

۱ کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

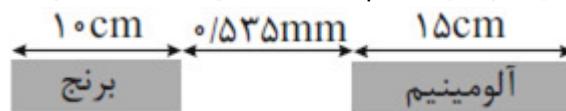
۱ با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می یابد.

۲ در قله کوه ها نقطه ذوب برف بالاتر می رود، در نتیجه برف دیرتر ذوب می شود.

۳ دمای یک جسم می تواند به $508^\circ F$ - برسد.

۴ افزایش فشار وارد بر آب خالص سبب کاهش اختلاف دمای نقطه جوش و انجماد آب می شود.

۲ مطابق شکل دو میله آلومینیمی و برنجی روی سطح افقی و در یک راستا مقابل یکدیگر قرار دارند. دمای دو میله را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا فاصله بین دو میله صفر شود؟



$$\alpha_{\text{آلومینیم}} = 23 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{K} \right)$$

$$\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{K} \right)$$

۱۰۰۰ °C (۴)

۲۰۰ °C (۳)

۲۰۰۰ °C (۲)

۵۰۰ °C (۱)

۳ یک صفحه فلزی گرد با شعاع $2/5 m$ را گرم می کنیم و دمای صفحه $120^\circ C$ افزایش می یابد، محیط صفحه چند میلی متر افزایش می یابد؟

$$\left(\alpha_{\text{فلز}} = 13 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \pi \cong 3 \right)$$

۷/۸ (۴)

۳/۹ (۳)

۲۳/۴ (۲)

۱۱/۷ (۱)

۴ ۲۰۰ گرم یخ $10^\circ C$ - را درون یک گرمکن برقی با توان ۲۱۰۰ وات قرار می دهیم. پس از ۲۲ ثانیه چه خواهیم داشت؟

$$\left(C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, L_f = 3600 \frac{J}{\text{kg}}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right)$$

۱ ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس

۲ ۲۰۰ گرم آب ۱۰ درجه سلسیوس

۳ مخلوط ۱۵۰ گرم یخ و ۵۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس

۴ مخلوط ۷۵ گرم یخ و ۱۲۵ گرم آب صفر درجه سلسیوس

۵ ظرف عایقی محتوی ۲۰ کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس است. بر اثر تبخیر سطحی، مقداری از آب بخار و مابقی

تبدیل به یخ صفر درجه سلسیوس می شود. اگر گرمای نهان ویژه تبخیر آب را $2400 \frac{kJ}{kg}$ و گرمای نهان ویژه ذوب یخ را

$$300 \frac{kJ}{kg}$$

فرض کنیم، جرم یخ باقی مانده برابر m_1 و جرم آب بخار شده m_2 خواهد شد. نسبت $\frac{m_1}{m_2}$ کدام است؟

(آب با محیط اطراف مبادله گرما نمی کند.)

$\frac{4}{3}$ (۴)

$\frac{3}{4}$ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

۶ چند گرم یخ $-40^{\circ}C$ را با 500 گرم آب 50° درجه سلسیوس مخلوط کنیم تا پس از تعادل گرمایی، دمای تعادل 20

$$\left(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}, L_F = 336000 \frac{J}{\text{kg}} \right)$$

۲۵ (۴)

۱۲۵ (۳)

۵۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

۷ ضریب انبساط سطحی فلزی $\left(\frac{1}{K} \right) 10^{-5} \times 6$ است. دمای این فلز را $100^{\circ}C$ افزایش می‌دهیم. به ترتیب از راست

به چپ چگالی این فلز تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۰ / ۹٪ - کاهش (۴)

۰ / ۹٪ - افزایش (۳)

۰ / ۶٪ - کاهش (۲)

۰ / ۶٪ - افزایش (۱)

۸ با افزایش دمای جسمی به اندازه $54^{\circ}F$ مساحت آن $12 / 0$ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای جسم $40^{\circ}K$ افزایش یابد حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

۰ / ۴۸ (۴)

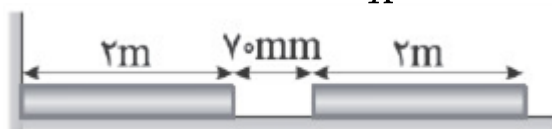
۰ / ۱۶ (۳)

۰ / ۲۴ (۲)

۰ / ۱۸ (۱)

۹ مطابق شکل دو میله فلزی هم‌جنس با طول اولیه $2m$ در فاصله $70mm$ از یکدیگر قرار دارند. اگر ضریب انبساط

طولی میله‌ها $\frac{1}{K} 10^{-4}$ باشد و دمای میله‌ها را $100^{\circ}C$ افزایش دهیم، فاصله آنها چند میلی‌متر می‌شود؟



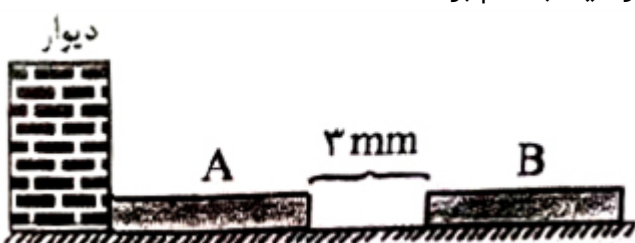
۴۰ (۴)

۵۰ (۳)

۳۰ (۲)

صفر (۱)

۱۰ دو میله فلزی A و B را مطابق شکل مقابل، در امتداد هم بر روی سطح بدون اصطکاکی قرار می‌دهیم. طول اولیه آنها به ترتیب ۲ متر و ۳ متر و ضریب انبساط طولی آنها به ترتیب $3 \times 10^{-5} K^{-1}$ ، $4 \times 10^{-5} K^{-1}$ است. دمای هر دو میله را حداقل به اندازه چند درجه فارنهایت افزایش دهیم تا دو میله به هم برسند؟



۵۴ (۴)

۴۵ (۳)

۳۶ (۲)

۲۵ (۱)

۱۱ $100g$ بخار آب $100^{\circ}C$ را وارد $2kg$ آب $40^{\circ}C$ می‌نماییم. چنانچه تبادل گرمایی تنها بین آب و بخار آب صورت

$$\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}}, L_V = 2268 \frac{kJ}{\text{kg}} \right)$$

$100^{\circ}C$ بخار آب $200g$ و $100^{\circ}C$ آب $1900g$ (۲)

$100^{\circ}C$ آب $2100g$ (۱)

$2100g$ آب با دمای تقریبی $5^{\circ}C / 68$ (۴)

$2100g$ آب با دمای تقریبی $90^{\circ}C$ (۳)

۱۲ اگر دمای جسمی بر حسب درجه فارنهایت 10 درصد کاهش یابد، دمای آن $\frac{25}{9}^{\circ}C$ تغییر می‌کند. دمای اولیه جسم

چند کلوین بوده است؟

۳۸۳ (۴)

۲۸۳ (۳)

۳۷۳ (۲)

۲۷۳ (۱)

۱۳ اگر دمای یک میله فلزی در اثر افزایش دمای $200^{\circ}C$ به اندازه 0.4 درصد افزایش یابد، حجم یک مکعب از همین جنس فلز در اثر افزایش دمای $540^{\circ}F$ چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۱ 0.06 ۲ 0.08 ۳ 0.12 ۴ 0.18

۱۴ یک گلوله‌ی سربی به شعاع 1 cm و جرم 44 g در دمای $0^{\circ}C$ قرار دارد. اگر دمای گلوله به $100^{\circ}C$ برسد، چگالی آن چند کیلوگرم بر متر مکعب و چگونه تغییر می‌کند؟ $\left(\alpha_{\text{سرب}} = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \text{ و } \pi = 3\right)$

- ۱ 33 ، کاهش می‌یابد. ۲ 33 ، افزایش می‌یابد. ۳ 99 ، کاهش می‌یابد. ۴ 99 ، افزایش می‌یابد.

۱۵ چند گرم آب با دمای $100^{\circ}C$ را با 100 گرم یخ $10^{\circ}C$ - مخلوط کنیم تا دمای تعادل به $50^{\circ}C$ برسد؟ $\left(L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}C}\right)$

- ۱ 210 ۲ 250 ۳ 270 ۴ 300

۱۶ ظرفی حاوی مقداری آب با دمای $40^{\circ}C$ است. به این ظرف یک کیلوگرم آب با دمای $80^{\circ}C$ اضافه می‌کنیم، دمای تعادل به $50^{\circ}C$ می‌رسد. اگر روی این آب $50^{\circ}C$ ، یک کیلوگرم دیگر، آب $80^{\circ}C$ بریزیم دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ (اتلاف گرما ناچیز است.)

- ۱ 54 ۲ 56 ۳ 60 ۴ 65

۱۷ اختلاف طول دو میله هم‌جنس در دمای $10^{\circ}C$ ، 5 cm است. اگر دمای هر دو میله را به $90^{\circ}C$ برسانیم، مجموع طول آن‌ها $4/50$ سانتی‌متر می‌شود. طول اولیه هر کدام از میله‌ها چند سانتی‌متر است؟ $\left(\alpha = 10 \times 10^{-5} \frac{1}{K}\right)$

- ۱ $95/24$ و $95/19$ ۲ $5/27$ و $5/22$ ۳ $7/27$ و $7/22$ ۴ $35/30$

۱۸ چگالی و گرمای ویژه فلز A ، به ترتیب 3 و 4 برابر چگالی و گرمای ویژه فلز B است. اگر ضریب انبساط سطحی فلز A ، دو برابر ضریب انبساط سطحی فلز B باشد و گرمای یکسانی به هر دو فلز بدهیم، تغییر حجم فلز A چند برابر تغییر حجم فلز B است؟

- ۱ $\frac{1}{4}$ ۲ $\frac{1}{6}$ ