -25^\circ C$$

$$T = \theta + 273 = -25 + 273 = 248\ K$$

۴) در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس، دمای یک جسم برحسب درجه سلسیوس، از پنج برابر دمای آن برحسب درجه فارنهایت، ۸ واحد بزرگتر است؟

۱) ۲۱-
۲) ۱۱-
۳) ۳۱
۴) ۱۴

پاسخ: گزینه ۱

با استفاده از رابطه بین درجه سلسیوس و فارنهایت، داریم:

$$\theta = 5F + 8 \xrightarrow{F=\frac{9}{5}\theta+32} \theta = 5(\frac{9}{5}\theta + 32) + 8$$

$$\Rightarrow \theta = 9\theta + 168 \Rightarrow 8\theta = -168 \Rightarrow \theta = -21^\circ C$$

۵) دماسنجی را در فشار یک اتمسفر وقتی در مخلوط آب و یخ قرار می‌دهیم، ۱۰ درجه و وقتی در مخلوط آب در حال جوش و بخار قرار می‌دهیم، ۱۳۰ درجه را نشان می‌دهد. وقتی این دماسنج ۷۰ درجه را نشان می‌دهد، دما چند کلوین است؟

۱) ۶۰
۲) ۳۳۳
۳) ۵۰
۴) ۳۲۳

پاسخ: گزینه ۴

اگر عدد دماسنج مجهول را با x نشان دهیم، داریم:

$$\frac{x-10}{130-10} = \frac{T-273}{373-273} \Rightarrow T = (\frac{x-10}{1/2}) + 273$$

$$\xrightarrow{x=70^\circ} T = (\frac{70-10}{1/2}) + 273 \Rightarrow T = 323K$$

۶) قطر یک صفحه‌ی دایره‌ای نازک از جنس A در دمای $۲۵^\circ C$ برابر $۵cm$ است. یک حلقه نیز از جنس B در دمای $۲۵^\circ C$ دارای قطر داخلی $۴cm$ می‌باشد. اگر دمای حلقه و صفحه به یک اندازه افزایش یابد، کم‌ترین دمایی که صفحه می‌تواند از درون حلقه عبور نماید، چه‌قدر است؟ ($\alpha_A = ۱۰ \times ۱۰^{-۳}(\frac{۱}{^\circ C})$ و $\alpha_B = ۱۵ \times ۱۰^{-۳}(\frac{۱}{^\circ C})$)

۱) $۱۲۵^\circ C$

۲) $۱۰۰^\circ C$

۳) $۵۰^\circ C$

۴) $۷۵^\circ C$

پاسخ: گزینه ۱

برای این‌که صفحه بتواند از حلقه عبور کند، تغییرات دما باید به‌گونه‌ای باشد که پس از تغییر دما قطر صفحه و قطر داخلی حلقه باهم برابر شوند:

$(d_۲ \geq d_۱)$

قطر صفحه : $d_۱$ قطر داخلی حلقه : $d_۲$

$$\Rightarrow d_۱(۱ + \alpha_۱ \Delta T) = d_۲(۱ + \alpha_۲ \Delta T)$$

$$\Rightarrow ۵(۱ + ۱۰ \times ۱۰^{-۳} \Delta T) = ۴(۱ + ۱۵ \times ۱۰^{-۳} \Delta T)$$

$$\Rightarrow ۱ = ۱۰ \times ۱۰^{-۳} \Delta T \Rightarrow \Delta T = ۱۰۰^\circ C$$
$$\Rightarrow T - T_۰ = ۱۰۰ \Rightarrow T - ۲۵ = ۱۰۰ \Rightarrow T = ۱۲۵^\circ C$$

۷) طول میله ای در دمای $۱۰^\circ C$ برابر ۲ متر و در دمای $۹۰^\circ C$ برابر ۲/۰۴ متر است. در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس طول میله برابر ۲/۰۱ متر می‌باشد؟

۱) ۴۰

۲) ۳۰

۳) ۲۰

۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا با توجه به اندازه‌های داده شده در دماهای $۱۰^\circ C$ و $۹۰^\circ C$، حاصل $\alpha L_۱$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta \Rightarrow (۲/۰۴ - ۲) = \alpha L_۱ \times (۹۰ - ۱۰)$$

$$\Rightarrow \alpha L_۱ = \frac{۰/۰۴}{۸۰} \frac{m}{^\circ C}$$

با توجه به خطی بودن انبساط جامدات نسبت به دما، برای محاسبه‌ی دمای مجهول θ خواهیم داشت:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta \Rightarrow (۲/۰۱ - ۲) = (\frac{۰/۰۴}{۸۰}) \times (\theta - ۱۰) \Rightarrow \theta = ۳۰^\circ C$$

۸) اگر با تغییر دما، شعاع یک کره فلزی ۰/۱ درصد شعاع اولیه افزایش یابد، حجم کره چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۱
۲) ۱۰
۳) ۰/۳
۴) ۳

پاسخ: گزینه ۳

برای محاسبه درصد افزایش شعاع کره خواهیم داشت: $\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R}{R_1} \times ۱۰۰ = \alpha \Delta\theta \times ۱۰۰ = ۰/۱\,\%$$

بنابراین برای محاسبه درصد افزایش حجم کره داریم: $\Delta V = V_1 (۳\alpha)\Delta\theta$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times ۱۰۰ = ۳\alpha\Delta\theta \times ۱۰۰ = ۳\underbrace{(\alpha\Delta\theta \times ۱۰۰)}_{۰/۱\%} = ۰/۳\,\%$$

۹) میله‌ای فلزی به طول ۱۰۰ متر در دمای $۲۰^\circ C$ داریم. اگر در دمای $۲۵^\circ C$، طول آن به ۱۰۰/۰۰۲۵ متر برسد، ضریب انبساط طولی میله چند واحد SI است؟

۱) $۱۰^{-۶}$
۲) ۲×۱۰^{-۶}
۳) ۳×۱۰^{-۶}
۴) ۵×۱۰^{-۶}

پاسخ: گزینه ۴

با استفاده از رابطه‌ی انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۰۲۵ = (۱۰۰)(\alpha)(۵)$$

$$\Rightarrow \alpha = ۵ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}$$

(۱۰) یک مخزن نگه‌داری اسید در یک پالایشگاه به شکل استوانه‌ای به قطر ۵ متر و ارتفاع ۱۰ متر و از فلزی با ضریب انبساط طولی $۱/۵ \times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{K}$ که در برابر خوردگی اسید مقاوم است، ساخته شده است. در دمای $-۱۵^\circ C$، فاصله‌ی سطح اسید داخل مخزن تا لبه‌ی مخزن، ۴۵/۵ سانتی‌متر است. اگر ضریب انبساط حجمی اسید $۱ \times ۱۰^{-۳}\ \frac{۱}{K}$ باشد، تقریباً در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس اسید از مخزن شروع به لبریز شدن می‌کند؟

۱) ۶۵
۲) ۵۰
۳) ۳۵
۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳

اسید: $V'_۱ = V_۱(۱ + \beta\Delta\theta)$

$= \pi \times (۲/۵)^۲ \times (۱۰ - ۰/۴۵۵) \times (۱ + ۱ \times ۱۰^{-۳}\Delta\theta)$

مخزن: $V'_۲ = V_۲(۱ + ۳\alpha\Delta\theta)$

$= \pi \times (۲/۵)^۲ \times ۱۰ \times (۱ + ۳ \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta)$

شرط لبریز شدن: $V'_۱ > V'_۲$

$$\pi \times ۲/ \times ۹/۵۴۵ \times (۱ + ۱ \times ۱۰^{-۳}\Delta\theta) > \pi \times ۲/ \times ۱۰ \times (۱ + ۴/۵ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow (۹/۵۴۵ + ۹/۵۴۵ \times ۱۰^{-۳}\Delta\theta) > (۱۰ + ۴۵ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow (۹/۵۴۵ \times ۱۰^{-۳} - ۴۵ \times ۱۰^{-۵})\Delta\theta > ۱۰ - ۹/۵۴۵$$

$$\Rightarrow ۰/۰۰۹۰۹۵\Delta\theta > ۰/۴۵۵ \Rightarrow \Delta\theta > ۵۰^\circ C$$

$$\theta_۲ - \theta_۱ = ۵۰^\circ C \xrightarrow{\theta_۱ = -۱۵^\circ C}$$

$$\theta_۲ + ۱۵ = ۵۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۵^\circ C$$

⑪ به دو مایع A و B که دارای حجم و دمای اولیه یکسان هستند، به مقدار مساوی گرما می‌دهیم. اگر افزایش حجم مایع A، سه برابر افزایش حجم مایع B باشد، نسبت گرمای ویژه مایع A به گرمای ویژه مایع B کدام است؟ (مایع‌های A و B تغییر حالت نمی‌دهند، β ضریب انبساط حجمی هر مایع است و نسبت ضریب انبساط حجمی دو مایع برابر با $\frac{۹}{۲} = \frac{\beta_A}{\beta_B}$ و نسبت چگالی دو مایع در دمای اولیه برابر با $\frac{۱}{۲} = \frac{\rho_A}{\rho_B}$ فرض شود.)

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

پاسخ: گزینه ۱

گزینه«۱»

گرمای داده شده به این دو مایع سبب افزایش دمای آن‌ها می‌شود. از طرف دیگر، تغییر حجم یک مایع با تغییر دمای آن رابطه مستقیم دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} \quad (I)$$

$$\Delta V = V_۱\beta\Delta\theta \xrightarrow{(I)} \Delta V = V_۱\beta\frac{Q}{mc} \xrightarrow{m=\rho_۱ V_۱} \Delta V = \frac{\beta}{\rho_۱ c}Q$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{\beta_B}{\beta_A} \times \frac{\rho_{۱,A}}{\rho_{۱,B}} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{Q_B}{Q_A}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{۲}{۹} \times \frac{۱}{۲} \times \frac{c_A}{c_B} \times ۱ \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = ۳$$

(۱۲) طول دو میله‌ی A و B در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس هرکدام برابر $۱۲۰\ mm$ است. در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس اختلاف طول دو میله برابر $۰/۰۲۴\ mm$ می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی میله‌ی A برابر $۱۶ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$ و ضریب انبساط طولی میله‌ی B برابر با $۸ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$ است.)

۱) ۲۵
۲) ۲۵۰
۳) ۲۵۰۰
۴) ۲۵۰۰۰

پاسخ: گزینه ۱

با استفاده از رابطه‌ی $L_۲ = L_۱(۱ + \alpha \Delta\theta)$ می‌توان نوشت:

$$L_{۲A} - L_{۲B} = ۰/۰۲۴\ mm$$

$$\Rightarrow (L_{۱A} + L_{۱A}\alpha_A \Delta\theta) - (L_{۱B} + L_{۱B}\alpha_B \Delta\theta)$$

$$= ۰/۰۲۴\ mm$$

$$۱۲۰ + ۱۲۰ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۶} \times \Delta\theta - ۱۲۰ - ۱۲۰ \times ۸ \times ۱۰^{-۶} \times \Delta\theta$$

$$= ۰/۰۲۴$$

$$۱۹۲ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta - ۹۶ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta = ۰/۰۲۴$$

$$\Rightarrow ۹۶ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta = ۲۴ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{۲۴ \times ۱۰^{-۳}}{۹۶ \times ۱۰^{-۵}} = ۲۵^\circ C$$

$$\theta_۲ = \theta_۱ + \Delta\theta \xrightarrow{\theta_۱ = ۰^\circ C} \theta_۲ = ۰ + ۲۵ = ۲۵^\circ C$$

(۱۳) یک قطعه ۱۰۰ گرمی مس را که دمای آن $۱۲۵^\circ C$ است، در ظرف عایقی که حاوی ۱۰۰ گرم آب در دمای $۱۰^\circ C$ است، می‌اندازیم. دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (از تبادل گرمایی بین ظرف و آب‌چشم‌پوشی کنید، $c_{مس} = ۴۰۰\ \frac{J}{kg^\circ c}$ و $c_{آب} = ۴۲۰۰\ \frac{J}{kg^\circ c}$)

۱) ۱۸
۲) ۲۰
۳) ۲۲
۴) ۲۵

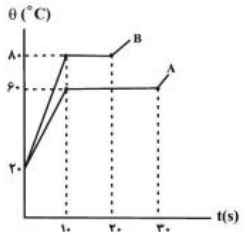
پاسخ: گزینه ۲

با استفاده از رابطه دمای تعادل داریم:

$$\theta_{تعادل} = \frac{m_{آب}c_{آب}\theta_{آب} + m_{مس}c_{مس}\theta_{مس}}{m_{آب}c_{آب} + m_{مس}c_{مس}} \xrightarrow{m_{مس} = m_{آب}}$$

$$\theta_{تعادل} = \frac{c_{آب}\theta_{آب} + c_{مس}\theta_{مس}}{c_{آب} + c_{مس}} = \frac{۴۲۰۰ \times ۱۰ + ۴۰۰ \times ۱۲۵}{۴۲۰۰ + ۴۰۰} = ۲۰^\circ C$$

(۱۴) نمودار دمای دو جسم جامد با جرم‌های m_A و $m_B = ۲m_A$ برحسب زمان که هر دو از دو منبع گرمایی مشابه با توان خروجی ثابت گرما می‌گیرند، مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد گرمای ویژه و گرمای نهان ذوب آن‌ها صحیح است؟



۱) $c_A = ۳c_B$ و $L_{F_A} = \frac{۱}{۴}L_{F_B}$

۲) $c_A = \frac{۱}{۳}c_B$ و $L_{F_A} = ۴L_{F_B}$

۳) $c_A = ۳c_B$ و $L_{F_A} = ۴L_{F_B}$

۴) $c_A = \frac{۱}{۳}c_B$ و $L_{F_A} = \frac{۱}{۴}L_{F_B}$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

قسمت مورب نمودار در بازهٔ زمانی صفر تا $۱۰s$، بیانگر تغییرات دمای جسم پیش از ذوب آن است، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q=Pt} Pt = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} \times \frac{t_A}{t_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\xrightarrow[m_B=۲m_A,\Delta\theta_A=۴۰^\circ C,\Delta\theta_B=۶۰^\circ C]{P_A=P_B,t_A=t_B=۱۰s} ۱ \times ۱ = \frac{۱}{۲} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{۴۰}{۶۰}$$

$$\Rightarrow c_A = ۳c_B$$

قسمت افقی نمودار، مرحلهٔ ذوب ماده را نشان می‌دهد، در نتیجه داریم:

$$Q = mL_F \xrightarrow{Q=Pt} Pt = mL_F$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} \times \frac{t_A}{t_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{L_{F_A}}{L_{F_B}}$$

$$\xrightarrow[m_B=۲m_A]{P_A=P_B,t_A=۲۰s,t_B=۱۰s} ۱ \times \frac{۲۰}{۱۰} = \frac{۱}{۲} \times \frac{L_{F_A}}{L_{F_B}}$$

$$\Rightarrow L_{F_A} = ۴L_{F_B}$$

(۱۵) با دادن $105kJ$گرما به ۲۰۰ گرم یخ ۱۰- درجه‌ی سلسیوس، کدام‌یک از حالات زیر رخ می‌دهد؟

$(L_V = 540c\frac{J}{kg}, L_F = 80c\frac{J}{kg}, c_{آب} = c\frac{J}{kg^\circ C}, c_{یخ} = \frac{c}{2}\frac{J}{kg^\circ C}, c = 4200)$

۱) دمای یخ به $-9/25^\circ C$ می‌رسد.
۲) ۱۰۰گرم یخ ذوب می‌شود.
۳) ۱۲۵گرم یخ ذوب می‌شود.
۴) آب با دمای $40^\circ C$ به‌دست می‌آید.

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا $105kJ$ را براساس c(ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب) به‌دست می‌آوریم. $\frac{105000}{4200} = 25c$ و هر یک از انرژی‌هایی که برای تبدیل‌شدن یخ تا بخار لازم است را محاسبه می‌کنیم.

$100^\circ C$ آب $\rightarrow 0^\circ C$ آب	$0^\circ C$ آب $\rightarrow 0^\circ C$ یخ	$0^\circ C$ یخ $\rightarrow -10^\circ C$ یخ
$Q = mc\triangle\theta$	$Q = mL_F$	$Q = mc\triangle\theta$
$Q_3 = 0/2 \times c \times 100 = 20c$	$Q_2 = 0/2 \times 80c = 16c$	$Q_1 = 0/2 \times \frac{c}{2} \times 10 = 2$
	$24c - 16c = 8c$	$25c - c = 24c$

چون انرژی لازم برای تبدیل آب $0^\circ C$ به آب $100^\circ C$ از $8c$ بیش‌تر است، پس دمای آب از $0^\circ C$به $100^\circ C$ نمی‌رسد. $\theta_{آب} \rightarrow 0^\circ C$آب

$$Q = 0/2 \times c \times \theta = 8c \Rightarrow \theta = \frac{8}{0/2} = 40^\circ C$$

(۱۶) ظرف عایقی محتوی $450g$ آب صفر درجهٔ سلسیوس است. اگر بر اثر تبخیر سطحی ۵ درصد از آب تبخیر شود و گرمای نهان تبخیر آب در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، ۹ برابر گرمای نهان ذوب یخ باشد، چه مقدار آب بر حسب گرم درون ظرف باقی می‌ماند؟

۱) ۲۰۲/۵
۲) ۲۵۰
۳) ۲۲۵
۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

می‌دانیم که انرژی لازم برای تبخیر سطحی آب، از خود آب گرفته می‌شود. یعنی انرژی بخشی از آب گرفته شده (تبدیل به یخ می‌شود) و به بخش دیگری از آب داده می‌شود (تبدیل به بخار می‌شود). پس داریم:

$$m_{منجمدشده} \times L_F = m_{تبخیرشده} \times L_V$$
$$\xrightarrow{L_V = 9L_F} m_{منجمدشده} = 9m_{تبخیرشده}$$
$$\xrightarrow{m_{تبخیرشده} = \frac{5}{100} \times 450 = 22/5g} m_{منجمدشده} = 202/5$$
$$m_{باقی\ مانده} = m_{آب\ اولیه} - m_{منجمدشده} - m_{تبخیرشده}$$
$$= 450 - 202/5 - 22/5 = 225g$$

(۱۷) گرمای Q، دمای ۳ گرم از ماده A را ۵ درجه سلسیوس و دمای ۲ گرم از ماده B را ۳ درجه سلسیوس بالا می‌برد. گرمای ویژه ماده Aچند برابر گرمای ویژه ماده‌ی B است؟

۱) ۰/۴
۲) ۰/۵
۳) ۱/۵
۴) ۲/۵

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به عدم تغییر حالت دو جسم A و B، از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ برای مقایسه دو جسم استفاده می‌کنیم، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta : \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\xrightarrow[\Delta\theta_A=5^\circ C\,,\,\Delta\theta_B=3^\circ C]{Q_A=Q_B=Q\,,\,m_A=3g\,,\,m_B=2g} 1 = \frac{3}{2} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{5}{3}$$

$$\rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{2}{5} = 0/4$$

(۱۸) چند گرم یخ $-8^\circ C$ را درون ۲۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس بریزیم تا پس از تعادل، ۲۱۰ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس داشته باشیم؟($c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{Kg.^\circ c}$، $L_F = 336000 \frac{J}{kg}$)

۱) ۱۰
۲) ۲۰۰
۳) ۲۱۰
۴) ۴۱۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه«۲»

$$\text{یخ باقی مانده} m + \text{یخ اولیه} m = \text{آب منجمد شده} m \Rightarrow \text{یخ اولیه} m - \text{آب منجمد شده} m = 210$$

یخ اولیه به یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌شود و برای این‌کار گرمای لازم را از آب صفر درجهٔ سلسیوس می‌گیرد که در این فرآیند مقداری از آب یخ می‌زند:

$$Q_{\text{یخ}} = Q_{\text{آب}} \Rightarrow \text{یخ اولیه} m \times c_{\text{یخ}} \times \Delta\theta = \text{آب منجمد شده} m \times L_F$$

$$\text{یخ اولیه} m \times 2100 \times (0 - (-8)) = (210 - \text{یخ اولیه} m) \times 336000$$

$$\Rightarrow \text{یخ اولیه} m = 200g$$

(۱۹) ظرف عایقی محتوی m کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس است. بر اثر تبخیر سطحی، مقداری از آب، بخار و بقیه تبدیل به یخ صفر درجه سلسیوس می‌شود. اگر گرمای نهان ویژه تبخیر آب را $۲۴۰۰ \frac{kJ}{kg}$ و گرمای نهان ویژه ذوب یخ را $۳۰۰ \frac{kJ}{kg}$ فرض کنیم، جرم یخ باقی‌مانده، چند برابر جرم آب بخار شده است؟ (آب با محیط اطراف مبادله گرما نمی‌کند.)

۱) ۸
۲) $\frac{۱}{۸}$
۳) ۹
۴) $\frac{۱}{۹}$

پاسخ: گزینه ۱

اگر جرم آب بخار شده را m' و جرم یخ تشکیل شده را m'' در نظر بگیریم، مقدار گرمایی که آب به جرم m' دریافت می‌کند تا تبدیل به بخار شود، با مقدار گرمایی که آب به جرم m'' از دست می‌دهد تا تبدیل به یخ شود، برابر است. بنابراین داریم:

$$m''L_F = m'L_V \Rightarrow \frac{m''}{m'} = \frac{L_V}{L_F} = \frac{۲۴۰۰}{۳۰۰} = ۸$$

(۲۰) به مقداری یخ با دمای صفر درجه سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب $\theta^\circ C$ شود. اگر ۸۰ درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده باشد، θ چند درجه سلسیوس است؟ ($C_{\text{آب}} = ۴/۲ \frac{J}{g.^\circ C}$ ، $L_F = ۳۳۶ \frac{J}{g}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۵
۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۲

طبق طرح‌واره زیر کل گرمای داده شده به یخ صفر درجه سلسیوس تا به آب $\theta^\circ C$ تبدیل شود برابر با $Q_t = mL_F + mc\Delta\theta$ است.

۸۰ درصد در این مقدار گرما صرف ذوب یخ شده است. چون گرمایی که صرف ذوب یخ می‌شود برابر $Q' = mL_F$ است، می‌توان نوشت:

$$\boxed{۰^\circ C \text{ یخ}} \xrightarrow{Q'=mL_F} \boxed{۰^\circ C \text{ آب}} \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} \boxed{\theta^\circ C \text{ آب}}$$

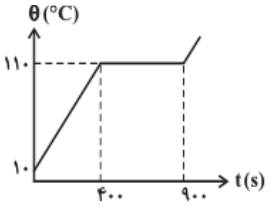
$$Q' = \frac{۸۰}{۱۰۰} Q_t \Rightarrow mL_F = ۰/۸(mL_F + mc\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow mL_F = ۰/۸mL_F + ۰/۸mc\Delta\theta \Rightarrow ۰/۲mL_F = ۰/۸mc(\theta - ۰)$$

$$\Rightarrow L_F = ۴c\theta \xrightarrow[c=۴/۲ \frac{J}{g.^\circ C}]{L_F=۳۳۶ \frac{J}{g}} ۳۳۶ = ۴ \times ۴/۲ \times \theta$$

$$\Rightarrow \theta = ۲۰^\circ C$$

(۲۱) به ۴ کیلوگرم از ماده‌ای فرضی که در ابتدا در حالت جامد قرار دارد، توسط یک گرم‌کن با توان ثابت W ۲۰۰۰ گرما داده می‌شود و نمودار دمای ماده برحسب زمان مطابق شکل زیر است. گرمای نهان ویژه ذوب این ماده و گرمای ویژه آن در حالت جامد به ترتیب در SI کدام است؟ (به ترتیب از راست به چپ)



۱) ۲×۱۰^{۴} و $۲/۵ \times ۱۰^{۵}$

۲) ۲×۱۰^{۴} و $۲/۵ \times ۱۰^{۴}$

۳) ۲×۱۰^{۳} و $۲/۵ \times ۱۰^{۳}$

۴) ۲×۱۰^{۳} و $۲/۵ \times ۱۰^{۵}$

پاسخ: گزینه ۴

تا زمان $t = ۴۰۰\ s$، ماده موردنظر در حالت جامد است. بنابراین:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{P.t}{m\Delta\theta} = \frac{۲۰۰۰\times۴۰۰}{۴\times(۱۱۰-۱۰)}$$
$$= ۲ \times ۱۰^{۳} \frac{J}{kg.^{\circ}C} = ۲ \times ۱۰^{۳} \frac{J}{kg.K}$$

از زمان $t = ۴۰۰\ s$ تا $t = ۹۰۰\ s$، ماده موردنظر در حال تغییر حالت از جامد به مایع است. بنابراین:

$$Q = mL_F \Rightarrow L_F = \frac{Q}{m} = \frac{P.\Delta t}{m}$$
$$= \frac{۲۰۰۰\times(۹۰۰-۴۰۰)}{۴} = ۲/۵ \times ۱۰^{۵} \frac{J}{kg}$$

(۲۲) ۳۲ گرم آب با دمای $50^\circ C$، حداکثر چند گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را به‌طور کامل ذوب می‌کند؟

($c_{آب}=4200\frac{J}{kg^\circ C}$, $L_F=336\times10^3\frac{J}{kg}$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۰/۲
۲) ۰/۰۲
۳) ۲
۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۴

وقتی می‌گوییم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس کاملاً ذوب شود، یعنی در نهایت دمای مجموعه به $0^\circ C$ برسد. در این‌جا دمای ۳۲g آب $50^\circ C$ به صفر درجه‌ی سلسیوس می‌رسد و گرمای خود را به یخ می‌دهد. به عبارتی گرمای لازم برای ذوب یخ توسط تغییر دمای آب از $50^\circ C$ به $0^\circ C$ تأمین شده است. حال داریم:

$$\xrightarrow[\Delta\theta_{آب}=0-50=-50^\circ C,\ c_{آب}=4200\frac{J}{kg^\circ C}]{L_F=336\times10^3\frac{J}{kg},\ m_{آب}=32g=0/032kg}$$

$$Q_{آب}+Q_{ذوب\ یخ}=0\Rightarrow m_{آب}c_{آب}\Delta\theta_{آب}+mL_F=0$$

$$\Rightarrow 0/032\times4200\times(-50)+m\times336000=0$$

$$\Rightarrow -6720+336000m=0\Rightarrow m=\frac{6720}{336000}=0/02kg=20g$$

بنابراین ۳۲ گرم آب $50^\circ C$ می‌تواند حداکثر ۲۰ گرم یخ $0^\circ C$ را به‌طور کامل ذوب کند.

(۲۳) ۲۵ گرم بخار آب با دمای $100\,^\circ C$ را در ۵۰۰ گرم آب با دمای $10\,^\circ C$ وارد می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می شود؟ ($L_V = 540 c_{\text{آب}}$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۴۰
۲) ۳۰
۳) ۴۵
۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۱

بخار، مقداری گرما از دست می‌دهد و آب تمام آن گرما را می‌گیرد تا مجموعه به دمای تعادل θ_e برسد.

$$\text{آب} \begin{cases} m_1 = 0/5 kg \\ c_1 = c_{\text{آب}} \\ \theta_1 = 10\,^\circ C \end{cases}$$

$$\text{بخار} \begin{cases} m_2 = 0/025 kg \\ L_V = 540 c_{\text{آب}} \end{cases}$$

جمع جبری گرماهای مبادله شده را برابر صفر قرار می دهیم.

