

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۲ چون رابطه دمای دو دماسنج خطی است.

دماسنج سلسیوس (C)	$\begin{array}{c} \curvearrowright \quad \curvearrowright \\ ۲۰ \quad \quad \theta_1 \quad \quad \theta_2 \quad \quad \dots \end{array}$	$\dots$	$\frac{۲۰ - \theta_2}{۵۶ - \theta_2} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1' - \theta_2'}$
دماسنج مجهول	$\begin{array}{c} \curvearrowright \quad \curvearrowright \\ ۵۶ \quad \quad \theta_1' \quad \quad \theta_2' \quad \quad \dots \end{array}$	$\dots$	$\frac{۲۰ - \theta_2}{۵۶ - \theta_2} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1' - \theta_2'}$

$$\begin{cases} \Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = ۶^\circ C \\ \Delta\theta' = \theta_1' - \theta_2' = ۱۰^\circ C \\ \text{به فرض} \\ \longrightarrow \theta_2 = \theta_2' = x = ? \end{cases} \Rightarrow \frac{۲۰ - x}{۵۶ - x} = \frac{۶}{۱۰} \rightarrow \frac{۲۰ - x}{۵۶ - x} = \frac{۳}{۵} \rightarrow ۳ \times ۵۶ - ۳x = ۱۰۰ - ۵x \rightarrow ۲x = ۱۰۰ - ۱۶۸ = -۶۸ \rightarrow \boxed{x = -۳۴^\circ C}$$

۲ گزینه ۲

$$\left(\begin{array}{ccc} ۱۰۰^\circ C & \longrightarrow & ۱۲^\circ \\ \theta & \longrightarrow & ۳^\circ \\ ۰^\circ C & \longrightarrow & -۳^\circ \end{array} \right) \quad \frac{۱۰۰ - ۰}{\theta - ۰} = \frac{۱۲ - (-۳)}{۳ - (-۳)} \Rightarrow \frac{۱۰۰}{\theta} = \frac{۱۵}{۶} \Rightarrow \theta = ۴۰^\circ C$$

۳ گزینه ۴ با توجه به صورت سؤال، رابطه بین دمای نشان داده شده در دماسنج معرفی شده و دماسنج سلسیوس، به صورت خطی تغییر می کند:

$$x = a\theta + b$$

$$x_1 = a\theta_1 + b$$

$$x_2 = a\theta_2 + b$$

به ازای دو دمای متفاوت به صورت مقابل می نویسیم:

$$\text{طرفین رابطه ها را از یکدیگر کم می کنیم: } (x_2 - x_1) = a(\theta_2 - \theta_1) \text{، به عبارتی } \Delta x = a\Delta\theta \text{، پس } a = \frac{\Delta x}{\Delta\theta} \text{ است.}$$

$$a = \frac{۱۰}{۱۵} = \frac{۲}{۳}$$

$$\text{پس } x = \frac{۲}{۳}\theta + b \text{، می دانیم } x = ۲۰ \text{ برابر با } \theta = ۶۰^\circ C \text{ است.}$$

$$۲۰ = \frac{۲}{۳} \times ۶۰ + b \Rightarrow b = -۲۰ \Rightarrow x = \frac{۲}{۳}\theta - ۲۰$$

زمانی این دو دماسنج عدد یکسانی را نمایش می دهند که $x = \theta$ باشد؛ بنابراین:

$$\theta = \frac{۲}{۳}\theta - ۲۰ \Rightarrow \frac{۱}{۳}\theta = -۲۰ \Rightarrow \theta = -۶۰^\circ C$$

روش دوم:

رابطه دماسنجی بین این دماسنج و درجه بندی سلسیوس را به صورت زیر می نویسیم.

هر ۱۵° تغییر دمای درجه بندی سلسیوس معادل ۱۰° تغییر دمای دماسنج x است، پس داریم:

$$\frac{\Delta\theta^\circ C}{\Delta\theta_x} = \frac{۱۵}{۱۰} = \frac{۳}{۲} \rightarrow \Delta\theta_x = \frac{۲}{۳}\Delta\theta^\circ C$$

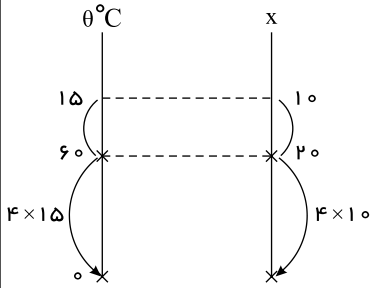
حال اگر بخواهیم که دمای درجه سانتی گراد از ۶۰ به صفر برسد، یعنی ۱۵×۴ کاهش یابد، پس عدد دماسنج x باید از ۲۰ به اندازه $۴ \times ۱۰^\circ$ واحد کاهش یابد یعنی از ۲۰ به -۲۰ برسد.
یعنی:

$$\begin{cases} \theta^\circ C = ۰ \\ \theta_x = -۲۰ \end{cases}$$

حال داریم:

$$x = \frac{۲}{۳}\theta_C^\circ - ۲۰ \xrightarrow{x=\theta_C^\circ} \theta_C^\circ = \frac{۲}{۳}\theta_C^\circ - ۲۰ \rightarrow -\frac{۱}{۳}\theta_C^\circ = ۲۰ \rightarrow \theta_C^\circ = -۶۰^\circ C$$

فصل چهار دهم



۴ گزینه ۴

دو حالت را بررسی می‌کنیم. در یکی، دما در مقیاس سلسیوس ۱۸ واحد کمتر از درجه فارنهایت و در دیگری، ۱۸ واحد بیشتر از آن است. یعنی:

$$F - \theta = 18 \Rightarrow \frac{9}{5}\theta + 32 - \theta = 18 \Rightarrow \theta = -17.5^\circ C$$

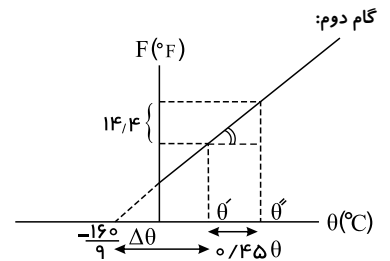
$$\theta - F = 18 \Rightarrow \theta - \frac{9}{5}\theta - 32 = 18 \Rightarrow \theta = -62.5^\circ C$$

۵ گزینه ۲ گام اول:

$$F = 1.8\theta + 32 \xrightarrow{F=0} \theta = -\frac{32}{1.8} = -\frac{320}{18} = -\frac{160}{9}^\circ C$$

$$\Delta^\circ F = 1.8\Delta^\circ C \rightarrow 14.4 = 1.8(0.4\Delta\theta) \rightarrow \Delta\theta = 20 \rightarrow \theta' - \left(-\frac{160}{9}\right) = 20$$

$$\rightarrow \theta' = -\frac{160}{9} + 20 = \frac{20}{9}^\circ C$$



۶ گزینه ۴

$$\text{گام اول: } F = 1.8\theta + 32 \rightarrow \left[1.8\left(\frac{25}{100}\theta_A\right) + 32\right] = \left[1.8\left(\frac{75}{100}\theta_B\right) + 32\right] - 90$$

$$\Rightarrow 0.45\theta_A = 1.35\theta_B - 90 \rightarrow 1.35\theta_B - 0.45\theta_A = 90$$

$$\rightarrow \boxed{3\theta_B - \theta_A = 200} \quad (1)$$

گام دوم:

از رابطه (۱) نمی‌شود فهمید که $\theta_B > \theta_A$ یا $\theta_B < \theta_A$ پس:

$$\text{if: } \theta_B > \theta_A \Rightarrow \Delta\theta_{A,B} = \Delta T_{A,B} = 100K = 100^\circ C \Rightarrow \boxed{\theta_B - \theta_A = 100} \quad (2)$$

$$(1), (2): \begin{cases} 3\theta_B - \theta_A = 200 \\ \theta_B - \theta_A = 100 \end{cases} \Rightarrow 2\theta = 120 \Rightarrow \boxed{\theta_B = 60^\circ}$$

$$\text{گام سوم: or } \boxed{\theta_A - \theta_B = 100} \quad (3)$$

$$(1), (3): \begin{cases} 3\theta_B - \theta_A = 200 \\ \theta_A - \theta_B = 100 \end{cases} \Rightarrow 2\theta_B = 280 \Rightarrow \boxed{\theta_B = 140^\circ C}$$

۷ گزینه ۲

$$T = 4\theta \Rightarrow \theta + 273 = 4\theta \Rightarrow 3\theta = 273 \Rightarrow \theta = 91^\circ C \Rightarrow T = 273 + 91 = 364K$$

۸ گزینه ۲

$$\begin{pmatrix} 40^\circ C \rightarrow x \\ 10^\circ C \rightarrow 0 \\ 0^\circ C \rightarrow -10^\circ \end{pmatrix} \quad \frac{40 - 0}{10 - 0} = \frac{x - (-10)}{0 - (-10)} \Rightarrow 4 = \frac{x + 10}{10} \Rightarrow x = 30$$

روش دوم: معادله خط را بنویسید. شیب خط ۱+ و عرض از مبدأ آن ۱۰- است. بنابراین داریم:

$$x = \theta_C^\circ - 10 \xrightarrow{\theta = 40^\circ C} x = 30$$

۹ گزینه ۲ به دلیل خطی بودن دما برحسب کمیت مورد استفاده در دماسنج‌ها می‌توانیم به این شکل عمل کنیم:

دماسنج : دماسنج
مجهول : سلفی‌گراد

$$\left\{ \begin{array}{l} ۲۰ \rightarrow ۳۰ \\ ۵۰ \rightarrow ۴۰ \\ X \rightarrow x \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{۵۰ - ۲۰}{x - ۲۰} = \frac{۴۰ - ۳۰}{x - ۳۰} \Rightarrow x = ۳۵^{\circ}C$$

۱۰ گزینه ۳ اگر دمای اولیه را θ_1 درجه سلسیوس و T_1 کلونین فرض کنیم، پس:

$$T_r = ۲T_1 \rightarrow \theta_r + ۲۷۳ = ۲(\theta_1 + ۲۷۳) \xrightarrow{\theta_r = \frac{1}{2}\theta_1} \frac{1}{2}\theta_1 + ۲۷۳ = ۲\theta_1 + ۵۴۶ \rightarrow \theta_1 = -۱۸۲^{\circ}C, \theta_r = -۹۱^{\circ}C$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Delta\theta = \theta_r - \theta_1 = -۹۱ - (-۱۸۲) = ۹۱^{\circ}C \\ \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times ۹۱ = ۱۶۳,۸ \end{array} \right.$$

۱۱ گزینه ۳

برای حل اینگونه مسائل می‌توان از نمودار روبه‌رو استفاده کرد.

$$\frac{300 - 100}{100 - 100} = \frac{300 - 200}{x - 200} \Rightarrow \frac{200}{90} = \frac{100}{x - 200} \Rightarrow x = 650$$

۱۲ گزینه ۱

قدم اول : $A : \Delta T = -۹۰K \Rightarrow \Delta\theta_A = -۹۰^{\circ}C$

قدم دوم : $B : \Delta F = +۹۰^{\circ}F \Rightarrow ۱,۸\Delta\theta = ۹۰ \Rightarrow \Delta\theta_B = ۵۰^{\circ}C$

قدم سوم : $\left\{ \begin{array}{l} \Delta\theta_A = \theta_{rA} - \theta_{1A} = -۹۰ \quad (۱) \\ \Delta\theta_B = \theta_{rB} - \theta_{1B} = ۵۰ \quad (۲) \\ \theta_{1A} = \theta_{1B} \end{array} \right.$

$(۲), (۱) \Rightarrow \theta_{rB} - \theta_{rA} = ۱۴۰^{\circ}C$

۱۳ گزینه ۲ می‌دانیم $\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta$ ، پس تغییرات دما برحسب درجه سلسیوس برابر است با:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow ۲۷۰ = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = ۱۵۰^{\circ}C \rightarrow \theta_r - \theta_1 = ۱۵۰ \xrightarrow{\theta_r = n\theta_1} n\theta_1 - \theta_1 = ۱۵۰ \rightarrow \theta_1(n - 1) = ۱۵۰ \xrightarrow{\theta_1 = ۲۵} ۲۵(n - 1) = ۱۵۰ \rightarrow n = ۷$$

۱۴ گزینه ۲

گام اول : $\left\{ \begin{array}{l} F = ۱۱\theta - ۱۹۸ \\ F = \frac{9}{5}\theta + ۳۲ \end{array} \right. \Rightarrow \frac{9}{5}\theta + ۳۲ = ۱۱\theta - ۱۹۸ \rightarrow \frac{9}{5}\theta - ۱۱\theta = -۱۹۸ - ۳۲$

$\Rightarrow \frac{-۴۶\theta}{5} = -۲۳۰ \Rightarrow \boxed{\theta = ۲۵^{\circ}C} \rightarrow \theta = ۲۵ + ۲ = ۲۷^{\circ}C$

گام دوم : $T = \theta + ۲۷۳ = ۲۷^{\circ}C + ۲۷۳ = ۳۰۰K$

۱۵ گزینه ۱ طبق رابطه مقیاس سلسیوس و فارنهایت داریم:

$$\Delta\theta = ۰,۴\theta \rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times (۰,۴\theta) \Rightarrow \Delta F = \frac{۱۸}{۲۵}\theta$$

۱۶ گزینه ۲ موارد الف و ت نادرست هستند.

الف) به این نوع دماسنج‌ها، دماسنج نواری دوفلزه (بی‌متال) گفته می‌شود.

ت) ثبت بیشینه و کمینه دما مربوط به دماسنج بیشینه - کمینه است که در مراکز هواشناسی استفاده می‌شود.

۱۷ گزینه ۲

$$\frac{\theta_x - ۵}{۵۵ - ۵} = \frac{\theta_c - ۰}{۱۰۰ - ۰} \rightarrow \frac{\theta_x - ۵}{۵۰} = \frac{\theta_c}{۱۰۰} \rightarrow \theta_x - ۵ = \frac{\theta_c}{۲} \rightarrow \theta_x = \frac{\theta_c}{۲} + ۵$$

دماسنج مجهول : دماسنج سلسیوس

$$\left(\begin{array}{c} 100 \\ \theta_c \\ 0 \end{array} \middle| \begin{array}{c} 55 \\ \theta_x \\ 5 \end{array} \right)$$

۱۸	گزینه ۲	$\Delta T = \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta \theta} = 1$ $\Delta F = 1,8 \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta F}{\Delta \theta} = 1,8$
۱۹	گزینه ۴	گرما از جسمی که دمایش بیشتر است به جسم با دمای کمتر منتقل می‌شود.
۲۰	گزینه ۳	فقط مورد «ب» نادرست است. زیرا عدد دمای یک جسم بر حسب فارنهایت می‌تواند بیشتر یا کمتر از عدد دمای آن جسم در مقیاس سلسیوس یا برابر آن باشد.
۲۱	گزینه ۳	از سال ۱۹۹۰ میلادی، دماسنج ترموکوپل به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنج‌های معیار دیگر از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد.
۲۲	گزینه ۱	با توجه به رابطه بین مقیاس‌های فارنهایت و کلوین با مقیاس درجه سلسیوس، داریم:
		$T = \theta + 273 \Rightarrow \theta = T - 273 \quad (*)$ $F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{(*)} F = \frac{9}{5}(T - 273) + 32 \Rightarrow T = \frac{5}{9}F + \frac{5}{9}(459,4)$ در نتیجه تابع T بر حسب F، به صورت یک خط راست با شیب مثبت و همچنین عرض از مبدأ مثبت است.
۲۳	گزینه ۳	$\Delta F = 1,8 \Delta \theta = 1,8 \times (-20) = -36^\circ F$ $\Delta F = F_2 - F_1 \rightarrow -36 = 176 - F_1 \rightarrow F_1 = 212^\circ F \rightarrow F = 1/8\theta + 32 \Rightarrow \theta_1 = 100^\circ C \rightarrow \boxed{T_1 = 373K}$
۲۴	گزینه ۳	موارد ب، پ و ت نادرست هستند. بررسی جملات: (ب) تغییر کمیت دماسنجی اساس کار دماسنج‌ها است. (نادرست) (پ) دما، کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند. (نادرست) (ت) هر مشخصه قابل اندازه‌گیری که با سردی و گرمی جسم تغییر کند، کمیت دماسنجی نامیده می‌شود. (نادرست)
۲۵	گزینه ۲	طبق رابطه درجه فارنهایت و کلوین و سلسیوس داریم:
		$T = 273 + \theta \rightarrow T = 273 + 52 = 325$ $F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow F = \frac{9}{5} \times 7,5 + 32 = 45,5$ $\frac{F}{T} = \frac{45,5}{325} = 0,14$
۲۶	گزینه ۲	موارد ب و ت درست هستند. بررسی سایر جملات: (الف) دماسنج ترموکوپل به دلیل دقت کمتر نسبت به دماسنج گازی، دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پرومتر) از مجموع دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد. (نادرست) (پ) دماسنج بیشینه - کمینه در مدت زمان معین بیشینه و کمینه دما را نشان می‌دهد. (نادرست)
۲۷	گزینه ۴	دمای اولیه را بر حسب کلوین به دست می‌آوریم:
		$T = 273 + \theta \xrightarrow{\theta=39,5} T = 273 + 39,5 = 312,5K$ $\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow 45 = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 25$ $\Delta\theta = \Delta T \rightarrow \Delta T = 25K$ $\text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta T}{T_1} \times 100 = \frac{25}{312,5} \times 100 = 8\%$
۲۸	گزینه ۳	$T = \theta + 273 \rightarrow \begin{cases} \theta = -50^\circ C \rightarrow T = 223K \\ \theta = 23^\circ C \rightarrow T = 296K \end{cases}$ $F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow \begin{cases} \theta = -10^\circ C \rightarrow F = 14^\circ F \\ \theta = 6^\circ C \rightarrow F = 14^\circ F \end{cases}$
۲۹	گزینه ۱	می‌دانیم تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت و کلوین به صورت زیر است:
		$\Delta\theta = \Delta T \Rightarrow \Delta T = 15 - 5 = 10K$ $\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 10 = 18^\circ F$

فصل چهار دهم

۳۰ گزینه ۳ در ترموکوپل تغییر دما باعث تغییر ولتاژ می شود و تغییر ولتاژ ایجاد شده متناسب با اختلاف دما است. بنابراین هرچه اختلاف دمای دو اتصال ترموکوپل بیشتر باشد، عدد ولتاژ نشان داده شده بیشتر می شود و گزینه ۳ نادرست است.

۳۱ گزینه ۳ طبق متن کتاب درسی فقط مورد (ت) نادرست است.

۳۲ گزینه ۳ دماسنج های معیار عبارتند از:

(۱) دماسنج گازی (۲) دماسنج مقاومت پلاتینی (۳) تفسنج (پیرومتر)

۳۳ گزینه ۲ رابطه بین دماسنج مجهول و مقیاس سلسیوس را می نویسیم:

$$\frac{\theta - (-4)}{16 - (-4)} = \frac{x - 10}{40 - 10} \rightarrow \frac{\theta + 4}{20} = \frac{x - 10}{30} \xrightarrow{x=2\theta} \frac{\theta + 4}{2} = \frac{2\theta - 10}{3} \rightarrow 3\theta + 12 = 4\theta - 20 \rightarrow \theta = 32^\circ C$$

دماسنج مجهول	دماسنج سلسیوس
40	16
x = 2θ	θ
10	-4

۳۴ گزینه ۴ قدم اول: هنگامی که دما افزایش یافته، اختلاف طول میله ها ثابت مانده است، بنابراین نتیجه می گیریم میله ها به یک مقدار افزایش طول داشته اند:

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

$$\rightarrow (6 \times 10^{-5}) L_{1A} = (4 \times 10^{-5}) L_{1B} \rightarrow L_{1A} = \frac{2}{3} L_{1B}$$

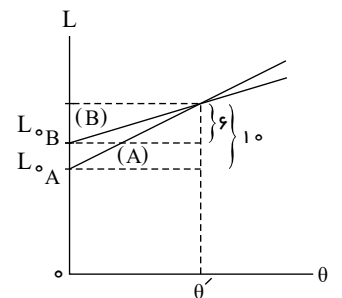
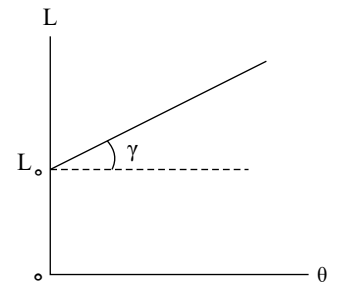
قدم دوم: چون $L_{1B} > L_{1A}$ است داریم:

$$\xrightarrow{(L_{1A} < L_{1B})} L_{1B} - L_{1A} = 20 \text{ cm} \rightarrow L_{1B} - \frac{2}{3} L_{1B} = 20 \text{ cm} \rightarrow \frac{L_{1B}}{3} = 20 \text{ cm} \rightarrow L_{1B} = 60 \text{ cm}$$

۳۵ گزینه ۳

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta$$

$$L_2 = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta \begin{cases} \theta_1 = 0 \rightarrow L_1 = L_0 \\ \theta_2 = \theta \rightarrow L_2 = L \end{cases} \Rightarrow L = L_0 + L_0 \alpha (\theta - 0) \rightarrow L = L_0 + \underbrace{(L_0 \alpha)}_{\text{شیب خط}} \theta \Rightarrow$$



$$\begin{cases} L_{0B} \alpha_B = \frac{6}{\theta'} \rightarrow \alpha_B = \frac{6}{L_{0B} \theta'} = \frac{6}{20 \theta'} = \frac{3}{10 \theta'} \\ L_{0A} \alpha_A = \frac{10}{\theta'} \rightarrow \alpha_A = \frac{10}{L_{0A} \theta'} = \frac{10}{16 \theta'} = \frac{5}{8 \theta'} \end{cases}$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{\frac{5}{8 \theta'}}{\frac{3}{10 \theta'}} = \frac{50}{24} = \frac{25}{12}$$

۳۶ گزینه ۳ چند نکته:

(۱) مقدار تغییرات طول با طول اولیه رابطه مستقیم دارد:

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

(۲) در مرحله اول که دما $60^\circ C$ افزایش می یابد طول اولیه L_1 است و در مرحله دوم که دما $60^\circ C$ کاهش می یابد، طول اولیه $L_2 > L_1$ می باشد. بنابراین:

$$L_2 > L_1 \Rightarrow \underbrace{|\Delta L|}_{\text{در حالت دوم}} > \underbrace{\Delta L}_{\text{در حال اول}}$$

یعنی مقدار کاهش طول در حالت دوم بیشتر از مقدار افزایش طول در حالت اول است.

بنابراین:

$$L_2 < L_1$$

۳۷ گزینه ۱ ابتدا طول ثانویه (L_2) هر میله را به دست می آوریم و سپس x را محاسبه می کنیم.

فصل چهار دهم

$$L_r^r = L_1^r + x^r \Rightarrow L_1^r(1 + \alpha\Delta\theta)^r = L_1^r + x^r$$

$$\Rightarrow x = L_1 \sqrt{1 + \alpha^r \Delta\theta^r + 2\alpha\Delta\theta - 1}$$

مقدار α^r در مقایسه با α تقریباً صفر است.

$$\Rightarrow x = L_1 \sqrt{2\alpha\Delta\theta} = \sqrt{2 \times 6 \times 10^{-5} \times 120} = 12 \times 10^{-2} m = 12 cm$$

۳۸ گزینه ۱ مجموع افزایش طول دو میله برابر با $2mm$ است. با توجه به رابطه تغییرات طول با دما داریم:

$$\Delta L = L_{o1} \alpha_1 \Delta\theta + L_{or} \alpha_r \Delta\theta \Rightarrow 0.2 = 40 \times 2 \times 10^{-5} \Delta\theta + 80 \times 4 \times 10^{-5} \times \Delta\theta$$

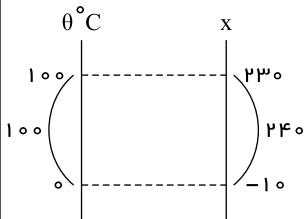
$$\Rightarrow 0.2 = (8 \times 10^{-4} + 32 \times 10^{-4}) \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{0.2}{4 \times 10^{-3}} = 50^\circ C$$

۳۹ گزینه ۱

$$\frac{\Delta L_1}{\Delta L_r} = \frac{\alpha_1 L_1 \Delta T}{\alpha_r L_r \Delta T} \Rightarrow \frac{15}{5} = \frac{\alpha_1}{\alpha_r} \times \frac{10}{20} \times 1 \Rightarrow 3 = \frac{\alpha_1}{\alpha_r} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_r} = 6$$

۴۰ گزینه ۲

در ابتدا باید تغییر دمای 60 درجه‌ای این دماسنج را برحسب درجه سلسیوس به دست بیاوریم:



$$\frac{100 - 0}{\Delta\theta} = \frac{230 - (-10)}{\Delta x} \Rightarrow \frac{100}{\Delta\theta} = \frac{240}{\Delta x} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{10}{24} \Delta x$$

$$\Delta x = 60 \Rightarrow \Delta\theta = \frac{10}{24} \times 60 = 25^\circ C$$

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{\alpha L_1 \Delta T}{L_1} \times 10 = 10^{-4} \times 25 \times 100 = 0.25$$

۴۱ گزینه ۲ برای حل سؤال باید به دو نکته در سؤال توجه کنیم. یکی اینکه $\alpha_{Al} > \alpha_{steel}$ است. از طرف دیگر چون با افزایش دمای $100^\circ C$ هر دو میله، مجدداً اختلاف طول آن‌ها $2.3mm$ میلی‌متر شده، بدیهی است که در ابتدا طول میله آلومینیومی کوتاه‌تر از میله فولادی بوده، بنابراین داریم: (میله آلومینیومی در ابتدا $2.3mm$ کوتاه‌تر از میله فولادی بوده، سپس $2.3mm$ بلندتر از میله فولادی می‌شود، بنابراین تغییر طول میله آلومینیومی $4.6mm$ بیشتر از میله فولادی است.)

$$\Delta\ell = \ell_o \alpha \Delta T$$

$$\Delta\ell_{Al} - \Delta\ell_{steel} = 4.6mm \xrightarrow{\Delta\ell = \ell_o \alpha \Delta T} (\ell_o \alpha \Delta T)_{Al} - (\ell_o \alpha \Delta T)_{steel} = 4.6 \times 10^{-3} \rightarrow \ell_{Al}(23 \times 10^{-6}) \times 100 - \ell_{steel}(11.5 \times 10^{-6}) \times 100 = 4.6 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow 23\ell_{Al} - 11.5\ell_{steel} = 4.6 \rightarrow 2\ell_{Al} - \ell_{steel} = 4 \quad (1)$$

از طرفی در ابتدا گفتیم که:

$$\ell_{Al} - \ell_{steel} = -2.3 \times 10^{-3} \quad (2)$$

با حل دستگاه شامل این دو معادله داریم:

$$(1) \begin{cases} 2\ell_{Al} - \ell_{steel} = 4 \\ \ell_{Al} - \ell_{steel} = -2.3 \times 10^{-3} \end{cases} \rightarrow \ell_{Al} = (4 + 2.3 \times 10^{-3})m = (4000 + 2.3)mm = 4002.3mm$$

۴۲ گزینه ۴ طبق صورت سؤال به‌ازای افزایش دما از صفر درجه سلسیوس تا $40^\circ C$ ، افزایش طول میله مسی $12cm$ بیشتر از افزایش طول میله آهنی است، چون $9cm$ کوتاه‌تر بوده و حالا $3cm$ بلندتر از دیگری است. بنابراین:

$$\Delta L_{Cu} = \Delta L_{Fe} + 12$$

$$L_{Cu} \alpha_{Cu} \Delta\theta_{Cu} = L_{Fe} \alpha_{Fe} \Delta\theta_{Fe} + 12 \Rightarrow L_{Cu} \times 1.8 \times 10^{-5} \times 40 = L_{Fe} \times 1.2 \times 10^{-5} \times 40 + 12$$

$$6L_{Cu} = 4L_{Fe} + 10^5$$

از طرفی در ابتدا داریم:

$$L_{Fe} = L_{Cu} + 9$$

از حل هم‌زمان دو رابطه بالا خواهیم داشت:

$$6L_{Cu} = 4(L_{Cu} + 9) + 10^5 \Rightarrow L_{Cu} = 50018cm$$

۴۳ گزینه ۴ هر $16^{\circ}C$ باعث ایجاد $3,5mm$ تغییر طول در میله A می‌شود. $80^{\circ}C$ برابر $5^{\circ}C$ تا $16^{\circ}C$ است پس تغییر طول میله A در اثر $80^{\circ}C$ افزایش دما $17,5 = 5 \times 3,5$ است. به همین نحو تغییر طول میله B در $80^{\circ}C$ افزایش دما برابر با $7,5 = 5 \times 1,5$ است.

در این دما طول‌ها برابر شده پس:

$$\ell_{\circ A} + 17,5mm = \ell_{\circ B} + 7,5mm \rightarrow \ell_{\circ B} - \ell_{\circ A} = 17,5 - 7,5 = 10mm = 1cm$$

۴۴ گزینه ۳ اگر L_1 را طول میله بلندتر و L_2 را طول میله کوتاه‌تر در نظر بگیریم، داریم:

$$L_1 - L_2 = 3cm, L'_1 + L'_2 = 3,009m$$

$$L'_1 + L'_2 = L_1(1 + \alpha\Delta T) + L_2(1 + \alpha\Delta T) = (L_1 + L_2)(1 + \alpha\Delta T) = (L_1 + L_2)(1 + 3 \times 10^{-5} \times 100) = 3,009m$$

$$\Rightarrow (L_1 + L_2)(1,003) = 3,009 \Rightarrow L_1 + L_2 = 3$$

پس داریم:

$$\begin{cases} L_1 + L_2 = 3 \\ L_1 - L_2 = 0,4 \end{cases} \Rightarrow L_1 = 1,7m, L_2 = 1,3m \rightarrow \begin{cases} L_1 = 170cm \\ L_2 = 130cm \end{cases}$$

۴۵ گزینه ۲ چون جنس آن‌ها یکسان است و ضریب انبساط خطی یکسان دارند، می‌توان برای مجموع طول آن‌ها 3 میلی‌متر افزایش طول در نظر گرفت.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow 3 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-5} \times (25 + 125) \times 10^{-2} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^{\circ}C$$

۴۶ گزینه ۱ اگر دمای مجموعه را به مقدار معینی افزایش دهیم، چون استوانه C پایین می‌افتد، در نتیجه $\alpha_C > \alpha_B$ است. از طرفی چون استوانه A به استوانه B فشرده‌تر می‌شود، در نتیجه $\alpha_A > \alpha_B$ است. بنابراین B دارای کمترین ضریب انبساط خطی است.

۴۷ گزینه ۱

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \frac{0,1}{100} L_1 = 10^{-5} L_1 \Delta T \Rightarrow \Delta T = 100K$$

۴۸ گزینه ۲

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 4mm$$

$$\Delta L' = (L_1 + 4mm) \alpha \Delta \theta = \underbrace{L_1 \alpha \Delta \theta}_{4mm} + \alpha \Delta \theta (4mm) > 4mm$$

۴۹ گزینه ۳

$$\Delta L = L \alpha \Delta \theta, L_A = L_B, \Delta \theta_A = \theta, \Delta \theta_B = 2\theta$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{L_A \alpha_A \Delta \theta_A}{L_B \alpha_B \Delta \theta_B} = \frac{\alpha_A \theta}{\alpha_B \times 2\theta} = \frac{\alpha_A}{2\alpha_B}$$

۵۰ گزینه ۱ قدم اول:

$$F(^{\circ}F) = \frac{9}{5} \theta(^{\circ}C) + 32 \Rightarrow \Delta F(^{\circ}F) = 1,8 \Delta \theta(^{\circ}C) = 18^{\circ}F \Rightarrow \boxed{\Delta \theta = 10^{\circ}C}$$

قدم دوم:

$$\text{درصد تغییرات طول} = \% \frac{\Delta \ell}{\ell_1} \times 100 = \% 0,1 \Rightarrow \frac{\Delta \ell}{\ell_1} = \frac{0,1}{100} = 10^{-3} \Rightarrow \alpha \Delta \theta = 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \alpha \times 10 = 10^{-3} \Rightarrow \boxed{\alpha = 10^{-4} \left(\frac{1}{K} \right)}$$

قدم سوم:

$$\begin{cases} \Delta \ell = \ell_1 \alpha \Delta \theta = \ell_1 \alpha \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta \ell}{\ell_1 \alpha} = \frac{2mm}{10 \times 10^{-3} mm \times 10^{-4} \left(\frac{1}{K} \right)} \Rightarrow \Delta T = 2K \\ \Delta \theta = \Delta T \end{cases}$$

۵۱ گزینه ۳

$$\Delta L_A + \Delta L_B = d \Rightarrow L_A \alpha_A \Delta \theta + L_B \alpha_B \Delta \theta = d \Rightarrow \Delta \theta = \frac{d}{L_A \alpha_A + L_B \alpha_B}$$

۵۲ گزینه ۱ ابتدا تغییرات دمای صفحه را بر حسب درجهٔ سلسیوس (و یا کلونین) محاسبه می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow 360 = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 200^{\circ}C = 200K$$

بعد از افزایش دما، شعاع حفره دایره‌ای برابر است با:

$$r_2 = r_1(1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow r_2 = 10(1 + 3 \times 10^{-6} \times 200) \Rightarrow r_2 = 10,006cm$$

بنابراین محیط آن برابر است با:

فصل چهار دهم

$$P = 2\pi r \Rightarrow P = 2 \times 3 \times 10,006 = 60,036 \text{ cm} = 6,0036 \text{ dm}$$

۵۳ گزینه ۳ افزایش طول یک میله از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ به دست می آید، پس: (دقت کنید، چون یکای ضریب انبساط طولی K^{-1} است، تغییر دمای به دست آمده برحسب کلوین یا درجه سلسیوس است.)

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow \frac{0.03}{100} L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{0.03 \times 10^{-2}}{1.2 \times 10^{-5}} = 25$$

حال دمای ثانویه را برحسب درجه سلسیوس به دست می آوریم:

$$\rightarrow \Delta \theta = \theta_r - \theta_1 \rightarrow 25 = \theta_r - 10 \rightarrow \theta_r = 35^\circ C$$

و در نهایت به درجه فارنهایت تبدیل می کنیم:

$$F_r = \frac{9}{5} \theta_r + 32 = \frac{9}{5} \times 35 + 32 = 95^\circ F$$

۵۴ گزینه ۳ با توجه به نمودار مشاهده می شود که به ازای $300^\circ K$ افزایش دما، طول میله به اندازه 6 cm افزایش یافته است. از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow 0.6 \times 10^{-2} = 2 \times \alpha \times 300 \Rightarrow \alpha = 10^{-5} K^{-1}$$

ضریب انبساط حجمی ۳ برابر ضریب انبساط طولی است، پس:

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

۵۵ گزینه ۱

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{\alpha L_1 \Delta T}{L_1} \times 100 = 2 \times 10^{-5} \times 50 \times 100 = 0.1$$

۵۶ گزینه ۳ تغییر دمای میله ها را برحسب $^\circ C$ می یابیم:

$$\Delta T = 200 K = \Delta \theta$$

$$\Delta F' = 720 = 1.8 \Delta \theta' \Rightarrow \Delta \theta' = \frac{720}{1.8} = 400^\circ C$$

$$\frac{L_r}{L'_r} = \frac{L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)}{L'_1 (1 + \alpha' \Delta \theta')} = \frac{10 (1 + 5 \times 10^{-5} \times 200)}{5 (1 + 2.5 \times 10^{-5} \times 400)} = \frac{10 \cancel{(1.1)}}{5 \cancel{(1.1)}} = 2$$

۵۷ گزینه ۳ در ابتدا باید تغییر دما را برحسب $^\circ C$ بیابیم یعنی:

$$\begin{cases} \theta_1 = -58^\circ F \\ \theta_r = 122^\circ F \end{cases} \rightarrow \Delta \theta = 122 - (-58) = 180^\circ F$$

$$\Delta^\circ F = \frac{9}{5} \Delta^\circ C \rightarrow \Delta T = \frac{5}{9} \times 180 \rightarrow \Delta T = 100^\circ C$$

و در نهایت داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = 1200 \times 12 \times 10^{-5} \times 100 \rightarrow \Delta L = 1.44 \text{ m}$$

۵۸ گزینه ۲

$$\text{درصد تغییر طول} = \frac{\Delta l}{l_1} \times 100 = 100 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 0.3 = 100 \times 10^{-5} \times \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = 30^\circ C$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta = \frac{9}{5} \times 30 \rightarrow \Delta F = 54^\circ F$$

۵۹ گزینه ۱ با توجه به نمودار، نسبت $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ را محاسبه می کنیم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} \times \frac{L_{1B}}{L_{1A}} \times \frac{\Delta \theta_B}{\Delta \theta_A}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\alpha_A}{\alpha_B} &= \frac{5}{2} \times \frac{8}{5} \times \frac{20}{20} = 4 \Rightarrow \alpha_A = 4 \alpha_B \\ \alpha_A + \alpha_B &= 5 \times 10^{-5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha_B = 5 \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \alpha_B = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

۶۰ گزینه ۴ برای اینکه فاصله بین این دو میله به صفر برسد، باید مجموع تغییر طول آنها، برابر با 3.1 میلی متر شود، یعنی:

$$\Delta L_{Al} + \Delta L_{Br} = d$$

$$\alpha_{Al} L_{\circ Al} \Delta \theta + \alpha_{Br} L_{\circ Br} \Delta \theta = d$$

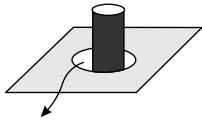
فصل چهار دهم

$$\Delta\theta = \frac{d}{\alpha_{Al}L_{\circ Al} + \alpha_{Br}L_{\circ Br}} = \frac{3.1 \times 10^{-3}}{24 \times 10^{-6} \times 1 + 19 \times 10^{-6} \times 2} = 50^{\circ}C$$

$$\theta = \theta_{\circ} + \Delta\theta = 20 + 50 = 70^{\circ}C$$

۶۱ گزینه ۱

برای این که روزنه خالی، سطح ثابتی داشته باشد باید تغییرات سطح ورقه و سطح مقطع سیم یکی باشد.



سطح خالی روزنه

$$\Delta A = \Delta A_{\text{سیم}} \text{ ورقه}$$

$$\begin{cases} A_1(r\alpha)(\Delta\theta) = A'_1(r'\alpha')\Delta\theta \rightarrow \cancel{\Delta\theta} \rightarrow \cancel{\pi} \left(\frac{10cm}{r}\right)^2 \times (10^{-5}) = \cancel{\pi} \left(\frac{1cm}{r'}\right)^2 \times \cancel{\pi} \alpha_r \\ A_1 = \pi \frac{D_1^2}{4} \end{cases}$$

$$\rightarrow 100cm^2 \times 10^{-5} = 64cm^2 \times \alpha_r \rightarrow \alpha_r = \frac{1}{64} \times 10^{-2} \left(\frac{1}{K}\right)$$

۶۲ گزینه ۲

$$\begin{cases} \frac{\Delta A}{A_1} = \frac{1}{100} \rightarrow (r\alpha)(\Delta\theta) = \frac{1}{100} \rightarrow \boxed{(\alpha\Delta\theta) = \frac{1}{200}} (*) \\ \Delta A = A_1(r\alpha)\Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = (r\alpha)\Delta\theta \end{cases}$$

$$L_1 = 20cm \xrightarrow{*} \Delta L = L_1\alpha\Delta\theta = (20cm)\left(\frac{1}{200}\right) = 0.1cm = 10^{-3}m$$

۶۳ گزینه ۱

$$A = A_r - A_1 = \pi(R_r^2 - R_1^2) = \pi(400 - 100) = 300\pi$$

$$\Delta A = A(r\alpha)\Delta T = 300\pi \times 4 \times 10^{-5} \times 100 \rightarrow \Delta A = 12\pi cm^2$$

$$A'_r = A + \Delta A \Rightarrow A'_r = 312\pi cm^2$$

۶۴ گزینه ۳

$$\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \cdot \Delta\theta \quad \text{درصد افزایش طول است.} \quad \frac{\Delta L}{L_1}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} = r\alpha \cdot \Delta\theta \quad \text{درصد افزایش مساحت است.} \quad \frac{\Delta A}{A_1}$$

$$\alpha \cdot \theta = \frac{5}{100} \Rightarrow r\alpha \cdot 2\theta = \frac{20}{100}$$

۶۵ گزینه ۳ درستی عبارت (الف): درصد تغییر مساحت به α بستگی دارد.

$$\frac{\Delta A}{A_1} = r\alpha\Delta\theta$$

درستی عبارت (ب): در اثر کاهش دما هر سه بخش کاهش مساحت دارند ولی به اندازه‌های متفاوت

نادرستی عبارت (پ): در اثر افزایش دما، افزایش مساحت A بیشتر از B و برای B هم بیشتر از C است، لذا این قسمت‌ها از هم جدا نمی‌شوند.

درستی عبارت (ت): در اثر کاهش دما میزان کاهش مساحت A بیشتر از B و B هم بیشتر از C است و امکان جدا شدن ۳ قسمت وجود دارد.

۶۶ گزینه ۳ وقتی طول میله ۱ متری آلومینیومی به ازای یک درجه افزایش دما $24 \mu m$ میکرومتر افزایش می‌یابد، یعنی ضریب انبساط طولی آلومینیوم $\alpha = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ است. (چرا؟)
بنابراین داریم:

$$\Delta A = A_1(r\alpha)\Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = r\alpha\Delta\theta \times 100 \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 24 \times 10^{-6} \times 50 \times 100 = 0.24\%$$

۶۷ گزینه ۴ می‌دانیم که درصد تغییر مساحت برابر است با: $2\alpha \times (\Delta T) \times 100$ بنابراین داریم:

$$\Delta A = A_1(r\alpha)\Delta T \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = r\alpha(\Delta T) \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = r\alpha(\Delta T) \times 100 \rightarrow 1.2 = 2(17 \times 10^{-6})(\Delta T) \times 100 \rightarrow \Delta T = 300K$$

و برای تعیین این تغییر دما، برحسب درجهٔ فارنهایت داریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5}(\Delta T) = \frac{9}{5} \times 300 \rightarrow \Delta F = 540^\circ F$$

۶۸ گزینه ۴

$$\frac{\Delta A_r}{\Delta A_1} = \frac{r\alpha_r A_r \Delta T}{r\alpha_1 A_1 \Delta T} \Rightarrow \frac{\Delta A_r}{\Delta A_1} = \frac{r\alpha \times 4A}{\alpha \times A} = 8$$

۶۹ گزینه ۲ در گام اول، یکای دماها را یکسان و تغییر دما را محاسبه می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 = 50 + 273 = 323K$$

$$\Delta T = T_r - T_1 = 623 - 323 = 300K$$

در گام دوم نسبت تغییر مساحت به مساحت اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta A = A_1(r\alpha)\Delta T \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 4 \times 10^{-6} \times 300 = 24 \times 10^{-4}$$

در گام سوم مقدار به‌دست‌آمده را در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم تا درصد تغییرات به‌دست آید.

$$\frac{\Delta A}{A_1} = 24 \times 10^{-4} \times 100 = 0.24\%$$

دقت کنید مقدار به‌دست آمده، ربطی به مساحت اولیهٔ دایره و شعاع آن ندارد.

۷۰ گزینه ۱ برای تعیین مساحت، باید مساحت اولیهٔ آن را محاسبه کنیم. به‌عبارتی داریم:

$$A_1 = (20cm)^2 \rightarrow A_1 = 400cm^2$$

$$\Delta A = A_1(r\alpha)\Delta\theta \rightarrow \Delta A = (400cm^2)(2 \times 10^{-5})(250) \rightarrow \Delta A = 2(cm^2)$$

۷۱ گزینه ۴

$$\Delta A = r\alpha A_1 \Delta\theta$$

چون مساحت حلقهٔ بزرگتر ۴ برابر حلقهٔ کوچکتر است، پس افزایش مساحتش نیز ۴ برابر است و توپر یا تو خالی بودن حلقه تأثیری در این مورد ندارد.

۷۲ گزینه ۳

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = 2 \Rightarrow \frac{\alpha L_1 \Delta T}{L_1} \times 100 = 2 \Rightarrow \alpha \times \Delta T = 2 \times 10^{-2}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{r\alpha A_1 \Delta T}{A_1} \times 100 = 2(\alpha \Delta T) \times 100 = 2 \times 2 \times 10^{-2} \times 100 = 4$$

۷۳ گزینه ۱

$$\Delta V_i = \Delta V_1 + \Delta V_r = 864 \Rightarrow (20 \times 30 \times 160 \times 3 \times 15 \times 10^{-6} + 20 \times 30 \times 400 \times 3 \times 6 \times 10^{-6})\Delta\theta = 864 \Rightarrow \Delta\theta = \frac{864}{864} = 100^\circ C$$

۷۴ گزینه ۲

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta V = V_1(r\alpha)\Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = r\alpha\Delta\theta \\ \text{درصد افزایش حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{50}{100} \Rightarrow (r\alpha)\Delta\theta = \frac{1}{2} \rightarrow r\alpha \times 60^\circ = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = \frac{1}{360} \\ \Delta A = A_1(r\alpha)\Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = (r\alpha)\Delta\theta \\ \text{درصد افزایش مساحت} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = (r\alpha)\Delta\theta \times 100 = 2\left(\frac{1}{360}\right) \times 18 \times 100 = 10\% \end{array} \right.$$

۷۵ گزینه ۴ رابطهٔ بین افزایش حجم با تغییر دما به‌صورت زیر است که در آن $\beta = 3\alpha$ است:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta T$$

اگر نسبت تغییر حجم دو کره را بنویسیم، داریم:

$$\frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{V_{0B}}{V_{0A}} \times \frac{\beta_B}{\beta_A} \times \frac{\Delta T}{\Delta T} \xrightarrow[V=\frac{4}{3}\pi r^3]{V=\frac{4}{3}\pi r^3} \frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{R_B^3 - R^3}{R_A^3 - R^3} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \xrightarrow[R_B=3R, R_A=2R]{\Delta V_B=12\Delta V_A} 2 = \frac{(3R)^3 - R^3}{(2R)^3 - R^3} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \Rightarrow 2 = \frac{26}{7} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \Rightarrow \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{7}{13}$$

۷۶ گزینه ۳ چون پس از خروج کره از ظرف، ارتفاع مایع کمتر شده است، بنابراین پس از ورود کره به مایع، مقداری از مایع از ظرف بیرون می‌ریزد که حجم آن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$V_{\text{آب بیرون ریخته شده}} = A \times \Delta h = 20 \times 1 = 20cm^3$$

می‌توانیم بگوییم که حجم کرهٔ آهنی با مجموع حجم آب بالا آمده و حجم آب بیرون ریخته‌شده برابر است:

فصل چهار دهم

$$V_{\text{کره}} = V = A \times h = \text{حجم آب بالا آمده} + \text{آب بیرون ریخته شده}$$

$$V_{\text{کره}} = 20 \times 9 + 20 = 180 + 20 = 200 \text{ cm}^3$$

در نهایت افزایش حجم کره را در اثر افزایش دما به دست می آوریم:

$$\Delta V = V_1(\alpha) \Delta \theta = 200 \times 3 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 = 72 \times 10^{-2} \rightarrow \Delta V = 7.2 \times 10^{-1} \text{ cm}^3$$

۷۷ گزینه ۴ چون انبساط در همه ابعاد جسم رخ می دهد، بنابراین شعاع کره (R) نیز با ضریب انبساط طولی فلز منبسط می شود. بنابراین:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta R}{R_1} = \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{0.2}{100} = \alpha(50) \Rightarrow \alpha = \frac{2}{5} \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}}$$

حال برای محاسبه درصد افزایش حجم کره داریم:

$$\Delta V = V_1(\alpha) \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100 = 3 \times 4 \times 10^{-5} \times 100 \times 100 = 1.2$$

۷۸ گزینه ۴

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow 1503 - 1500 = \alpha \times 1500 \times (60 - 20) \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$V_1 = 20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3 = 8 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$V_r = V_1 + \Delta V \Rightarrow V_r = V_1 + \alpha V_1 \Delta T \Rightarrow V_r = 8 \times 10^3 + 3 \times 5 \times 10^{-5} \times 8 \times 10^3 \times (90 - 30)$$

$$\Rightarrow V_r = 8000 + 72 = 8072 \text{ cm}^3$$

۷۹ گزینه ۳ شعاع کره 10 cm است. برای تعیین حجم نهایی کره داریم:

$$\Delta A = A_1 \alpha' (\theta_r - \theta_1) \xrightarrow{\alpha' = \frac{1}{a}} \frac{\Delta A}{A_1} = \alpha \Delta \theta = \frac{1}{100} \rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{1}{200}$$

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

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\rightarrow \Delta V = 4 \times 10^3 \times 3 \times \frac{1}{200} = 60 \text{ cm}^3$$

$$\rightarrow V_f = V_i + \Delta V = 4000 + 60 = 4060 \text{ cm}^3$$

۸۰ گزینه ۳ ابتدا درصد تغییر مساحت کره را محاسبه می کنیم. داریم:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{50 - 40}{40} \times 100 = 25\%$$

با توجه به رابطه های انبساط حجمی و انبساط سطحی می توانیم رابطه ای برای درصد تغییر مساحت و درصد تغییر حجم بیابیم. داریم:

$$\Delta A = A_1(\alpha) \Delta \theta \xrightarrow{\div A_1} \frac{\Delta A}{A_1} = \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\times 100} \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100 \rightarrow \text{درصد تغییر مساحت} = \alpha \Delta \theta \times 100 \quad (1)$$

$$\Delta V = V_1(\alpha) \Delta \theta \xrightarrow{\div V_1} \frac{\Delta V}{V_1} = \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\times 100} \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100 \rightarrow \text{درصد تغییر حجم} = \alpha \Delta \theta \times 100 \quad (2)$$

با تقسیم روابط (۱) و (۲) بر هم داریم:

$$\frac{\text{درصد تغییر مساحت}}{\text{درصد تغییر حجم}} = \frac{2}{3} \rightarrow \frac{25}{\text{درصد تغییر حجم}} = \frac{2}{3} \rightarrow \text{درصد تغییر حجم} = \frac{25 \times 3}{2} = 37.5\%$$

۸۱ گزینه ۴ ابتدا با استفاده از رابطه تغییر طول بر حسب دما برای سیم فلزی، ضریب انبساط طولی میله را به دست می آوریم. داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow L_r - L_1 = L_1 \alpha \Delta T$$

$$\xrightarrow{L_r = 1.03 L_1} 1.03 L_1 - L_1 = L_1 \alpha(60) \Rightarrow 0.03 = 60 \alpha$$

$$\Delta \theta = 60^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{3 \times 10^{-2}}{6 \times 10} = 5 \times 10^{-4} K^{-1}$$

حال با توجه به اینکه درصد تغییرات کمیتی مانند y از رابطه $(\frac{\Delta y}{y} \times 100)$ به دست می آید، درصد تغییر حجم مکعب را محاسبه می کنیم. داریم:

$$\text{درصد تغییر حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{3 \alpha V_1 \Delta T}{V_1} \times 100 = 3 \alpha \Delta T \times 100 = 3 \times 5 \times 10^{-4} \times 80 \times 100 = 12\%$$

۸۲ گزینه ۲ برای تعیین تغییر حجم، به حجم اولیه نیاز داریم، بنابراین:

$$V_1 = \pi R^2 h = 3 \times (2 \text{ cm})^2 \times (10 \text{ cm}) \rightarrow V_1 = 120 \text{ cm}^3$$

فصل چهار دهم

$$\Delta\theta = \theta_r - \theta_1 = \gamma_o - \gamma_o \rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C$$

$$\Delta V = V_1(\gamma\alpha)\Delta\theta \rightarrow \Delta V = (120cm^3)(3 \times 10^{-5})(50) \rightarrow \Delta V = 0.18cm^3$$

۸۳ گزینه ۳ شعاع قاعده مخروط ۱۰ cm است. برای تعیین تغییر حجم، باید حجم اولیه را محاسبه کنیم:

$$\left. \begin{aligned} \Delta V &= V_o \gamma \alpha \Delta \theta \\ V_o &= \frac{1}{3} \pi r^2 h \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta V = \frac{1}{3} \pi r^2 h (\gamma \alpha \Delta \theta) = \pi \times 10^2 \times 30 \times 12 \times 10^{-6} \times 50 = 1.8\pi = 1.8 \times 3.14 = 5.65$$

۸۴ گزینه ۱

$$\Delta V = \gamma \alpha V_1 \Delta T \Rightarrow \Delta V = 3 \times 12 \times 10^{-6} \times 200 \times 50 = 0.36cm^3$$

۸۵ گزینه ۳

$$V_1 = 5 \times 5 \times 5cm^3 = 125cm^3$$

$$V_r = V_1 + \Delta V \Rightarrow V_r = V_1 + \gamma \alpha V_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow V_r = 125 + 3 \times 2 \times 10^{-6} \times 125 \times 100 = 125.075cm^3$$

۸۶ گزینه ۳

$$\text{درصد تغییر مساحت} = 100 \times (\gamma \alpha) \Delta \theta = 200 \alpha \Delta \theta$$

$$4 = 200 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{4}{200} = \frac{1}{50}$$

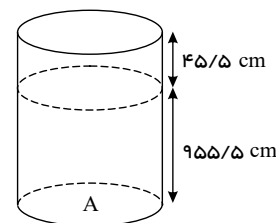
$$\text{درصد تغییر حجم} = 100 \times (\gamma \alpha) \Delta \theta = 300 \alpha \Delta \theta = 300 \times \frac{1}{50} = 6\%$$

۸۷ گزینه ۳ زمانی که تغییر حجم اسید داخل مخزن برابر حجم خالی فضای بالای مخزن شود، سرریز شروع می‌شود. با چشم‌پوشی از انبساط مخزن داریم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \Rightarrow 45.5 \times A = 1 \times 10^{-3} \times 955.5 \times A \times \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T \approx 47.6K$$

$$\Delta T = \Delta \theta \Rightarrow 50 = \theta_r - (-15) \Rightarrow \theta_r = 35^\circ C$$



۸۸ گزینه ۱

افزایش حجم ظرف - افزایش حجم مایع = حجم مایع خارج شده

$$\Rightarrow \Delta V = 1000 \times (2 \times 10^{-4})(10) - 1000(3 \times 0.5 \times 10^{-5})(10) \Rightarrow \Delta V = (16 - 1.5)cm^3 = 14.5cm^3$$

۸۹ گزینه ۲

$$V_V = V_o V(1 + \gamma \alpha \times \Delta \theta) \rightarrow V_V = 2000(1 + 3 \times 5 \times 10^{-5} \times 40) = 2000(1 + 0.006) = 2000 + 12 = 2012cm^3$$

$$V_L = V_o L(1 + \beta \Delta \theta) = 1800(1 + 10^{-3} \times 40) = 1800(1 + 0.04) = 1800 + 72 = 1872cm^3$$

$$\Delta V = V_V - V_L = 2012 - 1872 = 140cm^3$$

۹۰ گزینه ۴

$$\Delta V = \underbrace{V_1 \beta}_{\text{شیب}} \Delta \theta$$

$$\frac{\tan 37^\circ}{\tan 45^\circ} = \frac{V_{1a} \beta_a}{V_{1b} \beta_b} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{V_{1a} 12 \cancel{\beta_b}}{V_{1b} \times \cancel{\beta_b}} \Rightarrow \frac{V_{1a}}{V_{1b}} = \frac{1}{16} \Rightarrow V_{1b} = 16V_{1a}$$

$$\frac{V_{1b} - V_{1a}}{V_{1b}} = \frac{16V_{1a} - V_{1a}}{16V_{1a}} = \frac{15}{16}$$

۹۱ گزینه ۱ ابتدا حجم اولیه مایع و ظرف را حساب می‌کنیم:

$$(V_1)_{\text{مایع}} = (V_1)_{\text{ظرف}} = A \cdot h = 5 \times 10 = 50cm^3$$

حال باید تغییر دمای فارنهایت را به سلسیوس تبدیل کنیم: (همچنین می‌دانیم که $\Delta^\circ C = \Delta K$)

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

ضریب انبساط حجمی ظرف هم برابر است:

$$\text{ضریب انبساط حجمی} = 3\alpha = 3 \times 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K} = 3,6 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

حجم آب سرریز شده برابر است با:

$$V' = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_1 \beta \Delta T - V_1 (3\alpha) \Delta T = V_1 (\beta - 3\alpha) \cdot \Delta T = 50 \times (7,6 - 3,6) \times 10^{-5} \times 20 = 4 \times 10^{-2} \text{cm}^3$$

۹۲ گزینه ۳

$$\Delta V_{\text{واقعی مایع}} = \beta V_1 \Delta T \xrightarrow{V_1=59 \text{cm}^3, \beta=10^{-3}, \Delta T=90-40=50} \Delta V_{\text{واقعی مایع}} = 10^{-3} \times 59 \times 50 = 2,95 \text{cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \beta V_1 \Delta T \xrightarrow{\beta=3\alpha=3 \times 10^{-5} K^{-1}} \Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \times 10^{-5} \times 60 \times 50 = 0,9 \text{cm}^3$$

باید به این نکته توجه داشت که حجم مایع سرریز شده با اختلاف افزایش حجم واقعی مایع و افزایش حجم ظرف برابر است و با توجه به این که در ابتدا قسمتی از حجم ظرف خالی بوده است،

بنابراین وقتی مایع افزایش حجم پیدا می کند، ابتدا حجم خالی را پر می کند و سپس بقیه آن سرریز می شود.

$$\text{حجم مایع سرریز شده} = \Delta V_{\text{واقعی مایع}} - (\Delta V_{\text{ظرف}} + \text{حجم فضای خالی ظرف}) = 2,95 - (0,9 + (60 - 59)) = 2,95 - 1,09 = 1,86 \text{cm}^3$$

۹۳ گزینه ۳ ابتدا افزایش حجم واقعی مایع را به دست می آوریم:

$$\Delta V_{\text{واقعی مایع}} = \beta V_1 \Delta \theta \xrightarrow{V_1=98 \text{cm}^3, \beta=10^{-3} K^{-1}, \Delta \theta=50-0=50^\circ C} \Delta V_{\text{واقعی مایع}} = 10^{-3} \times 98 \times 50 \text{cm}^3 \Rightarrow \Delta V_{\text{واقعی مایع}} = 4,9 \text{cm}^3$$

اکنون افزایش حجم ظرف را حساب می کنیم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \beta_{\text{ظرف}} V_1 \Delta \theta \xrightarrow{\beta_{\text{ظرف}}=3\alpha=3 \times 10^{-5} K^{-1}, V_1=100 \text{cm}^3, \Delta \theta=50-0=50^\circ C} \Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \times 10^{-5} \times 100 \times 50 \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 0,15 \text{cm}^3$$

حجم مایع سرریز شده، برابر با اختلاف افزایش حجم واقعی مایع و افزایش حجم ظرف است. با توجه به اینکه در ابتدا قسمتی از حجم ظرف خالی بوده است، لذا وقتی مایع افزایش حجم می یابد،

ابتدا حجم قسمت خالی را پر می کند و سپس بقیه آن از ظرف سرریز می شود.

$$\text{حجم مایع سرریز شده} = \Delta V_{\text{واقعی مایع}} - (\Delta V_{\text{ظرف}} + \text{حجم فضای خالی ظرف}) = 4,9 - (0,15 + (100 - 98)) \Rightarrow \text{حجم مایع سرریز شده} = 4,9 - 2,15 = 2,75 \text{cm}^3$$

۹۴ گزینه ۲ در ابتدا تغییر حجم مایع و ظرف را می یابیم.

$$2\alpha = \frac{20}{3} \times 10^{-5} \rightarrow \alpha = \frac{10}{3} \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Delta V' = V(3\alpha)\Delta\theta = 5000 \times 50 \left(3 \times \frac{10}{3} \times 10^{-5}\right) \Rightarrow \Delta V = 25 \text{cm}^3$$

$$\Delta V'' = V_0 \beta \Delta \theta = 2000 \times 5 \times 10^{-4} \times 50 = 50 \text{cm}^3$$

$$\Delta V = \Delta V'' - \Delta V' = 25 \text{cm}^3$$

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{cm} = 2,5 \text{mm}$$

۹۵ گزینه ۴

$$V_1 = 2L = 2000 \text{cm}^3$$

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

$$\beta V \Delta T - 3\alpha \Delta T = \text{حجم مایع بیرون ریخته شده} \Rightarrow \text{انبساط ظرف} - \text{انبساط مایع} = \text{حجم مایع بیرون ریخته شده}$$

$$\text{حجم مایع بیرون ریخته شده} = 9 \times 10^{-4} \times 2000 \times 50 - 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 2000 \times 50 = 90 - 6 = 84 \text{cm}^3$$

۹۶ گزینه ۳ تغییرات حجم ظرف و روغن را پس از افزایش دما محاسبه می کنیم. داریم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_1 \Delta \theta = 3 \times 10^{-5} \times 10^3 \times (110 - 10) \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \text{cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{روغن}} = \beta V_1' \Delta \theta = 7 \times 10^{-4} \times 800 \times (110 - 10) \Rightarrow \Delta V_{\text{روغن}} = 56 \text{cm}^3$$

بنابراین در دمای $110^\circ C$ ، حجم ظرف برابر با $V_1' = 1003 \text{cm}^3$ و حجم روغن برابر با $V_1' = 856 \text{cm}^3$ خواهد بود. در نتیجه حجم قسمت خالی ظرف برابر است با:

$$V_1' - V_1'_{\text{روغن}} = 1003 - 856 = 147 \text{cm}^3$$

۹۷ گزینه ۳

با توجه به انبساط غیرعادی، آب از $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ کاهش حجم خواهد داشت و از $4^\circ C$ به بعد افزایش حجم دارد.

۹۸ گزینه ۴ برای حل سؤال باید یکای حجم را برای همه رابطه ها یکسان کنیم، بنابراین همه حجم ها را برحسب cm^3 می نویسیم:

فصل چهار دهم

$$\text{حجم مایع بیرون ریخته شده} = V_{\text{ر(مایع)}} - V_{\text{ر(ظرف)}} = V_{\text{ر(مایع)}}(1 + \beta\Delta\theta) - V_{\text{ر(ظرف)}}(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow 47 = 990(1 + 1,5 \times 10^{-3} \times 200) - 1000(1 + 3\alpha \times 200) \\ \rightarrow 47 = 1287 - 1000(1 + 600\alpha) \Rightarrow 1 + 600\alpha = 1,24 \rightarrow 600\alpha = 0,24 \rightarrow \alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

۹۹ گزینه ۳ حجم مایع بیرون ریخته، از تفاضل تغییر حجم مایع و تغییر حجم ظرف، محاسبه می شود.

$$\Delta V = (\beta - 3\alpha)V_1\Delta\theta \\ = (5 \times 10^{-3} - 3 \times 4 \times 10^{-4}) \times 5 \times 40 = (5 \times 10^{-3} - 0,5 \times 10^{-3}) \times 200 \\ \Delta V = 900 \times 10^{-3} \text{ lit} = 900 \text{ cm}^3$$

۱۰۰ گزینه ۳ چون آب از C° تا $4^\circ C$ با افزایش دما، کاهش حجم دارد، مایع مناسبی برای اندازه گیری در محدوده دمایی C° تا $10^\circ C$ نیست.

۱۰۱ گزینه ۴ با توجه به آنکه در محدوده دمایی 0° تا 4° درجه سانتی گراد، انبساط آب رفتار غیرعادی دارد، با کاهش دما، برخلاف انتظار حجم آب افزایش یافته و چگالی آب کاهش می یابد.

۱۰۲ گزینه ۲ چون تغییر حجم برحسب cm^3 خواسته شده، حجم اولیه را برحسب cm^3 می نویسیم. یعنی:

$$V_1 = 2L = 2000 \text{ cm}^3 \\ \Delta V = \beta V_1 \Delta T \Rightarrow \Delta V = 1,6 \times 10^{-3} \times 2000 \times 5 = 16 \text{ cm}^3$$

۱۰۳ گزینه ۳ از رابطه چگالی و انبساط حجمی داریم $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta\Delta\theta)$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1 - \beta\Delta\theta \Rightarrow 0,85 = 1 - 5 \times 10^{-3} \times (\Delta\theta) \\ 0,85 - 1 = -5 \times 10^{-3} \Delta\theta \Rightarrow 0,15 = 5 \times 10^{-3} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{15}{5} = 3^\circ C \\ \theta_2 - \theta_1 = 30 \\ \theta_2 = 30 + 120 = 150^\circ$$

۱۰۴ گزینه ۳

می دانیم چگالی جسم با حجم جسم رابطه عکس دارد، بنابراین اگر چگالی جسم کاهش یافته، بدین معنی است که حجم جسم افزایش یافته و با توجه به این که $\alpha > 0$ است، در نتیجه دمای جسم افزایش می یابد. پس گزینه های «۲» و «۴»، غلط هستند. تغییرات چگالی جسم جامد مطابق رابطه زیر به دست می آید، داریم:

$$\Delta\rho = -\rho(\alpha\Delta T) \\ \text{ابتدا حجم و چگالی گلوله فلزی را محاسبه می کنیم، داریم:}$$

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 2^3 = 32 \text{ cm}^3 \\ \rho_1 = \frac{m}{V} = \frac{320}{32} = 10 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

با جایگذاری در رابطه تغییرات چگالی داریم:

$$\Delta\rho = -\rho_1(\alpha\Delta\theta) \Rightarrow -0,03 = -10 \times 3 \times 10^{-5} \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-4}} = 100^\circ C$$

۱۰۵ گزینه ۴ طبق رابطه $L = L_0(1 + \alpha\Delta\theta)$ ، شیب نمودار $L - L_0$ برابر $1 + \alpha\Delta\theta$ است.

$$\Rightarrow 0,1 = [1 + \alpha(400)] - [1 + \alpha(150)] \Rightarrow 0,1 = 250\alpha \Rightarrow \alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{C^\circ} \\ \text{درصد تغییرات چگالی} = -3\alpha\Delta\theta \times 100 = -3(4 \times 10^{-4})(50) \times 100 = \%(-6)$$

۱۰۶ گزینه ۳ درصد نسبی تغییر مساحت از رابطه زیر به دست می آید:

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

بنابراین با توجه به صورت سؤال می توان نوشت:

$$2\alpha \Delta T \times 100 = -4 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha \Delta T = -2 \times 10^{-2} \quad (*)$$

به طور مشابه برای درصد نسبی تغییرات چگالی می توان نوشت:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{-3\alpha\rho_1\Delta T}{\rho_1} \times 100 = -3\alpha\Delta T \times 100$$

$$(*) \Rightarrow \text{درصد تغییرات چگالی} = -3(-2 \times 10^{-2}) \times 100 = 6 \times 10^{-2} = +0,6\%$$

۱۰۷ گزینه ۲ ابتدا دمای اولیه و نهایی مایع را برحسب درجهٔ سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = 10^\circ C$$

$$T_v = 273 + \theta_v \Rightarrow \theta_v = 383 - 273 \Rightarrow \theta_v = 110^\circ C$$

حال طبق رابطهٔ تغییر چگالی برحسب دما خواهیم داشت:

$$\frac{\rho_v}{\rho_1} = 1 - \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_v}{\rho_1} = 1 - 2 \times 10^{-3} \times 100 = 1 - \frac{2}{10} = \frac{8}{10} \Rightarrow \rho_v = \frac{80}{100} \rho_1$$

دقت کنید که چگالی به ۸۰ درصد مقدار اولیه رسیده است؛ یعنی ۲۰ درصد کاهش داشته است.

۱۰۸ گزینه ۲

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_0} \times 100 = \frac{-\beta \Delta \theta}{1 + \beta \Delta \theta} \times 100 = \frac{-2 \times 10^{-3} \times 50}{1 + 2 \times 10^{-3} \times 50} \times 100 = \% \frac{-10}{1.1} \simeq -\% 9.1$$

۱۰۹ گزینه ۳ با توجه به این‌که طول میلهٔ فلزی ۰٫۱ درصد افزایش یافته است، پس اگر طول اولیه را ۱۰۰ واحد فرض کنیم، تغییر طول میله ۰٫۱ واحد خواهد بود؛ یعنی داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow[L_1=100]{\Delta L=0.1} 0.1 = 100 \times \alpha \times \Delta \theta \rightarrow \alpha \Delta \theta = 10^{-3}$$

حال چگالی میلهٔ فلزی در دمای θ_v را به دست می‌آوریم:

$$\rho_v = \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \rho_v = 15000 (1 - 3 \times 10^{-3}) \Rightarrow \rho_v = 15000 - 450 = 14550 \frac{kg}{m^3}$$

۱۱۰ گزینه ۳ در گام اول، رابطهٔ تقریبی چگالی با دما را برای یک جسم فلزی می‌نویسیم. (چون یکاهای چگالی یکسان داده شده، نیازی به تبدیل یکا نیست.)

$$\rho_v = \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta \theta)$$

ضریب انبساط سطحی داده شده و به‌کمک آن، ضریب انبساط حجمی به دست می‌آید.

$$2\alpha = 5 \times 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 2.5 \times 10^{-4} K^{-1} \Rightarrow 3\alpha = 7.5 \times 10^{-4} K^{-1}$$

$$11.73 = 12(1 - 7.5 \times 10^{-4} \Delta \theta) \Rightarrow 7.5 \times 10^{-4} \Delta \theta = 1 - \frac{11.73}{12} \Rightarrow \Delta \theta = 30^\circ C \Rightarrow \theta_v - 25 = 30 \Rightarrow \theta_v = 55^\circ C$$

در گام آخر، یکای سلسیوس را به کلوین تبدیل می‌کنیم.

$$T_v = \theta_v + 273 = 55 + 273 = 328 K$$

۱۱۱ گزینه ۱ ابتدا چگالی اولیهٔ برنج را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{272}{\frac{4}{3} \times \pi \times 1^3} \Rightarrow \rho_1 = 8.5 \frac{g}{cm^3}$$

حال با استفاده از رابطهٔ تغییر تقریبی چگالی یک جسم برحسب تغییر دما، داریم:

$$\rho_v = \rho_1 (1 - \beta \Delta T) \Rightarrow \Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta T \Rightarrow \Delta \rho = -8.5 \times 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 10 \Rightarrow \Delta \rho = -5.1 \times 10^{-3} \frac{g}{cm^3} \Rightarrow \Delta \rho = -5.1 \frac{kg}{m^3}$$

بنابراین چگالی جسم به اندازهٔ $5.1 \frac{kg}{m^3}$ کاهش می‌یابد.

۱۱۲ گزینه ۲ اول می‌دانیم حجم آب با دمای کمتر از $4^\circ C$ با گرفتن گرما ابتدا تا رسیدن دمایش به $4^\circ C$ کاهش سپس افزایش می‌یابد و چگالی آن بالعکس با افزایش دمای آب از صفر درجه تا

$4^\circ C$ چگالی آن افزایش سپس کاهش می‌یابد.

دوم) حال محاسبه می‌کنیم با گرمای گرفته‌شده توسط آب دمای آن به چند درجهٔ سانتی‌گراد خواهد رسید:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta = 30 \times 4200 \times \Delta\theta \\ Q = 630000 J \end{cases} \Rightarrow 630000 = 126000 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{630}{126} = 5^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_v - 2 = 5 \Rightarrow \theta_v = 7^\circ C$$

سوم) یعنی دمای آب به $7^\circ C$ می‌رسد. پس ابتدا (از $2^\circ C$ تا $7^\circ C$) چگالی آب افزایش سپس کاهش می‌یابد.

چهارم) چون وزن چوب ثابت است طبق نیروی شناوری ارشمیدس:

فصل چهار دهم

$$\underbrace{mg}_{\text{آب ثابت}} = \underbrace{\rho}_{\text{حجمی از چوب}} \underbrace{V}_{\text{سپس کاهش}} \xrightarrow[\text{سپس کاهش}]{\text{ابتدا افزایش}} g \Rightarrow \text{ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد. } V \Rightarrow \text{ابتدا کاهش سپس افزایش}$$

تلف می‌شود.

۱۱۳ گزینه ۴ قدم اول: ابتدا محاسبه می‌کنیم که چه مقدار از گرمای تولید شده به فلز می‌رسد:

$$Q_1 = Pt = 3000t \xrightarrow[\text{تلف می‌شود.}]{\text{فرض کنید } x \text{ درصد انرژی}} Q_2 = Q_1 - \frac{x}{100} Q_1$$

$$\rightarrow Q_2 = \left(\frac{100-x}{100}\right) Q_1 = \left(\frac{100-x}{100}\right) (3000t) = 30(100-x)t$$

قدم دوم: در مدت ۱۸ گرمای دریافتی توسط فلز:

$$Q_2 = 30(100-x)(1) = 30(100-x)$$

قدم سوم: با این گرما، تغییر دمای فلز در هر ثانیه، $4^\circ C$ بوده و داریم:

$$Q_2 = mc\Delta\theta \rightarrow 30(100-x) = 0.5(600)(4) \rightarrow 100-x = 40 \rightarrow x = 60$$

۶۰ درصد گرمای داده شده توسط گرمکن تلف شده و به فلز نمی‌رسد.

۱۱۴ گزینه ۱

$$Q_1 = m_1 c_1 \Delta T = C_1 \Delta T = 210 \Delta T$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = C_1 \Delta T + m_2 c_2 \Delta T = 210 \times \Delta T + 0.2 \times 4200 \times \Delta T = 1050 \Delta T$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} \times 100 = \frac{210 \Delta T}{1050 \Delta T} \times 100 = 20\%$$

۱۱۵ گزینه ۱

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1680 = 0.1 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 4^\circ C$$

$$\theta_2 - \theta_1 = 4 \Rightarrow \theta_2 - 0 = 4 \Rightarrow \theta_2 = 4^\circ C$$

دمای آب از صفر به $4^\circ C$ رسیده است. طبق ویژگی غیرعادی آب با افزایش دمای آن از صفر تا $4^\circ C$ ، حجم آن کاهش می‌یابد.

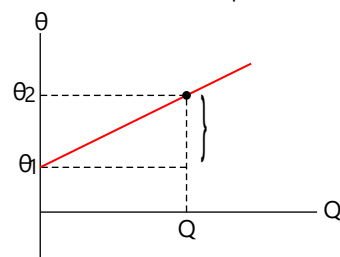
۱۱۶ گزینه ۱

$$P = \frac{Q_1 + Q_2}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m_1 c_1 \Delta T + m_2 c_2 \Delta T}{\Delta t} = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

$$P = (0.2 \times 4000 + 0.4 \times 4200) \times \frac{3}{60} \Rightarrow P = 88W$$

۱۱۷ گزینه ۳ قدم اول: در رابطه $Q = C\Delta\theta$ ، ظرفیت گرمایی است. بنابراین در نمودار $(\theta - Q)$:

$$\text{شیب خط} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{Q} = \frac{\Delta\theta}{Q} = \frac{1}{C}$$



قدم دوم: ظرفیت گرمایی‌های دو جسم باهم برابر است. بنابراین:

$$C_B = C_A \Rightarrow \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{\lambda\theta(kJ)}{(2\theta - \theta)(^\circ C)} = \lambda \frac{kJ}{^\circ C}$$

* دقت کنید در مقدار $Q = \lambda\theta$ فقط مقدار عددی θ منظور می‌شود. چون یکای Q در نمودار (kJ) است.

قدم سوم: مقدار θ_1 را به کمک شیب خط (B) می‌یابیم:

$$B_{\text{خط}} = \frac{0 - (-\theta_1)}{\lambda\theta} = \frac{\theta_1(^\circ C)}{\lambda\theta(kJ)} = \frac{1}{C_B} = \frac{1}{\lambda(\frac{kJ}{^\circ C})} \Rightarrow \theta_1 = \theta$$

قدم چهارم: اکنون مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای جسم B از θ_1 به 1.5θ را می‌یابیم:

$$Q = C\Delta\theta = \lambda\left(\frac{kJ}{^\circ C}\right) \times (1.5\theta - \underbrace{\theta_1}_{-\theta}) = \lambda\left(\frac{kJ}{^\circ C}\right) \times 2.5\theta = (2.5\theta)kJ$$

۱۱۸ گزینه ۱

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 = K_2 \xrightarrow{\frac{4}{10} K_2 = Q} \frac{4}{10} U_1 = Q \Rightarrow \frac{4}{10} \times 2000 = 2000 J/Kg \cdot K$$

$$\Rightarrow \frac{4}{10} \times 10 \times 2000 = c \times 2 \Rightarrow c = 4000 J/Kg \cdot K$$

۱۱۹ گزینه ۴ گرمای رسیده به آلومینیوم را حساب می‌کنیم:

$$m = 1000g = 1kg$$

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 900(80 - 20) = 54000 = 54kJ$$

$$\text{اتلاف گرما} = (6 - 5.4)kJ = 0.6kJ \Rightarrow \frac{\text{اتلاف گرما}}{\text{کل گرما}} = \frac{0.6}{6} = \frac{1}{10} = 10\%$$

۱۲۰ گزینه ۱

با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ و همچنین $\rho = \frac{m}{V}$ می‌توان نوشت:

$$Q_A + Q_B = 0 \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}, Q = mc\Delta\theta} \rho_A V_A c_A (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_A) + \rho_B V_B c_B (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_B) = 0$$

$$\xrightarrow{\rho_A = 2\rho_B} 2\rho_B \times 2V_B \times 1200(\theta_{\text{تعادل}} - 25) + \rho_B V_B \times 1600(\theta_{\text{تعادل}} - 45) = 0 \Rightarrow 4\theta_{\text{تعادل}} - 120 = 0 \Rightarrow \theta_{\text{تعادل}} = 30^\circ C$$

$$V_B = \frac{1}{2} V_A$$

۱۲۱ گزینه ۲

$$Q = C\Delta T \Rightarrow Q = 50 \times 4 = 200J, Q = |W_f| \Rightarrow |W_f| = 200J$$

کار نیروی مقاوم منفی است پس $W_f = -200J$ است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_f = K_2 - K_1 \Rightarrow -200 = K_2 - 600 \Rightarrow K_2 = 400J$$

۱۲۲ گزینه ۲

$$\text{گام اول: } L = 2\pi r \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\text{گام دوم: } L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2}{r_1} = 1 + \alpha\Delta\theta$$

$$\text{گام سوم: } A = \pi r^2 \rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = \frac{A_2}{A_1} - 1 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 - 1$$

$$\text{گام چهارم: } \frac{\Delta A}{A_1} = (1 + \alpha\Delta\theta)^2 - 1 = 1 + \alpha^2\Delta\theta^2 + 2\alpha\Delta\theta - 1 = \alpha^2\Delta\theta^2 + 2\alpha\Delta\theta$$

چون α بسیار کوچکتر از یک است، α^2 قابل صرف نظر کردن است:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \cong 2\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{0.4}{100} \cong 2(2 \times 10^{-5})\Delta\theta \Rightarrow \boxed{\Delta\theta \cong 100^\circ C}$$

$$\text{گام پنجم: } Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q \cong \frac{25}{100} \times 1200 \times 100 = 300 \times 10 = 3000J = 3kJ \Rightarrow \boxed{Q = 3kJ}$$

۱۲۳ گزینه ۲

$$A: \begin{cases} Q_A = m_A c_A \Delta\theta_A = \rho_A V_{1A} c_A \Delta\theta_A \\ \Delta V_A = V_{1A} \beta_A \Delta\theta_A \end{cases}$$

$$B: \begin{cases} Q_B = m_B c_B \Delta\theta_B = \rho_B V_{1B} c_B \Delta\theta_B \\ \Delta V_B = V_{1B} \beta_B \Delta\theta_B \end{cases}$$

$$c_A = c_B$$

$$\rho_A = \rho_B$$

$$Q_A = Q_B \rightarrow \cancel{\rho_A} V_{1A} \cancel{c_A} \Delta\theta_A = \cancel{\rho_B} V_{1B} \cancel{c_B} \Delta\theta_B \rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{V_{1B}}{V_{1A}} \quad (1)$$

$$\text{از طرفی} \Rightarrow \Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{V_{1A}}{V_{1B}}\right) \left(\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\right) \xrightarrow{(1)} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{V_{1A}}{V_{1B}}\right) \left(\frac{V_{1B}}{V_{1A}}\right) = 1$$

۱۲۴ گزینه ۲ چون ظرفیت گرمایی ویژه آب بیشتر از سرب است، طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ گرمای داده‌شده به آب بیشتر از گرمای داده‌شده به سرب است.

۱۲۵ گزینه ۳ قدم اول:

$$(۱): \begin{cases} m_1 = ۲kg \\ c_1 = ۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ \theta_1 = ۱۰^\circ C \\ \theta_r = ۶۰^\circ C \end{cases} \Rightarrow Q_1 = m_1 c_1 \Delta \theta_1 = ۲ \times ۴۰۰ \times ۵۰ = ۴۰۰۰۰ J$$

$$(۲): \begin{cases} m_r = ۱,۵kg \\ c_r = ۶۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \\ \theta_1 = ۱۰^\circ C \\ \theta_r = ۶۰^\circ C \end{cases} \Rightarrow Q_r = m_r c_r \Delta \theta_r = ۱,۵ \times ۶۰۰ \times ۵۰ = ۴۵۰۰۰ J$$

قدم دوم: چون آهنگ جذب انرژی برای این دو جسم یکسان است، پس هر کدام گرمای کمتری برای رسیدن به دمای $۶۰^\circ C$ احتیاج داشته باشد زودتر به این دما می‌رسد، یعنی جرم m (سنگین‌تر).

$$Q = \frac{Pt}{۲} \Rightarrow ۴۰۰۰۰ = \frac{۱۰۰۰ \times t}{۲} \Rightarrow \boxed{t = ۸۰s}$$

۱۲۶ گزینه ۱ قدم اول: دقت شود تغییر حجم فلز به کار رفته مدنظر است.

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \Rightarrow \rho_A V_A c_A \Delta \theta_A = \rho_B V_B c_B \Delta \theta_B$$

قدم دوم: چون دو کره همچنین هستند: $\rho_A = \rho_B$, $c_A = c_B$; بنابراین:

$$V_A \Delta \theta_A = V_B \Delta \theta_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\Delta \theta_B}{\Delta \theta_A}$$

قدم سوم: از طرفی تغییر حجم از رابطه $\Delta v = ۳\alpha V_1 \Delta \theta$ به دست می‌آید:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{(V_A)_1}{(V_B)_1} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = ۱$$

۱۲۷ گزینه ۴

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = m \times ۵۰۰ \times (۳۵ - (-۱۰))$$

$$P = \frac{۳۰۰۰}{۱ \times ۶}$$

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{۳۰۰۰}{۱ \times ۶۰} = \frac{m \times ۵۰۰ \times (۳۵ - (-۱۰))}{۱۸۰} \Rightarrow m = ۰,۴kg = ۴۰۰g$$

۱۲۸ گزینه ۱ تغییرات انرژی جنبشی جسم به گرما تبدیل شده و گرمای حاصل سبب تغییر دمای آن می‌شود.

$$Q = |\Delta K| = mc\Delta\theta \Rightarrow \left| \frac{1}{۲} m (۲۰^۲ - ۱۰۰^۲) \right| = m \times c \times (۲۰) \Rightarrow c = ۲۴۰ \frac{J}{kg \cdot K} = ۰,۲۴ \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

۱۲۹ گزینه ۲ ابتدا حجم و سپس جرم آب درون لوله را به دست می‌آوریم:

$$V = \pi R^2 L = ۳ \times (۲)^2 \times ۵۰ = ۶۰۰ cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱۰^۳ = \frac{m}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow m = ۶ \times ۱۰^{-۱} kg$$

گرمای خارج شده از لوله:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow Q = ۰,۶ \times ۴۲۰۰ \times (\cancel{۵۰}^{۳۰} - ۸۰) = -۷۵۶۰۰ J$$

$$P = \frac{|Q|}{t} = \frac{۷۵۶۰۰}{۲} = ۳۷۸۰۰ \frac{J}{s}$$

$$t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{۵۰}{۲۵} = ۲s \text{ مدت زمان حرکت آب در لوله است:}$$

۱۳۰ گزینه ۳

$$Q_r = mc\Delta T_r \Rightarrow ۱۰۰۸ = ۰,۰۵ \times c \times (۱۰۰ - ۶۰) \Rightarrow c = ۵۰۴ J/kg \cdot K$$

$$Q_r = mc\Delta T_r \Rightarrow ۱۲۶۰ = ۰,۰۵ \times ۵۰۴ \times (۶۰ - \theta_1) \Rightarrow \theta_1 = ۱۰^\circ C \Rightarrow T_1 = ۲۸۳K$$

۱۳۱ گزینه ۱ طبق متن کتاب درسی موارد (ب) و (پ) نادرست هستند و باقی موارد درست می‌باشند.

۱۳۲ گزینه ۱

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{d}{10} \Rightarrow d = 100m$$

$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ \Rightarrow W_{f_k} = 10 \times 100 \times (-1) = -1000J$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow |W_{f_k}| = mc\Delta\theta \Rightarrow 1000 = 4 \times 500 \times \Delta T \Rightarrow \Delta\theta = \frac{1}{2}^\circ C$$

۱۳۳ گزینه ۴

$$\text{شیب خط} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (1)$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{C\Delta T}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta} P = \frac{C\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{P}{C} \xrightarrow{(1)} \text{شیب خط} = \frac{P}{C}$$

طبق معادله بالا $\frac{P}{C}$ ، بردار شیب این نمودار است که متناسب با وارون ظرفیت گرمایی است.

۱۳۴ گزینه ۲ می دانیم $Q = C \times \Delta\theta$ پس:

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

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{C_A}{C_B} \Rightarrow \frac{4}{3} \times \frac{C_A}{C_B} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{2}{3}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 4200 \times (\underbrace{60 - 20}_{40}) = 168000J$$

مقدار انرژی‌ای که در مدت ۵ دقیقه اجاق از دست داده:

$$E = Pt = (100)(300) = 240000J$$

$$Ra = \frac{Q}{E} = \frac{168000}{240000} = \frac{168}{240} = 0.7 \Rightarrow Ra = 70\%$$

۱۳۶ گزینه ۳

$$C = mc \Rightarrow \begin{matrix} C \\ y \end{matrix} = \begin{matrix} c \\ a \end{matrix} \begin{matrix} (m) \\ X \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} C \\ y \end{matrix} = \begin{matrix} c \\ a \end{matrix} \begin{matrix} (m) \\ X \end{matrix} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{m_B}{m_A} \rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{3}{2} \quad (1)$$

(گرما ویژه) c = شیب خط

$$A: Q_A = m_A c_A \Delta\theta_A = (\frac{1}{4})(c_A)(20^\circ C) = 6kJ \Rightarrow \frac{(\frac{1}{4})(c_A)(20^\circ C)}{(\frac{1}{4})(c_B)(40^\circ C)} = \frac{6kJ}{Q_B}$$

$$B: Q_B = m_B c_B \Delta\theta_B = (\frac{1}{4})(c_B)(40^\circ C) = ?$$

$$\Rightarrow (\frac{1}{4})(\frac{c_A}{c_B})(\frac{1}{4}) = \frac{6kJ}{Q_B} \xrightarrow{(1)} \frac{1}{4} \times \frac{3}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{6kJ}{Q_B} \Rightarrow 3Q_B = 48kJ \Rightarrow Q_B = 16kJ$$

۱۳۷ گزینه ۳ شیب خط در نمودار گرما برحسب دما، معادل ظرفیت گرمایی جسم است، پس: $C_A > C_B$ همچنین بدون اطلاع از جرم جسم‌ها نمی‌توان دربارهٔ گرمای ویژه آن‌ها اظهار نظر کرد.

۱۳۸ گزینه ۱ از رابطه $Q = P \times t$ و $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$\text{آب (ماده ۱)}: \begin{cases} m_1 = 2kg \\ t_1 = 10min = 10 \times 60 = 600s \\ \Delta\theta_1 = 15 - 5 = 10^\circ C \end{cases}$$

$$\text{روغن (ماده ۲)}: \begin{cases} m_2 = 500g = 0.5kg \\ t_2 = ? \\ \Delta\theta_2 = 30 - 10 = 20^\circ C \end{cases}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{P_1 \times t_1}{P_2 \times t_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2} \rightarrow \frac{m_1}{m_2} \times \frac{c_1}{c_2} \times \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} = \frac{t_1}{t_2} \rightarrow \frac{0.5}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{20}{10} = \frac{t_1}{t_2} \rightarrow t_2 = 150s = 2.5min$$

۱۳۹ گزینه ۱ هر دو کره هم جنس هستند و شعاع یکسانی دارند پس $\Delta R_A = \Delta R_B$ خواهد بود پس می‌توان گفت تو خالی و توپر بودن کره‌ها در تغییرات شعاع آن‌ها تأثیری ندارد. در کره A

فصل چهار دهم

حفره توخالی داریم پس می توان گفت جرم کره B بیشتر است. $\Delta\theta$ و c آن ها یکسان است پس هر کره که جرم بیشتری داشته باشد گرمای بیشتری لازم دارد $Q = mc\Delta\theta$ زیاد یکسان زیاد

$$Q_B > Q_A$$

۱۴۰ گزینه ۲

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{2000}{60} = \frac{100}{3} W$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta T}{\Delta t} \Rightarrow \frac{100}{3} = \frac{2 \times 4200 \times 5}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 1260s = 21min$$

۱۴۱ گزینه ۳

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt = mL_F \Rightarrow 20kW \times 134s = m \times 335 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Rightarrow m = \frac{20 \times 134}{335} = 8kg \rightarrow \boxed{m = 8kg}$$

$$Q = mc\Delta\theta = P\Delta t \Rightarrow (تغییر حالت نداریم) \Rightarrow (از 134s t به بعد): گام دوم$$

$$\Rightarrow 8 \times 4200 \times (25 - 0) = (20 \times 10^3) \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{840000}{2 \times 10^4} = 42s$$

$$گام سوم: t' = 134 + 42 = 176s \rightarrow \boxed{t' = 176s}$$

۱۴۲ گزینه ۲ ابتدا تغییرات دما را محاسبه می کنیم:

$$\Delta V = V_1 \times \alpha \Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \alpha \Delta\theta \rightarrow \frac{0.6}{100} = 3 \times 10^{-5} \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 200^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 16 \times 10^5 = m \times 800 \times 200 \rightarrow m = 10kg$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rightarrow V = \frac{4}{3} \times 3 \times (0.1)^3 = 0.004$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{10}{0.004} = 2500 \frac{kg}{m^3}$$

۱۴۳ گزینه ۱

$$Q_{کل} = \bar{P} \times \Delta t = 2400 \times (12 \times 60) = 1728000J$$

$$بازده = \frac{Q_{مفید}}{Q_{کل}} \times 100 \rightarrow 50 = \frac{Q_{مفید}}{1728000} \times 100 \rightarrow Q_{مفید} = 864000J$$

۱۴۴ گزینه ۴ در گام اول، گرماهایی که لازم است مایع بگیرد تا ۲۰ درصد آن تبخیر شود را محاسبه می کنیم:

$$Q = Q_{میع} + Q_{بخار} = mc\Delta\theta + \frac{20}{100} mL_V$$

$$Q = 0.5 \times 2400 \times \underbrace{(290 - 40)}_{250} + \frac{1}{5} \times 0.5 \times 900 \times 10^3 = 10^3 (25 \times 12 + 90) = 390 \times 10^3 J$$

در گام دوم، از رابطه توان، مدت زمان این فرایند را حساب می کنیم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{390 \times 10^3}{100} = 3900s$$

در گام نهایی، زمان محاسبه شده را به دقیقه تبدیل می کنیم:

$$t = \frac{3900}{60} = 65min$$

۱۴۵ گزینه ۱ به کمک رابطه های گرمای مبادله شده یک جسم، چگالی یک ماده و رابطه توان داریم:

$$Q = mc\Delta\theta, m = \rho \cdot V$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} = \frac{\rho V c \Delta\theta}{t} = \frac{V}{t} \rho c \Delta\theta$$

از رابطه بالا c به راحتی به دست می آید:

$$c = \frac{P}{\left(\frac{V}{t}\right) \rho \Delta\theta} = \frac{240}{1.70 \times 0.80 \times 25} = 1.75 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

$$c = 1.75 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$$

۱۴۶ گزینه ۲

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

$$۲\alpha = ۲,۴ \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = ۱,۲ \times ۱۰^{-۵}$$

$$\frac{۰,۳}{۱۰۰} = ۱,۲ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳}}{۱,۲ \times ۱۰^{-۵}} = \frac{۳۰۰۰}{۱۲} = \frac{۱۰۰۰}{۴} = ۲۵۰^{\circ}C$$

$$Q = ۰,۶ \times ۵۰۰ \times ۲۵۰ = ۷۵۰۰۰J = ۷۵kJ$$

۱۴۷ گزینه ۲ برای جایگزین کردن مایع با آب، باید ظرفیت گرمایی مایع و ظرفیت گرمایی آب یکسان باشد. بنابراین:

$$m_{\text{آب}} = \rho V = 1 \frac{kg}{Lit} \times 1۰ Lit = 1۰ kg$$

$$C_{\text{آب}} = mc = 1۰ \times ۴۲۰۰ = ۴۲۰۰۰ \frac{J}{K}$$

$$C_{\text{مایع}} = C_{\text{آب}} \rightarrow (mc)_{\text{مایع}} = ۴۲۰۰۰$$

$$m_{\text{مایع}} = \frac{۴۲۰۰۰}{۲۸۰۰} = 1۵ kg$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1۵}{۰,۷۵} = ۲۰ Lit$$

$$\Delta V = V - V_۰ = ۲۰ - 1۰ = 1۰ Lit$$

۱۴۸ گزینه ۳ یخ صفر درجه به آب صفر درجه، سپس به آب $1۰۰^{\circ}C$ (دمای جوش) می‌رسد.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mL_F + mc\Delta\theta}{t} \Rightarrow m = \frac{P \cdot t}{L_F + c\Delta\theta}$$

$$m = \frac{1 \times 1۰^۳ \times \frac{۷۵,۶}{1۰۰} \times 1۰ \times ۶۰}{۳۳۶۰۰۰ + ۴۲۰۰ \times 1۰۰} = \frac{۷۵,۶ \times ۶}{۳۳۶ + ۴۲۰} = ۰,۶ kg = ۶۰۰ g$$

۱۴۹ گزینه ۴ می‌دانیم که یکای دما در SI ، کلوین است. حال با تبدیل ژول به یکاهای اصلی در SI داریم:

$$۲ \frac{kJ}{kg^{\circ}C} = ۲ \times 1۰۰۰ \frac{\cancel{kg} \frac{m^۲}{s^۲}}{\cancel{kg} \cdot K} = ۲۰۰۰ \frac{m^۲}{K \cdot s^۲}$$

۱۵۰ گزینه ۴

در مدت ۸۰ دقیقه، مقدار $Q = ۸۰ \times ۵۰ = ۴۰۰۰ J$ گرما به مایع داده‌ایم. اگر دما بر حسب $^{\circ}C$ را با θ نمایش دهیم، داریم:

از دو راه می‌توانیم $\Delta\theta$ را محاسبه کنیم ($\Delta T = \Delta\theta$)

$$\begin{cases} F = \frac{۱}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow \begin{cases} F_1 = ۵ \Rightarrow ۵ = \frac{۱}{۵}\theta_1 + ۳۲ \rightarrow \theta_1 = -1۵^{\circ}C \\ F_۲ = ۷۷ \Rightarrow ۷۷ = \frac{۱}{۵}\theta_۲ + ۳۲ \rightarrow \theta_۲ = ۲۵^{\circ}C \end{cases} \Rightarrow \Delta\theta = \theta_۲ - \theta_1 = ۴۰^{\circ}C \\ \Delta F = \frac{۱}{۵}\Delta\theta \Rightarrow (۷۷ - ۵) = \frac{۱}{۵}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۴۰^{\circ}C \end{cases}$$

$$Q = C \cdot \Delta\theta \xrightarrow{\text{براساس نمودار}} ۵۰ \times ۸۰ = C \times ۴۰ \rightarrow C = 1۰۰ \frac{J}{^{\circ}C} = 1۰۰ \frac{J}{K}$$

۱۵۱ گزینه ۲

$$Q = mc(\theta_۲ - \theta_1) = ۲ \times ۴۲۰۰ \times (۲۰ - 1۵) \Rightarrow Q = ۴۲۰۰۰ J$$

$$t = \frac{۴۲۰۰۰}{۲۰۰۰} = ۲1 \text{ دقیقه}$$

۱۵۲ گزینه ۳ با توجه به تعریف گرمای ویژه، در کتاب فیزیک سال دهم که در متن سوال آمده است.

۱۵۳ گزینه ۳ گزینه (۱) نادرست است چون گرما انرژی در حال گذار است.

گزینه (۲) نادرست است چون گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود.

گزینه (۴) نادرست است چون یکای SI گرما، ژول است.

۱۵۴ گزینه ۲

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{۳}{۴} \times \frac{۳}{۵} \times \frac{۴۰}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \Delta\theta_B = 1۸^{\circ}C$$

۱۵۵ گزینه ۲

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{3000}{60} = 50W$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow 50 = \frac{m \times 500 \times (35 - (-10))}{180} \Rightarrow m = \frac{4}{10}kg = 400g$$

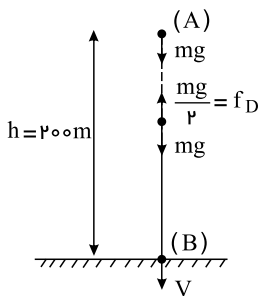
۱۵۶ گزینه ۳ قدم اول:

$$Q = mc\Delta\theta = mc \times 60 \rightarrow \boxed{Q = 60mc} (*)$$

قدم دوم:

$$Q + 2kJ = \left(\frac{m}{2}\right)(c)(160) \xrightarrow{(*)} 60mc + 2kJ = 80mc \Rightarrow 20mc = 2kJ \rightarrow mc = 0.1 \frac{kJ}{kg} \rightarrow \boxed{C = 100 \frac{J}{kg}}$$

۱۵۷ گزینه ۳ نیروی مقاومت هوا را با f_D نشان داده و قضیه کار - انرژی جنبشی از (A) تا (B) برای جسم می‌نویسیم:



$$\Rightarrow W_t = \Delta K \Rightarrow W'_{mg} + W_{f_D} = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow mg \times h \times \underbrace{\cos 0}_1 + \underbrace{f_D}_{\frac{mg}{2}} \times h \times \underbrace{\cos 180}_{-1} = \frac{1}{2}m(v_B^2 - 0) \Rightarrow mgh - \frac{mgh}{2} = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\Rightarrow \frac{mgh}{2} = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow \boxed{v_B^2 = gh = 10 \times 200 = 2000}$$

در مرحله آخر:

$$Q = \left| \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \right| = \left| \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times m \times (0 - 2000) \right| = mc\Delta\theta = 250m \times \Delta\theta \Rightarrow 400 = 250\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{40}{25} = \frac{160}{100} = 1.6^\circ C$$

۱۵۸ گزینه ۲ چون دمای فلز کاهش می‌یابد، پس گرما از دست می‌دهد و گرما را در رابطه زیر با علامت منفی جای گذاری می‌کنیم.

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow -272 \times 10^3 = C(111 - 120)$$

$$\Rightarrow C = \frac{27200}{9} = 800 \frac{J}{K}$$

دقت کنید محاسبه ظرفیت گرمایی، احتیاجی به مشخص بودن جرم جسم ندارد.

۱۵۹ گزینه ۲

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{4}{6} = \frac{8}{20} \times \frac{c_A}{c_B} \times 1 \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{2}{5} \times \frac{c_A}{c_B} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{5}{3}$$

۱۶۰ گزینه ۴

$$Q = P_{\text{مفید}} t \Rightarrow P_{\text{مفید}} t = mc\Delta\theta \Rightarrow P_{\text{مفید}} \times 20 \times 60 = 200 \times 10^{-3} \times 900 \times 300 \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 45W$$

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow P_{\text{کل}} = \frac{45}{0.6} = 75W \text{ توان دستگاه گرماده}$$

۱۶۱ گزینه ۳

$$E_{\text{جذب‌شده}} = Pt = 10 \times 100 = 1000J$$

$$E_{\text{تابش}} = Pt = 3 \times 100 = 300J$$

$$\Delta u = E_{\text{جذب}} - E_{\text{تابش}} = 1000 - 300 = 700J$$

$$\Delta u = mc\Delta\theta \Rightarrow 700 = 0.5 \times 700 \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 2^\circ C$$

۱۶۲ گزینه ۴ همه موارد درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست؛ دماسنج بی‌متال از دو فلز با ضریب انبساطی طولی متفاوت ساخته شده است که روی هم متصل شده‌اند.

فصل چهار دهم

ب) درست؛ آب در محدودهٔ صفر تا $4^{\circ}C$ ، انبساط غیرعادی دارد؛ بنابراین در این محدوده، با افزایش دما حجم آن کاهش یافته و چگالی افزایش می‌یابد. از دمای $4^{\circ}C$ تا $10^{\circ}C$ ، انبساط عادی رخ می‌دهد و با افزایش دما، چگالی کاهش می‌یابد.

پ) درست؛ در اثر مبادلهٔ گرما بین دو جسم سرد و گرم، انرژی‌های پتانسیل و جنبشی اجزاء داخلی جسم سرد افزایش و برای جسم گرم کاهش می‌یابد، تا دو جسم به تعادل گرمایی برسند.

ت) درست؛ c گرمای ویژه و $C = mc$ ظرفیت گرمایی است؛ لذا: $\frac{C}{c} = \frac{mc}{c} = m$

۱۶۳ گزینه ۳

در اثر برخورد گلوله به زمین، ۸۰ درصد انرژی کل آن در این برخورد به‌صورت گرما به کره می‌رسد، بنابراین داریم:

$$Q = \frac{\lambda_0}{100} (mgh + \frac{1}{2}mv_0^2) \Rightarrow mc\Delta\theta = \frac{4}{5} (mgh + \frac{1}{2}mv_0^2) \Rightarrow c\Delta\theta = \frac{4}{5} (gh + \frac{1}{2}v_0^2) \Rightarrow 100\Delta\theta = \frac{4}{5} (10 \times 120 + \frac{1}{2} \times 1600)$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 2^{\circ}C$$

حال برای تعیین تغییر حجم کره داریم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta = (\frac{4}{3}\pi R^3)(3\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \Delta V = \frac{4}{3} \times 3 \times 1000 \times 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 2 = 0.48cm^3$$

۱۶۴ گزینه ۲

چون از جرم اجسام اطلاعی نداریم، از ظرفیت گرمایی آنها استفاده می‌کنیم. یعنی:

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow C_A\Delta T_A + C_B\Delta T_B = 0 \Rightarrow C_A \times (22 - 20) + C_B(22 - 30) = 0$$

$$\Rightarrow 2C_A = 8C_B \Rightarrow C_A = 4C_B$$

$$Q_B + Q_C = 0 \Rightarrow C_B\Delta T_B + C_C\Delta T_C = 0 \Rightarrow C_B \times (36 - 30) + C_C(36 - 40) = 0$$

$$\Rightarrow 6C_B = 4C_C \Rightarrow C_C = \frac{3}{2}C_B$$

$$Q_A + Q_C = 0 \Rightarrow C_A(\theta - 20) + C_C(\theta - 40) = 0$$

$$\xrightarrow{C_A=4C_B} 4C_B(\theta - 20) + \frac{3}{2}(\theta - 40) = 0$$

$$4C_B(\theta - 20) = \frac{3}{2}C_B(40 - \theta) \Rightarrow 4\theta - 80 = 60 - \frac{3}{2}\theta \Rightarrow \frac{11}{2}\theta = 140$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{280}{11} \simeq 25.5^{\circ}C$$

۱۶۵ گزینه ۲ ابتدا حجم فلز را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{کره} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (2)^3 = 32cm^3$$

$$V_{فلز} = V_{کره} - V_{حفره} = 32 - 12 = 20cm^3$$

$$m = \rho V \Rightarrow m = 20000 \times 20 \times 10^{-6} = 0.4kg$$

حال نقطه تعادل را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_{آب} c_{آب} \Delta\theta = m_{فلز} c_{فلز} \Delta\theta \Rightarrow 2 \times 4200 \times (\theta_e - 5) = 0.4 \times 5000 \times (25.8 - \theta_e) \Rightarrow 8400\theta_e - 42000 = 51600 - 2000\theta_e$$

$$\Rightarrow 10400\theta_e = 93600 \Rightarrow \theta_e = 9^{\circ}C$$

۱۶۶ گزینه ۴

$$\text{قدم اول: } \begin{cases} m_1 = 120g \\ \theta_1 = 5^{\circ}C \end{cases}, \quad \begin{cases} m_2 = 90g \\ \theta_2 = 30^{\circ}C \end{cases}$$

ابتدا دمای تعادل را می‌یابیم، واضح است که تغییر حالت (فاز) نداریم. (کافی است به دمای θ_1 و θ_2 توجه نماییم.)

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2} = \frac{120 \times 5 + 180 \times 30}{120 + 180}$$

$$\theta = \frac{600 + 5400}{300} = \frac{6000}{300} = 20^{\circ}C \Rightarrow \theta = 20^{\circ}C$$

قدم دوم: مقدار گرمایی که آب سرد گرفته:

$$Q = mc\Delta\theta = \frac{120}{1000} \times 4200 \times (20 - 5) = 7560$$

$$\text{قدم سوم: } Q = 7560 = mc\Delta\theta = \frac{1}{10} \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 18^{\circ}C \Rightarrow \theta_2 - 40 = 18 \rightarrow \theta_2 = 58^{\circ}C$$

۱۶۷ گزینه ۲

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow (mc_{\text{آلومینیوم}} \Delta T_1) + (mc_{\text{مس}} \Delta T_2) = 0$$

$$\Rightarrow mc_{\text{آلومینیوم}} \Delta T_1 = -mc_{\text{مس}} \Delta T_2 \Rightarrow \left| \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right| = \frac{c_{\text{مس}}}{c_{\text{آلومینیوم}}} \Rightarrow \Delta T_1 < \Delta T_2$$

۱۶۸ گزینه ۲ جسم را با اندیس‌های A و آب را با اندیس w نمایش می‌دهیم. در حالت اول داریم:

$$\theta_e = \frac{m_A c_A \theta_A + m_w c_w \theta_w}{m_A c_A + m_w c_w} \Rightarrow 15 = \frac{1 \times c_A \times \theta + m_w c_w \times 10}{1 \times c_A + m_w c_w} \Rightarrow 15c_A + 15m_w c_w = c_A \theta + 10m_w c_w \rightarrow 5m_w c_w = c_A(\theta - 15)$$

$$\rightarrow m_w c_w = \frac{\theta - 15}{5} c_A(1) \xrightarrow{m_w c_w > 0} \theta - 15 > 0 \rightarrow \theta > 15^\circ C$$

در حالت دوم داریم:

$$\theta'_e = \frac{m'_A c_A \theta_A + m_w c_w \theta_w}{m'_A c_A + m_w c_w}$$

$$\Rightarrow \theta'_e = \frac{2c_A \theta + m_w c_w \times 10}{2c_A + m_w c_w}$$

$$\xrightarrow{(1)} \theta'_e = \frac{2c_A \theta + 2c_A(\theta - 15)}{2c_A + \frac{c_A(\theta - 15)}{5}} = \frac{2\theta + 2\theta - 30}{2 + \frac{\theta - 15}{5}} = \frac{20\theta - 150}{\theta - 5} = \frac{20\theta - 100 - 50}{\theta - 5} = 20 - \frac{50}{\theta - 5} \rightarrow \theta'_e = 20 - \frac{50}{\theta - 5}$$

چون $\theta > 15^\circ C$ بوده پس کسر $\frac{50}{\theta - 5}$ مثبت بوده و در نتیجه $(I) \theta'_e < 20$

از طرفی واضح است که چون دمای اولیه آب $10^\circ C$ و دمای تعادل در حالت اول $15^\circ C$ بوده پس در حالت دوم $\theta'_e > 15^\circ C$ است. (II) در نهایت داریم:

$$(II), (I) \rightarrow 15 < \theta'_e < 20$$

پس فقط گزینه ۲ می‌تواند صحیح باشد.

۱۶۹ گزینه ۲

ابتدا دمای تعادل را محاسبه می‌کنیم؛ سپس گرمای مبادله‌شدهٔ هریک را باهم مقایسه می‌کنیم.

$$\theta_e = \frac{\overbrace{m_1 c_1 \theta_1}^A + \overbrace{m_2 c_2 \theta_2}^B + \overbrace{m_3 c_3 \theta_3}^C}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} \Rightarrow \theta_e = \frac{(2m)(c)(4\theta) + (m)(c)(2\theta) + (m)(c)(\theta)}{(2m)(c) + (m)(c) + (m)(c)} = \frac{8\theta + 2\theta + \theta}{2 + 1 + 1} = \frac{11\theta}{4}$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{11}{4} \theta$$

$$\text{قدم دوم: } \begin{cases} A : Q_A = m_A c \Delta \theta_A = (2m)(c) \left(\frac{11\theta}{4} - 4\theta \right) = 2 \left(-\frac{5}{4} \theta \right) = -\frac{5}{2} \theta \\ C : Q_C = m_c C \Delta \theta_c = (m)(c) \left(\frac{11\theta}{4} - \theta \right) = \frac{7}{4} \theta \end{cases} \Rightarrow \frac{|Q_A|}{Q_C} = \frac{\frac{5}{2} \theta}{\frac{7}{4} \theta} = \frac{10}{7}$$

۱۷۰ گزینه ۱ طبق رابطهٔ تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c(\theta - \theta_1) + m_2 c(\theta - \theta_2) + m_3 c(\theta - \theta_3) = 0 \Rightarrow m_1(60 - 70) + 2m_1(60 - 85) + (9 - m_1 - 2m_1)(60 - 20) = 0$$

$$\Rightarrow -10m_1 - 50m_1 + 360 - 120m_1 = 0 \Rightarrow 180m_1 = 360 \Rightarrow m_1 = 2kg$$

$$m_3 = 9 - m_1 - 2m_1 = 9 - 2 - 2 \times 2 = 3kg$$

۱۷۱ گزینه ۲ قدم اول: ابتدا دمای تعادل آب را به دست می‌آوریم:

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \rightarrow \theta = \frac{1000 \times 10 + 3000 \times 70}{1000 + 3000} = \frac{10 + 210}{4} \Rightarrow \boxed{\theta = 55^\circ C}$$

قدم دوم:

$$\left(\frac{20}{100} \right) (Pt) = m_{\text{ج}} c \Delta \theta \Rightarrow \left(\frac{1}{5} \right) (240 \times 1000) (t) = \underbrace{(4)(2200)(95 - 55)}_{672000} \Rightarrow t = \frac{672}{48} = 14s$$

۱۷۲ گزینه ۱ قدم اول: ابتدا دمای تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{\overset{1}{(200)} \left(\cancel{420} \right) (95) + \overset{10}{(1800)} \left(\cancel{420} \right) (4)}{\overset{1}{(200)} \left(\cancel{420} \right) + \overset{10}{(1800)} \left(\cancel{420} \right)}$$

فصل چهار دهم

$$\Rightarrow \theta = \frac{\frac{1}{(2\%)}(95) + \frac{90}{(18\%)}(4)}{\frac{2\%}{10} + \frac{18\%}{90}} = \frac{455}{91} = 5^\circ C$$

قدم دوم: تغییرات دمای فلز: $\Delta\theta = 5 - 95 = -90^\circ C$

قدم سوم: درصد تغییرات شعاع:

$$\% \frac{\Delta R}{R_1} \times 100 = \%(\alpha \Delta\theta) \times 100 = \%(10^{-5})(-90)(100) = -0.9\%$$

[0.9 درصد کاهش]

۱۷۳ گزینه ۲ مجموع گرماهای مبادله شده صفر است.

$$\sum Q = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta + m'c'\Delta\theta + Q_{\text{مبادله شده}} = 0$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 4(25 - 20) + 0.5 \times 4(25 - 30) + Q_{\text{مبادله شده}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{مبادله شده}} = +6kJ$$

مقدار گرمای مبادله شده، $+6kJ$ است؛ یعنی محیط $6kJ$ گرما می گیرد و در نتیجه $6kJ$ گرما از سیستم خارج می شود. (دقت کنید که اگر اتلاف گرما به محیط وجود نداشت، دمای تعادل باید بالای 25 درجه می شد.) چون دمای تعادل کمتر شده، پس سیستم به محیط گرما داده است.

۱۷۴ گزینه ۲ گرمای ویژه آب ها یکی است:

$$\theta_e = 40 = \frac{m_1 \times 30 + m_2 \times 80}{m_1 + m_2} \rightarrow 40m_1 + 40m_2 = 30m_1 + 80m_2 \rightarrow 10m_1 = 40m_2 \rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 4$$

۱۷۵ گزینه ۲ رابطه دمای تعادل را می نویسیم: (مس (۱) و آب (۲))

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \Rightarrow \theta_e = \frac{100 \times 380 \times 192 + 380 \times 4200 \times 20}{100 \times 380 + 380 \times 4200} = \frac{192 + 42 \times 20}{1 + 42} \Rightarrow \theta_e = 24^\circ C$$

دمای گلوله مسی $192^\circ C$ به $24^\circ C$ رسیده است، پس $168^\circ C$ کاهش یافته است.

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta = \Delta F = \frac{9}{5} \times 168 = 302.4F$$

پس دمای گلوله مسی 302.4 درجه فارنهایت کاهش یافته است.

۱۷۶ گزینه ۴ ابتدا با توجه به آنکه جرم کل مخلوط 200 گرم است، داریم:

$$m_1 + m_2 = 200 \quad (1)$$

سپس با استفاده از دمای اولیه و دمای تعادل رابطه دیگری بین m_1 و m_2 پیدا می کنیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow m_1 c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_2) = 0 \rightarrow m_1 (40 - 37) + m_2 (40 - 49) = 0 \rightarrow 3m_1 - 9m_2 = 0 \rightarrow m_1 = 3m_2 \quad (2)$$

نهایتاً با استفاده از رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\left. \begin{array}{l} m_1 + m_2 = 200 \\ m_1 = 3m_2 \end{array} \right\} \rightarrow 3m_2 + m_2 = 200 \rightarrow 4m_2 = 200 \rightarrow m_2 = 50g \rightarrow m_1 = 3m_2 = 3 \times 50 = 150g$$

۱۷۷ گزینه ۲ با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ و $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

$$Q_A + Q_B = 0 \xrightarrow[m=\rho V]{Q=mc\Delta\theta} \rho_A V_{ACA} \Delta\theta_A = \rho_B V_{BCB} \Delta\theta_B = 0 \rightarrow \rho_A V_{ACA} (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_A) + \rho_B V_{BCB} (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_B) = 0$$

$$\rightarrow \rho_A V_A \times 800 \times (23 - 35) + \rho_B V_B \times 1200 \times (23 - 22) = 0 \xrightarrow{V_B=2V_A} -9600 \rho_A V_A = -\rho_B \times 2V_A \times 1200 \rightarrow -9600 \rho_A \cancel{V_A} = -24000 \rho_B \cancel{V_A}$$

$$\rightarrow 9600 \rho_A = 24000 \rho_B \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{24000}{9600} = \frac{1}{4}$$

۱۷۸ گزینه ۲ اگر آلومینیم گرمای Q_1 از دست بدهد، مقدار $Q_1 x$ آن به محیط اطراف و بقیه آن به آب داده می شود؛ پس:

گرمایی که محیط اطراف می گیرد + گرمایی که آب می گیرد = گرمایی که آلومینیم از دست می دهد.

$$|Q_1| = |Q_2| + x|Q_1| \Rightarrow (1-x)|Q_1| = |Q_2| \Rightarrow (1-x)|m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1)| = |m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2)|$$

$$\Rightarrow (1-x)|500 \times 0.9 \times (30 - 80)| = |100 \times 4.2 \times (30 - 5)| \Rightarrow (1-x) \times 450 \times 50 = 420 \times 25 \Rightarrow 1-x = \frac{42}{45} \Rightarrow x = \frac{3}{15}$$

۱۷۹ گزینه ۲ با توجه به این که نوع مایع هر سه ظرف یکسان است، خواهیم داشت:

$$B \text{ و } A: \theta_e = \frac{m\theta + (2m)\theta}{m + 2m} = \theta$$

$$C \text{ و } A: \theta_e = \frac{m\theta + m(2\theta)}{m + m} = \frac{3}{2}\theta = 1.5\theta$$

فصل چهار دهم

$$C \text{ و } B \text{ ترکیب } \theta_e = \frac{(2m)\theta + m(2\theta)}{2m + m} = \frac{4}{3}\theta \simeq 1,33\theta$$

۱۸۰ گزینه ۳

$$\rightarrow Q_1 = m_1 c_1 \Delta\theta_1 = 2 \times 4200 \times (-15) = -126000 J = -126 kJ$$

$$\rightarrow Q_2 = C \Delta\theta_2 = 2100 \times (-20) = -42000 J = -42 kJ$$

$$\rightarrow Q_3 = m_3 c_3 \Delta\theta_3 = 3 \times 4200 \times 5 = 63000 J = 63 kJ$$

$$|Q_1 + Q_2| - Q_3 = 126 + 42 - 63 = 105 kJ$$

۱۸۱ گزینه ۴ طبق طرح‌واره زیر داریم:

$$\begin{aligned} Q_1 \quad Q_2 \\ 5^\circ C \text{ گرم } m_1 \rightarrow 2^\circ C \text{ آب } \leftarrow 65^\circ C \text{ گرم } m_2 \quad \sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c \Delta\theta_1 + m_2 c \Delta\theta_2 = 0 \\ \rightarrow m_1 (20 - 5) = -m_2 (20 - 65) \Rightarrow m_1 \times 15 = m_2 \times 45 \Rightarrow m_1 = 3m_2 (I) \\ m_1 + m_2 = 800 g (II) \end{aligned}$$

طبق رابطه (I) و (II) داریم:

$$3m_2 + m_2 = 800 \Rightarrow 4m_2 = 800 \Rightarrow 4m_2 = 800 \Rightarrow m_2 = 200 g, m_1 = 600 g$$

۱۸۲ گزینه ۱

$$\begin{aligned} Q_1 \quad Q_2 \\ 0^\circ C \text{ آب } \rightarrow 30^\circ C \text{ آب } \quad \text{گلوله مسی } 30^\circ C \rightarrow 80^\circ C \text{ گلوله مسی } \\ Q_1 = mc\Delta\theta = 0,5 \times 4200 \times (30 - 0) = 63000 \\ Q_2 = mc\Delta\theta = 2 \times 400 \times (30 - 80) = -40000 \\ \text{پس } 500 \text{ گرم آب, } 63000 J \text{ گرما دریافت کرده است و } 2 kg \text{ گلوله مسی, } 40000 \text{ ژول گرما از دست داده است. پس کل مجموعه } 230000 - 40000 = 190000 \text{ ژول گرما گرفته است.} \end{aligned}$$

۱۸۳ گزینه ۳ در حالت اول اگر جرم آب $\theta_1^\circ C$ را m_1 فرض کنیم، پس داریم:

$$\begin{aligned} Q_1 \quad Q_2 \\ \theta_1^\circ C \text{ آب } \rightarrow 50^\circ C \text{ آب } \quad \text{آب } 50^\circ C \leftrightarrow Q_2 20^\circ C \text{ آب } \\ \sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c(\theta - \theta_1) + m_2 c(\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow m_1 c(50 - \theta_1) + mc(50 - 20) = 0 \Rightarrow -m_1 (50 - \theta) = 30 m \\ \Rightarrow m_1 (\theta - 50) = 30 m (I) \end{aligned}$$

در حالت دوم جرم آب درون گرماسنج برابر $m + m_1$ و دمای آن $50^\circ C$ است که با ریختن m گرم آب $20^\circ C$ ، دمای تعادل آن به $40^\circ C$ می‌رسد، پس:

$$\begin{aligned} Q_3 \quad Q_4 \\ 50^\circ C \text{ آب } \rightarrow 40^\circ C \text{ آب } \quad \sum Q = 0 \Rightarrow Q_3 + Q_4 = 0 \Rightarrow m_1 c(\theta - \theta_1) + m_2 c(\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow m_2 c(40 - 50) + m_3 c(40 - 20) = 0 \\ 40^\circ C \text{ آب } \leftrightarrow 20^\circ C \text{ آب } \\ \Rightarrow (m + m_1) c \times (-10) + mc \times 20 = 0 \Rightarrow 10(m + m_1) = 20m \Rightarrow m_1 + m = 2m \Rightarrow m_1 = m (II) \end{aligned}$$

طبق رابطه (I) و (II) داریم:

$$m_1 (\theta_1 - 50) = 30m \xrightarrow{m_1=m} m(\theta_1 - 50) = 30m \Rightarrow \theta_1 - 50 = 30 \Rightarrow \theta_1 = 80^\circ C$$

۱۸۴ گزینه ۲ فرمول کلی (θ_e دمای تعادل است).

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0 \\ \Rightarrow \theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots} \end{aligned}$$

اگر مواد از یک جنس باشند، خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \theta_e = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{V_1 \theta_1 + V_2 \theta_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \\ \theta_e = \frac{(40 \times 50) + (20 \times 20)}{40 + 20} = \frac{2400}{60} \rightarrow \theta_e = 40^\circ C \end{aligned}$$

۱۸۵ گزینه ۲ نیم‌لیتر آب معادل نیم‌کیلوگرم است. اگر دمای تعادل θ_e باشد، داریم:

فصل چهار دهم

$$\theta_e = \frac{C_{\text{س}} \theta_1 + mc_{\text{آب}} \theta_1 + mc_{\text{من}} \theta}{C + mc_{\text{آب}} + mc_{\text{من}}} = \frac{300 \times 20 + 2100 \times 20 + \frac{4}{10} \times 400 \times 100}{300 + 2100 + 160}$$

$$\theta_e = \frac{64000}{2560} = 25^\circ C$$

۱۸۶ گزینه ۲ $\frac{1}{5}$ گرمایی که آهن از دست می‌دهد به آب منتقل می‌شود، یعنی:

$$\frac{1}{5} Q_{\text{آهن}} + Q_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow \frac{1}{5} (mc \Delta \theta_{\text{آهن}}) + mc \Delta \theta_{\text{آب}} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{5} [100 \times 450 \times (\theta - 80)] + 30 \times 4200 \times (\theta - 20) = 0$$

$$\Rightarrow 9000(\theta - 80) + 3 \times 42 \times 1000(\theta - 20) = 0$$

$$\Rightarrow \theta - 80 + 14\theta - 280 = 0 \Rightarrow 15\theta = 360 \Rightarrow \boxed{\theta = 24^\circ C}$$

۱۸۷ گزینه ۲ طبق طرح‌واره زیر داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_r = 3m \\ \theta_r = 50^\circ C \end{array} \right. \text{ آب و } \left\{ \begin{array}{l} m_1 = m \\ \theta_1 = 100^\circ C \\ C_1 \end{array} \right. \text{ فلز } \theta_e = 10^\circ C$$

$$100^\circ C_{\text{فلز}} \xrightarrow[Q_r]{Q_1} 10^\circ C_{\text{فلز}} \xrightarrow[Q_r]{Q_1} 10^\circ C_{\text{آب}} \xleftarrow[Q_r]{Q_1} 50^\circ C_{\text{آب}}$$

$$Q_1 + Q_r = 0 \xrightarrow{Q = mc \Delta \theta} m_1 c_1 \Delta \theta_1 + m_r c_r \Delta \theta_r = 0 \Rightarrow m c_1 (10 - 100) + 3 m c_r (10 - 50) = 0 \Rightarrow 90 m c_1 = 15 m c_r \Rightarrow \frac{c_1}{c_r} = \frac{15 m}{90 m} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

۱۸۸ گزینه ۲ ابتدا تعادل گرمایی را در حالت اول نوشته و رابطه‌ای بین گرماهای ویژه مایع A و B به دست می‌آوریم:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 = |Q_r| \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B |\Delta \theta_B| \Rightarrow 1 \times c_A \times (20 - 5) = 2 \times c_B \times |(20 - 50)| \Rightarrow 15 c_A = 2 c_B \times 30 \Rightarrow c_A = 4 c_B$$

در حالت دوم داریم:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 = Q_r \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \Rightarrow 2 \times c_A \times (\theta_e - 5) = 4 \times c_B \times |(50 - \theta_e)| \xrightarrow{c_A = 4 c_B} 2 \times 4 c_B \times (\theta_e - 5) = 4 c_B \times (50 - \theta_e)$$

$$\Rightarrow 2 \theta_e - 10 = 50 - \theta_e \Rightarrow 3 \theta_e = 60 \Rightarrow \theta_e = 20^\circ C$$

۱۸۹ گزینه ۳ اگر دمای تعادل را θ بنامیم، مجموع جبری گرمای مبادله‌شده بین اجسام صفر بوده و داریم:

$$Q_1 + Q_r + Q_{\text{ر}} = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1)_{\text{فلز}} + m_r c_r (\theta - \theta_r)_{\text{گرماسنج}} + m_{\text{ر}} c_{\text{ر}} (\theta - \theta_{\text{ر}})_{\text{آب}} = 0 \xrightarrow{(m_r c_r = C_r = 2000)} 6 \times 1150 (\theta - 20) + 2000 (\theta - 100) + 0.5 \times 4200 (\theta - 100) = 0$$

$$69\theta - 1380 + 2\theta - 200 + 21\theta - 2100 = 0$$

$$92\theta = 3680 \rightarrow \theta = 40^\circ C$$

دقت کنید که دمای آب و گرماسنج در ابتدا یکسان است.

۱۹۰ گزینه ۳

ظرفیت گرمایی برابر $A = mc$ می‌باشد، در نتیجه داریم:

$$\text{آب } Q = Q_{\text{ظرف}}$$

$$mc \Delta \theta = m' c' \Delta \theta' \Rightarrow A \Delta \theta = m' c' \Delta \theta'$$

$$\Rightarrow A(12 - 2) = \frac{50}{1000} \times 4200 \times (2 - 0) \Rightarrow A = 42 J/k$$

۱۹۱ گزینه ۴

$$Q_{Al} = Q_{\text{آب}}$$

$$m_1 c_1 (\Delta \theta)_1 = m_r c_r (\Delta \theta)_r \Rightarrow 70 \times 900 \times (80 - \theta) = 100 \times 4200 (\theta - 11)$$

$$\Rightarrow 9(80 - \theta) = 60(\theta - 11) \Rightarrow \theta = 20^\circ C$$

۱۹۲ گزینه ۳

$$Q_{\text{من}} + Q_{\text{آلومینیوم}} = 0 \Rightarrow |Q_{\text{من}}| = |Q_{\text{آلومینیوم}}|$$

۱۹۳ گزینه ۳ قدم اول: چون تغییر حالت نداریم، بنابراین:

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_r c_r \theta_r + m_{\text{ر}} c_{\text{ر}} \theta_{\text{ر}}}{m_1 c_1 + m_r c_r + m_{\text{ر}} c_{\text{ر}}}$$

فصل چهار دهم

به حاصل ضرب جرم جسم در گرمای ویژه، ظرفیت گرمایی گوئیم. بنابراین:

$$m_1 c_1 = C_1, \quad m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} = C_{\text{پ}}, \quad m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} = C_{\text{پ}}$$

قدم دوم:

$$\rightarrow \theta = \frac{C_1 \theta_1 + C_{\text{پ}} \theta_{\text{پ}} + C_{\text{پ}} \theta_{\text{پ}}}{C_1 + C_{\text{پ}} + C_{\text{پ}}} \xrightarrow{C_1 = C_{\text{پ}} = C_{\text{پ}}} \theta = \frac{\theta_1 + \theta_{\text{پ}} + \theta_{\text{پ}}}{3} \rightarrow \theta = \frac{25 + 35 + 33}{3} = \frac{93}{3} = 31^\circ C$$

۱۹۴ گزینه ۴ گام اول: آب با دمای بیشتر را ($m_{\text{پ}}$ و $\theta_{\text{پ}}$) و آب با دمای کمتر را (m_1 و θ_1) نام گذاری می کنیم: ($\theta_{\text{پ}} > \theta_1$)

$$\frac{60}{100} Q_{\text{پ}} + Q_1 = 0 \Rightarrow \frac{3}{5} m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} \Delta \theta_{\text{پ}} + m_1 c_1 \Delta \theta_1 = 0 \rightarrow \frac{3}{5} (20) (\underbrace{40 - 80}_{-40}) + m_1 (40 - 20) = 0 \Rightarrow m_1 = \frac{48}{2} = 24 \text{ kg} \rightarrow \boxed{m_1 = 24 \text{ kg}}$$

۱۹۵ گزینه ۳

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0$$

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

$$\Rightarrow 1 \times 4200 \times (30 - 10) + 1 \times 420 \times (30 - \theta_{\text{فلز}}) + 1500 \times (30 - 72) = 0$$

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

۱۹۶ گزینه ۳ با توجه به اطلاعات سؤال و توجه به این نکته که انرژی گرمایی قطعه آلومینیم به اندازه‌ای نیست که بتواند موجب تغییر حالت آب به بخار گردد، دمای تعادل از رابطه زیر به دست می آید:

$$\theta = \frac{A \theta_0 + m_w c_w \theta_0 + m_{Al} c_{Al} \theta_{Al}}{A + m_w c_w + m_{Al} c_{Al}}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{2550 \times 15 + 5 \times 4200 \times 15 + 0.5 \times 900 \times 175}{2550 + 5 \times 4200 + 0.5 \times 900}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{38250 + 315000 + 78750}{24000} \Rightarrow \theta = 18^\circ C$$

۱۹۷ گزینه ۴ در حالت تعادل گرمایی، جمع جبری گرماهای مبادله شده بین اجسام صفر است. در نتیجه داریم:

$$Q_1 + Q_{\text{پ}} + Q_{\text{پ}} = 0 \Rightarrow C_1 \Delta \theta + m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} \Delta \theta + m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} \Delta \theta = 0$$

$$\Rightarrow 840 \times (\theta - 10) + 0.6 \times (4200) (\theta - 20) + 2 \times 420 \times (\theta - 50) = 0$$

$$\Rightarrow 4200 \theta = 100800 \Rightarrow \theta = 24^\circ C$$

۱۹۸ گزینه ۳ با توجه به تبادل گرمایی داریم:

$$Q_1 + Q_{\text{پ}} + Q_{\text{پ}} + Q_{\text{ف}} = 0$$

$$\Rightarrow (C_1 + \underbrace{m_w c_w}_{\text{آب}}) \Delta \theta + C_{\text{پ}} \times \Delta \theta + Q_{\text{ف}} = 0$$

$$\Rightarrow (350 + 0.5 \times 4200) \times 5 + C_{\text{پ}} (-50) + 750 = 0 \Rightarrow C_{\text{پ}} = 260 \text{ J/}^\circ C$$

در اینجا هوای اطراف به عنوان جسم چهارم در نظر گرفته شده است که مانند ظرف و آب درون آن بخشی از گرمای آزاد شده توسط فلز را به خود می گیرد. ($Q_{\text{ف}} > 0$)

۱۹۹ گزینه ۱

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0$$

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

$$(0.5) (4187) (20 - 17.3) + 0.6 \times c_{\text{فلز}} (20 - 100) + (1.8 \times 10^3) (20 - 17.3) = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{c_{\text{فلز}} = 128 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ C}} \rightarrow$$

۲۰۰ گزینه ۳ گام اول: وقتی ۱۰۰ گرم آب را برمی داریم و به جای آن ۲۴۰ گرم آب صفر درجه جایگزین می کنیم، باید دمای تعادل را بین ۷۰۰ گرم آب $10^\circ C$ و گرماسنج و ۲۴۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس پیدا کنیم:

$$\theta_{e_1} = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + \overbrace{m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} \theta_{\text{پ}}}^C + m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} \theta_{\text{پ}}}{m_1 c_1 + \underbrace{m_{\text{پ}} c_{\text{پ}} + m_{\text{پ}} c_{\text{پ}}}^C} = \frac{700 \times 4.2 \times 10 + 84 \times 10 + 240 \times 4.2 \times 0}{700 \times 4.2 + 84 + 240 \times 4.2} \Rightarrow \theta_{e_1} = 7.5^\circ C$$

گام دوم: حال اگر دوباره ۴۰ گرم آب برداریم، دمای تعادل نهایی را بین ۹۰۰ گرم آب $7.5^\circ C$ و گرماسنج و ۴۶۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس پیدا می کنیم:

فصل چهار دهم

$$\theta_{e_{\gamma}} = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + \overbrace{m_{\gamma} c_{\gamma} \theta_{\gamma}}^C + m_{\gamma} c_{\gamma} \theta_{\gamma}}{m_1 c_1 + \underbrace{m_{\gamma} c_{\gamma}}_C + m_{\gamma} c_{\gamma}} \Rightarrow \theta_{e_{\gamma}} = \frac{900 \times 4,2 \times 7,5 + 84 \times 7,5 + 460 \times 4,2 \times 0}{900 \times 4,2 + 84 + 460 \times 4,2} = 5^{\circ} C$$

۲۰۱ گزینه ۲ چون مایع درون گرماسنج است، پس دمای اولیه گرماسنج نیز $20^{\circ} C$ است.

$$Q_{\text{مایع}} + Q_{\text{ظرف}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_{\gamma} c_{\gamma} (\theta - \theta_{\gamma}) + C_{\gamma} (\theta - \theta_{\gamma}) = 0$$

$$\Rightarrow 1 \times 2200 \times (50 - 20) + 4 \times 550 \times (50 - 110) + C_{\gamma} (50 - 20) = 0 \Rightarrow 2200(30) + 2200(-60) + C_{\gamma}(30) = 0$$

$$\div 30 \rightarrow 2200 - 4400 + C_{\gamma} = 0 \Rightarrow C_{\gamma} = 2200 \frac{J}{K}$$

۲۰۲ گزینه ۱ اگر ظرفیت گرمایی گرماسنج C_{γ} فرض کنیم پس داریم:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_{\gamma} + Q_{\gamma} = 0 \rightarrow m_1 c_1 \Delta \theta_1 + m_{\gamma} c_{\gamma} \Delta \theta_{\gamma} + m_{\gamma} c_{\gamma} \Delta \theta_{\gamma} = 0 \xrightarrow{m_{\gamma} c_{\gamma} = C_{\gamma}}$$

$$0,5 \times 4200 \times (20 - 8) + C_{\gamma} \times (20 - 8) + 0,2 \times 900 \times (20 - 200) = 0 \rightarrow 25200 + 12C_{\gamma} - 32400 = 0 \rightarrow 12C_{\gamma} = 7200 \Rightarrow C_{\gamma} = 600 \frac{J}{K}$$

پس گزینه ۱ صحیح است.

۲۰۳ گزینه ۴

اگر جرم آب، m و جرم مقداری از یخ که ذوب می‌شود را m' فرض کنیم، می‌توان گفت گرمایی که آب $50^{\circ} C$ از دست می‌دهد تا به آب صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شود، صرف ذوب شدن یخ صفر درجه می‌شود. یعنی:

$$\left. \begin{aligned} m + m' &= 520 \Rightarrow m' = 520 - m \\ mc\Delta\theta &= m'L_F \Rightarrow m \times 4,2 \times 50 = (520 - m) \times 336 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m = 320 \text{ g}$$

۲۰۴ گزینه ۲ • گرمایی که آب $25^{\circ} C$ را به آب $0^{\circ} C$ تبدیل می‌کند:

$$|Q_1| = m_1 c_{\text{آب}} \Delta \theta = (0,2)(4200)(25) = 21000 \text{ J}$$

• گرمایی که می‌تواند 70 گرم یخ $0^{\circ} C$ را به آب $0^{\circ} C$ تبدیل کند:

$$Q_{\gamma} = m_{\gamma} L_F = 0,07 \times 340000 = 23800 \text{ J}$$

چون $|Q_1| < Q_{\gamma}$ ، آب نمی‌تواند کل یخ را ذوب کند و فقط قسمتی از آن را ذوب می‌کند، درنهایت مخلوط آب و یخ صفر درجه داریم.

بنابراین گرمای مبادله‌شده بین آب و یخ، همان مقدار گرمایی است که یخ گرفته یا به عبارتی آب $25^{\circ} C$ از دست داده است تا به آب صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شود.

۲۰۵ گزینه ۲ انرژی جنبشی به حرارت تبدیل می‌شود که آن را به‌دست می‌آوریم. از طرفی مقدار حرارتی که یخ لازم دارد تا به یخ $0^{\circ} C$ تبدیل شود را نیز به‌دست می‌آوریم.

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 40^2 m = 800 m$$

$$Q = mc\Delta\theta = m \times 2000 \times (0 - (-4)) = 8000 m$$

پس دمای یخ به صفر نمی‌رسد و فقط مقداری بالا می‌رود.

$$800 m = m \times 2000 \times (\theta - (-4)) \Rightarrow 800 = 2000\theta + 8000 \Rightarrow \theta = -3,6^{\circ} C$$

۲۰۶ گزینه ۴ با توجه به تعریف بازده، توان خروجی این گرمکن، برابر است با:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{2 \times 10^3} \times 100 \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 1600 W$$

از طرفی مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ صفر درجهٔ سلسیوس به آب $40^{\circ} C$ برابر است با:

$$Q = mL_F + mc\Delta\theta = m \times 336 \times 10^3 + m \times 4200 \times (40 - 0) \Rightarrow Q = 504000 m (J)$$

درنهایت داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{Q}{t} \Rightarrow 1600 = \frac{504000 m}{7 \times 60 \times 60} \Rightarrow m = 80 kg$$

۲۰۷ گزینه ۱ در زمان t_1 یخ به دمای صفر رسید و در زمان $(t_{\gamma} - t_1)$ ، جرم آن ذوب می‌شود. دقت شود که در مسئله $L_F = 160 c_{\text{یخ}}$ است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Pt_1 = mc_{\text{یخ}} (0 - (-20)) = 20 mc_{\text{یخ}}$$

$$Q = \frac{3m}{4} L_F \Rightarrow P(t_{\gamma} - t_1) = \frac{3}{4} m \times 160 c_{\text{یخ}}$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_{\gamma} - t_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow 6t_1 = t_{\gamma} - t_1 \Rightarrow 7t_1 = t_{\gamma} \Rightarrow \frac{t_{\gamma}}{t_1} = 7$$

۲۰۸ گزینه ۱ چون مبدأ پتانسیل گرانشی نقطه A در نظر گرفته شده و نقطه B پایین تر از آن قرار دارد، بنابراین:

$$U_B = mgh_B = m \times 10 \times (-4) = -40m(J)$$

از طرفی طبق قضیه کار - انرژی جنبشی می توان نوشت:

$$W_t = K_B - K_A = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}m(16 - 36) = -10m(J)$$

$$\Rightarrow \frac{W_t}{U_B} = \frac{-10m}{-40m} = \frac{1}{4}$$

۲۰۹ گزینه ۴

ابتدا فرض می کنیم که آب و یخ هر دو به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می شوند. حال با توجه به این فرض، مقدار گرمایی که آب از دست می دهد با گرمایی که یخ می گیرد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود مقایسه می کنیم:

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} \xrightarrow{m=10g=0.01kg, \Delta\theta_{\text{آب}}=0-90=-90^\circ C} |Q| = 0.01 \times c_{\text{آب}} \times 90 = 0.9c_{\text{آب}}$$

$$Q' = Q'_1 + Q'_2 = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m_{\text{یخ}} L_F \xrightarrow{m_{\text{یخ}}=10g=0.01kg, \Delta\theta_{\text{یخ}}=0-(-10)=10^\circ C, c_{\text{یخ}}=\frac{1}{2}c_{\text{آب}}, L_F=80c_{\text{آب}}} Q' = (0.01 \times \frac{c_{\text{آب}}}{2} \times 10) + (0.01 \times 80c_{\text{آب}}) = 0.85c_{\text{آب}}$$

پس مقدار گرمایی که آب از دست می دهد، بیشتر از گرمایی است که یخ نیاز دارد پس این مقدار آب کل یخ را ذوب می کند و سپس مقدار گرمای اضافی باعث افزایش دمای مجموعه به بالاتر از $0^\circ C$ می شود.

$$Q_{\text{اضافی}} = 0.9c_{\text{آب}} - 0.85c_{\text{آب}} = 0.05c_{\text{آب}}$$

$$Q_{\text{اضافی}} = (m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}})c_{\text{آب}} \Delta\theta' \Rightarrow 0.05c_{\text{آب}} = (0.01 + 0.01)c_{\text{آب}} \Delta\theta' \Rightarrow \Delta\theta' = \frac{0.05c_{\text{آب}}}{0.02c_{\text{آب}}} = 2.5^\circ C$$

پس دمای نهایی تعادل $2.5^\circ C$ است.

۲۱۰ گزینه ۲ قطعه یخ $10^\circ C$ به یخ $2^\circ C$ تبدیل شده و آب صفر درجه به عنوان جسم گرم گرم می دهد و به ابتدا به یخ صفر تبدیل شده و یخ صفر به دست آمده نیز به یخ $2^\circ C$ تبدیل می شود.

$$\text{یخ } 10^\circ C \xleftarrow{Q_1} \text{یخ } 2^\circ C \xrightarrow{Q_2} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_3} \text{آب } 0^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta + m'c\Delta\theta' - m'L_F = 0$$

$$\Rightarrow m \times 2 \times (-2 - (-10)) + (-m') \times 320 + m' \times 2(-2 - 0) = 0$$

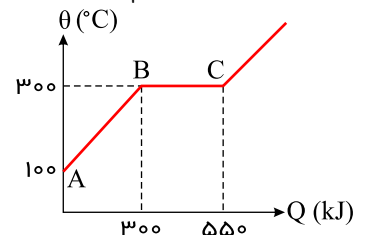
$$16m - 320m' - 4m' = 0 \Rightarrow 16m = 324m' \Rightarrow \begin{cases} 16m = 324m' \\ m + m' = 180 \end{cases} \Rightarrow m = 110gr$$

۲۱۱ گزینه ۲ با توجه به نمودار از A تا B داریم:

$$\Delta Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 300 = m \times 0.3 \times 200 \Rightarrow m = 5kg$$

از نقطه B تا C که دمای جسم روی $300^\circ C$ ثابت مانده است، جسم در حال ذوب است و داریم:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow L_F = \frac{Q_F}{m} = \frac{550 - 300}{5} = 50 \frac{kJ}{kg}$$



۲۱۲ گزینه ۴ مطابق نمودار، هر دو جسم گرما می گیرند و دمای آن ها بالا می رود تا به نقطه ذوب برسند، بنابراین چون منبع گرما یکسان و همچنین مدت زمانی که طول می کشد تا دو جسم به نقطه ذوب برسند نیز یکسان است، داریم:

$$Q_1 = Q_2 \quad m_1 c_1 \Delta\theta_1 = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \xrightarrow{m_1=m_2} c_1 < c_2$$

فصل چهار دهم

در قسمت افقی که دما ثابت است، جسم جامد ذوب شده است. مطابق نمودار جسم (۱) طی مدت زمان کمتری ذوب شده است. بنابراین:

$$t'_1 < t'_\nu \xrightarrow{\times P} Pt'_1 < Pt'_\nu \Rightarrow Q'_1 < Q'_\nu \Rightarrow m_1 L_{F_1} < m_\nu L_{F_\nu} \xrightarrow{m_1=m_\nu} L_{F_1} < L_{F_\nu}$$

۲۱۳ گزینه ۳ برای آن که نیمی از یخ با دمای $2^\circ C$ ذوب شود باید ابتدا دمای تمام آن به صفر درجهٔ سلسیوس برسد و سپس نیمی از آن ذوب شود. داریم:

$$Q = mc_\text{یخ} \Delta\theta + \frac{m}{\nu} L_F \Rightarrow Q = 2 \times 2,1 \times (0 - (-20)) + \frac{2}{2} \times 336 = 420 kJ$$

۲۱۴ گزینه ۳ هرگاه مخلوط آب و یخ داشته باشیم، یعنی دمای تعادل صفر درجهٔ سلسیوس است. بنابراین فرایند تغییر دما و تغییر حالت به صورت زیر است:

$$\text{آب } 0^\circ C \xrightarrow{Q_\nu} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } -10^\circ C$$

$$\text{آب } 0^\circ C \xrightarrow{Q_\nu} \text{آب } 5^\circ C$$

طبق اصل پایستگی انرژی، جمع جبری گرماهای مبادله شده باید صفر شود. بنابراین: (از 200 گرم یخ 50 گرم آن باقی مانده، پس 150 گرم آن ذوب شده است، یعنی $m' = 150g$ است.)

$$Q_1 + Q_\nu + Q_\tau = 0$$

$$\Rightarrow m_\text{یخ} c_\text{یخ} (0 - (-10)) + m' L_F + m_\text{آب} c_\text{آب} (0 - 50) = 0$$

$$\xrightarrow{m'=200-50=150g} 200 \times 2100 \times 10 + 150 \times 336000 + m_\text{آب} \times 4200 \times (-50) = 0 \Rightarrow m_\text{آب} = 260g$$

۲۱۵ گزینه ۱ مطابق نمودار، در ده دقیقهٔ ابتدایی، یخ موجود در مخلوط به طور کامل ذوب می شود و در ده دقیقهٔ دوم، دمای $1kg$ آب صفر درجهٔ سلسیوس به 50° می رسد. داریم:

$$Q_\tau = mc\Delta\theta \Rightarrow Pt_\tau = mc\Delta\theta \Rightarrow P \times (10 \times 60) = 1 \times 4200 \times (50 - 0) \Rightarrow P = 350W$$

$$Q_1 = m_\text{یخ} L_F \Rightarrow Pt_1 = m_\text{یخ} L_F \Rightarrow 350 \times (10 \times 60) = m_\text{یخ} \times 336 \times 10^3 \Rightarrow m_\text{یخ} = 0,625kg = 625g$$

بنابراین جرم آب اولیه برابر است با:

$$m_\text{آب} = 1000 - 625 = 375g$$

۲۱۶ گزینه ۳

$$\text{آب } 60^\circ C \leftarrow \text{آب } 30^\circ C \rightarrow \text{آب } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } -20^\circ C$$

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 \rightarrow m_\text{یخ} c_\text{یخ} \Delta\theta + m_\text{یخ} L_f + m_\text{آب} c_\text{آب} \Delta\theta + m_\text{آب} c_\text{آب} \Delta\theta = 0$$

$$\rightarrow 20 \times 10^{-3} \times 2100 \times (0 - (-20)) + 20 \times 10^{-3} \times 336000 + 20 \times 10^{-3} \times 4200 \times (3000) + m \times 4200 \times (30 - 60) = 0$$

$$\rightarrow 840 + 6720 + 2520 - 126000m = 0 \rightarrow 10080 = 126000m \rightarrow m = 0,08kg = 80g$$

۲۱۷ گزینه ۱ انرژی پتانسیل گرانشی قطعه یخ هنگام برخورد به سطح آب به انرژی جنبشی تبدیل شده و سپس این انرژی به حرارت تبدیل می گردد. نهایتاً قطعه یخ صفر در آب صفر قرار داشته و

مقداری حرارت در محیط وجود دارد که سبب ذوب مقداری یخ می شود. لازم به ذکر است اگر آب و یخ مخلوط داشته باشیم که دمای تعادل صفر باشد، اولویت با تغییر حالت است، یعنی اگر به

سیستم حرارت دهیم ابتدا یخ ذوب می شود.

$$mgh = Q = 0,5 \times 10 \times 400 = 2000J$$

$$Q = m' L_F \Rightarrow 2000 = m' \times 334000 \Rightarrow m' = \frac{2}{334} = \frac{1}{167}kg$$

۲۱۸ گزینه ۲ برای این که جسم جامد، ذوب شود، باید اول به دمای نقطهٔ ذوب برسد، سپس ذوب شود. یعنی:

$$\theta_0 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} \theta_F \xrightarrow{Q=mL_F} \text{مایع}$$

$$Q_t = mc\Delta\theta + mL_F \rightarrow \begin{cases} 208 = mc\Delta\theta + mL_F \\ 163 = mc\Delta\theta + m' L_F \end{cases} \rightarrow (208 - 163) = (m - m') L_F \xrightarrow{\substack{m=1kg \\ m'=0,5kg}} 45 = \frac{1}{2} L_F \rightarrow L_F = 90 \frac{kJ}{kg}$$

۲۱۹ گزینه ۲

$$\text{مرحله اول: } m \times (80 \times \cancel{c_\text{آب}}) + m \cancel{c_\text{آب}} \times 12 = M \times \cancel{c_\text{آب}} \times (16 - 12) \Rightarrow 92m = 4M \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{92}{4} = 23$$

$$\text{مرحله دوم: } m \times (80 \times c_\text{آب}) + m \times c_\text{آب} \times \theta = M \times c_\text{آب} \times (12 - \theta) \Rightarrow m \times 80 + m \times \theta = 12M - M \times \theta \Rightarrow \theta = \frac{12M - 80m}{m + M} \xrightarrow{M=23m}$$

$$\frac{12 \times 23m - 80m}{m + 23m} = \frac{(12 \times 23 - 80) \cancel{m}}{24 \cancel{m}} = \frac{49}{6} > 8$$

۲۲۰ گزینه ۴ مقدار انرژی لازم برای افزایش دما و ذوب یخ باید کمتر از مقدار انرژی لازم برای رساندن دمای آب به دمای صفر درجه سلسیوس باشد.

$$Q_\text{یخ} \leq Q_\text{آب}$$

$$\cancel{m} c_\text{یخ} (0 - (-\theta)) + \cancel{m} L_f \leq \cancel{m} c_\text{آب} (\theta - 0) \Rightarrow 2,1\theta + 336 \leq 4,2\theta \Rightarrow 2,1\theta - 4,2\theta \leq -336$$

$$\xrightarrow{\times (-)} 4,2\theta - 2,1\theta \geq 336 \Rightarrow 2,1\theta \geq 336 \Rightarrow \theta \geq 160$$

که آب ۱۶۰ درجه نداریم!

۲۲۱ گزینه ۳

$$mL_f = m_1 c_1 |\Delta\theta_1| \quad (۱)$$

$$m' L_f = m_2 c_2 |\Delta\theta_2| \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{m \cancel{L_f}}{m' \cancel{L_f}} = \frac{m_1 c_1 |\Delta\theta_1|}{m_2 c_2 |\Delta\theta_2|}$$

$$\xrightarrow{m=2m', |\Delta\theta_1|=15^\circ C, |\Delta\theta_2|=20^\circ C} 2 = \frac{m_1 \times 400 \times 15}{m_2 \times 900 \times 20} \Rightarrow m_1 = 6m_2$$

$$c_1=400 \frac{J}{kg^\circ C}, c_2=900 \frac{J}{kg^\circ C}$$

۲۲۲ گزینه ۴ برای ذوب شدن یخ لازم است ابتدا تمام یخ به دمای ۰° برسد:

$$Q_1 = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = 2 \times 2,1 \times 20 = 84 kJ$$

گرمای لازم برای ذوب شدن نیمی از یخ برابر است با:

$$Q_2 = m' L_f = 1 \times 336 = 336 kJ \Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 = 420 kJ$$

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow 700 = \frac{420 \times 10^3}{t} \Rightarrow t = 600 s = 10 \text{ min}$$

۲۲۳ گزینه ۱ اگر دمای مجموعه لیوان و آب از ۳۰° C به صفر درجه سلسیوس برسد، نسبت به حالتی که دمای آن از ۳۰° C به ۱۰° C رسیده است، $\frac{3}{4}$ برابر گرما از دست می‌دهد؛ پس در حالتی

که می‌خواهیم یخ دمای آب را به صفر درجه سلسیوس برساند، نسبت به حالتی که یخ دمای آب را به ۱۰° C رسانده است، یخ گرمای $\frac{3}{4}$ برابر دریافت می‌کند. گرمای ویژه آب را c، گرمای نهان

ذوب یخ را L_F ، جرم اولیه یخ را m و جرم یخ موردنظر را m' می‌نامیم. همچنین ظرفیت گرمایی مجموعه لیوان و آب درون آن را C_o درنظر می‌گیریم. پس:

$$\begin{cases} mL_F + mc(10 - 0) + C_o(10 - 30) = 0 \Rightarrow m = \frac{r_o C_o}{L_F + 10c} \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{3(L_F + 10c)}{2L_F} \xrightarrow{L_F=80c} \frac{m'}{m} = \frac{3 \times 90c}{2 \times 80c} = \frac{27}{16} \\ m' L_F + C_o(0 - 30) = 0 \Rightarrow m' = \frac{30 C_o}{L_F} \end{cases}$$

۲۲۴ گزینه ۱ چون توان گرمکن ثابت است، داریم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{\Delta t_1} = \frac{Q_2}{\Delta t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{mL_F}{\Delta t_2} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{L_F}{c\Delta\theta} = \frac{336000}{2100 \times 20} = 8 \Rightarrow \Delta t_2 = 8\Delta t_1 = 8 \times 2 = 16 \text{ min}$$

۲۲۵ گزینه ۲ بدیهی است که θ ، دمای نقطه ذوب جسم جامد نیست (چرا؟!). اگر θ دمای ذوب جسم جامد باشد، وقتی نیمی از آن ذوب می‌شود، باید گرمای داده‌شده به آن نیز نیمی از $208 kJ$ یعنی $104 kJ$ باشد که چنین نیست. برای این‌که جسم جامد در دمای θ ذوب شود، باید اول به دمای ذوب برسد، سپس ذوب شود. یعنی:

$$1\theta \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} \text{جامد} \xrightarrow{Q=mL_F} \text{مایع}$$

$$Q_{\text{ت}} = mc\Delta\theta + mL_F \rightarrow \begin{cases} 208 = mc\Delta\theta + mL_F \\ 163 = mc\Delta\theta + \frac{1}{2}mL_F \end{cases} \rightarrow (208 - 163) = (m - \frac{1}{2}m)L_F \xrightarrow{m=1kg} 45 = \frac{1}{2}L_F \rightarrow L_F = 90 \frac{kJ}{kg}$$

۲۲۶ گزینه ۲ چون می‌خواهیم فقط یخ موجود در ظرف ذوب شود، دمای نهایی مجموعه آب و فلز برابر با صفر درجه سلسیوس خواهد بود و بنابراین داریم:

$$\boxed{100^\circ C \text{ فلز } m} \xleftarrow{Q_2} \boxed{m \text{ گرم فلز } 0^\circ C} \quad \boxed{200 g \text{ آب } 0^\circ C} \rightarrow \boxed{200 g \text{ یخ } 0^\circ C}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} \Delta\theta_{\text{فلز}} = 0$$

$$\Rightarrow 200 \times 10^{-3} \times 335 \times 10^3 + m_{\text{فلز}} \times 500 \times (0 - 100) = 0$$

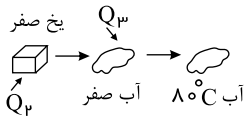
$$\Rightarrow m_{\text{فلز}} = \frac{200 \times 335}{5 \times 10^4} = 1,34 kg = 1340 g$$

حال از تعریف چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 5 = \frac{1340}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow V = 268 cm^3$$

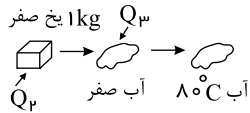
۲۲۷ گزینه ۲ گام اول: کل گرمای تولیدی توسط گرم‌کن:

فصل چهار دهم



$$Q_1 = Pt = 2000 \times 41875 = 837500 J = 837.5 kJ$$

گام دوم: کل گرمای داده شده به یخ صفر:



$$\begin{cases} Q_2 = mL_F = 1 \times 334000 = 334000 J \\ Q_2 = mc\Delta\theta = 1 \times 4200 \times 8 = 336000 J \end{cases} \Rightarrow Q_2 + Q_3 = 670 kJ$$

گام سوم:

$$837.5 - 670 = 167.5$$

۲۲۸ گزینه ۲ هنگامی که دمای جسم از $277^\circ C$ به $327^\circ C$ می رسد، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

از طرفی می دانیم که $12 kJ$ گرما در هر دقیقه به جسم داده می شود. بنابراین توان گرمایی داده شده را بر حسب $\frac{J}{s}$ به دست می آوریم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{12000 J}{60 s} = 200 \frac{J}{s} \quad Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow 200 \times 16 = m(128)(327 - 277) \Rightarrow m = 0.5 kg$$

با توجه به جرم به دست آمده، برای حالتی که جسم در نقطه ذوب خود از حالت جامد به مایع تبدیل می شود، داریم:

$$Q = mL_F \Rightarrow Pt' = mL_F \Rightarrow (200)(76 - 16) = 0.5 L_F \Rightarrow L_F = 24000 \frac{J}{kg} = 24 \frac{kJ}{kg}$$

۲۲۹ گزینه ۱ اگر جرم آب درون ظرف m و جرم قطعه های یخ m' باشد، قبل از اضافه کردن قطعه یخ اول جرم آب درون ظرف همان m است و یخ توانسته دمای آب را $5^\circ C$ کاهش دهد. قبل از اضافه کردن قطعه یخ دوم جرم آب درون ظرف $m + m'$ است. اگر قطعه یخ دوم به این مجموعه اضافه شود چون جرم آب درون ظرف افزایش یافته است، دمای مجموعه کمتر از $5^\circ C$ کاهش می یابد و دمای تعادل بیشتر از $1^\circ C$ می شود.

۲۳۰ گزینه ۲ با توجه به اینکه جسم در دقیقه، 10^3 ژول گرما می گیرد، در 30 دقیقه اول، گرمای دریافتی توسط جسم برابر است با:

$$Q = 30 \times 10^3 J$$

حال با استفاده از قسمت اول نمودار، جرم جسم را به دست می آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 30 \times 10^3 = m \times 80 \times (300 - 50)$$

$$\rightarrow m = \frac{3 \times 10^4}{80 \times 250} = 1.5 kg$$

در فاصله ی زمانی 30 تا 72 دقیقه، فرایند ذوب صورت می گیرد و داریم:

$$Q_F = mL_F \rightarrow (72 - 30) \times 10^3 = 1.5 \times L_F$$

$$\rightarrow L_F = \frac{42 \times 10^3}{1.5} = 28 \times 10^3 \frac{J}{kg} = 28 \frac{J}{g}$$

۲۳۱ گزینه ۱ حرارتی که در یک دقیقه به یخ می دهیم:

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = 500 \times 60 = 30000 J = 30 kJ$$

$$-3^\circ C \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 0.1 \times 2 \times (0 - (-3)) = 0.6 kJ$$

$$Q_2 = mL_F = 0.1 \times 340 = 34 kJ$$

یخ برای ذوب کامل خود $34.6 kJ$ حرارت نیاز دارد، پس همه ی یخ ذوب نمی گردد و دمای تعادل صفر می شود.

۲۳۲ گزینه ۳

$$P_{\text{مفید}} = 25 \times 0.4 = 10 W$$

ذوب Q دستگاه Q

$$Pt = mL_F \Rightarrow 10t = 20 \times 10^{-3} \times 6.45 \times 10^4 \Rightarrow t = 129 s$$

۲۳۳ گزینه ۱

$$0^\circ C \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \text{ آب} \xleftarrow{Q_2} 80^\circ C$$

اگر m' جرم یخ ذوب شده و m جرم آب اولیه در نظر بگیریم:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m' L_F = |mc\Delta\theta| \Rightarrow m' \times 336 \times 10^5 = m \times 42 \times 10^3 \times 80 \Rightarrow m = m'$$

جرم یخ ذوب شده $m' = 40 \text{ g}$ و جرم آب اولیه $m = 40 \text{ g}$

$$\text{جرم یخ اولیه} = 40 + 30 = 70 \text{ g}$$

۲۳۴ گزینه ۲ مقدار گرمایی که 100 گرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند برابر است با: $Q_1 = mL_F = 100 L_F$

و با توجه به مسیر زیر، مقدار گرمایی که 50 گرم یخ 20°C را به آب 0°C تبدیل می‌کند برابر است با:

$$0^\circ\text{C} \text{ آب} \rightarrow 0^\circ\text{C} \text{ آب} \rightarrow 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \rightarrow 20^\circ\text{C} \text{ یخ}$$

$$Q_2 = mc'\Delta\theta' + mL_F + mc\Delta\theta = 50 \times c' \times (0 - (-20)) + 50 L_F + 50 c \times (\theta - 0)$$

اکنون با برابر قرار دادن این دو مقدار داریم:

$$100 L_F = 50 \times \frac{L_F}{160} \times 20 + 50 L_F + 50 \times \frac{L_F}{80} \times \theta \Rightarrow \theta = 70^\circ\text{C}$$

۲۳۵ گزینه ۴ مطابق با نمودار، با دادن گرما به جسم جامد، دمای آن از 40°C تا 80°C افزایش می‌یابد. بعد از آن دما ثابت می‌ماند و حالت جسم از جامد به مایع تغییر می‌کند. در ادامه با دادن

گرمای بیشتر به جسم مایع، دمای آن از 80°C تا 200°C افزایش می‌یابد. بنابراین داریم:

$$Q = mC\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_{\text{جامد}}}{Q_{\text{مایع}}} = \frac{C_{\text{جامد}}}{C_{\text{مایع}}} \times \frac{\Delta\theta_{\text{جامد}}}{\Delta\theta_{\text{مایع}}} \Rightarrow \frac{40 - 0}{180 - 120} = \frac{C_{\text{جامد}}}{C_{\text{مایع}}} \times \frac{80 - 40}{200 - 80} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{C_{\text{جامد}}}{C_{\text{مایع}}} \times \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{C_{\text{جامد}}}{C_{\text{مایع}}} = 2$$

۲۳۶ گزینه ۲ طبق طرح‌واره زیر داریم:

$$\begin{aligned} & 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \xrightarrow{Q_1} 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ\text{C} \text{ آب} \xrightarrow{Q_3} 20^\circ\text{C} \text{ آب} \Rightarrow \sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m_{\text{یخ}} L_f + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 0 \\ & \Rightarrow m \times 21 \times (0 - (-10)) + m \times 336 + 850 \times 42 \times (0 - 20) = 0 \Rightarrow 21m + 336m - 71400 = 0 \Rightarrow 357m = 71400 \Rightarrow m = 200 \text{ g} \end{aligned}$$

۲۳۷ گزینه ۲ از $t = 0$ تا $t = 12$ آب گرما از دست می‌دهد و دمای آن پایین می‌آید. (از 60°C تا 0°C)

$$Q_1 = -mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = -60 \times 4 \times m$$

از $t = 12$ تا $t = t_1$ آب در دمای ثابت گرما از دست می‌دهد و منجمد می‌شود.

$$Q_2 = -mL_F \Rightarrow Q_2 = -340m$$

چون با آهنگ ثابتی از ماده گرما گرفته می‌شود، نسبت $\frac{Q_2}{Q_1}$ همان نسبت $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$ است.

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{340}{240} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{12} = \frac{340}{240} \Rightarrow \Delta t_2 = 17 \text{ min} \Rightarrow t_1 = 12 + 17 \Rightarrow t_1 = 29 \text{ min}$$

۲۳۸ گزینه ۲

جرم آب یخ بسته (m') آب صفر درجه $\leftarrow$ یخ صفر درجه $\rightarrow$ یخ $(m)\theta$

آب 0°C گرما می‌دهد و به یخ 0°C تبدیل می‌شود. (Q_1) و یخ 0°C حرارت می‌گیرد و به یخ 0°C تبدیل می‌شود:

$$\begin{aligned} Q = Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta - m' L_F = 0 \Rightarrow 0.2 \times 2000 \times (0 - (\theta)) - 0.1 \times 360000 = 0 \\ \Rightarrow -400\theta = 36000 \Rightarrow \theta = -9^\circ\text{C} \end{aligned}$$

۲۳۹ گزینه ۱ m' جرم آب منجمد شده و m جرم یخ اولیه است.

(دمای تعادل صفر درجه است.)

(m') آب صفر درجه $\leftarrow$ یخ صفر درجه $\rightarrow$ یخ $(m) 8^\circ\text{C}$

$$Q + Q_F = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta - m' L_F = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta = m' L_F$$

$$\Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{c\Delta\theta}{L_F} = \frac{21(0 - (-8))}{336} = \frac{1}{20}$$

۲۴۰ گزینه ۳ در دمای 0°C تا 20°C جسم در حالت جامد است. طبق رابطه گرما داریم:

فصل چهار دهم

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 9000J = m \times 1500 \times 20 \Rightarrow m = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} kg$$

واضح است که در دمای $\theta = 20^\circ C$ جسم جامد در حال ذوب شدن است. داریم:

$$Q = mL_f \Rightarrow 110 - 29 = \frac{3}{10} \times L_f \Rightarrow 81 kJ = \frac{3}{10} \times L_f \Rightarrow L_f = \frac{810}{3} = 270 \frac{kJ}{kg}$$

۲۴۱ گزینه ۳

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 1 \times c \times (30 - 80) = -30 \Rightarrow c = 0.6 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

$$Q_2 = -mL_F \Rightarrow -60 = 1 \times L_F \Rightarrow L_F = 60 \frac{kJ}{kg}$$

۲۴۲ گزینه ۱ توجه کنیم وقتی قطعه یخ بزرگ است، مفهوم آن این است که گلوله مقداری از یخ را ذوب می‌کند، یعنی در نهایت گلولهٔ صفر درجه و آب صفر درجه و بقیهٔ یخ صفر درجه در سیستم وجود دارد.

$$Q_1 \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \text{ یخ} \quad \text{و} \quad Q_2 \xrightarrow{Q_2} 200^\circ C \text{ گلوله}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m' L_V + mc\Delta\theta = 0 \Rightarrow m' \times 336000 + m \times 480 \times (0 - 200) = 0 \Rightarrow m' = \frac{2}{7} m$$

۲۴۳ گزینه ۲

$$\text{یخ صفر} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \text{ آب صفر} \xrightarrow{Q_1} 5^\circ C$$

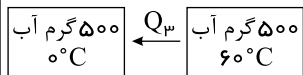
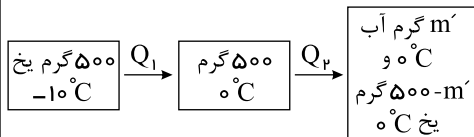
$$\begin{cases} Q_1 = mc\Delta\theta \\ Q_1 = 4 \times 4 \times (0 - 5) = -80 kJ \end{cases}, \quad \begin{cases} Q_2 = -mL_F \\ Q_2 = -4 \times 340 = -1360 kJ \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 = -80 - 1360 = -1440 kJ$$

پس از آب باید $1440 kJ$ گرما بگیریم تا منجمد شود. ولی ما فقط می‌توانیم $120 kJ$ حرارت بگیریم، پس آب $5^\circ C$ به آب صفر تبدیل می‌شود، اما تمام آب انجماد پیدا نمی‌کند، فقط قسمتی از آب یخ می‌بندد. پس دمای نهایی مجموعه صفر می‌گردد.

۲۴۴ گزینه ۲ با توجه به صورت سؤال مشخص است که دمای تعادل، صفر درجهٔ سلسیوس است.

بنابراین:



که m' گرم یخ ذوب شده است. با استفاده از قانون پایستگی انرژی داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} (0 - (-10)) + m' L_F + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (0 - 60) = 0 \Rightarrow 0.5 \times 2100 \times 10 + m' \times 330000 - 0.5 \times 4200 \times 60 = 0$$

$$\Rightarrow m' = 0.35 kg \Rightarrow m' = 350 g$$

350 گرم یخ ذوب شده است؛ بنابراین یخ باقی‌مانده در ظرف برابر است با:

$$\Rightarrow m_{\text{یخ باقی‌مانده}} = 500 - m' = 500 - 350 = 150 g$$

۲۴۵ گزینه ۲ در مرحلهٔ اول $20 kJ$ حرارت داده شده و دمای آن $20 k$ بالا رفته است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 20 = 2 \times c \times (20) \Rightarrow c = 0.5 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

در مرحلهٔ دوم $20 kJ$ حرارت داده و دما ثابت بوده و تغییر حالت صورت گرفته است.

$$Q = mL_F \Rightarrow 40 - 20 = 2 L_f \Rightarrow L_F = 10 \frac{kJ}{kg}$$

۲۴۶ گزینه ۴

از آنجا که توان وسیلهٔ گرماده ثابت است، می‌توان زمان لازم برای ذوب شدن بقیهٔ یخ را با یک تناسب ساده برحسب t ، محاسبه کرد:

$$Q = P \cdot t \xrightarrow{P: \text{ثابت}} Q \propto t$$

فصل چهار دهم

زمان صرف شده	جرم یخ ذوب شده
t_1	۴۰۰ گرم
t'	۲۰۰ گرم

$$\rightarrow t' = \frac{1}{2}t_1 \text{ گرم از یخ باقی مانده } ۲۰۰ \text{ گرم}$$

حال برای اینکه ۶۰۰ گرم آب صفر درجه به آب $۱^{\circ}C$ برسد، زمان t'' لازم است. باز هم داریم:

$$Q = P \cdot t \xrightarrow{\text{ثابت } P} \frac{mL_F}{mC\Delta\theta} = \frac{t_1}{t''} \rightarrow \frac{۴۰۰ \times ۳۳۶۰۰۰}{۶۰۰ \times ۴۲۰۰ \times ۱۰} = \frac{t_1}{t''} \rightarrow t'' = \frac{۳}{۱۶}t_1$$

و در نهایت، زمان مورد نیاز برای ذوب بقیه یخ و رسیدن آب به دمای $۱^{\circ}C$ برابر است با:

$$t = \frac{1}{2}t_1 + \frac{۳}{۱۶}t_1 = \frac{۱۱}{۱۶}t_1$$

۲۴۷ گزینه ۳

در اینجا مجموع جرم آب و یخ در ابتدا با مجموع جرم آب و یخ در حال تعادل در پایان تبادل گرمایی برابر است، یعنی:

$$m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}} = m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}} = ۱۵۰ + ۷۰ \Rightarrow m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}} = ۲۲۰g \quad (۱)$$

چون پس از تعادل گرمایی مخلوط آب و یخ داریم، پس دمای تعادل صفر است و داریم:

(چون بعد از تعادل ۷۰ گرم یخ باقی مانده پس جرم یخ ذوب شده $۷۰ - m'_{\text{یخ}} = m'_{\text{یخ}}$ است)

$$| \text{ گرمایی که } m'_{\text{یخ}} \text{ گرم یخ } ۰^{\circ} \text{ می گیرد تا ذوب شود} | = | \text{ گرمایی که آب از دست می دهد تا به دمای } ۰^{\circ} \text{ برسد} |$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} \times ۴۲۰۰ \times ۴۰ = (m_{\text{یخ}} - ۷۰) \times ۳۳۶ \times ۱۰^{\circ}$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = ۲m_{\text{یخ}} - ۱۴۰g \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} m_{\text{یخ}} = ۱۲۰g$$

۲۴۸ گزینه ۲

طبق نمودار زیر داریم:

$$-۶۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } \theta \xrightarrow{Q_2} ۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_3} \text{آب } ۲۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_4} \sum Q = ۰ \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = ۰$$

$$\rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta + m_{\text{آب}} c_{\text{یخ}} \times \Delta\theta - m_{\text{آب}} L_f + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = ۰$$

$$\rightarrow ۴ \times ۲۱۰۰ \times (\theta + ۶۰) + ۱ \times ۲۱۰۰ \times (\theta - ۰) - ۱ \times ۳۳۶۰۰۰ + ۱ \times ۴۲۰۰ \times (۰ - ۲۰) = ۰ \Rightarrow ۸۴۰۰\theta + ۵۰۴۰۰۰ + ۲۱۰۰\theta - ۳۳۶۰۰۰ - ۸۴۰۰۰ = ۰$$

$$\Rightarrow ۱۰۵۰۰\theta = ۸۴۰۰۰ \Rightarrow \theta = -۸^{\circ}C$$

۲۴۹ گزینه ۲ انرژی مکانیکی قطعه یخ که انرژی پتانسیل گرانشی می باشد به حرارت تبدیل شده و سبب ذوب مقداری از یخ می گردد. M جرم اولیه یخ و m جرم یخ باقیمانده است.

$$Mgh = mL_F \Rightarrow ۶۶۸ \times ۱۰ \times ۲۰۰ = ۳۳۴۰۰۰ \times m \Rightarrow m = ۰.۴kg$$

۲۵۰ گزینه ۳

با توجه به آنکه ظرفیت گرمایی برابر $A = mc$ می باشد، داریم:

۰ = گرمایی که یخ می گیرد تا ذوب شود + گرمایی که فلز از دست می دهد

$$mc\Delta\theta + m'L_F = ۰ \Rightarrow ۳۶ \times (۰ - ۱۰۰) + m' \times ۳۶۰ = ۰ \Rightarrow m' = ۱۰kg$$

۲۵۱ گزینه ۱

$$-۱۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ صفر درجه} \xrightarrow{Q_2} \text{آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_3} ۲۰^{\circ}C$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = mc\Delta\theta + mL_F + mc\Delta\theta$$

$$Q = ۲ \times ۲۱۰۰ \times ۱۰ + ۲ \times ۳۳۴۰۰۰ + ۲ \times ۴۲۰۰ \times ۲۰$$

$$\Rightarrow Q = ۲۰۰۰(۲۱ + ۳۳۴ + ۸۴) = ۸۷۸۰۰۰J = ۸۷۸kJ$$

۲۵۲ گزینه ۳

$$-۱۰^{\circ}C \xrightarrow{\text{یخ}} ۰^{\circ}C \xrightarrow{\text{یخ}} ۰^{\circ}C \xrightarrow{\text{آب}} ۵^{\circ}C$$

$$Q = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta' + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta = \frac{۵}{۱۰} [(۲۱۰۰ \times ۱۰) + (۳۴ \times ۱۰^۴) + (۴۲۰۰ \times ۵)]$$

$$Q = ۱۰^۳ \left[\frac{۵}{۱۰} (۲۱ + ۳۴۰ + ۲۱) \right] = \left[\frac{۵}{۱۰} (۳۸۲) \right] kJ = ۱۹۱kJ$$

۲۵۳ گزینه ۳

$$Q_1 \xrightarrow{\text{یخ } 10^\circ C} Q_2 \xrightarrow{\text{یخ صفر درجه}} Q_3 \xrightarrow{\text{آب صفر درجه}} 80^\circ C$$

$$Q_{\text{ج}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q = mc \Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta$$

$$Q = 2 \times 2,1 \times (0 - (-10)) + 2 \times 334 + 2 \times 4,2 \times (80 \times 0) = 2(21 + 334 + 336) = 1382 kJ$$

۲۵۴ گزینه ۴

$$Q_1 \xrightarrow{\text{یخ صفر}} Q_2 \xrightarrow{\text{آب صفر}} 60^\circ C$$

$$Q_{\text{ج}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q = mL_F + mc(60 - 0) = 2 \times 334 + 2 \times 4,2(60) \Rightarrow Q = 668 + 504 = 1172 kJ$$

۲۵۵ گزینه ۳

$$Q_1 \xrightarrow{\text{یخ صفر درجه}} Q_2 \xrightarrow{\text{آب صفر درجه}} 40^\circ C \text{ و } (c \text{ آب} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C} = 4,2 \frac{kJ}{kg^\circ C})$$

$$Q_{\text{ج}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{ج}} = mL_F + mc\Delta\theta = 0,5 \times 334 + 0,5 \times 4,2 \times (40 - 0)$$

$$\Rightarrow Q = 167 + 84 \Rightarrow Q = 251 kJ$$

۲۵۶ گزینه ۲ ابتدا تمام آب $10^\circ C$ به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود، پس $5 kg$ از آب $0^\circ C$ باید منجمد شود.

$$Q = Q_1 + Q_2 = m_1 c_{\text{آب}} \Delta T_1 - m_2 L_F = 2 \times 4200 \times (-10) - 0,5 \times 80 \times 4200$$

$$\Rightarrow Q = -60 \times 4200 = -252000 = -252 kJ$$

۲۵۷ گزینه ۴ چون دمای یخ و آب یکسان است، تبادل گرمایی بین آن‌ها رخ نمی‌دهد، بنابراین نه یخی ذوب می‌شود و نه آبی منجمد می‌شود.

۲۵۸ گزینه ۱ گام اول:

$$Q = 60 kJ = mc(300 - 150) = 150(mc) \rightarrow mc = \frac{6000}{15} = \frac{2000}{5} = 400 \quad (1)$$

گام دوم:

$$Q = (175 - 75) kJ = mL_F = m(5 \times 10^4 \frac{J}{kg}) \Rightarrow 10^5 J = 5 \times 10^4 m(\frac{J}{kg}) \Rightarrow m = 2 kg \quad (2)$$

گام سوم:

$$2c = 400 \rightarrow c = 200(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۲۵۹ گزینه ۲ برای اینکه بخشی از یخ با دمای منفی (بر حسب درجهٔ سلسیوس) ذوب شود، ابتدا باید کل جرم آن به یخ $0^\circ C$ تبدیل شود و سپس شروع به ذوب کند، بنابراین داریم:

$$-20 \xrightarrow{Q_1} 2 kg \text{ یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_2} \begin{cases} 1 kg \text{ یخ } 0^\circ \\ 1 kg \text{ آب } 0^\circ \end{cases}$$

از این $2 kg$ باید نصف آن یعنی $1 kg$ ذوب شود

مواد باقیمانده

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + m'L_f$$

$$Q_t = (2 \times 2,1 \times 20) + (1 \times 336)$$

$$Q_t = 84 kJ + 336 kJ \rightarrow Q_t = 420 kJ$$

۲۶۰ گزینه ۴ گرمای دریافت شده در 10 دقیقه را حساب می‌کنیم.

$$Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = m \times 4200 \times (100 - 20) \Rightarrow Q_1 = 4200 m \times 80$$

$$Q_2 = mL_V \Rightarrow Q_2 = m \times 2251200$$

$$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m \times 2251200}{m \times 4200 \times 80} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{22512}{42 \times 80} = \frac{536}{80} = 6,7$$

$$P = \frac{Q}{t} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{t_2}{t_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{t_2}{10} = 6,7 \Rightarrow t_2 = 67 \text{ min}$$

۲۶۱ گزینه ۲ قدم اول: ابتدا رابطهٔ گرمای نهان تبخیر با دما را می‌یابیم. بیان شده این رابطه خطی است. فرض کنید این رابطه به صورت: $L_V = A\theta(^{\circ}C) + B$ است. با قرار دادن اطلاعات مسأله در

۲ دما، ابتدا ضرایب A و B را می‌یابیم:

$$\begin{cases} \theta = 10^\circ C \rightarrow 1200 = A \times 10 + B & (1) \\ \theta = 50^\circ \rightarrow 1000 = A \times 50 + B & (2) \end{cases} \xrightarrow{(1)-(2)} 200 = -50A \begin{cases} A = -4 \\ B = 1240 \end{cases} \rightarrow L_V = -4\theta + 1240 \quad (*)$$

قدم دوم: گرمای نهان ذوب در دمای مجهول را می‌یابیم:

$$Q_F = mL_F \rightarrow 4400 = 4L_F \rightarrow L_F \rightarrow 1100 kJ/kg$$

قدم سوم: دمای θ را که در آن دما $L_F = 1100 \text{ kJ/kg}$ شده است را می‌یابیم:

$$(*) \Rightarrow L_F = -4\theta + 1240 \rightarrow 1100 = -4\theta + 1240 \rightarrow \theta = 35^\circ \text{C}$$

۲۶۲ گزینه ۴

جرم یخ را m_1 و جرم بخار آب را m_2 فرض می‌کنیم.

$$Q_1 \xrightarrow{\circ^\circ \text{C}} \text{یخ} \xrightarrow{\circ^\circ \text{C}} \text{آب} \xrightarrow{\circ^\circ \text{C}} 40^\circ \text{C}$$

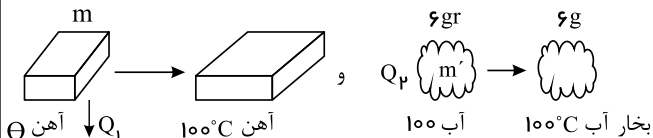
$$Q_3 \xrightarrow{100^\circ \text{C}} \text{بخار آب} \xrightarrow{100^\circ \text{C}} \text{آب} \xrightarrow{40^\circ \text{C}} 40^\circ \text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 &= Q_3 + Q_4 \\ m_1 L_F + m_1 c \Delta\theta_1 &= m_2 L_V + m_2 c |\Delta\theta_2| \\ m_1 \times 336 + m_1 \times 4.2(40) &= 50 \times 2268 + 50 \times 4.2(60) \\ 336m_1 + 168m_1 &= 113400 + 12600 \\ 504m_1 &= 126000 \Rightarrow m_1 = 250 \text{ g} \end{aligned}$$

۲۶۳ گزینه ۳ برای حل این تست به این نکات دقت کنیم:

(۱) بیان شده آب 100° می‌دانیم اگر به آب 100° گرما دهیم، دمای آن افزایش نمی‌یابد و گرمای داده‌شده فقط صرف تبخیر آب خواهد شد. درضمن فقط مقداری از آب 100° تبخیر می‌شود. پس دمای نهایی (دمای تعادل) آب 100° و قطعه آهن، 100° می‌باشد. درضمن: $(L_V = 2268000 \text{ (J/kg)})$

(۲) برای رسیدن به دمای تعادل دمای قطعه آهن از θ به 100° می‌رسد و در عوض $6g$ آب تبخیر می‌شود:



$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow mc_{\text{آهن}}(100 - \theta) + m' L_V = 0 \rightarrow \theta - 100 = \frac{m' L_V}{mc_{\text{آهن}}}$$

$$\rightarrow \theta = 100 + \frac{6g \times 2268000 \text{ J/kg}}{600g \times 420 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C}} = 154^\circ \text{C}$$

۲۶۴ گزینه ۳ ابتدا تعیین می‌کنیم برای آن که آب 95°C به جوش آید چقدر گرما لازم دارد.

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 4 \times (100 - 95) = 20 \text{ kJ}$$

گرمایی که بخار 110°C از دست می‌دهد تا به بخار 100°C تبدیل شود:

$$Q' = mc\Delta\theta = \frac{10}{1000} \times 2 \times (100 - 110) = -0.2 \text{ kJ}$$

گرمایی که بخار 100°C می‌دهد تا به آب جوش 100°C برسد:

$$Q'' = -mL_V = -0.01 \times 22650 = -226.5 \text{ kJ}$$

پس لازم نیست تمام بخار 100°C به آب جوش تبدیل شود، تنها مقداری از بخار آب به آب جوش 100°C تبدیل می‌گردد.

۲۶۵ گزینه ۲ بخار آب گرما می‌دهد و به آب جوش تبدیل می‌شود تا آب 95°C را به جوش آورد و دمای آن را به 100°C برساند.

$$Q_1 \xrightarrow{100^\circ \text{C}} \text{بخار} \xrightarrow{100^\circ \text{C}} \text{آب} \xrightarrow{95^\circ \text{C}} \text{آب}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -mL_V + m'c\Delta\theta = 0$$

$$\Rightarrow -m \times 2250 + 0.1 \times 4 \times (100 - 95) = 0 \Rightarrow m = \frac{2}{2250} \text{ kg} \Rightarrow m = \frac{4}{9} \text{ g}$$

۲۶۶ گزینه ۱ جرم آب اولیه را m و جرم آب تبخیرشده را m' در نظر می‌گیریم، بنابراین مقدار آب منجمدشده $(m - m')$ می‌شود. مقدار گرمایی که تبخیر سطحی نیاز دارد، از تبدیل آب 0°C به یخ 0°C به دست می‌آید. لذا داریم:

$$Q_V = Q_F \Rightarrow m' L_V = (m - m') L_F \xrightarrow[L_F=80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}]{L_V=560 \frac{\text{cal}}{\text{g}}} m' \times 560 = (m - m') \times 80 \Rightarrow 7m' = m - m' \Rightarrow m = 8m' \Rightarrow m' = \frac{1}{8} m$$

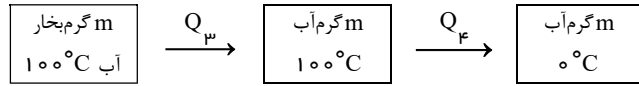
پس $\frac{1}{8}$ جرم آب در اثر تبخیر سطحی از ظرف خارج می‌شود که معادل است با:

$$\frac{1}{8} \times 100 = 12.5\%$$

۲۶۷ گزینه ۳ L_V برای دماهای پایین مقدار بیشتری است.

۲۶۸ گزینه ۴

طبق طرح‌واره زیر چون حداقل مقدار بخار آب مدنظر است دمای تعادل را صفر درجه سلسیوس درنظر 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°C برسد و سپس تبدیل به آب 0°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 $L_V = 540 c_{\text{آب}}$ ، $L_F = 80 c_{\text{آب}}$ و $\frac{c_{\text{آب}}}{2} = c_{\text{یخ}}$ حال داریم:

$$0.5 \times \frac{c_{\text{آب}}}{2} \times (0 - (-32)) + 0.5 \times 80 c_{\text{آب}} = m \times 540 \times c_{\text{آب}} + m c_{\text{آب}} \times 100 \rightarrow 8 + 40 = 640m$$

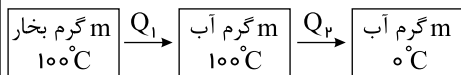
$$m = \frac{48}{640} = 0.075 \text{ kg} = 75 \text{ g}$$

۲۶۹ گزینه ۱ برای راحتی محاسبات تمامی ثابت‌های گرمایی را برحسب $c_{\text{آب}}$ تبدیل می‌کنیم یعنی بر 4200 تقسیم می‌شوند:

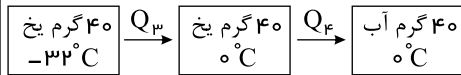
$$(L_V = 540 c_{\text{آب}}, L_F = 80 c_{\text{آب}}, c_{\text{یخ}} = 0.5 c_{\text{آب}})$$

چون در متن سؤال به حداقل اشاره شده، پس باید تمامی بخار آب 100°C گرمای خود را از دست بدهد و به آب 0°C تبدیل شود و در این تبدیل همه گرمایی که از دست داده می‌شود را یخ بگیرد تا ذوب شود.

بخار آب 100°C به آب 100°C ، سپس به آب صفر درجه سلسیوس:



یخ 32°C - به یخ 0°C و سپس به آب 0°C :



$$Q_1 + Q_2 = m \times (-540 c_{\text{آب}}) + m \times c_{\text{آب}} \times (-100) = -640 m c_{\text{آب}}$$

$$Q_3 + Q_4 = 40 \times 0.5 c_{\text{آب}} \times 32 + 40 \times 80 c_{\text{آب}} = 3840 c_{\text{آب}}$$

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

$$3840 c_{\text{آب}} - 640 c_{\text{آب}} m = 0 \Rightarrow m = 6 \text{ g}$$

۲۷۰ گزینه ۲ قسمتی از آب با جرم m_1 با گرفتن گرما از باقی‌مانده آب با جرم m_2 ، تبخیر شده و باقی‌مانده آب یخ می‌بندد. بنابراین داریم:

$$m_1 L_V = m_2 L_F \Rightarrow m_1 \times 7.5 L_F = m_2 L_F \Rightarrow 7.5 m_1 = m_2$$

از طرفی داریم:

$$m_1 + m_2 = 1870 \Rightarrow m_1 + 7.5 m_1 = 1870 \Rightarrow m_1 = 220 \text{ g}$$

$$m_2 = 7.5 \times m_1 = 7.5 \times 220 = 1650 \text{ g}$$

۲۷۱ گزینه ۳

$$-m L_V + m c \Delta\theta + m' L_F = 0$$

$$-8 \times 2268 + 8 \times 4.2 \times (0 - 80) + m' \times 336 = 0$$

$$-18144 - 2688 + 336 m' = 0$$

$$336 m' = 20832 \rightarrow m' = 62 \text{ g}$$

۲۷۲ گزینه ۱ جرم بخاری که به آب جوش تبدیل شده: $100 - 40 = 60 = m'$

چون بخار 100°C باقی مانده است، پس آب 76°C به آب جوش 100°C تبدیل شده و مقداری از بخار (m') نیز به آب جوش تبدیل شده و دمای نهایی مجموعه 100°C است.

$$100^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} 100^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_2} 76^\circ\text{C} \text{ آب}$$

فصل چهار دهم

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -\frac{60}{1000} \times 2400 + M \times 4 \times (100 - 76) = 0 \Rightarrow M = \frac{3}{2} kg$$

۲۷۳ گزینه ۴ روش اول:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 200000 = m \times 500 \times 200 \Rightarrow m = 2kg$$

$$L_F = \frac{Q}{m} = \frac{(700 - 200) \times 10^3}{2} = 250000 \frac{J}{kg}$$

۱۰۰ kJ گرمای گرفته تا ذوب شود. ۲۰۰ kJ صرف رسیدن به نقطه ذوب یعنی ۲۰۰ شده و پس از آن ۱۰۰ kJ گرمای گرفته تا ذوب شود.

$$Q' = m' L_F \Rightarrow 100000 = m' \times 250000$$

$$m' = \frac{100000}{250000} = 0.4 kg \rightarrow m' = 400 gr$$

روش دوم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$200000 = m \times 500 \times 200 \Rightarrow m = 2kg$$

از لحظه ذوب در دمای ۲۰۰°C

$$\frac{\Delta Q}{500 kJ} = \frac{\Delta m}{2 kg} \Rightarrow m' = \frac{100 \times 2}{500} = 0.4 = 400 gr$$

۲۷۴ گزینه ۲ با استفاده از رابطه تعادل گرمایی داریم:

$$-400 C \xrightarrow{Q_1} 0 C \xrightarrow{Q_2} 25 C \xrightarrow{Q_3} 100 C \xrightarrow{Q_4} 100 C \xrightarrow{Q_5} 120 C \xrightarrow{Q_6}$$

$$\rightarrow m_{\text{بخار}} \times \Delta\theta' + m_{\text{بخار}} c L_v + m_{\text{بخار}} c \Delta\theta - m_{\text{آب}} \Delta\theta' + m_{\text{آب}} c L_f + m_{\text{آب}} c \Delta\theta = 0$$

$$\rightarrow 50 \times 2.1 \times (0 - (-40)) + 50 \times 336 + 50 \times 2.1 \times (25 - 0) + m \times 2.1 \times (25 - 10) - m \times 2268 + m \times 2.1 \times (100 - 120) = 0$$

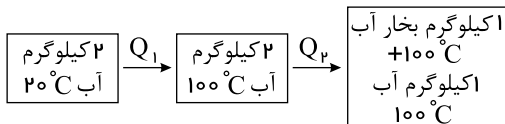
$$\Rightarrow 4200 + 16800 + 5250 - 315m - 2268m - 42m = 0 \Rightarrow 26250 = 2625m \rightarrow m = 10g$$

۲۷۵ گزینه ۳ مقدار گرمای مبادله شده را برای ۳ مرحله‌ای که در سؤال به آن اشاره شده است به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} Q_1 = Pt_1 = mL_F \Rightarrow t_1 = \frac{m}{P} L_F \\ Q_2 = Pt_2 = mc(100 - 0) \Rightarrow t_2 = \frac{m}{P} (100) \Rightarrow \frac{t_2}{t_1 + t_2} = \frac{L_V}{100c + L_F} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1 + t_2} = \frac{2256}{100 \times 4.2 + 334} = \frac{2256}{754} \simeq 3 \\ Q_3 = Pt_3 = mL_V \Rightarrow t_3 = \frac{m}{P} L_V \end{cases}$$

۲۷۶ گزینه ۳

داریم:



بنابراین:

$$Q_1 = mc_{\text{آب}} \Delta T = 2 \times 4200 \times (100 - 20) = 672000 J = 672 kJ$$

$$Q_2 = mL_V = 1 \times 2268 \times 10^3 = 2268000 J = 2268 kJ$$

حالا زمان موردنیاز را می‌یابیم:

$$\begin{cases} Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \\ Q_{\text{کل}} = P \cdot t \end{cases} \Rightarrow P \cdot t = Q_1 + Q_2 \Rightarrow 2000 t = 2940 \times 10^3 \Rightarrow t = 1470 s = 24.5 min$$

۲۷۷ گزینه ۴ گزینه (۱): در دمای اتاق نفتالین تصعید (تبدیل مستقیم از جامد به گاز) می‌شود.

گزینه (۲): برفک روی شیشه در صبح سرد زمستان از چگالش (تبدیل مستقیم از گاز به جامد) بخار آب ایجاد می‌شود.

گزینه (۳): معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود اما در برخی موارد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می‌انجامد.

۲۷۸ گزینه ۲ نقطه جوش در سطح دریا و θ' نقطه جوش در قله کوه است.

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ \frac{3}{4} Q = mc\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{Q}{\frac{3}{4} Q} = \frac{mc(\theta - 20)}{mc(\theta' - 20)} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\theta - 20}{\theta' - 20}$$

$$\theta_{\text{سطح دریا}} = 100 C \rightarrow \theta' = 80 C \Rightarrow \theta - \theta' = 20 C$$

۲۷۹ گزینه ۳

$$-20 C \xrightarrow{Q_3} 0 C \xrightarrow{Q_4} 40 C \xrightarrow{Q_5}$$

فصل چهار دهم

$$Q_1 = Q_r + Q_f + Q_d = mc_{\text{بخ}} \Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_1 = 0.1[(2100 \times 20) + (340000) + (4200 \times 40)] = 55000 J$$

بخار $100^\circ C \xrightarrow{Q_v} \text{آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_f} \text{آب } 0^\circ C \xrightarrow{Q_r} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_r} -20^\circ C$

$$Q_r = Q_r + Q_f + Q_f + Q_v = 0.1[(2100 \times 20) + (340000) + (4200 \times 100) + (2256000)]$$

$$\Rightarrow Q_r = 305800 J$$

$$\frac{Q_r}{Q_1} = \frac{305800}{55000} = 5.56$$

۲۸۰ گزینه ۴ ابتدا ببینیم یخ $10^\circ C$ - برای رسیدن به بخار آب $120^\circ C$ چه مراحل را طی می کند:

بخار آب $120^\circ C \rightarrow \text{بخار آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_f} \text{آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_r} \text{آب } 0^\circ C \xrightarrow{Q_r} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } 10^\circ C$

در این سوال نسبت $\frac{Q_t}{Q_r}$ از ما خواسته شده است، بنابراین داریم:

$$\frac{Q_t}{Q_r} = \frac{(mc\Delta\theta)_{\text{بخ}} + mL_F + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + mL_V + (mc\Delta\theta)_{\text{بخار}}}{mL_F} \xrightarrow{\substack{L_F=80^\circ C, \text{آب } c, \text{بخار } c, \text{آب } c = \frac{1}{3}c \\ L_V=540^\circ C, \text{آب } c}} \frac{1}{3} \rightarrow mc_{\text{آب}} \text{ همه جمله ها به } mc_{\text{آب}}$$

$$\frac{Q_t}{Q_r} = \frac{5 + 80 + 100 + 540 + 10}{80} \Rightarrow \frac{Q_t}{Q_r} = 9.1875$$

۲۸۱ گزینه ۴ می دانیم که شیب خطها برابر معکوس ظرفیت گرمایی آب، یخ و بخار آب است. از طرفی می دانیم که ظرفیت گرمایی مقدار معینی آب از ظرفیت گرمایی یخ و بخار آب بیشتر است، پس تا اینجا گزینه های «۱» و «۳» نادرست هستند. از طرفی می دانیم که گرمای داده شده به یخ و آب در مراحل ذوب و تبخیر آب به ترتیب Q_1 و Q_2 هستند که $Q_1 < Q_2$ است.

۲۸۲ گزینه ۳ برای این ماده که در فرایند تبخیر سطحی قرار دارد، اندازه گرمای حاصل از تبخیر با گرمای انجماد برابر است.

$$mL_V = m' L_f$$

طبق تساوی و اینکه $L_V > L_f$ می باشد، در نتیجه $m' > m$ خواهد بود. پس $m' - m = 118 g$ است.

$$\Rightarrow m(60 L_f) = (m + 118) L_f \Rightarrow 60m = m + 118 \Rightarrow m = 2 g \Rightarrow m' = 2 + 118 = 120 g$$

در نتیجه $m + m' = 122 g$ خواهد بود.

۲۸۳ گزینه ۳ در اینجا گرمایی که بخار آب از دست می دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود، صرف ذوب یخ می شود.

$$mL_f = 4 \times L_V + 4 \times c \times 100$$

$$336m = \underbrace{4 \times 2268}_{9072} + \underbrace{4 \times 4.2 \times 100}_{1680} \Rightarrow 336m = 10752 \Rightarrow m = \frac{10752}{336} \Rightarrow m = 32 g$$

۲۸۴ گزینه ۳ ابتدا آب 80° به آب 100° تبدیل شده و سپس بخشی از آن بخار می شود:

$$\text{بخار آب } 100^\circ C \rightarrow \text{آب } 100^\circ C \rightarrow \text{آب } 20^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta + \underbrace{m' L_v}_{\substack{\text{جرم آب} \\ \text{بخار شده}}}$$

$$651 kJ = (1 \times 4.2 \frac{kJ}{kg \cdot K} \times 20) + (m' \times 2268 \frac{kJ}{kg}) \rightarrow 651 = 84 + 2268 m' \rightarrow 2268 m' = 567 \rightarrow m' = \frac{1}{4} kg = 250 g$$

جرم آب بخار شده $250 g$

۲۸۵ گزینه ۲ فقط مورد الف غلط می باشد.

علت غلط بودن مورد الف - جامدهای بی شکل مانند شیشه و قیر نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند. این مواد در گستره ای از دما به تدریج ذوب می شوند.

۲۸۶ گزینه ۱ گزینه ۲: در ارتفاعات تخم مرغ دیرتر پخته می شود. زیرا با افزایش ارتفاع، فشار کاهش یافته و نقطه جوش آب پایین می آید.

گزینه ۳: افزایش ناخالصی نقطه جوش را افزایش می دهد.

گزینه ۴: نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

۲۸۷ گزینه ۱ افزایش فشار در سطح مایع باعث می شود که مولکول های کمتری بتوانند از سطح مایع فرار کنند. برای مثال آهنگ تبخیر سطحی یک مایع در قله یک کوه مرتفع بیشتر از آهنگ تبخیر سطحی در سطح دریا است؛ چون فشار هوا در قله کوه کمتر است.

۲۸۸ گزینه ۴ درستی گزینه «۱»:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta = \frac{9}{5} \times 10 = 18$$

درستی گزینه «۲»، الکل برای تبخیر از پوست گرما می گیرد.

درستی گزینه «۳»، افزایش فشار، نقطه ذوب بیشتر جامدات را بالا می برد.

درستی گزینه «۴»، علت استفاده از زودپز یا پمپ در نیروگاه اتمی افزایش فشار و افزایش نقطه جوش آب است.

۲۸۹ گزینه ۳ گرمای ویژه از ویژگی‌های اجسام است و به جنس ماده و دمای آن بستگی دارد. ظرفیت گرمایی حاصل ضرب جرم جسم در گرمای ویژه ماده سازنده جسم است. بنابراین نمی‌توان با داشتن ظرفیت گرمایی یک جسم و دمای آن نوع ماده سازنده آن را مشخص نمود.

۲۹۰ گزینه ۲

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} \rightarrow \begin{cases} m = ? \\ c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}} \\ \Delta\theta_{\text{یخ}} = 0 - (-20) = 20^\circ C \\ L_F = 80 c_{\text{آب}} \\ \Delta\theta_{\text{آب}} = 40 - 0 = 40^\circ C \end{cases}$$

$$Q_1 = mc_{\text{آب}} \left(\frac{1}{2} \times 20 + 80 + 40 \right) = 130 mc_{\text{آب}}$$

$$Q_2 = m' c_{\text{آب}} \Delta\theta' + m' L_V \rightarrow \begin{cases} L_V = 540 c_{\text{آب}} \\ Q_2 = 130 mc_{\text{آب}} \\ \Delta\theta' = 200 - 80 = 120^\circ C \\ m' = \frac{1575}{300} \end{cases}$$

$$130 m \cancel{c_{\text{آب}}} = \frac{1575}{300 \cancel{c_{\text{آب}}}} \times \cancel{c_{\text{آب}}} \times 120 + \frac{1575}{300 \cancel{c_{\text{آب}}}} \times 540 \cancel{c_{\text{آب}}}$$

$$130 m = 630 + 2835 \rightarrow 130 m = 3465 \rightarrow m = \frac{3465}{130}$$

$$m = \frac{693}{26}$$

۲۹۱ گزینه ۴ بررسی عبارات:

(الف) درست- در شب‌ها، زمین ساحل سردتر از آب دریا است، پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.

(ب) درست- در همرفت برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما همراه با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد.

(ج) درست- در فلزات علاوه بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد در انتقال گرما نیز نقش دارند و نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بسیار قوی‌تری هستند. الکترون‌ها کوچک هستند و به سرعت حرکت می‌کنند. در برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرمایی می‌شوند.

(د) درست- تابش گرمایی از سطح علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی، رنگ سطح آن جسم نیز بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان تابش گرمایی کمتری دارند.

۲۹۲ گزینه ۳ بررسی عبارت‌ها:

(الف) درست.

(ب) درست.

(ج) نادرست. در رسانش گرمایی فلزات نقش اصلی را الکترون‌های آزاد ایفا می‌کنند.

(د) درست.

۲۹۳ گزینه ۳ انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای خوبی برای گرما نیستند، عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده، انجام می‌گیرد که این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد.

۲۹۴ گزینه ۱ در رسانش گرمایی فلزات علاوه بر ارتعاش اتم‌ها، حرکت الکترون‌های آزاد نیز نقش مهمی در رسانش دارند.

۲۹۵ گزینه ۳ موارد الف، ب، ت و ج نمونه‌هایی از همرفت طبیعی و موارد پ و ث نمونه‌هایی از همرفت واداشته است.

۲۹۶ گزینه ۴ گزینه (۱): تف‌سنج برخلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد.

گزینه (۲): تف‌سنج نوری به عنوان دماسنج معیار انتخاب شده است.

گزینه (۳): اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی را تف‌سنجی می‌نامند.

۲۹۷ گزینه ۲ موارد (ج) و (د) درست و موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشد.

دلیل نادرستی عبارات:

(الف) در فلزات علاوه بر الکترون‌های آزاد، ارتعاش‌های اتمی نیز در انتقال گرما نقش دارند.

(ب) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن از طریق پدیده همرفت طبیعی صورت می‌گیرد.

۲۹۸ گزینه ۴ جملات الف و ب صحیح‌اند.

بررسی سایر جملات:

جمله (پ) نادرست است؛ زیرا این اتفاق در شب رخ می‌دهد.

جمله (ت) نادرست است؛ زیرا در پدیدهٔ همرفت، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد؛ بنابراین در خلأ همرفت رخ نمی‌دهد.

۲۹۹ گزینه ۱ احساس این‌که جسم چقدر سرد است، به آهنگ رسانش گرما از دست شخص بستگی دارد. فلز، رسانندهٔ گرمایی بهتری نسبت به چوب است و در نتیجه گرما از دست با آهنگ بیشتری به لوله فلزی شارش می‌کند که موجب می‌شود لوله سردتر به نظر برسد. پس گزینه «۱» صحیح است.

۳۰۰ گزینه ۴ تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه‌بر دما به مساحت، میزان میقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد.