نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک۳ فصل۴

۱ یک گلوله‌ی فلزی به جرم ۵۰ گرم با سرعت افقی $۲۰۰\ \frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۶۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود، دمای گلوله چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟ (گرمای ویژه‌ی فلز $۴۰۰\ \frac{J}{\text{kg}.K}$ است.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی جنبشی گلوله در لحظه‌ی برخورد با قطعه‌ی چوب برابر است با:

$$K = \frac{۱}{۲}\text{mv}^۲ \Rightarrow K = \frac{۱}{۲}\times\frac{۵۰}{۱۰۰۰}\times(۲۰۰)^۲ \Rightarrow K = ۱۰۰۰\text{J}$$

طبق صورت سؤال $\%۶۰$ انرژی جنبشی صرف گرم کردن گلوله شده است، بنابراین:

$$Q = \text{mc}\Delta\theta \xrightarrow{Q=\frac{۶۰}{۱۰۰}\times۱۰۰۰=۶۰۰\text{J}} ۶۰۰ = \frac{۵۰}{۱۰۰۰}\times۴۰۰\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۳۰^\circ C$$

۲ جرم جسم A، ۲ برابر جرم جسم B و ظرفیت گرمایی آن ۳ برابر ظرفیت گرمایی جسم B است. به جسم B چند برابر جسم A باید گرما دهیم، تا دمای هر دو به یک اندازه افزایش یابد؟

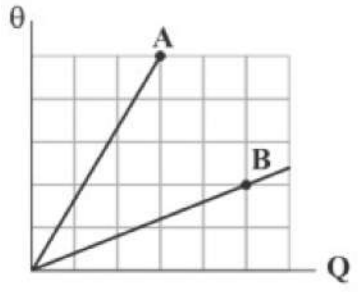
۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۶}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطهٔ $Q = \text{mc}\Delta\theta = \text{C}\Delta\theta$ و با توجه به این‌که $\Delta\theta_A = \Delta\theta_B$ است، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q_A = C_A\Delta\theta_A \\ Q_B = C_B\Delta\theta_B \end{cases} \xrightarrow[\text{تقسیم می کنیم}]{\text{دو رابطه را به هم}} \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

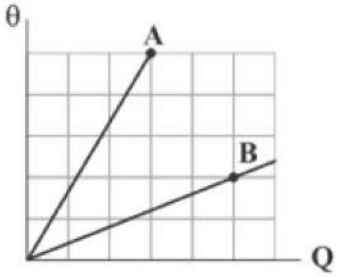
$$\xrightarrow[C_A=۳C_B]{\Delta\theta_A=\Delta\theta_B} \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{۳C_B}{C_B}\times۱ \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = ۳ \Rightarrow Q_B = \frac{۱}{۳}Q_A$$

۳ نمودار تغییرات دمای دو کره‌ی توپر A و B برحسب گرمای داده‌شده به آن‌ها مطابق شکل است. اگر چگالی کره‌ی A، ۲۰ درصد کم‌تر از چگالی کره‌ی B باشد و گرمای ویژه‌ی B، ۷۰ درصد کم‌تر از گرمای ویژه‌ی A باشد، حجم کره‌ی B چند برابر حجم کره‌ی A است؟



۱) $\frac{۹}{۱۰۰}$ ۲) $\frac{۱۰۰}{۹}$ ۳) $\frac{۱۰}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۱۰}$

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شیب نمودار دما برحسب گرمای داده‌شده به یک جسم، برابر عکس ظرفیت گرمایی آن است، بنابراین با کمک نمودار داده‌شده می‌توانیم نسبت ظرفیت گرمایی دو جسم را محاسبه کنیم.



$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{\text{شیب نمودار } B}{\text{شیب نمودار } A} = \frac{\frac{۲}{۵}}{\frac{۵}{۳}} = \frac{۶}{۲۵}$$

در ادامه می‌توان نوشت:

$$C = \mathrm{mc} = \rho \mathrm{Vc} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{c_A}{c_B}$$

$$\Rightarrow \frac{۶}{۲۵} = ۰/۸ \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{۱}{۰۳} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۹}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{۱۰۰}{۹}$$

۴ دو گوی A و B هم‌جنس در اختیار داریم که قطر ظاهری هر دو گوی برابر d و یکی از آن‌ها توپر و دیگری توخالی است. اگر به هر دو گوی گرمای یکسانی بدهیم، افزایش دمای گوی B، $\frac{۷}{۸}$ افزایش دمای گوی A است، در این‌صورت گوی ..... توخالی بوده و قطر داخلی آن ..... است.

۱) گوی B - $\frac{d}{۲}$ ۲) گوی B - $\frac{d}{۴}$ ۳) گوی A - $\frac{d}{۲}$ ۴) گوی A - $\frac{d}{۴}$

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

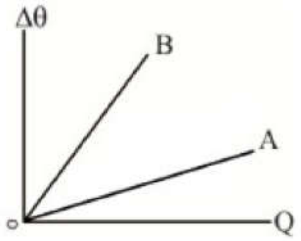
گویی که توخالی بوده، جرم کم‌تری داشته و با گرفتن گرمای یکسان، دمای آن بیش‌تر افزایش می‌یابد، پس گوی A توخالی است.

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c\Delta\theta_A = m_B c\Delta\theta_B \xrightarrow[m=\rho V]{\Delta\theta_B=\frac{۷}{۸}\Delta\theta_A} \rho V_A = \frac{۷}{۸}\rho V_B$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{۳}{۴}V_B \Rightarrow \frac{۴}{۳}\pi\left(\left(\frac{d}{۲}\right)^۳ - \left(\frac{d'}{۲}\right)^۳\right) = \frac{۷}{۸}\left(\frac{۴}{۳}\pi\left(\frac{d}{۲}\right)^۳\right)$$

$$\Rightarrow \frac{d^۳}{۸} - \frac{d'^۳}{۸} = \frac{۷}{۸}\times\frac{۳}{۸} \Rightarrow d^۳ - d'^۳ = \frac{۷}{۸}d^۳ \Rightarrow d'^۳ = \frac{d^۳}{۸} \Rightarrow d' = \frac{d}{۲}$$

۵ نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به دو جسم A و B به صورت مقابل است. شیب خط A، $\frac{۲}{۵}$ برابر شیب خط B است. اگر گرمای داده شده به جسم A، ۲ برابر گرمای داده شده بر جسم B باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$ کدام است؟

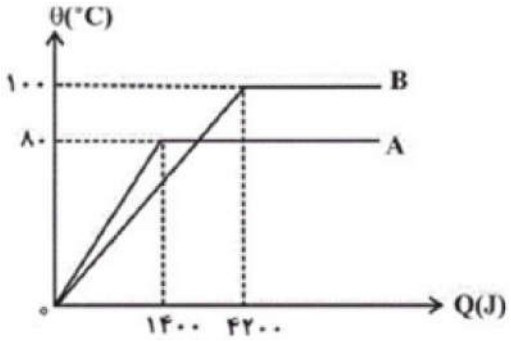


۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به کمک $Q = C\Delta\theta$، شیب نمودار $\Delta\theta - Q$، معرف وارون ظرفیت گرمایی است:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{۵}{۲} \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow ۲ = \frac{۵}{۲}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{۴}{۵}$$

۶ نمودار شکل زیر، مربوط به تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به دو مایع هم جرم A و B است. گرمای ویژهٔ مایع A چند برابر گرمای ویژهٔ مایع B است؟



۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۱۲}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) ۱

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وقتی گرمای داده شده به ماده سبب تغییر دمای آن می‌شود، حالت ماده تغییر نمی‌کند و می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow \frac{۱۴۰۰}{۴۲۰۰} = ۱ \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{۸۰ - ۰}{۱۰۰ - ۰} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{۵}{۱۲}$$

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

۷ اگر جرم جسمی را نصف کنیم، به ترتیب از راست به چپ، گرمای ویژه و گرمای ویژه‌ی مولی آن چند برابر می‌شوند؟

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

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمای ویژه و گرمای ویژه‌ی مولی تنها به جنس جسم و دما بستگی دارند و با تغییر جرم، تغییری نمی‌کنند.

۸ یک گرم‌کن ۵۰۰ واتی در مدت ۳ دقیقه، دمای ۴۰۰ گرم آب را همراه با ظرف آن از $۲۰^\circ C$ به $۶۰^\circ C$ می‌رساند. با فرض آنکه ۲۰ درصد گرمای تولیدشده توسط دستگاه از ظرف خارج شود، ظرفیت گرمایی ظرف، چند ژول بر کلوین است؟ $\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{\mathrm{kg}.K}\right)$

۱) ۴۸۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۵۶۰

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

چون ۲۰ درصد گرما از ظرف خارج می‌شود، ۸۰ درصد آن به ظرف و محتویات آن داده می‌شود.

$$Q = ۰/۸\,\mathrm{Pt} = ۰/۸ \times ۵۰۰ \times (۳ \times ۶۰) = ۴۰۰ \times ۱۸۰ = ۷/۲ \times ۱۰^۴\ J$$

$$Q = \mathrm{mc}\Delta\theta + \mathrm{C}\Delta\theta = ۴۰۰ \times ۴/۲ \times ۴۰ + ۴۰\mathrm{C} = ۷/۲ \times ۱۰^۴$$

$$\Rightarrow C + ۱۶۸۰ = \frac{۷/۲ \times ۱۰^۴}{۴۰} \Rightarrow C = ۱۸۰۰ - ۱۶۸۰ = ۱۲۰ \frac{J}{K}$$

۹) با گرمای حاصل از تبدیل ۱۰ گرم بخار آب $100^\circ C$ به آب $0^\circ C$ در فشار یک اتمسفر، حداکثر می‌توان چند گرم یخ $0^\circ C$ را ذوب کرد؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید، $L_V = 2268 \frac{kJ}{kg}$، $L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ و $c_{آب} = 4/2 \frac{kJ}{kg.^\circ C}$)

۱) ۵۰ ۲) ۸۰ ۳) ۰/۰۶ ۴) ۰/۰۹

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تبدیل بخار آب $100^\circ C$ به آب $0^\circ C$ فرایندی دو مرحله‌ای و گرماده است که از گرمای حاصل از آن می‌خواهیم برای فرایند گرماگیر ذوب یخ استفاده کنیم:

$$100^\circ C \text{ بخار آب} \xrightarrow{Q_1} 100^\circ C \text{ آب} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \text{ آب}$$

$$\left.\begin{array}{l} Q_1 = -mL_V = -0/01 \times 2268 = -22/68\,kJ \\ Q_2 = mc_{آب}\Delta\theta = 0/01 \times 4/2 \times (0-100) = -4/2\,kJ \end{array}\right\} \Rightarrow |Q| = |Q_1 + Q_2|$$
$$= 22/68 + 4/2 = 26/88\,kJ$$

حال از مقدار گرمای بالا برای ذوب یخ استفاده می‌کنیم:

$$Q = mL_F \Rightarrow 26/88 = m \times 336 \Rightarrow m = \frac{26/88}{336} = 0/08kg = 80g$$

۱۰) برای آن‌که ۲۰۰ گرم یخ $-30^\circ C$ را به آب $50^\circ C$ تبدیل کنیم. چند کیلوژول گرما باید به آن دهیم؟ (گرمای ویژه‌ی آب و یخ به‌ترتیب $4200 \frac{J}{kg.^\circ C}$ و $2100 \frac{J}{kg.^\circ C}$ و گرمای نهان ذوب یخ $L_f = 336 \frac{kJ}{kg}$ است.)

۱) ۸۴/۶ ۲) ۲۱۸/۲ ۳) ۵۶/۳ ۴) ۱۲۱/۸

پاسخ: ۴) گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{یخ } -30^\circ C \xrightarrow[Q_1]{} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow[Q_2]{} \text{آب } 0^\circ C \xrightarrow[Q_3]{} \text{آب } 50^\circ C$$

$$\left.\begin{array}{l} Q_1 = mc\Delta\theta = 0/2 \times 2100 \times 30 = 12600J \\ Q_2 = mL_f = 0/2 \times 336000 = 67200J \\ Q_3 = mc\Delta\theta = 0/2 \times 4200 \times 50 = 42000J \end{array}\right\} \Rightarrow Q_T = 121800J = 121/8\,kJ$$

۱۱ به دو جسم A و B مقدار یکسانی گرما می‌دهیم. دمای جسم A بیش از دمای جسم B افزایش می‌یابد. در این صورت الزاماً .....

۱ گرمای ویژهٔ جسم A از گرمای ویژهٔ جسم B بیشتر است.

۲ جرم جسم A از جرم جسم B کمتر است.

۳ ظرفیت گرمایی جسم A از ظرفیت گرمایی جسم B کمتر است.

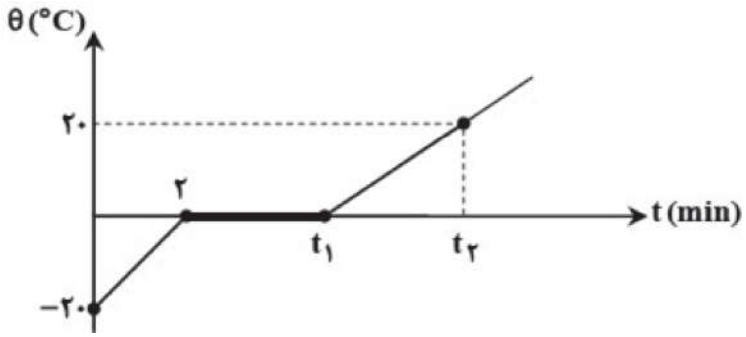
۴ گرمای ویژهٔ جسم B از گرمای ویژهٔ جسم A بیشتر است.