$$\text{آب } 10\,^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } \theta_e$$

$$\text{بخار } 100\,^\circ C \xrightarrow{Q_2} \text{آب } 100\,^\circ C \xrightarrow{Q_3} \text{آب } \theta_e$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$
$$\Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - 10) - m_2 L_V + m_2 c_1 (\theta_e - 100) = 0$$

$$\Rightarrow 0/5 c_{\text{آب}} \times (\theta_e - 10) - 0/025 \times 540 c_{\text{آب}} + 0/025 c_{\text{آب}} \times (\theta_e - 100) = 0$$

$$\Rightarrow 0/5\theta_e - 5 - 13/5 + 0/025\theta_e - 2/5 = 0$$

$$\Rightarrow 0/525\theta_e = 21 \Rightarrow \theta_e = 40\,^\circ C$$

(۲۴) مساحت دریاچه ای $۵۰۰km^۲$است. در زمستان لایه ای از یخ صفر درجه ی سلسیوس به ضخامت متوسط $۱۰cm$ سطح دریاچه را می پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می کند؟

$(L_f = ۳۳۶kJ/kg \ , \ \rho(\text{یخ}) = ۰/۹\ g/cm^۳)$

۱) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۷}$

۲) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰}$

۳) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۳}$

۴) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۶}$

پاسخ: گزینه ۲

برای تبدیل یخ صفر درجه به آب صفر درجه به گرمای $Q_F = mL_F$ نیاز داریم. بنابراین باید جرم یخ را بیابیم:

$$m = \rho V = \rho Ah$$

در رابطه‌ی فوق لازم است A را بر حسب $m^۲$،hرا برحسبρ, mرا برحسب $\frac{kg}{m^۳}$ جایگزین کنیم تا m برحسب kg به‌دست آید:

$$A = ۵۰۰km^۲ \xrightarrow{\text{تبدیل به } m^۲} A = ۵۰۰ \times ۱۰^{۶} m^۲ = ۵ \times ۱۰^{۸} m^۲$$

$$h = ۱۰cm = ۰/۱m = ۱ \times ۱۰^{-۱}\ m, \ \rho = ۰/۹g/cm^۳ = ۹۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

بنابراین داریم:

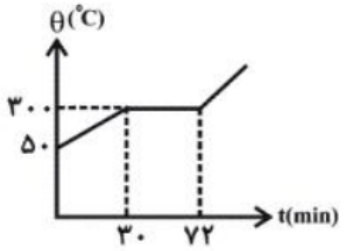
$$m = \rho Ah = ۹۰۰ \times ۵ \times ۱۰^{۸} \times ۱ \times ۱۰^{-۱} = ۴۵ \times ۱۰^{۹} kg$$

$$Q_F = mL_F \xrightarrow{L_F = ۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg}} Q_F = ۴۵ \times ۱۰^{۹} \times ۳۳۶ \times ۱۰^{۳}$$

$$= ۱۵۱۲ \times ۱۰^{۱۳} J \xrightarrow{\text{تبدیل به مگاژول}} Q_f = ۱۵۱۲ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱۰^{-۶}$$

$$= ۱۵۱۲ \times ۱۰^{۷} = ۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰} MJ$$

۲۵) نمودار روبه‌رو، مربوط به جسمی است که گرمای ویژه‌ی حالت جامد آن $۸۰ \frac{J}{kgK}$ است و در هر دقیقه $۱۰^{۳}$ ژول گرما می‌گیرد. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب این جسم چند ژول بر گرم است؟



۱) ۲۸×۱۰^{۳}

۲) ۲۸

۳) ۴۸×۱۰^{۳}

۴) ۴۸

پاسخ: گزینه ۲

با استفاده از قسمت اول نمودار، جرم جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۳۰ \times ۱۰^{۳} = m \times ۸۰ \times (۳۰۰ - ۵۰)$$

$$\Rightarrow m = \frac{۳ \times ۱۰^{۴}}{۸۰ \times ۲۵۰} = ۱/۵kg$$

در فاصله‌ی زمانی ۳۰ تا ۷۲ دقیقه، فرایند ذوب صورت می‌گیرد و داریم:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow (۷۲ - ۳۰) \times ۱۰^{۳} = ۱/۵ \times L_F$$

$$\Rightarrow L_F = \frac{۴۲ \times ۱۰^{۳}}{۱/۵} = ۲۸ \times ۱۰^{۳} \frac{J}{kg} = ۲۸ \frac{J}{g}$$

۲۶) چند گرم یخ صفر درجه را درون ۶ کیلوگرم آب ۴۰ درجه‌ی سلسیوس بریزیم تا در نهایت آب با دمای ۱۰ درجه‌ی سلسیوس حاصل شود؟ (اتلاف حرارت ناچیز بوده و گرمای ویژه‌ی آب $۴۲۰۰ J/kg.K$ و گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۶ kJ/kg$ است.)

۱) ۵۰۰

۲) ۱۰۰۰

۳) ۱۵۰۰

۴) ۲۰۰۰

پاسخ: گزینه ۴

مجموع گرمای مبادله شده بین آب و یخ، صفر می‌باشد.

$$(m_۱ c_۱ \Delta\theta_۱) + (m_۲ L_F) + (m_۳ c_۳ \Delta\theta_۳) = ۰$$

$$\xrightarrow{\substack{m_۱ = ۶kg,\ c_۱ = c_۳ = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg^{\circ}C},\ \Delta\theta_۱ = ۱۰ - ۴۰ = -۳۰^{\circ}C \\ m_۲ = ?,\ L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg} = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg},\ \Delta\theta_۳ = ۱۰ - ۰ = ۱۰^{\circ}C}}$$

$$۶ \times ۴۲۰۰(-۳۰) + m_۲ \times ۳۳۶۰۰۰ + m_۳ \times ۴۲۰۰ \times ۱۰ = ۰$$

$$\Rightarrow m_۲ = ۲kg = ۲۰۰۰g$$

(۲۷) چند کیلوژول گرما از ۲ کیلوگرم آب $10^\circ C$ بگیریم تا فقط نیمی از آن یخ بزند؟ ($L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ ، $c_{آب} = 4/2 \frac{kJ}{kg^\circ C}$)

۱) ۷۵۶
۲) ۷۱۴
۳) ۴۲۰
۴) ۳۷۸

پاسخ: گزینه ۳

برای آن‌که نیمی از آب یخ بزند، در ابتدا باید همه‌ی آب، به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود و سپس نیمی از آن یخ بزند، لذا داریم:

$$|Q| = |mc\Delta\theta| + \left|\frac{1}{2}mL_F\right| \xrightarrow[L_F=336\frac{kJ}{kg},\Delta\theta=-10^\circ C]{m=2kg,c_{آب}=4/2\frac{kJ}{kg^\circ C}} Q = 2\times 4/2\times 10 + \frac{1}{2}\times 2\times 336 \Rightarrow Q = 420kJ$$

(۲۸) با افزایش فشار به‌ترتیب از راست به چپ چه تغییری در نقطه‌ی ذوب یخ و نقطه‌ی جوش آب ایجاد می‌شود؟

۱) کاهش – کاهش
۲) افزایش – افزایش
۳) افزایش – کاهش
۴) کاهش – افزایش

پاسخ: گزینه ۴

در مورد اجسامی مثل یخ که بر اثر ذوب‌شدن کاهش حجم پیدا می‌کنند، وقتی فشار افزایش می‌یابد، نقطه‌ی ذوب آن‌ها کاهش می‌یابد ولی نقطه‌ی جوش آب افزایش می‌یابد.

(۲۹) یک گرمکن الکتریکی دمای $3kg$ آب $20^\circ C$ را در مدت ۵ دقیقه به اندازه‌ی $50^\circ C$ افزایش می‌دهد. این گرمکن در چند دقیقه دمای $20kg$ یخ $-10^\circ C$ را $3^\circ C$ افزایش می‌دهد؟ ($c_{یخ} = 2c_{آب}$ و از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)

۱) ۵
۲) ۳
۳) ۱
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۳

توان گرمایی گرمکن ثابت است ($P = \frac{Q}{t}$) پس گرمایی که گرمکن تولید می‌کند با زمان نسبت مستقیم دارد ($Q = Pt$) و داریم:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{t'}{t} \Rightarrow \frac{m'c_{یخ}\Delta\theta'}{mc_{آب}\Delta\theta} = \frac{t'}{t}$$

$$\Rightarrow \frac{3\times c_{یخ}\times 20}{3\times(2c_{یخ})\times 50} = \frac{t'}{5} \Rightarrow t' = 1\,min$$

۳۰) درون گرماسنج عایقی به جرم ۱۰۰g که گرمای ویژه‌ی آن $۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$ است، مقدار ۲۰۰g آب با دمای $۲۰^\circ C$ موجود است و مجموعه در تعادل گرمایی است. حداقل تقریباً چند گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس درون گرماسنج بیاندازیم تا دمای تعادل برابر صفر شود؟ ($L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$ و $c_{آب} = ۴/۲ \frac{kJ}{kg^\circ C}$)

۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۵۱
۴) ۶۵

پاسخ: گزینه ۳

دمای اولیه‌ی آب و گرماسنج برابر می‌باشد و دمای نهایی مجموعه برابر صفر درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. داریم:

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

$$\Rightarrow ۱۰۰ \times ۰/۲ \times (۲۰ - ۰) + ۲۰۰ \times ۴/۲ \times (۲۰ - ۰) = m_{یخ} \times ۳۳۶$$

$$\Rightarrow m_{یخ} = \frac{۴۰۰+۱۶۸۰۰}{۳۳۶} \simeq ۵۱g$$