

۱

سوال ۱ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

درصد تغییرات یک کمیت مانند x از رابطه $\frac{\Delta x}{x} \times 100$ به دست می‌آید، حال رابطه درصد تغییرات دما برحسب درجه سلسیوس و درجه فارنهایت به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta \theta}{\theta_1} \times 100 &= \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 \xrightarrow{\Delta F = 1/8 \Delta \theta} \frac{\Delta \theta}{\theta_1} \times 100 \\ &= \frac{\Delta \theta}{\theta_1} \times \frac{1/8 \Delta \theta}{F_1} \times 100 \Rightarrow \frac{1}{\theta_1} = \frac{\Delta \theta}{F_1} \Rightarrow F_1 = 1/4 \theta_1 \\ \text{حال از رابطه مقیاس دمای فارنهایت و سلسیوس داریم:} \\ F_1 &= 1/8 \theta_1 + 32 \xrightarrow{F_1 = 1/4 \theta_1} -5/4 \theta_1 = 32 \\ \Rightarrow \theta_1 &= -\frac{32}{5/4} = -8^\circ C \end{aligned}$$

۲

سوال ۲ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

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

$$\begin{aligned} F &= \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \xrightarrow{\Delta \theta = 2\theta - \theta = \theta} \\ \Delta F &= 36^\circ F \xrightarrow{\Delta F = 36^\circ F} 36 = \frac{9}{5} \times \theta \Rightarrow \theta = 20^\circ C \end{aligned}$$

۳

سوال ۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

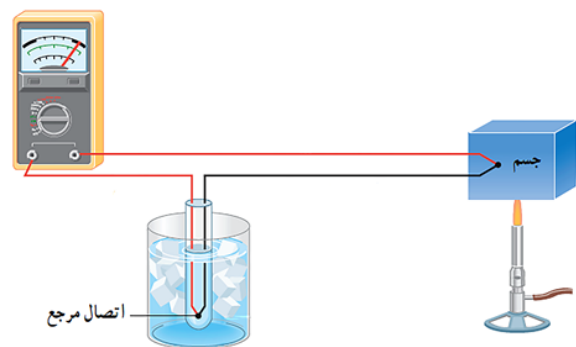
وقتی دما برحسب کلونین 50° درصد افزایش می‌یابد، یعنی $\frac{3}{7}$ برابر می‌شود.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{150}{100} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{2}$$

به کمک رابطه بین دو مقیاس کلونین و درجه سلسیوس داریم:

$$\begin{aligned} \frac{T_2}{T_1} &= \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{\theta_2 + 273}{\theta_1 + 273} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3\theta_1 + 273}{\theta_1 + 273} = \frac{3}{2} \\ \Rightarrow 273 + 3\theta_1 &= \frac{3}{2}(\theta_1 + 273) \Rightarrow 273 = 3\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 91^\circ C \end{aligned}$$

۴



سوال ۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

بررسی موارد نادرست:

(الف) نادرست- این دماسنج به دلیل دقت کم جزء دماسنج‌های معیار به شمار نمی‌آید.

(ب) نادرست- کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.

(ج) نادرست- گستره این دماسنج از $-270^\circ C$ تا $1372^\circ C$ است.

۵

گزینه درست: ۳

سوال ۵

گزینه «۳»

رابطه بین دمای دماسنج مجهول با دماسنج سلسیوس را به دست می آوریم:

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_F - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_F - x_1} \xrightarrow{\theta_1 = 36^\circ C, \theta_F = 96^\circ C, x_1 = 20^\circ, x_F = 200^\circ}$$

$$\frac{\theta - 36}{96 - 36} = \frac{x - 20}{200 - 20} \Rightarrow x = 3\theta - 88$$

حال اختلاف هر واحد این دماسنج را برحسب دماسنج سلسیوس به دست می آوریم:

$$x = 3\theta - 88 \Rightarrow \Delta x_{A,B} = 3\Delta\theta_{A,B} \xrightarrow{\Delta\theta_{A,B} = 15^\circ C}$$

$$\Delta x_{A,B} = 3 \times 15^\circ C = 45^\circ$$

۶

گزینه درست: ۴

سوال ۶

گزینه «۴»

تنها عبارت «ت» نادرست است.

دماسنج ترموکوپل دقت اندازه گیری پایین دارد؛ به همین علت از مجموعه دماسنج های معیار کنار گذاشته شد.

۷

گزینه درست: ۳

سوال ۷

گزینه «۳»

با استفاده از رابطه $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ و با توجه به این که $F = \theta + 8$ می باشد، به صورت زیر، دما را برحسب درجه سلسیوس پیدا می کنیم.

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{F=\theta+8} \theta + 8 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = -30^\circ C$$

این دما برحسب کلون برابر است با:

$$T = 273 + \theta \Rightarrow T = 273 + (-30) \Rightarrow T = 243K$$

۸

گزینه درست: ۳

سوال ۸

گزینه «۳»

ابتدا دمای $-10^\circ C$ را به فارنهایت تبدیل می کنیم؛

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{\theta = -10^\circ C} F = 14^\circ F$$

با توجه به اطلاعات سوال، دماسنج مجهول، دمای $50^\circ F$ را 50° درجه و دمای $59^\circ F$ را معادل 60° درجه نشان می دهد.

بنابراین اگر دمای $14^\circ F$ را به x درجه نشان دهد، می توان نوشت :

$$\frac{F - F_1}{F_F - F_1} = \frac{x - x_1}{x_F - x_1}$$

$$\Rightarrow \frac{14 - 50}{59 - 50} = \frac{x - 50}{60 - 50} \Rightarrow -4 = \frac{x - 50}{10}$$

$$\Rightarrow x = 10$$

۹

گزینه درست: ۱

سوال ۹

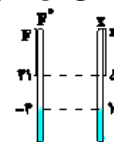
گزینه «۱»

رابطه بین دمای سلسیوس و فارنهایت به صورت $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ است. بنابراین ابتدا دماها را به فارنهایت تبدیل می‌کنیم:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \xrightarrow{\theta_1 = 5^\circ C} F_1 = \frac{9}{5} \times 5 + 32 = 41^\circ F$$

$$F_2 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \xrightarrow{\theta_2 = -20^\circ C} F_2 = \frac{9}{5} \times (-20) + 32 = -4^\circ F$$

اکنون با در نظر گرفتن یک تناسب ساده ریاضی بین دماسنج فارنهایت و دماسنج موردنظر سؤال، رابطه‌ای بین مقیاس‌های دمای آن‌ها پیدا می‌کنیم:



$$\frac{50-10}{50-X} = \frac{41-(-4)}{41-F} \Rightarrow \frac{F-4}{50-X} = \frac{45}{45-F}$$

$$\xrightarrow{X=F} 9(50-F) = 45(41-F) \Rightarrow 450-9F = 1845-45F \Rightarrow F = 122^\circ F$$

۱۰

گزینه درست: ۳

سوال ۱۰

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از رابطه بین دمای فارنهایت و سلسیوس به صورت زیر، θ_1 را می‌یابیم:

$$F_2 = F_1 + \frac{172}{100} F_1 \Rightarrow F_2 = \frac{172}{100} F_1 \xrightarrow{F = \frac{9}{5}\theta + 32}$$

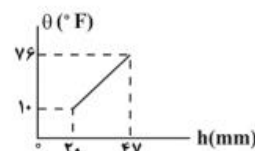
$$\frac{9}{5}\theta_2 + 32 = \frac{172}{100} \times (\frac{9}{5}\theta_1 + 32) \xrightarrow{\theta_2 = 3\theta_1}$$

$$\frac{9}{5} \times 3\theta_1 + 32 = \frac{172}{100} \times (\frac{9}{5}\theta_1 + 32) \Rightarrow 540\theta_1 + 3200 = 172 \times \frac{9}{5}\theta_1 + 172 \times 32 \Rightarrow 230/4\theta_1 = 230/4 \Rightarrow \theta_1 = 10^\circ C$$

اکنون این دما را برحسب کلون محاسبه می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 = 10 + 273 \Rightarrow T_1 = 283K$$

۱۱



گزینه درست: ۴

سوال ۱۱

گزینه «۴»

دمای مخلوط آب و یخ در فشار یک اتمسفر برابر $0^\circ C$ است. بنابراین، ابتدا این دما را به فارنهایت تبدیل می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{\theta = 0} F = \frac{9}{5} \times (0) + 32 \Rightarrow F = 32^\circ F$$

اکنون با توجه به نمودار θ برحسب h ، می‌بینیم وقتی ارتفاع ستون جیوه $h_1 = 20mm$ است، دما برابر $F_1 = 10^\circ F$ و وقتی ارتفاع ستون جیوه برابر $h_2 = 47mm$ است، دما برابر $F_2 = 76^\circ F$ می‌باشد. بنابراین، باید تعیین کنیم وقتی دما برابر $F = 32^\circ C$ است، ارتفاع ستون جیوه چه قدر می‌باشد.

$$\frac{F-F_1}{F_2-F_1} = \frac{h-h_1}{h_2-h_1} \Rightarrow \frac{32-10}{76-10} = \frac{h-20}{47-20} \Rightarrow \frac{22}{66} = \frac{h-20}{27}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{h-20}{27} \Rightarrow 1 = \frac{h-20}{9} \Rightarrow h-20 = 9 \Rightarrow h = 29mm$$

۱۲

گزینه درست: ۲

سوال ۱۲

گزینه «۲»

به کمک رابطه خطی بین دماسنجی که درجه‌بندی آن معلوم است و دماسنجی که درجه‌بندی آن نامعلوم است، به صورت زیر دمای جسم را در دماسنج نامعلوم می‌یابیم. در ابتدا، دمای $T = 300K$ را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow 300 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = 27^\circ C$$

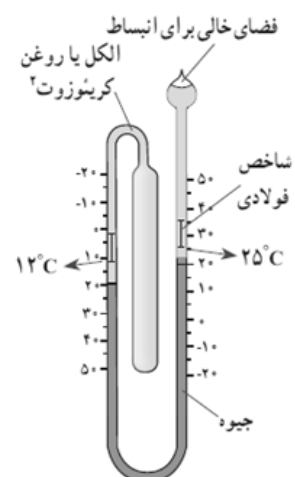
$$\theta_1 = 0^\circ C \Rightarrow x_1 = -10$$

$$\theta_2 = 100^\circ C \Rightarrow x_2 = 190$$

$$\frac{x-x_1}{\theta-\theta_1} = \frac{x_2-x_1}{\theta_2-\theta_1} \Rightarrow \frac{x-(-10)}{27-0} = \frac{190-(-10)}{100-0}$$

$$\Rightarrow \frac{x+10}{27} = \frac{200}{100} \Rightarrow x+10 = 54 \Rightarrow x = 44$$

۱۳



گزینه درست: ۲

سوال ۱۳

گزینه «۲»

- (الف) نادرست - دماسنج نشان داده شده دماسنج بیشینه - کمینه است که جزو دماسنج‌های معیار به‌شمار نمی‌رود.
 (ب) درست - با افزایش دما طول ستون جیوه در شاخه سمت چپ کاهش و در شاخه سمت راست افزایش می‌یابد.
 (پ) نادرست - از این دماسنج در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود.
 (ت) درست - حداکثر دمای اندازه‌گیری شده توسط این دماسنج $25^\circ C$ و حداقل دمای آن $12^\circ C$ است.

۱۴

گزینه درست: ۳

سوال ۱۴

گزینه «۳»

با توجه به رابطه میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین ($T = 273 + \theta$) و رابطه میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت ($F = \frac{9}{5}\theta + 32$) دمای B را برحسب F° می‌یابیم. دقت کنید، چون معلوم نیست دمای کدام جسم بیشتر است، باید دو حالت را در نظر بگیریم:

$$\theta_B - \theta_A = 18 \Rightarrow \theta_A = \theta_B - 18 \quad \text{برای حالت اول داریم:}$$

$$T_B = 4\theta_A \Rightarrow 273 + \theta_B = 4\theta_A \Rightarrow$$

$$273 + \theta_B = 4(\theta_B - 18) \Rightarrow 273 + \theta_B = 4\theta_B - 72$$

$$\Rightarrow 345 = 3\theta_B \Rightarrow \theta_B = 115^\circ C$$

$$F_B = \frac{9}{5}\theta_B + 32 \Rightarrow F_B = \frac{9}{5} \times 115 + 32 \Rightarrow F_B = 239^\circ F$$

برای حالت دوم داریم:

$$\theta_A - \theta_B = 18 \Rightarrow \theta_A = \theta_B + 18$$

$$T_B = 4\theta_A \Rightarrow 273 + \theta_B = 4\theta_A$$

$$\Rightarrow 273 + \theta_B = 4(\theta_B + 18) \Rightarrow 273 + \theta_B = 4\theta_B + 72 \Rightarrow 201 = 3\theta_B$$

$$\Rightarrow \theta_B = 67^\circ C$$

$$F_B = \frac{9}{5}\theta_B + 32 \Rightarrow F_B = \frac{9}{5} \times 67 + 32 \Rightarrow F_B = 152/6^\circ F$$

۱۵

سوال ۱۵ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به رابطه بین دما در مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت، برای دو حالت امکان‌پذیر، داریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \quad \xrightarrow{F = \frac{9}{5}\theta + 32} \quad \frac{9}{5}\theta + 32 - \theta = 25 \Rightarrow \theta = -8/75^\circ C$$

$$\theta - F = 25 \quad \xrightarrow{F = \frac{9}{5}\theta + 32} \quad \theta - \frac{9}{5}\theta - 32 = 25 \Rightarrow \theta = -71/25^\circ C$$

۱۶

سوال ۱۶ گزینه درست: ۳

کمترین دمای ممکن $-273/15^\circ C$ بوده که معادل صفر کلوین است. سایر گزینه‌ها صحیح هستند.