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطهٔ $Q = C\Delta\theta$ وقتی مقدار مساوی گرما، دمای جسم A را بیشتر بالا می‌برد، می‌توان با اطمینان گفت $C_A < C_B$ است.

$$Q_A = Q_B \Rightarrow \begin{cases} C_A\Delta\theta_A = C_B\Delta\theta_B \\ \Delta\theta_A > \Delta\theta_B \end{cases} \Rightarrow C_A < C_B$$

۱۲ اگر با توان ثابت به مقداری یخ $-۲۰^\circ C$ گرما بدهیم، نمودار دما بر حسب زمان به‌صورت مقابل خواهد بود. زمان‌های $t_۱$ و $t_۲$ برحسب دقیقه کدام هستند؟

$(\frac{L_f}{c_{\text{آب}}} = ۸۰^\circ C$ و $c_{\text{یخ}} = ۲c_{\text{آب}})$



۱ $t_۱ = ۱۸\,\text{min}, t_۲ = ۲۲\,\text{min}$

۲ $t_۱ = ۱۶\,\text{min}, t_۲ = ۲۰\,\text{min}$

۳ $t_۱ = ۱۸\,\text{min}, t_۲ = ۲۰\,\text{min}$

۴ $t_۱ = ۱۶\,\text{min}, t_۲ = ۲۲\,\text{min}$

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$-۲۰^\circ c \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۱} ۰^\circ \xrightarrow{Q_۲} ۰^\circ \text{ آب} \xrightarrow{Q_۳} ۲۰^\circ C \text{ آب}$$

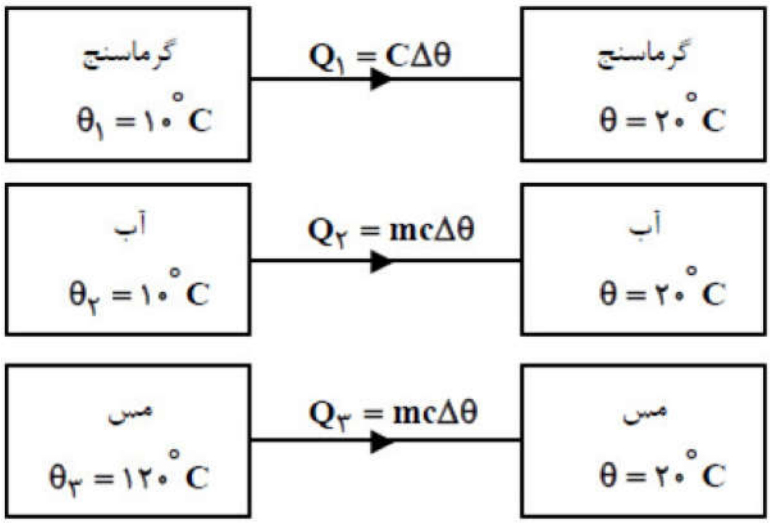
$$\left.\begin{aligned} Q &= \text{mc}\,\Delta\theta = ۲۰\,\text{mc} \\ Q_۲ &= mL_f = m\times ۸۰\times ۲c = ۱۶۰\,\text{mc} \\ q_۳ &= \text{mc}'\Delta\theta = m(۲c)\times ۲۰ = ۴۰\,\text{mc} \end{aligned}\right\} \Rightarrow Q_۲ = ۸Q_۱\ , Q_۳ = ۲Q_۱$$

$$Q = P.\Delta\text{t}\ , P: \text{ثابت} \begin{cases} \Delta\text{t}_۲ = ۸\Delta t_۱ = ۱۶\text{min} \Rightarrow t_۱ = ۱۸\,\text{min} \\ \Delta t_۳ = ۲\Delta\text{t}_۱ = ۴\text{min} \Rightarrow t_۲ = ۲۲\,\text{min} \end{cases}$$

۱۳ درون گرماسنجی با ظرفیت گرمایی $۱۵۰\frac{J}{^\circ C}$ مقدار $۰/۵\ \text{kg}$ آب با دمای $۱۰^\circ C$ وجود دارد. یک قطعه مس به جرم $۰/۶\ \text{kg}$ و دمای $۱۲۰^\circ C$ را وارد گرماسنج می‌کنیم. اگر در این حالت دمای تعادل مجموعه $۲۰^\circ C$ شود، گرمای ویژهٔ مس چند $\frac{J}{\text{kg}.^\circ C}$ است؟ $\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{J}{\text{kg}.^\circ C}\right)$

۱) ۳۶۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۳۷۵

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به طرح‌وارهٔ زیر و استفاده از رابطهٔ تعادل گرمایی، گرمای ویژهٔ مس را می‌یابیم. دقت کنید، چون در ابتدا آب و گرماسنج در تعامل گرمایی‌اند، دمای اولیهٔ گرماسنج و آب یکسان و برابر $۱۰^\circ C$ است.



$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰ \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}}(\theta - \theta_۱) + m_۲c_{\text{آب}}(\theta - \theta_۲) + m_۳c_{\text{مس}}(\theta - \theta_۳) = ۰$$

$$\xrightarrow[c_{\text{آب}}=۴۲۰۰\frac{J}{\text{kg}.^\circ C}]{C_{\text{گرماسنج}}=۱۵۰\frac{J}{K}\ ,\ m_۲=۰/۵\ \text{kg}\ ,\ m_۳=۰/۶\ \text{kg}}$$

$$۱۵۰\times(۲۰-۱۰) + ۰/۵\times۴۲۰۰\times(۲۰-۱۰) + ۰/۶\times c_{\text{مس}}(۲۰-۱۲۰) = ۰$$

$$\Rightarrow ۱۵۰۰ + ۲۱۰۰۰ = ۶۰c_{\text{مس}} \Rightarrow ۲۲۵۰۰ = ۶۰c_{\text{مس}} \Rightarrow c_{\text{مس}} = ۳۷۵\frac{J}{\text{kg}.^\circ C}$$

۱۴ یک گرمکن برقی، در مدت ۲۴s، دمای ۶۰g از مایعی را از $30^\circ C$ به $50^\circ C$ می‌رساند. اگر توان این گرمکن ۳۰۰W و گرمای ویژه مایع $1500\ \frac{J}{kg.K}$ باشد، چند درصد گرمای تولیدی توسط مایع جذب شده است؟

۱) ۱۲ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۴

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q_{out} = mc\Delta\theta = \frac{60}{1000} \times 1500 \times (50 - 30) = 1800J$$

$$Q_{in} = P.t = 300 \times 24 = 7200J$$

$$\%R_a = \% \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100 = \% \frac{180 \times 100}{7200} = \%25$$

۱۵ چند لیتر آب $50^\circ C$ را با چند لیتر آب $20^\circ C$ مخلوط کنیم تا ۶۰ لیتر آب $30^\circ C$ به دست آوریم؟

$$\left(\rho_{آب} = 1\ \frac{g}{cm^3}\right)$$

۱) ۲۰ و ۴۰ ۲) ۱۰ و ۵۰ ۳) ۲۵ و ۳۵ ۴) ۳۰ و ۳۰

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\theta_e = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow 30 = \frac{m_1 \times 50 + (60 - m_1) \times 20}{60}$$

$$1800 = 50m_1 + 1200 - 20m_1 \Rightarrow 600 = 3m_1 \Rightarrow m_1 = 20kg$$

$$\Rightarrow m_2 = 40kg \xrightarrow{\rho_{آب}=1\ \frac{kg}{Lit}} v_1 = 20\ Lit, V_2 = 40\ Lit$$

۱۶ $m_۱$ گرم آب با دمای $۲۰^\circ C$ را با $m_۲$ گرم آب با دمای $۶۰^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. اگر به مجموعه $۸۴۰J$ گرما دهیم، $۱۰۰g$ آب با دمای $۵۰^\circ C$ خواهیم داشت. با صرف‌نظر از اتلاف انرژی، دمای تعادل مخلوطی از $۲m_۱$ گرم آب با دمای $۱۰^\circ C$ و $m_۲$ گرم آب با دمای $۲۰^\circ C$ چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = ۴/۲\frac{J}{g.K}\right)$$

۱) ۲۰ ۲) ۱۷ ۳) $\frac{۱۳}{۲۰۰}$ ۴) $\frac{۲۰۰}{۱۳}$

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$+Q_۲ = ۸۴۰ \Rightarrow m_۱c_۱\Delta\theta_۱ + m_۲c_۲\Delta\theta_۲ = ۸۴۰ \xrightarrow{c_۱=c_۲=c_{\text{آب}}}$$

$$n_۱\times(۵۰-۲۰)+m_۲\times(۵۰-۶۰))=۸۴۰$$

$$m_۱ - ۱۰m_۲ = ۲۰۰ \Rightarrow ۳m_۱ - m_۲ = ۲۰ \ (۱)$$

$$+m_۲ = ۱۰۰ \Rightarrow m_۲ = ۱۰۰ - m_۱ \ (۲)$$

$$۳m_۱ - (۱۰۰-m_۱) = ۲۰ \Rightarrow ۴m_۱ - ۱۰۰ = ۲۰ \Rightarrow m_۱ = ۳۰g, m_۲ = ۷۰g$$

$$= \frac{m\theta + m'\theta'}{m+m'} \Rightarrow \theta_e = \frac{۲m_۱\theta + m_۲\theta_۲}{۲m_۱ + m_۲} \Rightarrow \theta_e = \frac{۶۰\times۱۰ + ۷۰\times۲۰}{۶۰+۷۰} = \frac{۶۰۰+۱۴۰۰}{۱۳۰} = \frac{۲۰۰^\circ}{۱۳}C$$

۱۷ ۸۰ گرم آب با دمای $۱۵^\circ C$ را با ۲۰ گرم آب با دمای $۴۵^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، گرمکنی الکتریکی با توان ۱۲۰W را داخل مجموعه قرار می‌دهیم. اگر از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود، چند ثانیه زمان نیاز است تا دمای مجموعه به $۸۱^\circ C$ برسد؟ $\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\ \frac{J}{\text{kg}\ ^\circ C}\right)$

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۱۰ ۳) ۲۲۰ ۴) ۲۴۰

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی اول برای محاسبه‌ی دمای تعادل، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow m_۱c(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c(\theta_e - \theta_۲) = ۰$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{m_۱\theta_۱ + m_۲\theta_۲}{m_۱+m_۲} \Rightarrow \theta_e = \frac{۸۰\times۱۵ + ۲۰\times۴۵}{۸۰+۲۰} \Rightarrow \theta_e = ۲۱^\circ C$$

بنابراین در نهایت ۱۰۰g آب با دمای $۲۱^\circ C$ داریم.

در مرحله‌ی دوم برای رساندن دمای ۱۰۰g آب به $۸۱^\circ C$ توسط گرمکن الکتریکی داریم:

$$Q۱ = P\Delta t \Rightarrow (m_۱+m_۲)c(\theta_۲ - \theta_۱) = P\Delta t$$

$$\Rightarrow (۸۰+۲۰)\times۱۰^{-۳}\times۴۲۰۰\times(۸۱-۲۱) = ۱۲۰\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۲۱۰s$$

۱۸ m کیلوگرم یخ با دمای $-۲۰^\circ C$ را درون ۲kg آب با دمای $۶۰^\circ C$ می‌اندازیم. اگر دمای تعادل برابر صفر درجه‌ی سلسیوس شود، m بر حسب کیلوگرم در کدام محدوده قرار دارد؟
($c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{\text{kg}.K}$ ، $c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{\text{kg}.K}$ و $L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{\text{kg}}$ و تبادل گرما تنها بین یخ و آب صورت گرفته است.)

۱) $\frac{۴}{۳} \le m \le ۲۸$ ۲) $\frac{۲}{۳} \le m \le ۲۸$ ۳) $\frac{۴}{۳} \le m \le ۲۲$ ۴) $\frac{۲}{۳} \le m \le ۲۲$

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. حداقل مقدار m زمانی رخ می‌دهد که کل یخ ذوب شود و به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود. در این حالت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m_{\text{یخ}} L_F = m \times ۲۱۰۰ \times ۲۰ + m \times \underbrace{۳۳۶۰۰۰}_{۸۰ \times ۴۲۰۰} \\ \Rightarrow Q_{\text{یخ}} = ۹۰m \times ۴۲۰۰ \\ |Q_{\text{آب}}| = |m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}| = ۲ \times ۴۲۰۰ \times ۶۰ = ۱۲۰ \times ۴۲۰۰ \end{cases}$$

$$\xrightarrow{Q_{\text{یخ}} = |Q_{\text{آب}}|} ۹۰m \times ۴۲۰۰ = ۱۲۰ \times ۴۲۰۰ \Rightarrow m = \frac{۱۲۰}{۹۰} = \frac{۴}{۳}\,\text{kg}$$

حداکثر مقدار m زمانی رخ می‌دهد که همه‌ی آب منجمد شده و به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود. در این حالت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} = m \times ۲۱۰۰ \times ۲۰ = ۱۰m \times ۴۲۰۰ \\ |Q_{\text{آب}}| = |m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}| + |m_{\text{آب}} L_F| \\ \Rightarrow |Q_{\text{آب}}| = ۲ \times ۴۲۰۰ \times ۶۰ + ۲ \times \underbrace{۳۳۶۰۰۰}_{۸۰ \times ۴۲۰۰} = ۲۸۰ \times ۴۲۰۰ \end{cases}$$

$$\xrightarrow{Q_{\text{یخ}} = |Q_{\text{آب}}|} ۱۰m \times ۴۲۰۰ = ۲۸۰ \times ۴۲۰۰ \Rightarrow m = ۲۸\text{kg}$$

بنابراین جرم یخ حداقل می‌تواند برابر $\frac{۴}{۳}\,\text{kg}$ و حداکثر می‌تواند برابر ۲۸kg باشد.

۱۹) چند گرم آب با دمای $۳۰^\circ C$ را با ۳۰۰g یخ با دمای $-۲۰^\circ C$ مخلوط کنیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، ۷۵ درصد از جرم مخلوط ، یخ ذوب نشده باشد؟

$$\left(L_F = ۳۳۶\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = ۲c_{\text{یخ}} = ۴/۲\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}.^\circ C}\right)$$

۱) ۱۰۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

پاسخ: ۱) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم جرم آب $۳۰^\circ C$ برابر با m گرم باشد. پس جرم مخلوط نهایی پ از تعادل $(m + ۳۰۰)$ گرم خواهد بود که ۷۵ درصد آن یخ صفر درجهٔ سلسیوس و ۲۵ درصد آن آب صفر درجهٔ سلسیوس است.

$$\text{جرم یخ نه} = ۰/۷۵\times(m + ۳۰۰) = (۰/۷۵m + ۲۲۵)$$

$$\text{جرم یخ ذوب ش} = ۳۰۰ - (۰/۷۵m + ۲۲۵) = ۷۵ - ۰/۷۵m$$

$$\text{گرمای گرفته شد} + Q_{\text{گرمای داده شده}} = ۰ \Rightarrow m_{\text{یخ ذوب شده}} L_F = m_{\text{آب}} c\Delta\theta + m_{\text{یخ}} c\Delta\theta$$

$$۳۰۰\times۲۰\times۲/۱ + (۷۵ - ۰/۷۵m)\times۳۳۶ \Rightarrow m\times۳۰\times۴/۲ \Rightarrow ۳۰۰\times۲۰ + (۷۵ - ۰/۷۵m)\times۱۶۰$$

$$m\times۳۰\times۲ \Rightarrow ۶۰۰۰ - ۱۲۰m + ۱۲۰۰۰ = ۶۰m \Rightarrow ۱۸۰m = ۱۸۰۰۰ \Rightarrow m = ۱۰۰g$$

۲۰) یک سماور برقی، دمای مقدار معینی آب را در مدت‌زمان ۶ دقیقه از $۴۰^\circ C$ به $۱۰۰^\circ C$ (نقطه‌ی جوش) می‌رساند. با فرض ثابت بودن توان گرمادهی سماور، چند دقیقه‌ی دیگر طول خواهد کشید تا تمام آب بخار شود؟

$$(L_V = ۲۲۶۸\,\frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = ۴/۲\,\frac{J}{g.K})$$

۱) ۳۶ ۲) ۵۴ ۳) ۸۶ ۴) ۹۸

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. توان گرمایی ثابت است، بنابراین:

$$P = \frac{Q}{t} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{Q_۱}{t_۱} = \frac{Q_۲}{t_۲} \Rightarrow \frac{\text{mc}\Delta\theta}{t_۱} = \frac{\text{mL}_V}{t_۲}$$

$$\Rightarrow t_۲ = \frac{t_۱\times\text{mL}_V}{\text{mc}\Delta\theta} = \frac{۶\times۲۲۶۸}{۴/۲\times۶۰} = ۵۴\ \text{min}$$

۲۱ ۱۰۰ گرم یخ با دمای $(-۲۰)^\circ C$ و ۴۰ گرم آب با دمای $۱۰^\circ C$ را با هم مخلوط می‌کنیم. در این صورت، پس از برقراری تعادل، جرم آب داخل ظرف چند گرم خواهد شد؟

$$\left(L_F = ۳۳۶\frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = ۴/۲\frac{J}{g.K}, c_{\text{یخ}} = ۲/۱\frac{J}{g.K}\right)$$

۱) ۴۷/۵ ۲) ۵۷/۵ ۳) ۲۲/۵ ۴) ۳۲/۵

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا مقدار گرمایی که یخ نیاز دارد تا به دمای صفر درجهٔ سلسیوس برسد را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} = ۱۰۰ \times ۲/۱ \times (۰ - (-۲۰)) = ۴۲۰۰J$$

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

$$Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = ۴۰ \times ۴/۲ \times (۰ - ۱۰) = -۱۶۸۰J$$

پس مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به صفر درجهٔ سلسیوس برسد کمتر از گرمای موردنیاز یخ است. لذا با تبدیل بخشی از جرم آب به یخ مابقی این گرما تأمین می‌شود تا یخ به دمای صفر درجهٔ سلسیوس برسد:

$$Q_{\text{یخ}} - \left|Q_{\text{آب}}\right| = ۴۲۰۰ - ۱۶۸۰ = ۲۵۲۰J$$

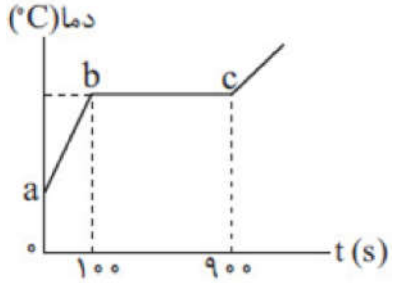
حال محاسبه می‌کنیم این مقدار گرما از چه مقدار آب صفر درجهٔ سلسیوس باید گرفته شود تا یخ بزند:

$$m' = \frac{Q}{L_F} = \frac{۲۵۲۰}{۳۳۶} = ۷/۵g$$

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

$$m_{\text{آب}} = ۴۰ - ۷/۵ = ۳۲/۵g$$

۲۲ به مقدار معینی از یک جسم جامد توسط یک گرمکن با توان ثابت گرما می‌دهیم. منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان مطابق شکل مقابل است. با توجه به این نمودار، چند ثانیه پس از شروع گرما دادن به جسم، ۲۵ درصد آن ذوب شده است؟



۱) ۱۲۵ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۲۵ ۴) ۳۰۰

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، در مرحلهٔ bc که با گذشت زمان، دمای جسم ثابت می‌ماند، جامد در دمای ذوب گرما می‌گیرد و به مایع تبدیل می‌شود. چون ۲۵ درصد از جامد به مایع تبدیل شده است، می‌توان نوشت:

$$Q = \mathrm{Pt}, Q_{\mathrm{bc}} = \mathrm{mL}_F$$

$$\text{درصد جامد ذوب شده} = \frac{m'}{m} = \frac{m'L_F}{\mathrm{mL}_F} = \frac{Q'}{Q} = \frac{\mathrm{Pt}'}{\mathrm{Pt}} = \frac{t'}{t} \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{t' - ۱۰۰}{۹۰۰ - ۱۰۰} \Rightarrow t' = ۳۰۰s$$

۲۳ توان ورودی یک گرمکن الکتریکی $۲\,\mathrm{kW}$ است. اگر بازده این گرمکن برابر با ۸۰ درصد باشد، در مدت ۷ ساعت چند کیلوگرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را به آب با دمای $۴۰^\circ C$ تبدیل می‌کند؟

$$\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{J}{\mathrm{kgC}}, L_F = ۳۳۶\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}\right)$$

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از تعریف بازده، توان خروجی گرمکن الکتریکی را می‌یابیم:

$$R_a = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{وردی}}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{P_{\text{خروجی}}}{۲۰۰۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۱۶۰۰W$$

اکنون با توجه به طرح‌وارهٔ زیر، مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ $۰^\circ C$ به آب $۴۰^\circ C$ را می‌یابیم:

$$\text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱ = \mathrm{mL}_F} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲ = \mathrm{mc}\Delta\theta} \text{آب } ۴۰^\circ$$

$$Q = Q_۱ + Q_۲ \Rightarrow Q = \mathrm{mL}_F + \mathrm{mc}\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta = ۴۰ - ۰ = ۴۰^\circ C]{L_F = ۳۳۶۰۰۰\frac{J}{\mathrm{kg}},\ c = ۴۲۰۰\frac{J}{\mathrm{kg}.^\circ C}}$$

$$Q = m \times ۳۳۶۰۰۰ + m \times ۴۲۰۰ \times ۴۰ \Rightarrow Q = ۵۰۴۰۰۰ \times m$$

در نهایت با استفاده از رابطهٔ توان خروجی، به صورت زیر، m را می‌یابیم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{Q}{t} \xrightarrow{t = ۷h = ۷ \times ۶۰ \times ۶۰s} ۱۶۰۰ = \frac{۵۰۴۰۰۰m}{۷ \times ۶۰ \times ۶۰} \Rightarrow m = ۸۰\,\mathrm{kg}$$

۲۴ ۱۲۰g بخار آب با دمای $100^\circ C$ در فشار یک اتمسفر را درون $2/4\,kg$ آب با دمای $52^\circ C$ وارد می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ ($L_V = 540\,c_{آب}$ و مبادله‌ی گرما فقط بین آب و بخار صورت می‌گیرد.)

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمایی که ۱۲۰g بخار آب $100^\circ C$ می‌دهد تا به آب θ درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود، برابر گرمایی است که $2/4\,kg$ آب $52^\circ C$ می‌گیرد تا به دمای θ برسد:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \underbrace{mL_V + mc\Delta\theta}_{\text{گرمایی که بخار می دهد.}} + \underbrace{m'c\Delta\theta'}_{\text{گرمایی که آب می گیرد.}} = 0$$

$$\Rightarrow -120 \times 540 \times c + 120 \times c \times (\theta - 100) + 2400 \times c \times (\theta - 52) = 0$$

$$\Rightarrow -540 + \theta - 100 + 20(\theta - 52) = 0$$

$$\Rightarrow -640 + 21\theta - 1040 = 0 \Rightarrow 21\theta = 1680 \Rightarrow \theta = 80^\circ C$$

۲۵ ۱ kg یخ $-10^\circ C$ را در فشار یک جو در ۵ kg آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، چه خواهیم داشت؟ ($c_{یخ} = 2100 \frac{J}{kg.^\circ C}$، $c_{آب} = 4200 \frac{J}{kg.^\circ C}$ و $L_F = 336 \frac{J}{g}$)

۱) ۶ kg یخ $0^\circ C$ ۲) ۶ kg آب $0^\circ C$ ۳) ۶ kg آب $2/5^\circ C$ ۴) ۶ kg آب $3/75^\circ C$

پاسخ: ۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با بهره‌گیری از قانون پایستگی انرژی، داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m'c'(\theta_e - \theta') + (mc(0 - \theta) + mL_F + mc'(\theta_e - 0)) = 0$$

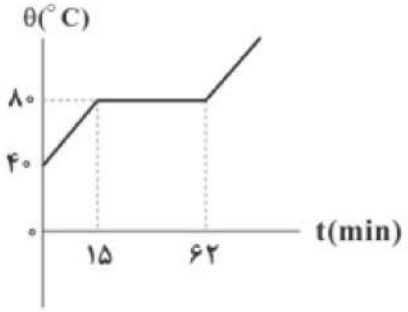
$$\xrightarrow[c=2100 \frac{J}{kg.^\circ C}, \theta = -10^\circ C, L_F = 336000 \frac{J}{kg}]{m'=5\,kg,\ c'=4200 \frac{J}{kg.^\circ C},\ \theta_e = ?^\circ C,\ m=1\,kg}$$

$$5 \times 4200 \times (\theta_e - 20) + (1 \times 2100 \times (0 - (-10)) + 1 \times 336000 + 1 \times 4200 \times (\theta_e - 0)) = 0$$

$$\Rightarrow 21000\theta_e - 420000 + 21000 + 336000 + 4200\theta_e = 0 \Rightarrow \theta_e = 2/5^\circ C$$

یعنی در پایان $6\,kg = 1 + 5$ آب با دمای تعادل $2/5$ درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

۲۶ نمودار زیر تغییرات دما برحسب زمان برای جسمی که گرمای ویژه‌ی آن در حالت جامد $۷۵\ \frac{J}{\mathrm{kg}.K}$ است و در هر دقیقه ۱۰۰ ژول گرما می‌گیرد، را نشان می‌دهد. گرمای نهان ذوب این جسم چند کیلوژول بر کیلوگرم است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)



۱) ۹/۴ ۲) ۴/۷ ۳) ۱/۵ ۴) ۱۲/۴

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی سؤال می‌گوید در هر دقیقه ۱۰۰ ژول گرما می‌گیرد، یعنی به طور غیرمستقیم توان و گرما را به ما داده است.

جسم در هر یک دقیقه ۱۰۰ ژول گرما می‌گیرد، پس گرمای گرفته‌شده توسط جسم در ۱۵ دقیقه برابر است با:

$$Q = ۱۵\times۱۰۰\mathrm{J}$$

بنابراین:

$$Q = \mathrm{mc}\Delta\theta \Rightarrow ۱۵\times۱۰۰ = m\times۷۵\times(۸۰-۴۰) \Rightarrow m = ۰/۵\ \mathrm{kg}$$

در مرحله‌ی دوم گرمای گرفته‌شده توسط جسم در ۴۷ دقیقه برابر است با:

$$Q' = ۴۷\times۱۰۰\mathrm{J}$$

بنابراین:

$$Q' = \mathrm{mK}_F \Rightarrow ۴۷\times۱۰۰ = ۰/۵\times L_F \quad L_F = ۹۴۰۰\ \frac{J}{\mathrm{kg}} = ۹/۴\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$$

۲۷ فرایندهای تصعید، چگالش و میعان به‌ترتیب از راست به چپ چه نوع فرایندهایی هستند؟

۱) گرماده، گرماگیر، گرماگیر ۲) گرماده، گرماده، گرماگیر

۳) گرماگیر، گرماده، گرماگیر ۴) گرماگیر، گرماده، گرماده

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرایند تصعید (جامد به بخار) گرماگیر، فرایند چگالش (بخار به جامد) گرماده و فرایند میعان (بخار به مایع) گرماده است.

۲۸ کدام عبارت درباره‌ی تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟

۱ تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد.

۲ با افزایش فشار محیط بر سطح مایع، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

۳ با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

۴ با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد.

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آهنگ تبخیر سطحی با فشار وارد بر سطح مایع نسبت وارون دارد؛ بنابراین با افزایش فشار محیط بر سطح مایع، آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد.

۲۹ یک کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد را با یک کیلوگرم آب ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مخلوط می‌کنیم. با صرف نظر از اتلاف گرما، حالت نهایی تعادل چگونه است؟ (مقدار L_f، ۸۰ برابر $C_{\text{آب}}$ درنظر گرفته شود.)

۱ یک کیلوگرم آب و یک کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.

۲ ۱/۵ کیلوگرم آب و ۰/۵ کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.

۳ ۲ کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد در ظرف باقی می‌ماند.

۴ ۲ کیلوگرم آب ۲۰ درجه‌ی سانتی گراد در ظرف باقی می‌ماند.

پاسخ: ۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. برای حل این‌گونه مسائل، در گام اول مقدار گرمایی که یخ نیاز دارد تا به آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد تبدیل شود را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_۱ = mL_f = ۱\times ۸۰C_{\text{آب}} = ۸۰C_{\text{آب}}$$

در ادامه مقدار گرمایی که آب می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد تبدیل شود را محاسبه کرده و مقدار آن را با $Q_۱$ مقایسه می‌کنیم:

$$|Q_۲| = mC_{\text{آب}}|\Delta\theta| = ۱\times C_{\text{آب}}\times(۴۰-۰) = ۴۰C_{\text{آب}}$$

با توجه به مقایسه‌ی فوق $Q_۲ < Q_۱$ بوده و آب گرمای لازم برای ذوب کردن کل یخ را ندارد. آب با گرمای $۴۰c_{\text{آب}}$، می‌تواند نیمی از یخ را ذوب کند و با توجه به این موضوع، نیمی از یخ ذوب شده و در درون ظرف ۰/۵ کیلوگرم یخ و ۱/۵ کیلوگرم آب پس از برقراری تعادل گرمایی موجود است.

۳۰) یک کیلوگرم آب $۲۰^\circ C$ را با $۲\,kg$ یخ صفر درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر تبادل گرمایی مخلوط با محیط ناچیز باشد، کدام گزینه درست است؟ ($c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.K}$ و $c_{\text{یخ}} = \frac{۱}{۲} c_{\text{آب}}$ و $L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$)

۱) $۱/۵$ کیلوگرم یخ $۰^\circ C$ و $۱/۵\,kg$ آب $۰^\circ C$ خواهیم داشت.

۲) $۱/۷۵$ کیلوگرم یخ $۰^\circ C$ و $۱/۲۵$ کیلوگرم آب $۰^\circ C$ خواهیم داشت.

۳) ۳ کیلوگرم آب بین $۰^\circ C$ تا $۲۰^\circ C$ خواهیم داشت.

۴) ۳ کیلوگرم یخ $۰^\circ C$ خواهیم داشت

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا فرض می‌کنیم دمای تعادل $۰^\circ C$ است و مخلوطی از آب و یخ داریم:

آب $۲۰^\circ C \longleftarrow$ آب صفر $\rightarrow$ یخ صفر

$$mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta = ۰ \Rightarrow m \times ۳۳۶۰۰۰ + ۱ \times ۴۲۰۰(۰ - ۲۰) = ۰$$

$$\Rightarrow m = \frac{۱}{۴} kg = ۰/۲۵ kg \Rightarrow \text{یخ ذوب می شود } ۰/۲۵\,kg$$

پس $۱/۷۵\,kg = (۲ - ۰/۲۵)$ یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و $۱/۲۵\,kg = (۱ + ۰/۲۵)$ آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

۳۱) اگر $۲۰۰g$ یخ $-۱۰^\circ C$ را با $۱kg$ آب $۱۸^\circ C$ مخلوط کنیم، در نهایت دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟

$$\left(c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg\,^\circ C}\ , c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg\,^\circ C}\ , L_f = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}\right)$$

۱) صفر ۲) $\frac{۵}{۶}$ ۳) $۱/۲$ ۴) ۲

پاسخ: ۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا هم آب و هم یخ را به آب صفر درجه سلسیوس می‌رسانیم و گرمای آن‌ها را مقایسه می‌کنیم.

$$-۱۰^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow[Q_۱]{} ۰^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow[Q_۲]{} ۰^\circ C \text{ آب}\ ,\ ۲^\circ C \text{ آب} \xleftarrow{Q_۳} ۱۸^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_۳ = mc\Delta\theta = ۱ \times ۴۲۰۰ \times ۱۸ = ۱۸ \times ۴۲۰۰\ J$$

$$Q_۱ + Q_۲ = m'cm\Delta\theta' + m'L_f = ۰/۲ \times ۲۱۰۰ \times ۱۰ + ۰/۲ \times ۳۳۶۰۰$$

$$= ۴۲۰۰ + ۱۶ \times ۴۲۰۰ = ۱۷ \times ۴۲۰۰$$

$$Q > Q' \Rightarrow \text{پس تمام یخ ذوب می شود و دمای مجموعه، بالای صفر خواهد بود}$$

$$q - q' = ۱۸ \times ۴۲۰۰ - ۱۷ \times ۴۲۰۰ = ۴۲۰۰ J$$

$$\cancel{۴۲۰۰} = (۰/۲ + ۱) \times \cancel{۴۲۰۰} \times \Delta\theta = \frac{۱}{۱/۲} = \frac{۵}{۶^\circ} C$$

۳۲ به مخلوط ۱kg یخ و ۲kg آب، ۱۰۰ گرم بخار آب $100^\circ C$ را وارد می‌کنیم. در نهایت چه خواهیم داشت؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر شود.)

$$\left(L_F = 336000\ \frac{J}{kg}, c_{آب} = 4200\ \frac{J}{kg.^\circ C}, L_V = 2268000\ \frac{J}{kg}\right)$$

۱) ۲۰۰g یخ باقیمانده است.

۲) ۳۱۰۰g آب صفر درجه داریم.

۳) دمای تعادل تقریباً $5^\circ C$ است.

۴) ۸۰۰g یخ باقیمانده است.

پاسخ: ۱) گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$L_f = 80c_{آب}, L_V = 540c_{آب}, c_{آب} = 4200\ \frac{J}{kg\ ^\circ C}$$

گرمایی که ۱۰۰ گرم بخار آب از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود:

$$Q_1 = -0/1 \times 540c_{آب} + 0/1 \times c_{آب} \times (-100) = -64c_{آب}$$

گرمایی که ۱kg یخ صفر درجه‌ی سلسیوس نیاز دارد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود:

$$Q_2 = 1 \times 80c_{آب} = 80c_{آب}$$

با توجه به مقادیر به دست آمده گرمایی که یخ برای ذوب شدن نیاز دارد بیش‌تر از گرمایی است که بخار آب از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود. بنابراین مقداری یخ ذوب نشده باقی می‌ماند.

$$m_{ذوب\ شده} L_F = 64c_{آب} \xrightarrow{L_F = 80c_{آب}} m_{ذوب\ شده} = \frac{64}{80} = \frac{8}{10}\ kg = 800g$$

$$\Rightarrow m_{یخ\ باقی\ مانده} = 1000 - 800 = 200g$$

۳۳ کدام‌یک از گزاره‌های زیر در مورد تبخیر آب نادرست است؟

۱) آهنگ تبخیر سطحی آب به مساحت سطح آب بستگی دارد.

۲) با افزایش دمای آب، گرمای نهان تبخیر آن کاهش می‌یابد.

۳) گرمای لازم برای تبخیر آب با جرم آن نسبت مستقیم دارد.

۴) آهنگ تبخیر سطحی آب به دمای آن بستگی ندارد.

پاسخ: ۴) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. آهنگ تبخیر سطحی آب به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد.

۳۴ چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

- انتقال گرما از طریق همرفت نیاز به جابه‌جایی قابل ملاحظهٔ مولکول‌ها ندارد.
- انتقال انرژی از خورشید تا زمین به روش تابش صورت می‌گیرد.
- تابش، سریع‌ترین راه انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر است.
- در فلزات، علاوه بر ارتعاشات اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: ۳) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط مورد اول نادرست است. زیرا انتقال گرما از طریق همرفت، همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده انجام می‌گیرد، بنابراین مولکول‌ها و جابه‌جایی آنها مهم و تأثیرگذار است.

۳۵ چه تعداد از جملات زیر صحیح است؟

الف- انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند، عمدتاً به روش همرفت است.

ب- در دستگاه گردش خون، قلب همچون تلمبه‌ای باعث همرفت طبیعی خون می‌شود.

ج- برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌شود.

د- به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف‌سنجی می‌گویند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: ۳) گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تنها مورد «ب» نادرست است زیرا حرکت قلب، معرف همرفت مصنوعی است.

۳۶ چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف) نافلزات گرما را فقط از طریق ارتعاش اتم‌ها منتقل می‌کنند.

ب) در شب، همرفت هوا موجب نسیمی از ساحل به سمت دریا می‌شود.

ج) کلم اسکانک با جذب تابش فروسرخ دمایش را بالا می‌برد.

د) از تف‌سنج برای دمانگاشت تابش گرمایی در محدوده‌ی فروسرخ استفاده می‌شود.

هـ) تف‌سنج تابشی به عنوان دماسنج معیار به کار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: ۳) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. الف و ب درست و ج، د و هـ نادرست هستند.

۳۷ کدام گزینه نادرست است؟

۱) برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم.

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

۳) سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن، تابش گرمایی بیشتری از سطح تیره، ناصاف و مات دارند.

۴) از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری دمای اجسام استفاده کرد.

پاسخ: ۳) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن، تابش گرمایی کم‌تری از سطوح تیره، ناصاف و مات دارند.

۳۸ کدام گزینه در مورد روش‌های انتقال گرما نادرست است؟

۱ گرم و سرد شدن بدن بر اثر جریان خون در بدن جانوران خونگرم، نمونه‌ای از همرفت واداشته است.

۲ در فلزات افزون بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند.

۳ تابش گرمایی از سطح جسم، علاوه‌بر دما، به مساحت و رنگ سطح آن جسم نیز بستگی دارد.

۴ همرفت، سریع‌ترین راه انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر است.

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تابش گرمایی، سریع‌ترین راه انتقال گرما است، زیرا در این روش، سرعت انتقال برابر سرعت نور است، بنابراین گزینه‌ی (۴) عبارت نادرستی است. سایر گزینه‌ها با توجه به متن کتاب درسی صحیح هستند.

۳۹ تابش گرمایی به کدام دسته از عوامل زیر بستگی دارد؟

۱ دما - جرم - میزان صیقلی بودن - رنگ سطح جسم

۲ دما - مساحت - میزان صیقلی بودن - رنگ سطح جسم

۳ جرم - مساحت - میزان صیقلی بودن - رنگ سطح جسم

۴ دما - جرم - میزان صیقلی بودن - مساحت

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد.

۴۰ در ساحل دریا و در روز، جریان هوا از ..... است و در شب جریان هوا از ..... است. این اتفاق به دلیل ..... است. (به ترتیب از راست به چپ)

۱ دریا به ساحل - ساحل به دریا - همرفت طبیعی

۲ ساحل به دریا - دریا به ساحل - همرفت طبیعی

۳ دریا به ساحل - ساحل به دریا - همرفت واداشته

۴ ساحل به دریا - دریا به ساحل - همرفت واداشته

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ساحل دریا و در روز، جریان هوا از دریا به ساحل است و در شب، جریان هوا از ساحل به دریا است. این اتفاق به دلیل پدیده‌ی همرفت طبیعی است.