



علیرضا ایدل خانی

۱- درون چاله‌ای $2168g$ آب $50^\circ C$ وجود دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی m_1 گرم آب بخار شده و مابقی آب دچار کاهش دما گردد دمای نهایی آب درون چاله $46^\circ C$ می‌شود، m_1 کدام گزینه زیر برحسب گرم است؟ ($L_v = 1080c$ و تعادل انرژی با محیط نداریم).

- ۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۲- با نصف کردن دما در مقیاس سلسیوس، دما در مقیاس کلونین ۲ برابر می‌شود. تغییرات دما برحسب فارنهایت کدام است؟

- ۱) ۹۱ ۲) ۱۶۸٫۵ ۳) ۱۶۳٫۸ ۴) ۱۷۸٫۵

۳- اگر گرمای نهان تبخیر آب در دمای $80^\circ C$ برابر $L_v = 2268 \frac{J}{g}$ باشد، ۸ گرم بخار آب $80^\circ C$ حداکثر چند گرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند؟

$$c_{\text{آب}} = 4,2 \frac{J}{g^\circ C}, L_f = 336 \frac{J}{g}$$

- ۱) ۲۶ ۲) ۱۴ ۳) ۶۲ ۴) ۸

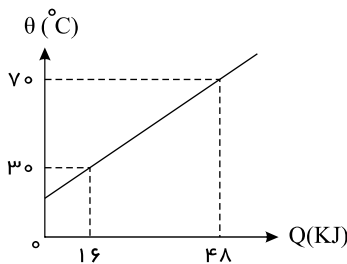
۴- مایع A با دمای $35^\circ C$ و چگالی ρ_A را با مایع B با دمای $22^\circ C$ و چگالی ρ_B مخلوط می‌کنیم و پس از تبادل گرمایی دمای تعادل $23^\circ C$ می‌شود. اگر حجم مایع B دو برابر حجم مایع A باشد، نسبت $\frac{\rho_A}{\rho_B}$ کدام است؟ ($c_B = 1200 \frac{J}{kg \cdot K}$ و $c_A = 800 \frac{J}{kg \cdot K}$ فرض کنید چگالی مایع همواره ثابت است).

- ۱) ۴ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

۵- یک گرمکن با توان مصرفی $2400W$ در مدت ۱۲ دقیقه‌ای به بازده ۵۰ درصد می‌رسد Q مفید این گرمکن کدام است؟

- ۱) ۸۶۴۰۰۰ ۲) ۱۷۲۸۰۰۰ ۳) ۸۶۴۰۰ ۴) ۱۷۲۸۰

۶- در نمودار شکل مقابل، دمای جسمی به جرم $4kg$ برحسب گرمای داده شده به آن رسم شده است. دمای اولیه این جسم چند درجه سلسیوس است؟ (اتلاف انرژی نداریم).



- ۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۷- در ظرف عایقی، ۲۰ گرم یخ $-20^\circ C$ و m گرم آب $60^\circ C$ می‌ریزیم. اگر پس از تبادل حرارتی تنها آب $30^\circ C$ باقی بماند، m چند گرم است؟ ($C_{\text{آب}} = 4,2 \frac{J}{g^\circ C}$ و $C_{\text{یخ}} = 2,1 \frac{J}{g^\circ C}$ و تبادل گرمایی بین آب و یخ انجام می‌شود).

- ۱) ۴۳ ۲) ۵۸ ۳) ۸۰ ۴) ۹۶

۸- ۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس (نقطه ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و دمای آب حاصل را به $50^\circ C$ درجه فارنهایت برساند؟ ($L_f = 336 \frac{J}{g}$, $c_{\text{آب}} = 4,2 \frac{J}{g^\circ C}$)

- ۱) ۱۰۹۲۰ ۲) ۹۰۵۰ ۳) ۸۱۹۰ ۴) ۷۵۶۰



۹- به مقداری یخ صفر درجه سلسیوس در فشار 1 atm ، گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای 20°C درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده

شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟ $(c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, L_r = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

- ۹۰ (۱) ۸۰ (۲) ۸۵ (۳) ۷۵ (۴)

۱۰- m_1 گرم آب 30°C را با m_2 گرم آب 80°C مخلوط کرده‌ایم. اگر دمای نهایی مجموعه 40°C شود، $\frac{m_1}{m_2}$ برابر است با:

- ۷ (۱) ۴ (۲) ۱۲ (۳) $\frac{12}{7}$ (۴)

۱۱- چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

(الف) دماسنج ترموکوپل یکی از دماسنج‌های معیار است.

(ب) کمیت دماسنجی در دماسنج‌های الکلی و جیوه‌ای، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است.

(پ) دماسنج نواری دو فلزی (بی‌متال) در مدت زمان معین بیشینه و کمینه دما را نشان می‌دهد.

(ت) کمیت دماسنجی دماسنج ترموکوپل، ولتاژ است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۲- یک گرمکن الکتریکی در مدت 10 دقیقه دمای 2 kg آب را از 5°C به 15°C می‌رساند. اگر نسبت گرمای ویژه روغن به گرمای ویژه آب، $\frac{1}{2}$

باشد، این گرم‌کن در چند دقیقه دمای 500 گرم روغن را از 10°C به 30°C می‌رساند؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید).

- ۲٫۵ (۱) ۵ (۲) ۷ (۳) ۱۲ (۴)

۱۳- اگر یک کیلوگرم از مایع A با دمای اولیه 50°C و 2 کیلوگرم از مایع B با دمای اولیه 50°C را درون ظرفی با ظرفیت گرمایی ناچیز بریزیم. تبادل گرمایی فقط بین مایع A و B انجام می‌شود و دمای تعادل برابر 20°C می‌شود. اگر 2 کیلوگرم از مایع A و 4 کیلوگرم از مایع B را درون ظرفی می‌ریختیم، دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شد؟

- ۱۵ (۱) ۲۰ (۲) ۳۵ (۳) ۶۰ (۴)

۱۴- $12,6$ کیلوژول گرما لازم است تا دمای نیم کیلوگرم شیشه به اندازه 30°C افزایش یابد. در چند ثانیه اگر با توان ثابت 210 W به 2 کیلوگرم از این شیشه گرما دهیم می‌توانیم دمای آن را 5°C بالا ببریم؟

- ۴ (۱) ۴۰ (۲) ۸ (۳) ۸۰ (۴)

۱۵- 20 کیلوگرم آب با دمای 80°C را با چند کیلوگرم آب با دمای 20°C مخلوط کنیم تا دمای تعادل مجموعه 40°C شود؟ (۴۰ درصد گرمایی که جسم با دمای بیشتر از دست می‌دهد، به محیط بیرون داده می‌شود).

- ۴۰ (۱) ۳۶ (۲) ۳۲ (۳) ۲۴ (۴)

۱۶- دمای جسمی 52°C است و دمای این جسم را برحسب کلونین با T نمایش می‌دهیم. اگر دمای جسمی دیگر $7,5^\circ \text{C}$ باشد و دمای آن را برحسب درجه فارنهایت با F نشان دهیم، نسبت $\frac{F}{T}$ کدام است؟

- ۰٫۱۰ (۱) ۰٫۱۴ (۲) ۰٫۱۸ (۳) ۰٫۲۵ (۴)

۱۷- گرمای ویژه آب $4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ است. چند کیلوژول گرما به یک کیلوگرم آب بدهیم تا دمای آن 9 درجه فارنهایت افزایش یابد؟

- ۱۸٫۹ (۱) ۲۱ (۲) ۳۷٫۸ (۳) ۴۲ (۴)



۱۸- در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، $\frac{1}{3}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می ماند. جرم اولیه قطعه یخ چند گرم بوده است؟ ($L_f = 336000 \text{ J/kg}$ و $C_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot K$)

۶۰۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

 $\frac{800}{3}$ (۲)

۲۰۰ (۱)

۱۹- اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه سلسیوس از دست می دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می شود؟

($C_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot K$ و $L_f = 336000 \text{ J/kg}$)

۴۵ (۴)

۵۰ (۳)

۴۵۰ (۲)

۵۰۰ (۱)

۲۰- به دو جسم هم حجم A و B گرمای مساوی داده ایم. اگر گرمای ویژه A دو برابر گرمای ویژه B و همچنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟

۴ (۴)

۱ (۳)

 $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۱)



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴

$$|Q_{\text{تغییر دما}}| = |Q_{\text{تغییر سطحی}}|$$

$$m_1 L_v = m_p c \Delta \theta \rightarrow \begin{cases} L_v = 1080c \\ m_p = 2168 - m_1 \\ |\Delta \theta| = 4^\circ C \end{cases}$$

$$m_1 \times 1080c = (2168 - m_1) \times c \times 4 \rightarrow m_1 = 8g$$

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

$$T_p = 2T_1 \rightarrow \theta_p + 273 = 2(\theta_1 + 273) \xrightarrow{\theta_p = \frac{1}{2}\theta_1} \frac{1}{2}\theta_1 + 273 = 2\theta_1 + 546 \rightarrow \theta_1 = -182^\circ C, \theta_p = -91^\circ C$$

$$\rightarrow \begin{cases} \Delta \theta = \theta_p - \theta_1 = -91 - (-182) = 91^\circ C \\ \Delta F = \frac{1}{2}\Delta \theta \rightarrow \Delta F = \frac{1}{2} \times 91 = 163.8 \end{cases}$$

۳ - گزینه ۳

$$-mL_v + mc\Delta\theta + m'L_f = 0$$

$$-8 \times 2268 + 8 \times 4.2 \times (0 - 80) + m' \times 336 = 0$$

$$-18144 - 2688 + 336m' = 0$$

$$336m' = 20832 \rightarrow m' = 62g$$

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

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

$$\rightarrow \rho_A V_A \times 800 \times (23 - 35) + \rho_B V_B \times 1200 \times (23 - 22) = 0 \xrightarrow{V_B=2V_A} -9600\rho_A V_A = -\rho_B \times 2V_A \times 1200 \rightarrow -9600\rho_A \cancel{V_A} = -2400\rho_B \cancel{V_A}$$

$$\rightarrow 9600\rho_A = 2400\rho_B \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{2400}{9600} = \frac{1}{4}$$

۵ - گزینه ۱

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

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

۶ - گزینه ۱

$$Q = 48 - 16 = 32 kJ \rightarrow \Delta\theta = 70 - 30 = 40^\circ C \rightarrow Q = mc\Delta\theta \rightarrow 32000 = 4 \times c \times 40 \rightarrow C = 200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \rightarrow Q = mc\Delta\theta$$

$$\rightarrow 16000 = 4 \times 200 \times (30 - \theta_0) \rightarrow \theta_0 = 10^\circ C$$

۷ - گزینه ۳

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

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

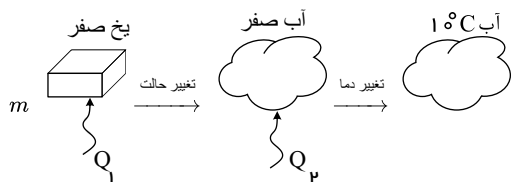
$$\rightarrow 20 \times 10^{-3} \times 2100 \times (0 - (-20)) + 20 \times 10^{-3} \times 336000 + 20 \times 10^{-3} \times 4200 \times (3000) + m \times 4200 \times (30 - 60) = 0$$

$$\rightarrow 840 + 6720 + 2520 - 126000m = 0 \rightarrow 10080 = 126000m \rightarrow m = 0.08 kg = 80g$$

۸ - گزینه ۴ گام اول: تبدیل دمای درجه فارنهایت به درجه سلسیوس:

$$F_{\circ} = \frac{9}{5}\theta_{\circ} + 32 \rightarrow 50^\circ F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow \theta = 10^\circ C$$

گام دوم: یخ صفر درجه سلسیوس ابتدا با گرفتن گرمای Q_1 به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شده سپس آب صفر درجه سلسیوس به آب $10^\circ C$ (با گرفتن گرمای Q_2) تبدیل می‌شود:





$$Q_1 = mL_F = 20 \text{ g} \times \frac{336 \text{ J}}{\text{g}} = 6720 \text{ J}$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 20 \text{ g} \times 4,20 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times (10 - 0)^\circ\text{C} = 840 \text{ J}$$

$$Q = 6720 + 840 = 7560 \text{ J}$$

۹ - گزینه ۲ توجه: دقت کنیم که: $336000 = 80 \times 4200$

$$Q_1 = mL_F = m \times 336000 = 80 \times 4200 \times m$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = m \times 4200 \times 20$$

مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ صفر به آب صفر Q_1

کل گرمای داده شده به یخ صفر تا به آب 20°C تبدیل شود. $Q_1 + Q_2$

$$\text{درصد خوانسته شده} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} = \frac{80 \times \frac{336000}{m}}{(80 + 20) \times \frac{4200}{m}} = \frac{80}{100} = 0,8 \rightarrow 0,8 \times 100 = 80\%$$

۱۰ - گزینه ۲ گرمای ویژه آب یکی است:

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

۱۱ - 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 (پیرومتر) از مجموع دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد. (نادرست)

پ) دماسنج بیشینه - کمینه در مدت زمان معین بیشینه و کمینه دما را نشان می‌دهد. (نادرست)

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

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

$$\text{روغن (ماده ۲)} : \begin{cases} m_2 = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg} \\ t_2 = ? \\ \Delta\theta_2 = 30 - 10 = 20^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{P_2 \times t_2}{P_1 \times t_1} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{t_2}{t_1} \times \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} = \frac{t_2}{t_1} \rightarrow \frac{0,5}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{20}{10} = \frac{t_2}{600} \rightarrow t_2 = 150 \text{ s} = 2,5 \text{ min}$$

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

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 = |Q_2| \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B |\Delta\theta_B| \Rightarrow 1 \times c_A \times (20 - 5) = 2 \times c_B \times |(20 - 50)| \Rightarrow 15c_A = 2c_B \times 30 \Rightarrow c_A = 4c_B$$

در حالت دوم داریم:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow 2 \times c_A \times (\theta_e - 5) = 4 \times c_B \times |(50 - \theta_e)| \xrightarrow{c_A = 4c_B} \Rightarrow 2 \times 4c_B \times (\theta_e - 5) = 4c_B \times (50 - \theta_e) \Rightarrow 2\theta_e - 10 = 50 - \theta_e \Rightarrow 3\theta_e = 60 \Rightarrow \theta_e = 20^\circ\text{C}$$

۱۴ - گزینه ۲

$$\text{گام اول: } Q = mc\Delta\theta \rightarrow 12,6 \text{ kJ} = 0,5 \text{ kg} \times c \times 30^\circ\text{C} \rightarrow c = \frac{12600 \text{ J}}{15 \text{ kg}^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow c = \frac{840 \text{ J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$\text{گام دوم: } P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt = mc\Delta\theta \rightarrow 210 \text{ t} = 2 \times 840 \times 5$$

$$\Rightarrow t = \frac{8400}{210} = 40 \text{ s} \Rightarrow t = 40 \text{ s}$$

۱۵ - گزینه ۴ گام اول: آب با دمای بیشتر را (m_2 و θ_2) و آب با دمای کمتر را (m_1 و θ_1) نام گذاری می‌کنیم: ($\theta_2 > \theta_1$)

$$\frac{60}{100} Q_2 + Q_1 = 0 \Rightarrow \frac{3}{5} m_2 c_2 \Delta\theta_2 + m_1 c_1 \Delta\theta_1 = 0 \rightarrow \frac{3}{5} (20)(40 - 80) + m_1 (40 - 20) = 0 \Rightarrow m_1 = \frac{48}{2} = 24 \text{ kg} \Rightarrow m_1 = 24 \text{ kg}$$

۱۶ - گزینه ۲ طبق رابطه درجه فارنهایت و کلوین و سلسیوس داریم:

$$T = 273 + \theta \rightarrow T = 273 + 52 = 325$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow F = \frac{9}{5} \times 7,5 + 32 = 45,5$$

$$\frac{F}{T} = \frac{45,5}{325} = 0,14$$



$$F = 1,8\theta + 32 \rightarrow \Delta F = 1,8\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta F}{1,8} \rightarrow \Delta\theta = \frac{9}{1,8} = 5^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 4200 \times 5 = 21000 J = 21 (kJ)$$

۱۸ - گزینه ۳ چون در نهایت یخ صفر درجه هم باقی مانده بنابراین دمای تعادل صفر درجهٔ سلسیوس خواهد بود. گرمایی که آب $20^\circ C$ هنگام تبدیل به آب صفر درجه از دست می‌دهد سبب

ذوب $\frac{2}{3}$ گرم قطعه یخ صفر درجه خواهد شد. بنابراین:

$$0,8 \times 4200 \times 20 = \frac{2}{3} m \times 336000 \Rightarrow 0,8 \times 21 \times 2 = 112m \Rightarrow m = 0,3 kg = 300g$$

$$Q = \frac{9}{10} (mC_{\text{آب}} \Delta\theta) = \frac{9}{10} \times \frac{8}{10} \times 4200 \times 50 = 151200 J$$

$$151200 J = mL_F = m \times 336000 \rightarrow m = \frac{151200}{336000} = 0,45 kg = 450g$$

۴۵۰g یخ صفر را می‌تواند ذوب کند.

$$\rho_A = 2\rho_B \xrightarrow[m=\rho V]{V_A=V_B} m_A = 2m_B$$

$$Q_A = Q_B$$

$$m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

$$2m_B \times 2c_B \times \Delta\theta_A = m_B \times c_B \times \Delta\theta_B$$

$$4\Delta\theta_A = \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{4}$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴

۴ - ۲

۷ - ۳

۱۰ - ۲

۱۳ - ۲

۱۶ - ۲

۱۹ - ۲

۲ - ۳

۵ - ۱

۸ - ۴

۱۱ - ۲

۱۴ - ۲

۱۷ - ۲

۲۰ - ۱

۳ - ۳

۶ - ۱

۹ - ۲

۱۲ - ۱

۱۵ - ۴

۱۸ - ۳