۱۷

سوال ۱۷ گزینه درست: ۱

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \quad \xrightarrow{\theta_2 = 3\theta_1} \quad F_2 = 54\theta_1 + 32 \quad (2)$$

$$F_2 = 10 F_1 \quad \xrightarrow{(1), (2)} \quad 54\theta_1 + 32 = 18\theta_1 + 320$$

$$\Rightarrow 36\theta_1 = 288 \Rightarrow \theta_1 = \frac{288}{36} = 8^\circ C \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(2), (3)} \quad F_2 = 54\theta_1 + 32 = 54 \times 8 + 32 = 464^\circ F$$

۱۸

سوال ۱۸ گزینه درست: ۱

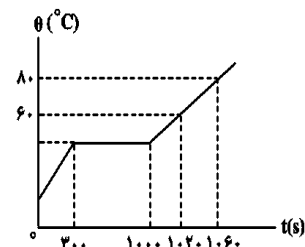
با توجه به رابطه $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ و برابری تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین، داریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta T \Rightarrow 18 = \frac{9}{5}\Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = 10K$$

بنابراین افزایش دمای جسم معادل ۱۰ کلوین است.

۱۹



سوال ۱۹ گزینه درست: ۳

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

$$Pt = mc(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow 10 \times 40 = (50 \times 10^{-3}) \times c \times (80 - 40) \Rightarrow c = 400 \frac{J}{kg \cdot K}$$

و در مدت زمان ۱۰۰۰ تا ۱۰۲۰ ثانیه داریم:

$$Pt' = mc(\theta_1 - \theta) \Rightarrow 10 \times 20 = (50 \times 10^{-3}) \times 400 \times (40 - \theta) \Rightarrow \theta = 50^\circ C$$

بنابراین نقطه ذوب جسم برابر با $50^\circ C$ می‌باشد. در مدت زمان ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ ثانیه جسم در حال ذوب شدن است. در نتیجه داریم:

$$Pt = mL_F \Rightarrow 10 \times 700 = (50 \times 10^{-3})L_F$$

$$\Rightarrow L_F = 140000 \frac{J}{kg} \Rightarrow L_F = 140 \frac{kJ}{kg}$$

۲۰

سوال ۲۰ گزینه درست: ۳

مورد «ت» نادرست است. دقت دماسنج ترموکوپل نسبت به دماسنج گازی کمتر است و علت به کارگیری آن در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی، این موضوع نیست.

(۲۱)

سوال ۲۱

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

$$\begin{aligned} \Delta L_A &= \Delta L_B \Rightarrow \text{اختلاف طول ثابت مانده است} \\ \Rightarrow L_{1A} \alpha_A \Delta \theta &= L_{1B} \alpha_B \Delta \theta \Rightarrow L_{1A} \alpha_A = L_{1B} \alpha_B \\ \Rightarrow L_{1A} \times 4/5 \times 10^{-5} &= L_{1B} \times 6 \times 10^{-5} \Rightarrow L_{1A} = \frac{3}{2} L_{1B} \\ L_{1A} - L_{1B} &= \frac{3}{2} L_{1B} - L_{1B} = \frac{1}{2} L_{1B} = 10 \text{ cm} \\ \Rightarrow L_{1B} &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

(۲۲)

سوال ۲۲

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

$$\frac{\Delta L_x}{\Delta L_y} = \frac{L_x \alpha \Delta T}{L_y \alpha \Delta T} \Rightarrow \frac{L_x}{L_y} = \frac{\Delta L_x}{\Delta L_y} = \frac{4/5}{6/3} = \frac{2}{3}$$

(۲۳)

سوال ۲۳

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

ضریب انبساط حجمی ظرف برابر است با:

$$\beta = 3\alpha = 3 \times 1/2 \times 10^{-5} = 3/2 \times 10^{-5} K^{-1}$$

حجم مایع سرریز شده برابر است با:

$$\Delta V = V_0 (\beta - \beta_0) \Delta \theta$$

که β_0 ضریب انبساط حجمی مایع می‌باشد.

$$V_0 = 1L = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 1000 [10 - 3/2] \times 10^{-5} \times 50$$

$$\Rightarrow \Delta V = 5 \times 10^{-1} \times (6/4) = 3/2 \text{ cm}^3$$

(۲۴)

سوال ۲۴

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

چون ضریب انبساط طولی میله (۱) از ضریب انبساط طولی میله (۲) بیشتر است، در اثر افزایش دمای یکسان، میله (۱) بیشتر منبسط می‌شود. داریم:

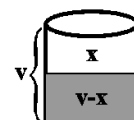
$$\begin{aligned} \Delta L_1 - \Delta L_2 &= 7 \text{ cm} \Rightarrow L_1 \alpha_1 \Delta \theta_1 - L_2 \alpha_2 \Delta \theta_2 = 7 \times 10^{-2} \\ \left. \begin{aligned} L_1 &= L_2 \\ \Delta \theta_1 &= \Delta \theta_2 \end{aligned} \right\} L_1 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta \theta &= 7 \times 10^{-2} \\ \Rightarrow 100 \times 7 \times 10^{-6} \times \Delta \theta &= 7 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ C \\ \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 100 &= \theta_2 - 10 \Rightarrow \theta_2 = 110^\circ C \end{aligned}$$

(۲۵)

سوال ۲۵

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»



$$\begin{aligned} (v-x)\beta \Delta T &= v\alpha \Delta T + x + 20 \\ \Rightarrow v\beta \Delta T - v\alpha \Delta T &= x\beta \Delta T + x + 20 \\ \Rightarrow 400(2 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-5}) \times 100 &= x \times 2 \times 10^{-3} \times 100 + x + 20 \\ \Rightarrow 80 - 1/2 &= 1/2 x + 20 \Rightarrow x = \frac{58/2}{1/2} = 58 \text{ cm}^3 \\ 400 - 49 &= 351 \text{ cm}^3 = 0/351 l \end{aligned}$$

۲۶

گزینه درست: ۲

سوال ۲۶

گزینه «۲»

ابتدا با استفاده از رابطه تغییر حجم در اثر تغییر دما، $\alpha \Delta \theta$ را می‌یابیم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta \xrightarrow{\beta=3\alpha} \Delta V = 3\alpha V_1 \Delta \theta \xrightarrow{V_1=100cm^3} \Delta V = 3\alpha \times 100 \times \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{2}{100}$$

اکنون از رابطه تغییر مساحت در اثر تغییر دما استفاده می‌کنیم:

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

$$\frac{\Delta A}{A_1} = \frac{4}{100} \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 4 \%$$

۲۷

گزینه درست: ۱

سوال ۲۷

گزینه «۱»

رابطه محاسبه افزایش طول به صورت زیر است:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta L_{1,2}}{\Delta L_{1,1}} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \times \frac{\Delta \theta_2}{\Delta \theta_1} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \Delta \theta_1 = 50^\circ C \\ \Delta F_2 = \frac{9}{5} \Delta \theta_2 \Rightarrow 180 = \frac{9}{5} \Delta \theta_2 \Rightarrow \Delta \theta_2 = 100^\circ C \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} = 2 \times 1 \times \frac{100}{50} = 4$$

۲۸

گزینه درست: ۳

سوال ۲۸

گزینه «۳»

چون ضریب انبساط طولی میله (۱) از ضریب انبساط طولی میله (۲) بیشتر است، در اثر افزایش دمای یکسان، میله (۱) بیشتر منبسط می‌شود. داریم:

$$\Delta L_1 - \Delta L_2 = 7cm \Rightarrow L_1 \alpha_1 \Delta \theta_1 - L_2 \alpha_2 \Delta \theta_2 = 7 \times 10^{-2}$$

$$\left. \begin{matrix} L_1 = L_2 \\ \Delta \theta_1 = \Delta \theta_2 \end{matrix} \right\} L_1 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta \theta = 7 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow 100 \times 7 \times 10^{-6} \times \Delta \theta = 7 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ C$$

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 100 = \theta_2 - 10 \Rightarrow \theta_2 = 110^\circ C$$

۲۹

گزینه درست: ۴

سوال ۲۹

گزینه «۴»

طول میله A به اندازه ۱cm از طول میله B بیشتر است. بنابراین میله B باید به همین اندازه بیشتر انبساط پیدا کند تا در نهایت طول آنها یکسان شود.

$$\Delta L_B = \Delta L_A + 0.1 \Rightarrow L_B \alpha_B \Delta \theta_B = L_A \alpha_A \Delta \theta_A + 0.1$$

$$\Rightarrow 100 \times 1/5 \times 10^{-5} \times \Delta \theta = 100/1 \times 10^{-5} \times \Delta \theta + 0.1$$

$$\Rightarrow 10^{-5} (150 - 100/1) \Delta \theta = 0.1$$

$$49/9 \times 10^{-5} \Delta \theta = 0.1 \Rightarrow \Delta \theta = \frac{0.1}{49/9 \times 10^{-5}} \simeq 200/4^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_2 - 10 = 200/4 \Rightarrow \theta_2 = 210/4^\circ C$$

۳۰

گزینه درست: ۴

سوال ۳۰

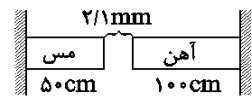
گزینه «۴»

چون جنس هر دو گلوله مسی است، بنابراین ضریب انبساط حجمی یکسان دارند. ($\beta_1 = \beta_2$)
از طرفی تغییر حجم گلوله از رابطه $\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$ محاسبه می‌شود. داریم:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{4}{3} \times 3 \times 3^3 = 324cm^3 \\ V_2 = \frac{4}{3} \times 3 \times 3^3 = 108cm^3 \end{cases}$$

بنابراین:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{\beta_1}{\beta_2} \times \frac{\Delta \theta_1}{\Delta \theta_2} = \frac{324}{108} \times 1 \times \frac{20}{10} = \frac{16}{11}$$



۳۱

گزینه درست: ۲

سوال ۳۱

گزینه «۲»

برای اینکه دو میله به هم برسند، مجموع ΔL آن‌ها باید مساوی $2/1 \text{ mm}$ یا $0/21 \text{ cm}$ شود.

$$\Delta L_{Cu} + \Delta L_{Fe} = 0/21 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow (L_1 \alpha \Delta \theta)_{Cu} + (L_1 \alpha \Delta \theta)_{Fe} = 21 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow 50 \times 18 \times 10^{-6} \Delta \theta + 100 \times 12 \times 10^{-6} \Delta \theta = 21 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow 50 \times 10^{-6} \Delta \theta (18 + 24) = 21 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{21 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-6} \times 42} = 100^\circ \text{C}$$

حال برای به دست آوردن طول ثانویه میله مسی ΔL آن را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta L_{Cu} = 50 \times 18 \times 10^{-6} \times 100 = 9 \times 10^{-2} \text{ cm} = 0/09 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L_2 - L_1 \Rightarrow L_2 = 50 + 0/09 = 50/09 \text{ cm}$$

۳۲

گزینه درست: ۲

سوال ۳۲

گزینه «۲»

در هر دمایی طول میله A به اندازه $2/04 \text{ m}$ از طول میله B بزرگ‌تر است بنابراین تغییرات طول دو میله در هر دمایی یکسان است:

$$\Delta L_A = \Delta L_B \Rightarrow L_{1A} \alpha_A \Delta \theta = L_{1B} \alpha_B \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \frac{L_{1A}}{L_{1B}} = \frac{\alpha_B \Delta \theta}{\alpha_A \Delta \theta} = \frac{1/8 \times 10^{-5}}{1/2 \times 10^{-5}} = 1/5$$

۳۳

گزینه درست: ۴

سوال ۳۳

گزینه «۴»

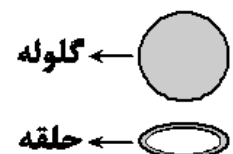
اندازه تغییر چگالی با دما از رابطه $\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta T$ به دست می‌آید:

$$\text{درصد تغییر چگالی} = \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{-\rho_1 \beta \Delta T}{\rho_1} \times 100$$

$$\beta = \frac{\gamma}{T} (\gamma \alpha) = \frac{5}{T} \times 6 \times 10^{-5} = 9 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \rightarrow \text{درصد تغییر چگالی} = -\beta \Delta T \times 100$$

$$\Delta T = 100^\circ \text{C} \rightarrow \text{درصد تغییر چگالی} = -9 \times 10^{-5} \times 100 \times 100 = -0/9 \%$$

۳۴



گزینه درست: ۴

سوال ۳۴

گزینه «۴»

چون قطر گلوله برابر $2/004 \text{ cm}$ و قطر داخلی حلقه برابر 2 cm است، لازم است، قطر حلقه حداقل به اندازه

$\Delta R = 2/004 - 2 = 0/004 \text{ cm}$ افزایش یابد. بنابراین، با استفاده از رابطه تغییر طول یک جسم جامد ($\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$), برای قطر

داخلی حلقه می‌توان نوشت:

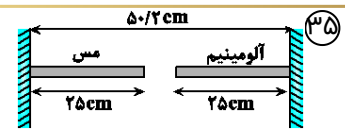
$$\Delta R_{\text{حلقه}} = \alpha_{\text{حلقه}} R_{1\text{حلقه}} \Delta T$$

$$\Delta R_{\text{حلقه}} = 0/004 \text{ cm} = 4 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\alpha_{\text{حلقه}} = 2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}, R_{1\text{حلقه}} = 2 \text{ cm}$$

$$4 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-5} \times 2 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 100 \text{ K}$$

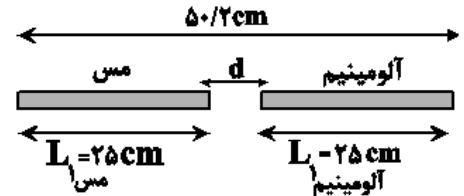
بنابراین، برای عبور گلوله از حلقه، لازم است دمای حلقه را حداقل 100 K افزایش دهیم.



سوال ۳۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

برای این که فاصله دو میله از هم صفر شود، باید مجموع افزایش طول دو میله برابر فاصله بین آن‌ها باشد. بنابراین، ابتدا فاصله بین دو میله را پیدا می‌کنیم:



$$L_{1\text{ مس}} + d + L_{2\text{ آلومینیم}} = 50/2 \Rightarrow 25 + d + 25 = 50/2 \Rightarrow d = 0/2 \text{ cm}$$

اکنون، تغییر دمای میله‌ها را می‌یابیم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \Delta L_{\text{آلومینیم}} + \Delta L_{\text{مس}} = d$$

$$\alpha_{\text{آلومینیم}} L_{2\text{ آلومینیم}} \Delta T + \alpha_{\text{مس}} L_{1\text{ مس}} \Delta T = d$$

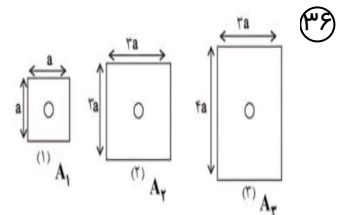
$$\alpha_{\text{آلومینیم}} = 2/3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, L_{1\text{ مس}} = L_{2\text{ آلومینیم}} = 25 \text{ cm}$$

$$\alpha_{\text{مس}} = 1/7 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, d = 0/2 \text{ cm}$$

$$2/3 \times 10^{-5} \times 25 \times \Delta T + 1/7 \times 10^{-5} \times 25 \times \Delta T = 0/2$$

$$\Rightarrow 25 \Delta T \times 10^{-5} \times (2/3 + 1/7) = 0/2 \Rightarrow 10^{-3} \Delta T = 2 \times 10^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{2 \times 10^{-1}}{10^{-3}} \Rightarrow \Delta T = 200 \text{ K}$$



سوال ۳۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

وقتی به این سه صفحه هم‌جنس و هم‌ضخامت به یک اندازه گرما بدهیم، صفحه‌ای که مساحت کمتری دارد و در نتیجه دارای حجم و جرم کمتری است، طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، افزایش دمای بیش‌تری خواهد داشت. از طرف دیگر در حالت اولیه روزنه‌ها هم‌اندازه هستند و قطر اولیه آن‌ها با هم برابر است. پس طبق رابطه انبساط طولی داریم:

$$\Delta D = D\alpha\Delta T \xrightarrow{\Delta T_1 > \Delta T_2 > \Delta T_3} \Delta D_1 > \Delta D_2 > \Delta D_3$$

سوال ۳۷

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

درصد تغییرات مساحت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha \times \Delta\theta \times 100 \Rightarrow 0/8 = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times \Delta\theta \times 100$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 200 \text{ K} = 200^\circ \text{ C}$$

حال تغییرات دما را بر حسب درجه فارنهایت به دست می‌آوریم:

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

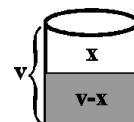
$$\Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = \frac{9}{5} \times 200 = 360^\circ \text{ F}$$

(۳۸)

سوال ۳۸

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»



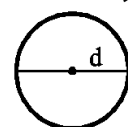
$$\begin{aligned}
 (v-x)\beta\Delta T &= v\alpha\Delta T + x + v_0 \\
 \Rightarrow v\beta\Delta T - v\alpha\Delta T &= x\beta\Delta T + x + v_0 \\
 \Rightarrow 400(2 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-5}) \times 100 \\
 &= x \times 2 \times 10^{-5} \times 100 + x + 20 \\
 \Rightarrow 40 - 1/2 &= 1/2x + 20 \Rightarrow x = \frac{58/2}{1/2} = 58 \text{ cm}^3 \\
 400 - 58 &= 342 \text{ cm}^3 = 0.342 \text{ l}
 \end{aligned}$$

(۳۹)

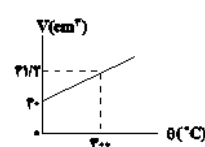
سوال ۳۹

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»



$$\begin{aligned}
 L &= 2\pi R & \frac{L_r}{L_1} &= 1/5 \\
 d &= 2R & \frac{d_r}{d_1} &= 1/5
 \end{aligned}$$



(۴۰)

سوال ۴۰

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به نمودار تغییرات حجم ظرف بر حسب دمای آن، تغییر حجم ظرف برابر $\Delta V = 41/2 - 40 = 1/2 \text{ cm}^3$ است. بنابراین، ابتدا ضریب انبساط حجمی محفظه را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow \Delta V &= V_1 \beta_{\text{ظرف}} \Delta \theta \xrightarrow{V_1 = 400 \text{ cm}^3} \\
 \Delta V &= 1/2 \text{ cm}^3, \Delta \theta = 300^\circ \text{ C} \\
 1/2 &= 400 \beta_{\text{ظرف}} \times 300 \Rightarrow \beta_{\text{ظرف}} = 10^{-5} \frac{1}{K}
 \end{aligned}$$

اکنون با توجه به رابطه $(V_{\text{سرریز}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}})$ ، افزایش دمای مجموعه را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{سرریز}} &= V_1 \beta_{\text{مایع}} \Delta \theta - V_1 \beta_{\text{ظرف}} \Delta \theta \Rightarrow V_{\text{سرریز}} = V_1 \Delta \theta (\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}}) \\
 V_1 &= 400 \text{ cm}^3, \beta_{\text{مایع}} = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \\
 \frac{V_{\text{سرریز}} = 4 \text{ cm}^3, \beta_{\text{ظرف}} = 10^{-5} \frac{1}{K}}{V_1 \Delta \theta (\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}})} &\Rightarrow 4 = 400 \times \Delta \theta \times (5 \times 10^{-5} - 10^{-5}) \\
 \Rightarrow 4 &= 400 \times \Delta \theta \times 4 \times 10^{-5} \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ \text{ C}
 \end{aligned}$$

بنابراین، θ_r برابر است با:

$$\Delta \theta = \theta_r - \theta_1 \xrightarrow{\theta_1 = 10^\circ \text{ C}} 50 = \theta_r - 10 \Rightarrow \theta_r = 60^\circ \text{ C}$$

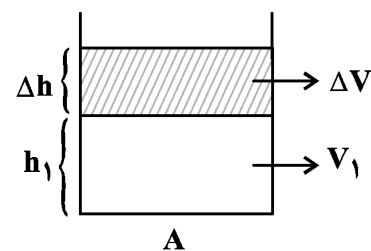
(۴۱)

سوال ۴۱

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۴۲۰ \times ۱۰^۳ = ۲ \times ۴۲۰۰ \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۵۰^\circ C$$



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

$$A\Delta h = Ah_1 \beta \Delta\theta$$

$$\Delta h = h_1 \beta \Delta\theta = ۴۰ \times ۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۵۰ = ۰/۶ cm$$

$$h_۲ = ۴۰ + ۰/۶ = ۴۰/۶ cm$$

(۴۲)

سوال ۴۲

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به صورت سوال می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{۰/۹}{۱۰۰} \% V_1 = ۹ \times ۱۰^{-۳} V_1$$

با توجه به رابطه موجود برای انبساط حجمی اجسام می‌توان نوشت:

$$\Delta V = V_1 (۳\alpha) \Delta\theta \Rightarrow ۹ \times ۱۰^{-۳} V_1 = V_1 (۳\alpha) ۶۰$$

$$\Rightarrow ۹ \times ۱۰^{-۳} = ۱۸۰\alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{۹ \times ۱۰^{-۳}}{۱۸۰} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۴} = ۵ \times ۱۰^{-۵} K^{-1}$$

بنابراین:

$$\text{ضریب انبساط سطحی} = ۲\alpha = ۲ \times (۵ \times ۱۰^{-۵}) = ۱۰^{-۴} K^{-1}$$

(۴۳)

سوال ۴۳

گزینه درست: ۴

طبق صورت سؤال به ازاء افزایش دما از صفر درجه سلسیوس تا $۴۰^\circ C$ ، افزایش طول میله مسی $۶ cm$ بیشتر از افزایش طول میله آهنی است، بنابراین:

$$\Delta L_{Cu} = \Delta L_{Fe} + ۶$$

$$L_{Cu} \alpha_{Cu} \Delta\theta_{Cu} = L_{Fe} \alpha_{Fe} \Delta\theta_{Fe} + ۶$$

$$\Rightarrow L_{Cu} \times ۱/۸ \times ۱۰^{-۵} \times ۴۰ = L_{Fe} \times ۱/۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۴۰ + ۶$$

$$۱۲ L_{Cu} = ۸ L_{Fe} + ۱۰^۵$$

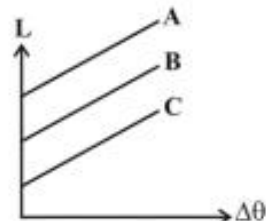
از طرفی در ابتدا داریم:

$$L_{Fe} = L_{Cu} + ۴$$

از حل هم‌زمان دو رابطه بالا خواهیم داشت:

$$۱۲ L_{Cu} = ۸ (L_{Cu} + ۴) + ۱۰^۵ \Rightarrow L_{Cu} = ۲۵۰۰۸ cm$$

(۴۴)



گزینه درست: ۱

سوال ۴۴

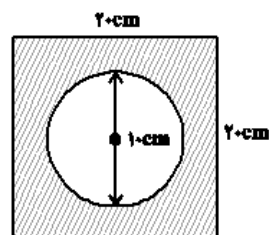
طبق رابطه انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = L - L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow L = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta \quad (I)$$

با توجه به رابطه (I)، در نمودار صورت سؤال، عرض از مبدأ خط‌ها L_1 و شیب آن‌ها $L_1 \alpha$ خواهد بود. در این نمودار شیب سه خط یکسان است. پس:

$$\alpha_A L_{1A} = \alpha_B L_{1B} = \alpha_C L_{1C} \xrightarrow{L_{1A} > L_{1B} > L_{1C}} \alpha_A < \alpha_B < \alpha_C$$

(۴۵)



گزینه درست: ۲

سوال ۴۵

با استفاده از رابطه انبساط سطحی داریم:

$$\Delta A = \gamma \alpha A_1 \Delta T \Rightarrow 40 \times 2 / 4 - 400 = \gamma \alpha \times 400 \times 100$$

$$\Rightarrow \alpha = 3 \times 10^{-5} K^{-1}$$

وقتی به دلیل انبساط، مساحت ورقه فلزی افزایش می‌یابد، ابعاد حفره داخل آن نیز افزایش خواهد یافت و بنابراین داریم:

$$\Delta R = \alpha R_1 \Delta T \Rightarrow R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\Rightarrow R_2 = 5 \times (1 + 3 \times 10^{-5} \times 100) \Rightarrow R_2 = 5.015 \text{ cm}$$

(۴۶)

گزینه درست: ۴

سوال ۴۶

گزینه «۴»

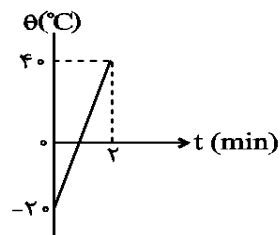
گرمای داده شده به گلوله برابر $Q = mc\Delta\theta$ و انرژی پتانسیل اولیه گلوله برابر $U = mgh$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{Q}{U} = \frac{mc\Delta\theta}{mgh} \xrightarrow[c=400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, h=2m, \Delta\theta=5/4^\circ C]{c=400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}} \frac{Q}{U} = \frac{400 \times 5 / 4}{10 \times 20} = 0.4$$

$$\Rightarrow Q = 0.4U \Rightarrow Q = 40\% U$$

یعنی ۴۰ درصد از انرژی پتانسیل اولیه گلوله به گرما تبدیل شده است.

(۴۷)



گزینه درست: ۲

سوال ۴۷

گزینه «۲»

$$Q = P\Delta t = 20W \times 10s = 200J \quad P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{50 \times 10^{-3} \times 400 \times (40 - (-20))}{2 \times 60} = 20W$$

(۴۸)

سوال ۴۸

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به چگالی، ۳ لیتر آب معادل ۳ کیلوگرم آب است.
دمای اولیه آب برحسب درجه سلسیوس را به دست می آوریم:

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

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

$$\Delta\theta = 100 - 10 = 90^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta = 3 \times 4200 \times 90 = 1134000 J = 1134 kJ$$

(۴۹)

سوال ۴۹

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

$$m_{\text{یخ}} = 4m, m_{\text{آب}} = m \text{ و } c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}}$$

$$\frac{Q_{\text{آب}}}{Q_{\text{یخ}}} = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}}{m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}}} = \frac{m \times 2c_{\text{یخ}} \times 10}{4m \times c_{\text{یخ}} \times 20} = \frac{1}{4}$$

(۵۰)

سوال ۵۰

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

گرمای ویژه آلومینیم بیش از دو برابر گرمای ویژه مس است.

$$\frac{c_{Al}}{c_{Cu}} > 2$$

اگر ۱ کیلوگرم آلومینیم $20^\circ C$ و ۱ کیلوگرم مس $20^\circ C$ را با هم داخل مقداری آب $100^\circ C$ بیندازیم،

$$\begin{cases} m_{Al} = 1kg \\ m_{Cu} = 1kg \end{cases}, \begin{cases} \theta_{Al} = 20^\circ C \\ \theta_{Cu} = 20^\circ C \\ \theta_{\text{آب}} = 100^\circ C \end{cases}$$

پس از برقراری تعادل

$$\theta_e = \theta_{Al} = \theta_{Cu} = \theta_{\text{آب}}$$

گزینه های «۱» و «۲» وقتی اجسام در تعادل گرمایی با یکدیگر باشند دمای آنها یکسان است. چون دماهای اولیه قطعه آلومینیم و مس با هم برابر بوده و سپس با آب به دمای تعادل رسیده اند، پس افزایش دمای آنها یکسان خواهد بود. بنابراین گزینه های «۱» درست و «۲» نادرست است.

گزینه «۳»: گرمای مبادله شده بین آب و مس و آلومینیم برابر است با $Q = mc\Delta\theta$ و از آنجا که گرمای ویژه مواد مختلف، متفاوت است بنابراین گرمایی که مس و آلومینیم می گیرند، یکسان نیست و گزینه «۳» نادرست است.

$$Q = mc\Delta\theta = \frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} = \frac{m_{Al} c_{Al} \Delta\theta_{Al}}{m_{Cu} c_{Cu} \Delta\theta_{Cu}}$$

$$\Delta\theta_{Al} = \Delta\theta_{Cu}, \frac{c_{Al}}{c_{Cu}} > 2 \Rightarrow \frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} > 2$$

بنابراین گرمایی که مس می گیرد کمتر از گرمایی است که آلومینیم می گیرد و گزینه «۴» نادرست است.

(۵۱)

سوال ۵۱

گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

چند لیتر آب ۵۰ درجه سلسیوس $V_1 = ? , \theta_1 = 50^\circ C$ چند لیتر آب ۲۰ درجه سلسیوس $V_2 = ? , \theta_2 = 20^\circ C$

۶۰ لیتر آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشیم

$$V_1 + V_2 = 60 \text{ lit}, \theta_e = 40^\circ C$$

با استفاده از رابطه تعادل گرمایی و با توجه به اینکه حجم نهایی برابر با ۶۰ لیتر است می‌توانیم m_1 و m_2 را به دست بیاوریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c(\theta_e - \theta_1) + m_2 c(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 (40 - 50) = -m_2 (40 - 20)$$

$$\Rightarrow 10m_1 = 20m_2 \Rightarrow 2m_2 - m_1 = 0 \quad (I)$$

از طرفی چگالی آب برابر است با 1 kg/lit بنابراین:

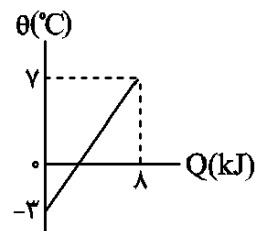
$$m_1 + m_2 = \rho V_1 + \rho V_2 = \rho(V_1 + V_2) = 1 \times 60 = 60 \text{ kg} \quad (II)$$

با توجه به قسمت (I) و (II) داریم:

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 60 \text{ kg} \\ 2m_2 - m_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow m_1 = 40 \text{ kg}, m_2 = 20 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow V_1 = 40 \text{ L}, V_2 = 20 \text{ L}$$

(۵۲)



سوال ۵۲

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

از روی نمودار $Q - \theta$ داده شده، می‌توان دریافت که وقتی به این جسم ۲ کیلوگرمی به اندازه 8 kJ گرما داده می‌شود، دمای آناز $3^\circ C$ به $7^\circ C$ می‌رسد. از روی نمودار مشخص است که جسم تغییر حالت نداشته، لذا از رابطه $Q = mc(\theta_2 - \theta_1)$ برای

محاسبه گرمای ویژه جسم استفاده می‌کنیم. داریم:

$$Q = mc(\theta_2 - \theta_1)$$

$$\frac{Q=8 \text{ kJ}=8000 \text{ J} \quad m=2 \text{ kg}}{\theta_2=7^\circ C \quad \theta_1=3^\circ C} \rightarrow 8000 = 2 \times c \times (7 - (-3))$$

$$\Rightarrow c = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ C}$$

اکنون می‌توانیم گرمای لازم برای افزایش دمای ۳ کلونی این جسم را حساب کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{m=2 \text{ kg}, c=400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ C}} \Delta\theta = \Delta T = 3 \text{ K} = 3^\circ C$$

$$Q = 2 \times 400 \times 3 = 2400 \text{ J} \Rightarrow Q = 2/4 \text{ kJ}$$

(۵۳)

سوال ۵۳

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به طرحواره زیر و استفاده از تعادل گرمایی به صورت زیر، جرم آب $80^\circ C$ را پیدا می‌کنیم:

$$80^\circ C \xleftarrow{Q_2} 60^\circ C \xrightarrow{Q_1} 20^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c\Delta\theta_1 + m_2 c\Delta\theta_2 = 0$$

$$400 \times c \times (60 - 20) + m_2 \times c \times (60 - 80) = 0$$

$$\Rightarrow 400 \times c \times 40 = m_2 \times c \times 20 \Rightarrow 400 \times 40 = 20 \times m_2$$

$$\Rightarrow m_2 = 800 \text{ g}$$

(۵۴)

گزینه درست: ۳

سوال ۵۴

گزینه «۳»

چون توان گرمایی گرمکن الکتریکی و مدت زمان گرما دادن به جسم ثابت است، بنابراین، طبق رابطه $Q = Pt$ ، مقدار گرمای داده شده به جسم نیز ثابت می‌باشد. در این حالت، با توجه به این‌که $Q = mc\Delta\theta$ است، می‌توان نوشت:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 c \Delta\theta_1 = m_2 c \Delta\theta_2 \Rightarrow m_1 \Delta\theta_1 = m_2 \Delta\theta_2$$

$$\Delta\theta_2 = \Delta\theta_1 - 5/2 \Delta\theta_1 = 5/8 \Delta\theta_1 \rightarrow m_1 \Delta\theta_1 = m_2 \times 5/8 \Delta\theta_2$$

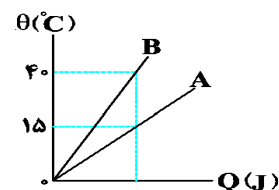
$$\Rightarrow m_1 = 5/8 m_2 \Rightarrow m_2 = \frac{8}{5} m_1 \Rightarrow m_2 = 1/25 m_1$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 1/25 m_1 - m_1 \Rightarrow \Delta m = 24/25 m_1$$

$$\Rightarrow \Delta m =$$

بنابراین، باید جرم جسم را ۲۵ درصد افزایش دهیم.

(۵۵)



گزینه درست: ۲

سوال ۵۵

گزینه «۲»

شیب نمودار دما بر حسب گرما برابر با عکس ظرفیت گرمایی است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{1}{mc} Q \xrightarrow[Q_A=Q_B]{m_A=m_B} \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{c_A}{c_B} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{40}{15} = \frac{8}{3}$$

اکنون دمای تعادل را به دست می‌آوریم:

$$|Q_A| = |Q_B| \xrightarrow[Q_B=m_B c_B (\theta_e - \theta_B)]{Q_A=m_A c_A (\theta_e - \theta_A)}$$

$$m_A c_A (\theta_e - \theta_A) = m_B c_B (\theta_e - \theta_B)$$

$$m_A=200g, m_B=400g, \theta_B=50^\circ C \rightarrow \frac{8}{3} = \frac{\theta_e - 15}{50 - \theta_e}$$

$$\Rightarrow 200 - 4\theta_e = 3\theta_e - 24 \Rightarrow \theta_e = 34^\circ C$$

(۵۶)

گزینه درست: ۲

سوال ۵۶

گزینه «۲»

ظرفیت گرمایی یک جسم برابر است با:

$$C = mc$$

چون جنس هر دو کره یکسان است، پس گرمای ویژه یکسانی دارند و داریم:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \xrightarrow[c_A=c_B]{m=\rho V} \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A V_A}{\rho_B V_B}$$

$$V_A = \frac{4}{3}\pi R_A^3 \rightarrow R_A^3 = \frac{3}{4}\pi R_B^3 \Rightarrow R_A = \sqrt[3]{2} R_B (1)$$

طبق رابطه گرمای داده شده به جسم داریم:

$$Q = C\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow[C_A=C_B]{Q_A=Q_B} \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{2} (2)$$

اکنون با توجه به رابطه انبساط سطحی داریم:

$$\frac{\Delta A_A}{\Delta A_B} = \frac{A_{1A} (\alpha_A) \Delta\theta_A}{A_{1B} (\alpha_B) \Delta\theta_B} \xrightarrow[A=\pi R^2]{\alpha_A=\alpha_B} \frac{\Delta A_A}{\Delta A_B} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^2 \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{(2),(1)} \frac{\Delta A_A}{\Delta A_B} = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

(۵۷)

سوال ۵۷

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به رابطه تعادل گرمایی در حالت تعادل داریم:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} + Q_{\text{آب}} &= 0 \\
 \Rightarrow m_{\text{آب}} C_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta_{\text{گرماسنج}} + C_{\text{فلز}} \Delta\theta_{\text{فلز}} &= 0 \\
 \Rightarrow 0/5 \times 4200 \times (\theta_e - \theta_1) + 140(\theta_e - \theta_1) + 224(\theta_e - 60) &= 0 \\
 \theta_e = \theta_1 + \frac{25}{100} \theta_1 = \frac{5}{4} \theta_1 &\rightarrow \\
 2100 \times (\frac{5}{4} \theta_1 - \theta_1) + 140(\frac{5}{4} \theta_1 - \theta_1) + 224(\frac{5}{4} \theta_1 - 60) &= 0 \\
 \Rightarrow 525\theta_1 + 35\theta_1 + 280\theta_1 - 224 \times 60 &= \\
 \Rightarrow 840\theta_1 = 224 \times 60 \Rightarrow \theta_1 = 16^\circ C & \\
 \text{حال دمای تعادل برابر است با:} & \\
 \theta_e = \theta_1 + \frac{1}{4} \theta_1 = 16 + \frac{1}{4} \times 16 = 20^\circ C &
 \end{aligned}$$

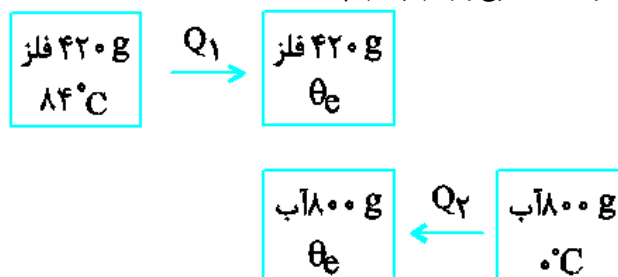
(۵۸)

سوال ۵۸

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

باتوجه به طرح‌واره زیر داریم:



$$\begin{aligned}
 Q_1 + Q_2 &= 0 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0 \\
 m_1 = 420g = 0/42kg, c_1 = 400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \theta_1 = 84^\circ C & \\
 m_2 = 1800g = 0/18kg, c_2 = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \theta_2 = 0^\circ C & \\
 0/42 \times 400 \times (\theta_e - 84) + 0/18 \times 4200 \times (\theta_e - 0) &= 0 \\
 \Rightarrow \theta_e - 84 + 20\theta_e = 0 \Rightarrow 21\theta_e = 84 \Rightarrow \theta_e = 4^\circ C &
 \end{aligned}$$

(۵۹)

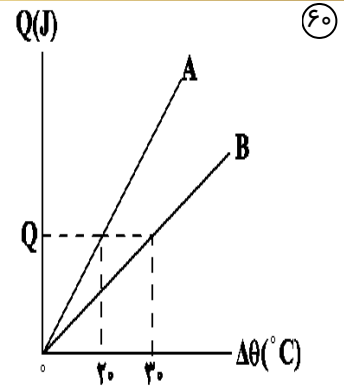
سوال ۵۹

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با استفاده از رابطه $Q = C\Delta\theta$ ، به صورت زیر C_A را می‌یابیم. چون گرمای داده شده به دو جسم یکسان است، داریم:

$$\begin{aligned}
 Q_A &= Q_B \Rightarrow C_A \Delta\theta_A = C_B \Delta\theta_B \\
 C_A = C_B + 300 \Rightarrow C_B = C_A - 300, \Delta\theta_B = 4\Delta\theta_A & \\
 \Rightarrow C_A \Delta\theta_A = (C_A - 300) \times 4\Delta\theta_A \Rightarrow C_A = (C_A - 300) \times 4 & \\
 \Rightarrow C_A = 4C_A - 1200 \Rightarrow 1200 = 3C_A \Rightarrow C_A = 400 \frac{J}{K} &
 \end{aligned}$$



گزینه درست: ۲

سوال ۶۰

گزینه «۲»

ابتدا با توجه به نمودار نسبت گرمای ویژه جسم A به گرمای ویژه جسم B را به دست می آوریم. با توجه به نمودار به ازای گرمای یکسان Q، $\Delta\theta_A = 20^\circ C$ و $\Delta\theta_B = 30^\circ C$ است. بنابراین داریم:

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

$\Delta\theta_A = 20^\circ C, \Delta\theta_B = 30^\circ C$
 $m_A = 2m_B, Q_A = Q_B = Q$

$$\frac{Q}{Q} = \frac{2m_B}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{20}{30} \Rightarrow 1 = \frac{2}{3} \times \frac{c_A}{c_B} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{3}{4}$$

اکنون به ازای $Q'_B = 4Q'_A$ نسبت $\frac{Q'_B}{Q'_A}$ را به دست می آوریم:

$$\frac{Q'_B}{Q'_A} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{4Q'_A}{Q'_A} = \frac{2m_B}{m_B} \times \frac{3}{4} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$4 = 2 \times \frac{3}{4} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{8}{3}$$

راه دوم: بدون به دست آوردن نسبت گرمای ویژه نیز می توانستیم به جواب برسیم. با توجه به نمودار ظرفیت گرمایی A، $\frac{3}{4}$ برابر ظرفیت گرمایی B است.

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{4}{3}$$

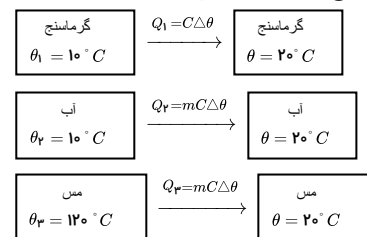
۶۱

گزینه درست: ۴

سوال ۶۱

گزینه «۴»

با توجه به طرحواره زیر و استفاده از رابطه تعادل گرمایی، گرمای ویژه مس را می یابیم. دقت کنید، چون در ابتدا آب و گرماسنج در تعادل گرمایی اند، دمای اولیه گرماسنج و آب یکسان و برابر $10^\circ C$ است.



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}} (\theta - \theta_1) + m_2 c_{\text{آب}} (\theta - \theta_2) + m_3 c_{\text{مس}} (\theta - \theta_3) = 0$$

$$\xrightarrow{C_{\text{گرماسنج}} = 150 \frac{J}{K}, m_2 = 0.5 kg, m_3 = 0.6 kg} 150 \times (20 - 10)$$

$$\xrightarrow{c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}} 1500 \times (20 - 10) + 0.6 \times 4200 \times (20 - 120) = 0$$

$$1500 + 25200 \times (-10) = 0 \Rightarrow 1500 - 252000 = 0 \Rightarrow 252000 = 1500 \Rightarrow c_{\text{مس}} = 375 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

۶۲

گزینه درست: ۴

سوال ۶۲

گزینه «۴»

اندازه گرمایی که قطعه آلومینیومی از دست می‌دهد برابر است با جمع مقدار گرمایی که آب و ظرف دریافت کرده‌اند، لذا:

$$\begin{aligned} |m_{Al} c_{Al} \Delta \theta_{Al}| &= Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}} = Q_{\text{آب}} + \frac{1}{11} Q_{\text{آب}} \\ &= \frac{12}{11} Q_{\text{آب}} = \frac{12}{11} \times m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta_{\text{آب}} \\ \Rightarrow |0.2 \times 900 \times (62 - 90)| &= \frac{12}{11} \times 0.1 \times 4200 \Delta \theta_{\text{آب}} \\ \Rightarrow \Delta \theta_{\text{آب}} &= 11^\circ C \Rightarrow \theta_{\text{آب}} - 21 = 11 \Rightarrow \theta_{\text{آب}} = 32^\circ C \end{aligned}$$

۶۳

گزینه درست: ۳

سوال ۶۳

گزینه «۳»

جمع جبری گرماهای مبادله شده برابر صفر است. اگر گرما به محیط داده نشده باشد:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0 \\ \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta_e - \theta_3) &= 0 \\ \Rightarrow \frac{100}{1000} c (\theta_e - 20) + \frac{200}{1000} c (\theta_e - 30) + \frac{200}{1000} c (\theta_e - 40) &= 0 \\ (c) \text{ از طرفین ساده می‌شود، پس:} \\ \Rightarrow 0.1(\theta_e - 20) + 0.2(\theta_e - 30) + 0.2(\theta_e - 40) &= 0 \\ \Rightarrow 0.1\theta_e - 2 + 0.2\theta_e - 6 + 0.2\theta_e - 8 &= 0 \\ \Rightarrow 0.5\theta_e &= 16 \Rightarrow \theta_e = 32^\circ C \end{aligned}$$

چون در ظرف، آب ۲۸ درجه سلسیوس موجود است، پس:

$$\begin{aligned} \Delta Q = mc\Delta\theta &= \frac{500}{1000} \times 4200 \times (32 - 28) \\ &= 2 \times 4200 = 8400. \end{aligned}$$

۶۴

گزینه درست: ۳

سوال ۶۴

گزینه «۳»

هرگاه دو یا چند جسم در تماس گرمایی با یکدیگر قرار گیرند، بعد از این‌که به تعادل گرمایی رسیدند، مجموع گرماهای مبادله شده بین آنها صفر می‌شود. بنابراین با توجه به این‌که دمای اولیه ظرف و آب یکسان است، می‌توان نوشت:

$$(\text{آب}) \begin{cases} m_1 = 100g = 0.1kg \\ c_1 = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ \theta_1 = 0^\circ C \end{cases} \quad (\text{ظرف}) \begin{cases} C_2 = ? \\ \theta_2 = 0^\circ C \end{cases}$$

$$(\text{گلوله مسی}) \begin{cases} m_3 = 500g = 0.5kg \\ c_3 = 400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ \theta_3 = 80^\circ C \end{cases}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}} + Q_{\text{گلوله}} &= 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + C_2 (\theta - \theta_2) \\ &+ m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0 \xrightarrow{\theta = 0^\circ C} 0.1 \times 4200 (10 - 0) \\ &+ C_2 (10 - 0) + 0.5 \times 400 \times (10 - 80) = 0 \\ \Rightarrow 4200 + 10C_2 - 14000 &= 0 \Rightarrow 10C_2 = 9800 \Rightarrow C_2 = 980 \frac{J}{^\circ C} \end{aligned}$$

۶۵

گزینه درست: ۳

سوال ۶۵

گزینه «۳»

طبق رابطه گرما داریم:

$$\begin{aligned} Q = mc\Delta\theta &\Rightarrow \frac{Q}{Q'} = \frac{m}{m'} \times \frac{c'}{c} \times \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} \xrightarrow{Q'=Q} \\ \Delta\theta' &= \Delta\theta + \frac{20}{100} \Delta\theta = \frac{120}{100} \Delta\theta \\ 1 &= \frac{m'}{m} \times 1 \times \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'} \\ \frac{m'}{m} &= \frac{\Delta\theta}{\frac{120}{100} \Delta\theta} = \frac{5}{6} \Rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \left(\frac{m' - m}{m} \right) \times 100 \\ &= \left(\frac{m'}{m} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{5}{6} - 1 \right) \times 100 = -16.6\% \end{aligned}$$

۶۶

سوال ۶۶

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا تغییر دمای آب اولیه را می‌یابیم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow mc\Delta\theta = Pt \Rightarrow \Delta\theta = \frac{2100 \times 4 \times 60}{2 \times 4200} = 60^\circ C$$

یعنی پس از ۴ دقیقه دمای آب $60^\circ C$ می‌باشد.

$$mc_{\text{آب}} \Delta\theta^{\text{آب}} + m'c_{\text{قرص}} \Delta\theta^{\text{قرص}} = Pt^{\text{آب}}$$

$$\Delta\theta^{\text{آب}} = \frac{Pt^{\text{آب}}}{mc_{\text{آب}} + m'c_{\text{قرص}}}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta^{\text{آب}} = \frac{2100 \times 120}{2 \times 4200 + 4 \times 420} = 25^\circ C$$

پس دمای کل مجموعه در نهایت به $85^\circ C$ می‌رسد.

۶۷

سوال ۶۷

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

ابتدا با توجه به رابطه چگالی، نسبت جرم دو مایع را می‌یابیم:

$$\rho_M = 3\rho_N \Rightarrow \frac{m_M}{V_M} = 3 \frac{m_N}{V_N} \xrightarrow{V_N = \frac{1}{3}V_M} m_M = 9m_N$$

حال با توجه به رابطه دمای تعادل در حالتی که تغییر حالت نداریم، می‌توان نوشت:

$$\theta_e = \frac{m_{MC} \theta_M + m_{NC} \theta_N}{m_{MC} + m_{NC}} = \frac{m_{NC} c_M (9 \times 1 \times 20 + 1 \times 3 \times 40)}{m_{NC} c_M (9 \times 1 + 3 \times 1)} = 25^\circ C$$

۶۸

سوال ۶۸

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

برای حل مسائلی که در آن دمای تعادل مطرح می‌شود، مجموع گرماهای مبادله شده را برابر با صفر قرار می‌دهیم. بنابراین برای حالت اول که دمای تعادل برابر 55° است،

$$Q_{\theta_1 \text{ آب}} + Q_{\theta_r \text{ آب}} = 0 \Rightarrow m \times c \times (55 - \theta_1)$$

$$+ 2m \times c \times (55 - \theta_r) = 0 \xrightarrow{\text{داریم } mc \text{ یا حذف}}$$

$$\Rightarrow 55 - \theta_1 + 2(55 - \theta_r) = 0 \Rightarrow \theta_1 + 2\theta_r = 165 \quad (1)$$

برای حالت دوم که دمای تعادل برابر $40^\circ C$ است، داریم:

$$Q_{\theta_1 \text{ آب}} + Q_{\theta_r \text{ آب}} = 0 \Rightarrow 2m \times c \times (40 - \theta_1)$$

$$+ m \times c \times (40 - \theta_r) = 0 \xrightarrow{\text{داریم } mc \text{ یا حذف}}$$

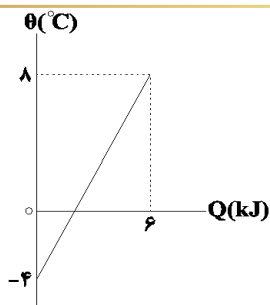
$$\Rightarrow 80 - 2\theta_1 + 40 - \theta_r = 0 \Rightarrow 2\theta_1 + \theta_r = 120 \quad (2)$$

$$\begin{cases} \theta_1 + 2\theta_r = 165 \\ 2\theta_r + \theta_r = 120 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 + 2\theta_r = 165 \\ -4\theta_1 - 2\theta_r = -240 \end{cases}$$

$$\Rightarrow -3\theta_1 = -75 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 25^\circ C \\ \theta_r = 70^\circ C \end{cases}$$

بنابراین $\theta_1 + \theta_r$ برابر است با:

$$\theta_1 + \theta_r = 25 + 70 = 95^\circ C$$



گزینه درست: ۴

سوال ۶۹

گزینه «۴»

ابتدا با توجه به نمودار، گرمای ویژه جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$\begin{aligned} Q = 6 \text{ kJ} = 6000 \text{ J}, \theta_1 = -4^\circ \text{C} \\ m = 2/5 \text{ kg}, \theta_2 = 8^\circ \text{C} \end{aligned} \rightarrow 6000 = 2/5 \times c \times [8 - (-4)]$$

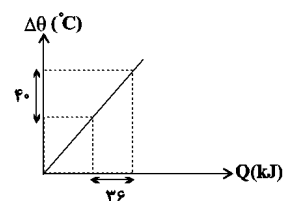
$$\Rightarrow c = \frac{6000}{30} \Rightarrow c = 200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

اکنون تغییر دما را می‌یابیم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q = 9 \text{ kJ} = 9000 \text{ J}} 9000 = 2/5 \times 200 \times \Delta\theta$$

$$m = 2/5 \text{ kg}, c = 200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \rightarrow \Delta\theta = 18^\circ \text{C}$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \xrightarrow{\Delta\theta = 18^\circ \text{C}} \Delta F = \frac{9}{5} \times 18 = 32/5^\circ \text{F}$$



۷۰

گزینه درست: ۱

سوال ۷۰

گزینه «۱»

طبق رابطه $Q = C \cdot \Delta\theta$ ، شیب نمودار $Q - \Delta\theta$ برابر با $\frac{1}{C}$ می‌باشد.

$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{40}{36000} \Rightarrow C = 900 \frac{\text{J}}{^\circ \text{C}}$$

دقت کنید که ظرفیت گرمایی وابسته به جرم و جنس می‌باشد. در نتیجه با دو برابر کردن جرم، ظرفیت گرمایی نیز دو برابر می‌شود و با افزایش گرما، مقدار آن تغییری نمی‌کند.

$$C' = 2 \times 900 = 1800 \frac{\text{J}}{^\circ \text{C}}$$

۷۱

گزینه درست: ۱

سوال ۷۱

گزینه «۱»

برای تعیین دمای تعادل، داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow (C\Delta\theta_1)_{\text{ظرف}} + (C'\Delta\theta_2)_{\text{ظرف}} + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} = 0$$

$$\Rightarrow C \times (50 - 75) + 400(50 - 10) + 0/5 \times 4200(50 - 10) =$$

$$\Rightarrow 25C = 16000 + 184000 \Rightarrow C = \frac{16000 + 184000}{25}$$

$$\Rightarrow C = 7600 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

۷۲

گزینه درست: ۱

سوال ۷۲

گزینه «۱»

با توجه به اینکه، تغییر حالت در اثر قرار دادن فلز در آب رخ نداده است، می‌توانیم برای دمای تعادل (θ_e) معادله زیر را بنویسیم:

$$\theta_e = \frac{(mc\theta)_{\text{فلز}} + (mc\theta)_{\text{آب}}}{(mc)_{\text{آب}} + (mc)_{\text{فلز}}} \\ \Rightarrow \theta_{\text{آب}} + 12 = \frac{(m \times 4200 \times \theta_{\text{آب}}) + (3m \times 350 \times 70)}{(m \times 4200) + (3m \times 350)} \Rightarrow \theta_{\text{آب}} = 10^\circ C$$

۷۳

گزینه درست: ۱

سوال ۷۳

گزینه «۱»

آب $24^\circ C \leftarrow 4^\circ C$ آب $4^\circ C \rightarrow$ یخ صفر درجه سلسیوس $\rightarrow$ یخ صفر درجه سلسیوس

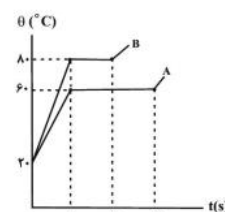
اگر جرم یخ را m' فرض کنیم، داریم: $m = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = (1000 \frac{kg}{m^3}) \times (1/4 \times 10^{-3} m^3) = 1/4 kg$

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0$$

$$m' L_F + m' c_{\text{آب}} (\theta_e - 0) + m c_{\text{آب}} (\theta_e - 4) = 0 \Rightarrow m' \times 336000 + m' c_{\text{آب}} \times 4 = 1/4 \times c_{\text{آب}} \times (20)$$

$$\Rightarrow m' = \frac{20}{336} \Rightarrow m' = \frac{1}{16} kg$$

۷۴



گزینه درست: ۳

سوال ۷۴

گزینه «۳»

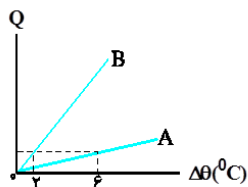
قسمت مورب نمودار در بازه زمانی صفر تا ۱۰s، بیانگر تغییرات دمای جسم پیش از ذوب آن است، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q=Pt} Pt = mc\Delta\theta \\ \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} \times \frac{t_A}{t_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \\ \xrightarrow{P_A=P_B, t_A=t_B=10s} 1 \times 1 = \frac{1}{3} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{20}{40} \\ \xrightarrow{m_B=3m_A, \Delta\theta_A=20^\circ C, \Delta\theta_B=40^\circ C} c_A = 3c_B$$

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

$$Q = mL_F \xrightarrow{Q=Pt} Pt = mL_F \\ \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} \times \frac{t_A}{t_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{L_{FA}}{L_{FB}} \\ \xrightarrow{P_A=P_B, t_A=20s, t_B=10s} 1 \times \frac{20}{10} = \frac{1}{3} \times \frac{L_{FA}}{L_{FB}} \\ \xrightarrow{m_B=3m_A} L_{FA} = 4L_{FB}$$

(۷۵)



گزینه درست: ۱

سوال ۷۵

گزینه «۱»

ابتدا از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ برای مقایسه دو مایع استفاده می‌کنیم. داریم:

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

$$m_A = ۲ \text{ kg}, m_B = ۵ \text{ kg}$$

$$Q_A = Q_B, \Delta\theta_A = ۶^\circ \text{C}, \Delta\theta_B = ۳^\circ \text{C}$$

$$1 = \frac{5}{۲} \times \frac{c_B}{c_A} \times \frac{۳}{۶} \Rightarrow \frac{c_B}{c_A} = \frac{۶}{۵} = 1/۲ \Rightarrow c_B = 1/۲ c_A$$

اکنون رابطه تعادل گرمایی را برای مایع‌های A و B می‌نویسیم:

$$Q'_A + Q'_B = 0$$

$$\Rightarrow m'_A c_A (\theta_e - \theta_A) + m'_B c_B (\theta_e - \theta_B) = 0$$

$$m'_A = ۳ \text{ kg}, m'_B = ۲ \text{ kg}, c_B = 1/۲ c_A$$

$$\theta_A = ۲۵^\circ \text{C}, \theta_B = ۷۰^\circ \text{C}$$

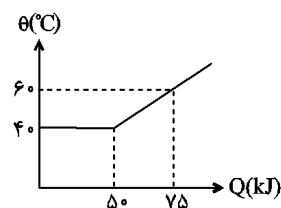
$$۳ \times c_A (\theta_e - ۲۵) + ۲ \times 1/۲ c_A (\theta_e - ۷۰) = 0$$

ساده کردن c_A

$$\Rightarrow ۳\theta_e - ۷۵ + ۲/۴\theta_e - ۱۶۸ = 0$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{۲۴۳}{۵/۴} = ۴۵^\circ \text{C}$$

(۷۶)



گزینه درست: ۱

سوال ۷۶

گزینه «۱»

طبق نمودار می‌توان گفت که چون به ازای ۵۰ kJ گرما، دمای جسم تغییری نکرده است، این مقدار گرما صرف تغییر حالت (ذوب) جسم می‌شود.

$$Q_{\text{ذوب}} = mL_F \Rightarrow ۵۰۰۰۰ = \frac{1}{۲} L_F \Rightarrow L_F = ۱۰۰۰۰۰ = ۱۰^۵ \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

با توجه به اینکه شیب قسمت دوم نمودار ثابت است، می‌توان با تناسب دمای نهایی را به دست آورد.

$$\begin{array}{ccc} (۶۰ - ۴۰)۲۰ & ۲۵(۷۵ \text{ تا } ۵۰) & \Rightarrow ? = \frac{۱۵ \times ۲۰}{۲۵} = ۱۲^\circ \text{C} \\ ? & ۱۵(۹۰ \text{ تا } ۷۵) & \end{array}$$

$$\theta - ۶۰ = ۱۲ \Rightarrow \theta = ۷۲^\circ \text{C}$$

گزینه «۳»

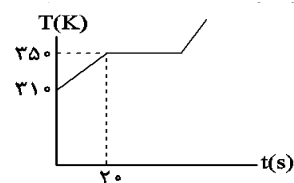
ابتدا کل گرمایی که یخ می‌گیرد تا از $0^\circ C$ به آب $50^\circ C$ تبدیل شود، می‌یابیم. به همین منظور با توجه به طرحواره زیر داریم:

$$\begin{aligned} & \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_1 = mL_F} \text{آب } 0^\circ C \xrightarrow{Q_2 = mc\Delta\theta} \text{آب } 50^\circ C \\ & Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta \\ & m = 1 \text{ kg}, L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ & c_{\text{آب}} = 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{کل}} = 1 \times 336 + 1 \times 4.2 \times (50 - 0) \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 546 \text{ kJ}$$

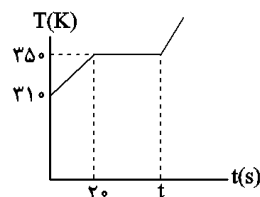
اکنون به صورت زیر، t را پیدا می‌کنیم:

$$P = \frac{Q}{t} \xrightarrow{P=1 \text{ kW}} 1 = \frac{546}{t} \Rightarrow t = 546 \text{ s}$$



گزینه «۲»

با توجه به اینکه توان، ثابت است، می‌توانیم نسبت $\frac{Q}{t}$ قسمت تغییر دما را با نسبت $\frac{Q}{t}$ قسمت تغییر حالت برابر قرار دهیم.



$$\begin{aligned} & \frac{mc\Delta T}{T_0} = \frac{mL_F}{t - T_0} \\ & \Rightarrow \frac{1 \times 4.2 \times (350 - 310)}{20} = \frac{1 \times 336}{t - 20} \\ & \Rightarrow 10 = \frac{336}{t - 20} \Rightarrow t - 20 = 33.6 \Rightarrow t = 53.6 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow t = 120 \text{ s}$$

گزینه «۱»

چون تمام یخ ذوب نشده، پس دمای تعادل، صفر درجه سلسیوس است و چون اتلافی نداشتیم، پس همه گرمایی را که آب از

دست داده، یخ به دست آورده و ذوب شده است. $Q_1 = Q_2$

$$\begin{cases} \theta_1 = 0^\circ C \\ \theta_2 = ? \Rightarrow F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 68 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \Rightarrow \theta_2 = 20^\circ C \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ C$$

$$mL_F = m'c\Delta\theta$$

$$\Rightarrow m \times 336 = 1 \times 4.2 \times 20 \Rightarrow m = 12.5 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m = 12.5 \text{ kg} = 12500 \text{ g} = 12.5 \text{ kg}$$

$$(12.5 \text{ kg یخ ذوب شده} + 500 \text{ گرم آب اولیه}) = 6250 \text{ گرم کل آب درون ظرف}$$

(۸۰)

گزینه درست: ۳

سوال ۸۰

گزینه «۳»

دمای آب ۱۰۰ درجه است: دمای آن افزایش نمی‌یابد.
 گرمای داده شده صرف تبخیر آب می‌شود: چون تمامی آب تبخیر نشده، پس دمای تعادل $100^\circ C$ است.
 گرمایی که جسم آهنی از دست داده $Q_1 \Rightarrow$
 گرمایی که آب گرفته $Q_2 \Rightarrow$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_{\text{آهن}} (100 - \theta) + m_2 L_v = 0$$

$$\frac{m_{\text{آهن}} = \frac{F}{10} \text{ kg}}{m_{\text{آب}} = \frac{F}{1000} \text{ kg}} \rightarrow \frac{F}{10} \times 420 (100 - \theta) + \frac{F}{1000} \times 2268 \times 10^3 = 0$$

$$\theta - 100 = \frac{3 \times 2268}{F \times 42} \Rightarrow \theta = 100 + 40/5 = 140/5 = 140/5^\circ C$$

(۸۱)

گزینه درست: ۱

سوال ۸۱

گزینه «۱»

ابتدا کل گرمای داده شده به یخ توسط گرمکن الکتریکی را پیدا می‌کنیم. بنابراین، با توجه به طرح‌واره زیر می‌توان نوشت:

$$\boxed{0^\circ C \text{ یخ}} \xrightarrow{Q_1 = mL_F} \boxed{0^\circ C \text{ آب}} \xrightarrow{Q_2 = mc_{\text{آب}} \Delta \theta} \boxed{100^\circ C \text{ آب}}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta \theta \xrightarrow[m_{\text{آب}} = 1 \text{ kg}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C}]{L_F = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$Q_{\text{کل}} = 1 \times 334 + 1 \times 4/2 \times (100 - 0) = 334 + 336 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 670 \text{ kJ}$$

اکنون به صورت زیر توان الکتریکی گرمکن را پیدا می‌کنیم:

$$P = \frac{Q_{\text{کل}}}{t} \xrightarrow[t=670 \text{ s}]{Q_{\text{کل}}=670 \text{ kJ}} P = \frac{670 \text{ kJ}}{670 \text{ s}} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \Rightarrow P = 1 \text{ kW}$$

(۸۲)

گزینه درست: ۴

سوال ۸۲

گزینه «۴»

ابتدا توان گرمایی ثابت گرمکن را با استفاده از اطلاعات سؤال به دست می‌آوریم:

$$Pt = mL_F \xrightarrow[t=10 \text{ min} = 10 \times 60 = 600 \text{ s}, m=0/1 \text{ kg}]{L_F = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}$$

$$P \times 600 = 0/1 \times 334000 \Rightarrow P = \frac{167}{3} \text{ W}$$

خواسته سؤال مدت زمان مورد نیاز برای تبدیل ۱۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس به ۱۰۰ گرم بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس می‌باشد، با توجه به ثابت بودن توان گرمایی گرمکن داریم:

$$Pt' = mc(\theta_2 - \theta_1) + mL_V$$

$$m=0/1 \text{ kg}, c=4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, \theta_2=100^\circ C, \theta_1=0^\circ C$$

$$P = \frac{167}{3} \text{ W}, L_V = 2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

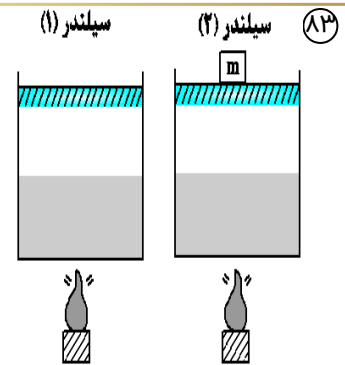
$$\frac{167}{3} \times t' = 0/1 \times 4200 \times (100 - 0) + 0/1 \times 2256000$$

$$\Rightarrow t' \simeq 4807 \text{ s} \Rightarrow t' \simeq 80 \text{ min}$$

روش دوم: می‌دانیم توان گرمکن ثابت است، بنابراین:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t'} \Rightarrow \frac{mL_F}{t} = \frac{mc\Delta\theta + mL_V}{t'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{10} \times 334 = \frac{1}{10} \times 4200 \times 100 + \frac{1}{10} \times 2256000}{t'} \Rightarrow t' \simeq 80 \text{ min}$$



سوال ۸۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

نقطه جوش یک مایع به جنس و فشار هوای روی آن بستگی دارد، به گونه‌ای که با افزایش فشار وارد بر مایع نقطه جوش بالا خواهد رفت. در این مسئله تمامی شرایط دو مایع یکسان بوده است. به جز اینکه، به دلیل قرارگیری وزنه روی پیستون سیلندر (۲)، فشار وارد بر مایع درون این سیلندر بیشتر از فشار مایع درون سیلندر (۱) است. بنابراین نقطه جوش در مایع درون سیلندر (۲) بالاتر رفته و این مایع دیرتر به جوش می‌آید. بنابراین، به ازای اعمال توان گرمایی ثابت و مساوی، مایع درون سیلندر (۱) زودتر به نقطه جوش خواهد رسید.

سوال ۸۴

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا مقدار گرمایی را که از محتویات ظرف پس از $t = 56 \text{ min}$ گرفته می‌شود، به دست می‌آوریم:

$$Q = Pt \xrightarrow{P=25 \frac{J}{s}, t=56 \text{ min}=56 \times 60 \text{ s}} Q = 25 \times 56 \times 60 = 84000 \text{ J}$$

مقدار گرمای گرفته شده از مخلوط آب و یخ باعث می‌شود، ابتدا تمام آب موجود در ظرف به یخ تبدیل شود، سپس یخ صفر درجه به یخ -10°C تبدیل شود. بنابراین مجموع جرم آب و یخ اولیه 0.8 kg بوده است. اگر جرم آب اولیه را m در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$Q = mL_F + 0.8 \times c_{\text{ice}} \times |\Delta\theta|$$

$$\xrightarrow{|\Delta\theta|=10^\circ \text{C}} 84 \times 10^3 = m \times 336 \times 10^3 + 0.8 \times 2/1 \times 10^3 \times 10 =$$

$$67/2 \times 10^3 = 336 \times 10^3 m \Rightarrow m = 0.2 \text{ kg}$$

بنابراین جرم یخ اولیه $m_{\text{ice}} = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ kg}$ بوده است.

سوال ۸۵

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

گرمای گرفته شده از آب برای تبخیر سطحی، باعث منجمد شدن آب باقی‌مانده می‌شود. اگر m' جرم آب منجمد شده و m جرم آب تبخیر شده باشد، داریم:

$$Q_V = |Q_F| \Rightarrow mL_V = |m' L_F| \xrightarrow{L_V=2490 \frac{kJ}{kg}, L_F=336 \frac{kJ}{kg}} m \times 2490 = m' \times 336$$

$$\Rightarrow m' = \frac{2490}{336} m \Rightarrow m' = \frac{415}{56} m$$

با توجه به این که مجموع جرم آب تبخیر شده و آب منجمد شده برابر 942 g است، به صورت زیر جرم آب تبخیر شده را می‌یابیم:

$$m + m' = 942 \text{ g} \xrightarrow{m' = \frac{415}{56} m} m + \frac{415}{56} m = 942 \Rightarrow \frac{571m}{56} = 942$$

$$\Rightarrow m = \frac{56 \times 942}{571} = 112 \text{ g}$$

گزینه «۲»

گرمایی که به مجموعه آب و یخ داده شده در ابتدا سبب ذوب یخ می‌شود. اگر جرم یخ ذوب شده برابر با m' باشد تغییر حجم مجموعه برابر است با:

$$\Delta V = \frac{m'}{\rho_{\text{آب}}} - \frac{m'}{\rho_{\text{یخ}}} \xrightarrow[\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}]{\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}} \Delta V = \frac{-m'}{9}$$

با توجه به اینکه جرم آب و یخ در ابتدا یکسان است، حجم اولیه مجموعه را به دست می‌آوریم:

$$V_1 = \frac{m}{\rho_{\text{آب}}} + \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}} \xrightarrow[\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}]{\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}} V_1 = m(1 + \frac{10}{9}) \Rightarrow V_1 = \frac{19}{9} m$$

بنابراین درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$-2 = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 \xrightarrow[V_1 = \frac{19}{9} m, m = 200g]{\Delta V = \frac{-m'}{9}} 2 = \frac{\frac{m'}{9}}{\frac{19}{9} \times 200} \times 100 \Rightarrow m' = 76g$$

اکنون محاسبه می‌کنیم گرمایی که $76g$ یخ را به آب تبدیل می‌کند، دمای چند گرم آب را $20^\circ C$ افزایش می‌دهد.

$$m' L_F = m'' c \Delta \theta \xrightarrow[L_F = 80 \times c_{\text{آب}}]{m' = 76g, \Delta \theta = 20^\circ C} m'' = \frac{76 \times 80 \times c_{\text{آب}}}{20 \times c_{\text{آب}}} = 304g$$

گزینه «۱»

چون بعد از تعادل گرمایی مقداری یخ ذوب نشده باقی می‌ماند، مخلوطی از آب و یخ داریم. در نتیجه، دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. بنابراین، چون $37/5g$ یخ ذوب نشده باقی می‌ماند، جرم یخ ذوب شده برابر $m' = m - 37/5$ گرم خواهد بود. در این حالت، با توجه به طرح‌واره زیر و با استفاده از تعادل گرمایی، ابتدا جرم اولیه یخ (m) و سپس حجم آن را می‌یابیم:

$$\boxed{0^\circ C_{\text{یخ}}} \xrightarrow{Q_1 = m' L_F} \boxed{0^\circ C_{\text{آب}}} \xleftarrow{Q_2 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta} \boxed{20^\circ C_{\text{آب}}}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m' L_F + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \times (0 - 20) = 0$$

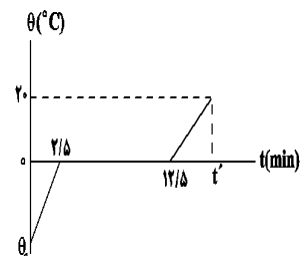
$$\xrightarrow[L_F = 336 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g.K}]{m_{\text{آب}} = 750g}$$

$$(m - 37/5) \times 336 + 750 \times 4/2 \times (-20) = 0 \Rightarrow m = 225g$$

اکنون حجم اولیه یخ را می‌یابیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow[\rho = 0.9 \frac{g}{cm^3}]{m = 225g} 0.9 = \frac{225}{V} \Rightarrow V = 250 cm^3$$

$$\xrightarrow[1 cm^3 = 10^{-3} L]{V = 250 \times 10^{-3}} V = 250 \times 10^{-3} = 0.25 L$$

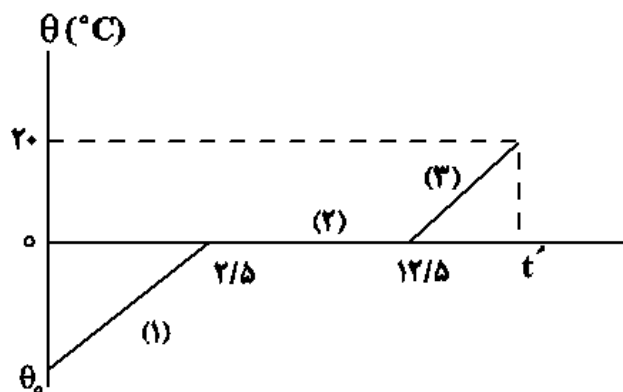


گزینه درست: ۴

سوال ۸۸

گزینه «۴»

از آن جا که توان گرمایی گرمکن الکتریکی ثابت است، برای قسمت های (۱) و (۲) می توان نوشت:



$$P_1 = P_r \xrightarrow{P = \frac{Q}{\Delta t}} \frac{Q_1}{\Delta t_1} = \frac{Q_r}{\Delta t_r} \Rightarrow \frac{mc_{\text{س}} \Delta \theta_1}{\Delta t_1} = \frac{mL_F}{\Delta t_r}$$

$$\xrightarrow{c_{\text{س}} = ۲/۱ \frac{J}{g \cdot K}, L_F = ۳۳۶ \frac{J}{g}} \frac{۲/۱ \times (-\theta_0)}{۲/۵ - ۰} = \frac{۳۳۶}{(۱۲/۵ - ۲/۵)} \Rightarrow \theta_0 = -۴^{\circ} C$$

به طور مشابه برای دو قسمت (۲) و (۳) می توان نوشت:

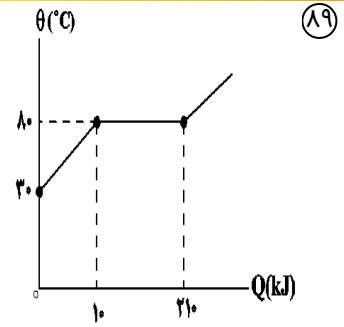
$$P_r = P_w \xrightarrow{P = \frac{Q}{\Delta t}} \frac{Q_r}{\Delta t_r} = \frac{Q_w}{\Delta t_w} \Rightarrow \frac{mL_F}{\Delta t_r} = \frac{mc_w \Delta \theta_r}{\Delta t_w}$$

$$\xrightarrow{\Delta t_r = ۱۲/۵ - ۲/۵ = ۱۰ \text{ min}, \Delta \theta_r = ۲۰ - ۰ = ۲۰^{\circ} C} \frac{۳۳۶}{۱۰} = \frac{۴/۲ \times ۲۰}{\Delta t_w}$$

$$\Rightarrow ۴۲ \times ۲۰ = ۳۳۶ \Delta t_w \Rightarrow \Delta t_w = ۲/۵ \text{ min}$$

$$\Delta t_w = t' - ۱۲/۵ = ۲/۵ = t' - ۱۲/۵ \Rightarrow t' = ۱۵ \text{ min}$$

دقت کنید، به دلیل سازگار بودن یکاها در رابطه فوق، برای سهولت و تسریع در محاسبات یکاها را به SI تبدیل نکرده ایم.



گزینه درست: ۳ سوال ۸۹

گزینه «۳»

با توجه به نمودار داده شده، دمای جسم با گرفتن گرمای $Q = 10 \text{ kJ}$ از $\theta_1 = 30^\circ \text{C}$ به $\theta_2 = 80^\circ \text{C}$ می‌رسد. بنابراین، در این حالت با استفاده از رابطه گرما، جرم جسم را پیدا می‌کنیم:

$$Q = mc(\theta_2 - \theta_1) \xrightarrow[c = 200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}]{Q = 10 \text{ kJ} = 10000 \text{ J}}$$

$$10000 = m \times 200 \times (80 - 30) \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

هم‌چنین، با توجه به نمودار، جسم با گرفتن گرمای $Q' = 210 - 10 = 200 \text{ kJ}$ به‌طور کامل ذوب می‌شود. بنابراین داریم:

$$Q' = mL_F \xrightarrow[m = 1 \text{ kg}]{Q' = 200 \text{ kJ} = 200000 \text{ J}} 200000 = 1 \times L_F \Rightarrow L_F = 200000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

۹۰

گزینه درست: ۴ سوال ۹۰

گزینه «۴»

طبق طرحواره زیر، برای تبدیل یخ -20°C به آب 90°C داریم:

$$\boxed{-20^\circ \text{C یخ}} \xrightarrow{Q_1} \boxed{0^\circ \text{C یخ}} \xrightarrow{Q_2} \boxed{0^\circ \text{C آب}} \xrightarrow{Q_3} \boxed{90^\circ \text{C آب}}$$

$$Q_t = Pt = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

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

با توجه به مقادیر داده شده برای گرمای ویژه یخ و آب و گرمای ذوب یخ می‌توان نوشت:

$$L_F = 80 c_{\text{آب}} \text{ و } c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}}$$

بنابراین:

$$Q_t = P \times (45) = m \times (\frac{1}{2} c_{\text{آب}}) \times (20) + m \times (80 c_{\text{آب}}) + m \times c_{\text{آب}} \times (90)$$

$$= 180 mc_{\text{آب}} \Rightarrow P = 4 mc_{\text{آب}} \quad (I)$$

گرمای لازم برای تبدیل ۷۵ درصد از یخ -20°C به آب 0°C به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$Q' = Pt' = m(\frac{1}{2} c_{\text{آب}})(20) + \frac{3}{4} m(80 c_{\text{آب}})$$

$$= 70 mc_{\text{آب}} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(II), (I)} t' = \frac{70 mc_{\text{آب}}}{4 mc_{\text{آب}}} = 17.5 \text{ s}$$

۹۱

گزینه درست: ۳ سوال ۹۱

گزینه «۳»

به بررسی گزینه‌های نادرست می‌پردازیم:

گزینه «۱»: نفتالین در دمای اتاق از حالت جامد به گاز تبدیل می‌شود که این تغییر حالت تصعید نام دارد.

گزینه «۲»: معمولاً با افزایش فشار وارد بر جسم، نقطه ذوب آن افزایش می‌یابد، ولی در یخ برعکس است.

گزینه «۴»: در فرایندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند.

۹۲

گزینه درست: ۴

سوال ۹۲

گزینه «۴»

حوضچه آب صفر درجه سلسیوس، یعنی جرم آب صفر درجه سلسیوس خیلی زیاد است؛ (پس در نهایت آب صفر درجه سلسیوس داریم). بنابراین در حالت تعادل، دمای تعادل صفر درجه سلسیوس است که قطعه یخ با گرفتن گرما از آب صفر درجه سلسیوس به دمای تعادل صفر درجه سلسیوس می‌رسد، پس بخشی از آب به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌شود:

$$\begin{aligned} Q_1 = Q_2 &\Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} = m' L_F \\ &\Rightarrow 100 \times \frac{1}{7} c_{\text{آب}} \times 32 = m \times 80 c_{\text{آب}} \\ &\Rightarrow m = 20g \Rightarrow M = 100 + 20 = 120g \end{aligned}$$

۹۳

گزینه درست: ۲

سوال ۹۳

گزینه «۲»

چون در ابتدا و انتهای آزمایش مخلوط آب و یخ داریم، پس دمای اولیه آب و یخ و دمای تعادل صفر درجه سلسیوس است و تبادل گرمایی بین یخ و فلز صورت می‌گیرد.

$$Q_{\text{یخ}} + Q_{\text{فلز}} = 0 \Rightarrow m L_F + m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} \Delta\theta = 0$$

$$m \times 336000 + 500 \times 840 \times (0 - 120) = 0 \Rightarrow m = 150$$

جرم یخ ذوب شده ۱۵۰ گرم است. چون ۲۵ درصد یعنی $\frac{1}{4}$ یخ اولیه ذوب شده است، پس داریم:

$$600 = 4 \times 150 = \text{جرم یخ اولیه} = \text{جرم آب اولیه}$$

پس جرم آب درون ظرف برابر است با:

$$600 + 150 = 750$$

۹۴

گزینه درست: ۳

سوال ۹۴

گزینه «۳»

به این نکته توجه کنید که تبخیر سطحی در هر دمایی می‌تواند اتفاق بیفتد. در این مسئله گرمایی که صرف تبخیر سطحی می‌شود برابر با گرمایی است که باعث یخ بستن آب نیز می‌شود.

$$Q_{\text{تبخیر سطحی}} = |Q_{\text{انجماد آب}}| \Rightarrow m_1 L_V = m_2 L_F$$

$$\Rightarrow 600 m_1 = 80 m_2 \Rightarrow m_2 = 7.5 m_1 \quad (1)$$

داخل ظرف در کل در ابتدا ۲۷۲۰g آب وجود دارد.

$$m_1 + m_2 = 2720 \xrightarrow{(1)} m_1 + 7.5 m_1 = 2720$$

$$\Rightarrow 8.5 m_1 = 2720$$

$$\Rightarrow m_1 = 320g, m_2 = 2400g$$

جرم یخ تولید شده برابر با ۲۴۰۰g = ۲/۴kg است.

۹۵

گزینه درست: ۴

سوال ۹۵

گزینه «۴»

ابتدا مقدار گرمایی که یخ نیاز دارد تا به دمای صفر درجه سلسیوس برسد را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} = 100 \times 2/1 \times (0 - (-20)) = 4200J$$

حال مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 40 \times 4/2 \times (0 - 10) = -1680J$$

پس مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به صفر درجه سلسیوس برسد کمتر از گرمای مورد نیاز یخ است. لذا با تبدیل

بخشی از جرم آب به یخ مابقی این گرما تأمین می‌شود تا یخ به دمای صفر درجه سلسیوس برسد:

$$Q_{\text{یخ}} - |Q_{\text{آب}}| = 4200 - 1680 = 2520J$$

حال محاسبه می‌کنیم این مقدار گرما از چه مقدار آب صفر درجه سلسیوس باید گرفته شود تا یخ بزند:

$$m' = \frac{Q}{L_F} = \frac{2520}{336} = 7.5g$$

بنابراین از جرم آب ۷/۵g کم می‌شود و جرم آب برابر است با:

$$m_{\text{آب}} = 40 - 7.5 = 32.5g$$

گزینه «۲»

ابتدا توان مفید گرم کن را می یابیم:

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ج}} \times \frac{P_{\text{ج}}=1000W}{Ra=\frac{A_0}{100}}} \rightarrow \frac{A_0}{100} = \frac{P_{\text{ج}}}{1000} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 1000W$$

اکنون مقدار گرمایی را که به مخلوط آب و یخ داده می شود، می یابیم:

$$Q = P_{\text{مفید}} t \xrightarrow[t=315s]{P_{\text{مفید}}=1000W} Q = 1000 \times 315 \Rightarrow Q = 315000J$$

بخشی از گرمای داده شده به مخلوط آب و یخ صرف ذوب یخ می شود. این مقدار گرما برابر است با:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} L_F \xrightarrow[L_F=336000 \frac{J}{kg}]{m_{\text{یخ}}=500g=0.5kg}$$

$$Q_{\text{یخ}} = 0.5 \times 336000 = 168000J$$

می بینیم از $315000J$ گرمای داده شده به مخلوط، $168000J$ آن صرف ذوب یخ می شود و باقیمانده آن که برابر $Q = 315000 - 168000 = 147000$ است، دمای مجموع آب اولیه و آب حاصل از ذوب یخ را از $0^\circ C$ به θ می رساند. بنابراین داریم:

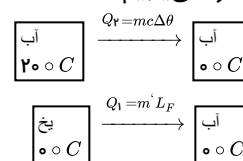
$$Q = m_{\text{ج}} c (\theta - \theta_1) \xrightarrow[\theta_1=0, c_{\text{ج}}=4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}]{m_{\text{ج}}=500+500=1000g=1kg}$$

$$147000 = 1 \times 4200 \times (\theta - 0) \Rightarrow$$

$$\theta = \frac{147000}{4200} \Rightarrow \theta = 35^\circ C$$

گزینه «۲»

چون پس از تعادل، در ظرف یخ باقی می ماند، دمای تعادل صفر است. بنابراین با استفاده از طرحواره زیر، ابتدا جرم یخ ذوب شده را می یابیم:



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m' L_F + m_{\text{آب}} C_{\text{آب}} (0 - 20) = 0$$

$$\xrightarrow[m=1000g=1kg]{C_{\text{آب}}=4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, L_F=336000 \frac{J}{kg}}$$

$$m' \times 336000 + 1 \times 4200 \times (-20) = 0 \Rightarrow 336000 m' = 16 \times 4200 :$$

$$m' = 0.2kg = 200g$$

اکنون جرم یخ باقیمانده را پیدا می کنیم:

$$m'' = 300 - 200 = 100g$$

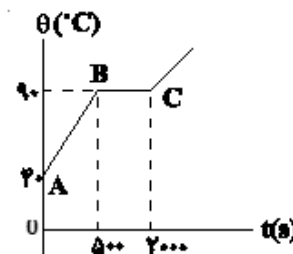
گزینه «۳»

گزینه «۱» درست است - معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می شود، اما در برخی مواد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می انجامد که این مورد در یخ بسیار ناچیز است.

گزینه «۲» درست است - وجود ناخالصی در مایع، نقطه انجماد آن را پایین می آورد.

گزینه «۳» نادرست است - نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد. افزایش فشار وارد بر مایع سبب بالا رفتن نقطه جوش آن می شود.

گزینه «۴» درست است - گرمای نهان تبخیر هر مایع به جنس و دمای آن بستگی دارد و با افزایش دمای مایع، گرمای نهان تبخیر آن کاهش می یابد.



گزینه درست: ۴

سوال ۹۹

گزینه «۴»

با توجه به نمودار در قسمت AB افزایش دما و در قسمت BC تغییر حالت ذوب را داریم، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \begin{cases} P \cdot t_{AB} = Q_{AB} = mc\Delta\theta_{AB} \\ P \cdot t_{BC} = Q_{BC} = mL_F \end{cases} \Rightarrow \frac{P \cdot t_{AB}}{P \cdot t_{BC}} = \frac{mc\Delta\theta_{AB}}{mL_F}$$

$$\frac{t_{AB} = 500 \text{ s}, \Delta\theta_{AB} = 90 - 20 = 70^\circ \text{ C}}{t_{BC} = 700 - 500 = 200 \text{ s}, L_F = 75 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}$$

$$\frac{500}{200} = \frac{c \times 70}{75 \times 10^3} \Rightarrow 150c = 75 \times 10^3 \Rightarrow c = 5000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}$$

۱۰۰

گزینه درست: ۲

سوال ۱۰۰

گزینه «۲»

اگر جرم اولیه آب را با m_1 و جرم اولیه یخ را با m_2 نمایش دهیم، طبق قانون پایستگی انرژی داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}} + Q_{\text{یخ}} = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_1) + C_V (\theta_e - \theta_1) + [m_2 c_{\text{یخ}} (0 - \theta_2) + m_2 L_F + m_2 c_{\text{آب}} (\theta_e - 0)] = 0$$

$$\Rightarrow 400 \times 4/2 \times (5 - 25) + C_V \times (5 - 25) + 100 \times 2/1 \times (0 - (-10)) + 100 \times 336 + 100 \times 4/2 \times (5 - 0) = 0$$

$$\Rightarrow C_V = \frac{-33600 + 2100 + 33600 + 2100}{20} = \frac{4200}{20} = 210 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

۱۰۱

گزینه درست: ۳

سوال ۱۰۱

گرمایی که بخار آب 100°C از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، با گرمایی که یخ صفر درجه سلسیوس می‌گیرد تا ذوب شود، برابر است. پس:

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

$$\Rightarrow -4 \times 2268 + 4 \times 4/2 \times (0 - 100) + m' \times 336 = 0$$

$$\Rightarrow m' = 32g$$

۱۰۲

گزینه درست: ۲

سوال ۱۰۲

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°C از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، صرف ذوب ۸۰ درصد از حجم یخ اولیه می‌شود. بنابراین داریم:

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

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

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

۱۰۳

گزینه درست: ۴

سوال ۱۰۳

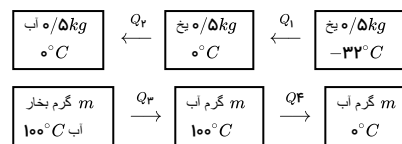
فروپاشی حباب‌های تولید شده در کف ظرف که در سطح مایع به صورت «غلغل کردن» اتفاق می‌افتد، فقط در حالتی رخ می‌دهد که مایع به جوش کامل رسیده باشد.

(۱۰۴)

سوال ۱۰۴

گزینه درست: ۴

طبق طرحواره زیر چون حداقل مقدار بخار آب مدنظر است دمای تعادل را صفر درجه سلسیوس در نظر می‌گیریم و مقدار گرمایی که m گرم بخار آب از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود را یخ می‌گیرد تا به دمای $0^\circ C$ برسد و سپس تبدیل به آب $0^\circ C$ شود.



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m_{\text{یخ}} L_F - m L_V - m c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 0$$

دقت کنید که $L_F = 80 c_{\text{آب}}$ ، $L_V = 540 c_{\text{آب}}$ و $c_{\text{یخ}} = \frac{c_{\text{آب}}}{2}$ حال داریم:

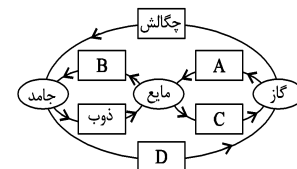
$$0.5 \times \frac{c_{\text{آب}}}{2} \times (0 - (-32)) + 0.5 \times 80 \times c_{\text{آب}} = m \times 540 \times c_{\text{آب}} + m \times c_{\text{آب}} \times 100$$

$$= m \times 540 + m \times 100$$

$$\xrightarrow{c_{\text{آب}} \text{ را از طرفین معادله ساده می‌کنیم}} 80 + 100 = 640 m$$

$$m = \frac{80}{640} = 0.125 \text{ kg} = 125 \text{ g}$$

(۱۰۵)



سوال ۱۰۵

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

تبدیل گاز به مایع، **میعان** و تبدیل مایع به جامد، **انجماد** نام دارد و همچنین تبدیل مایع به گاز **تبخیر** و تبدیل جامد به گاز را **تصعید** می‌نامند.

(۱۰۶)

سوال ۱۰۶

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

روش‌های همرفت و رسانش برای انتقال گرما به محیط مادی نیاز دارند، در حالی که تابش به محیط مادی نیاز ندارد. لذا انتقال گرما از طریق تابش، تنها راه انتقال گرما در خلأ است. این روش سریع‌ترین راه انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌باشد. توضیح درستی گزینه‌های (۱) و (۴):

در ساحل اغلب بین خشکی و دریا اختلاف دما وجود دارد. تغییر دمای آب دریا به دلیل گرمای ویژه بالای آب، بین شب و روز اندک است، اما دمای خشکی در روز بیش‌تر از دمای دریاست و در شب کمتر از آن می‌شود. در روز که دمای ساحل زیاد است، دمای هوای اطراف خاک را بیش‌تر می‌کند، هوا بالا می‌رود و جریان هوا از دریا به ساحل است. در شب، هوای اطراف دریا که دمای بیش‌تری دارد بالا می‌رود و هوای سردتر از ساحل جای آن را می‌گیرد و به این ترتیب، جریان هوا از ساحل به طرف دریا است.

(۱۰۷)

سوال ۱۰۷

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

الف) درست است.

ب) نادرست است. ظرفیت گرمایی به جنس و جرم بستگی دارد.

پ) نادرست است. وقتی دو جسم در تماس با هم به تعادل گرمایی می‌رسند، دمای آنها با هم برابر می‌شود.

ت) نادرست است. سه دماسنج تف سنج، دماسنج گازی و دماسنج مقاومت پلاتینی به عنوان دماسنج معیار استفاده می‌شوند. بنابراین، تنها عبارت «الف» درست است.

۱۰۸

گزینه درست: ۴

سوال ۱۰۸

گزینه «۴»

گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان های باد ساحلی، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همگی بر اثر همرفت طبیعی رخ می دهند.

۱۰۹

گزینه درست: ۱

سوال ۱۰۹

گزینه «۱»

بررسی عبارت ها:

الف) نادرست است. در اجسام تیره جذب گرمایی قوی تر و بازتابش ضعیف تر است.

ب) نادرست است. همه اجسام در هر دمایی در حال تابش از سطح خود هستند.

پ) نادرست است. تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب می شود.

ت) درست است. در انتقال گرما به روش تابش گرمایی نیازی به محیط مادی نداریم.

۱۱۰

گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۰

گزینه «۳»

گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون، نمونه ای از همرفت و اداشته است، پس مورد «پ» نادرست است.

۱۱۱

گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۱

گزینه «۳»

آ) نادرست - در هر فرایند انتقال گرما، ممکن است هر سه سازوکار رسانش، همرفت و تابش گرمایی دخالت داشته باشند.

ب) درست - در فلزات افزون بر ارتعاش های اتمی، الکترون های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند اما سهم الکترون های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم هاست.

پ) درست - انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده، انجام می گیرد. این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می گیرد.

ت) درست - تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان با رنگ های روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.

بنابراین ۳ عبارت درست وجود دارد.

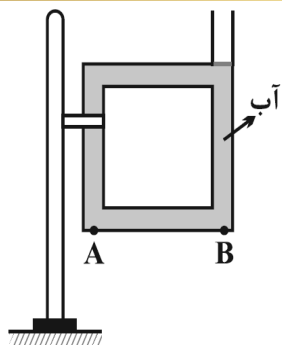
۱۱۲

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱۲

گزینه «۲»

گرم و سرد شدن بدن جانداران خونگرم بر اثر گردش جریان خون نمونه ای از همرفت و اداشته است.



گزینه درست: ۳

سوال ۱۱۳

گزینه «۳»

در این آزمایش، با قرار دادن شعله روشن در تماس با نقطه B، حجم مایع فوقانی آن زیاد شده و در نتیجه چگالی‌اش کاهش می‌یابد. چون اکنون چگالی این مایع انبساط یافته از چگالی مایع سردتر اطراف کم‌تر است، نیروی شناوری بنا به اصل ارشمیدس موجب بالا رفتن آن می‌شود و مقداری از مایع سردتر اطراف آن، جایگزین مایع گرم‌تری می‌شود که بالا رفته است. بدین‌ترتیب جهت چرخش آب درون لوله و پخش شدن رنگ پتاسیم پرمنگنات، پادساعتگرد خواهد بود. توجه داشته باشید که با استدلالی مشابه، قرار گرفتن شعله در مجاورت نقطه A، به چرخش ساعتگرد آب منجر خواهد شد. با توجه به این‌که در این آزمایش، پدیده همرفت بدون نیاز به تلمبه طبیعی یا مصنوعی انجام می‌شود، از نوع همرفت طبیعی است.



۱۱۴

گزینه درست: ۲

سوال ۱۱۴

گزینه «۲»

چون در ظرف خلأ است، همرفت منتفی است. رسانش هم امکان ندارد چون دو گوی تماس با هم ندارند، دو گوی تنها می‌توانند از طریق تابش مبادله گرما داشته باشند؛ چون تابش‌های گرمایی در هر دمایی رخ می‌دهد و گرمای خالص از B به A شارش می‌شود.

۱۱۵

گزینه درست: ۴

سوال ۱۱۵

گزینه «۴»

می‌دانیم همرفت طبیعی در اثر تفاوت چگالی قسمت‌های مختلف شاره و در اثر نیروی شناوری انجام می‌شود، در صورتی که، در همرفت واداشته یک تلمبه طبیعی یا مصنوعی شاره را وادار به حرکت می‌کند؛ بنابراین، چون در خورشید حرکت شاره در اثر تغییر چگالی و خود به خود است، یک همرفت طبیعی محسوب می‌شود، اما در گردش جریان خون، یک تلمبه طبیعی (قلب) خون را در رگ‌ها به حرکت در می‌آورد.

۱۱۶

گزینه درست: ۴

سوال ۱۱۶

گزینه «۴»

تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد.

۱۱۷

سوال ۱۱۷

گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند، عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده، انجام می‌گیرد. این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد. در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی گرم‌تر از خود قرار گیرد، فاصله متوسط مولکول‌ها در بخشی از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش می‌یابد؛ بدین ترتیب حجم آن زیاد می‌شود. در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می‌یابد. چون اکنون چگالی این شاره انبساط یافته کمتر از شاره سردتر اطراف خود است، نیروی شناوری (بنا به اصل ارشمیدس) موجب بالا رفتن آن می‌شود.

۱۱۸

سوال ۱۱۸

گزینه درست: 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 باز شدن 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.

۱۱۹

سوال ۱۱۹

گزینه درست: ۱

برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم و به تصویر به‌دست آمده از آن دمانگاشت می‌گوییم.

سایر گزینه‌ها صحیح هستند.

۱۲۰

سوال ۱۲۰

گزینه درست: ۱

بررسی مورد نادرست:

«پ»: در همرفت واداشته، شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. بنابراین گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون در بدن جانوران خونگرم، نمونه‌ای از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.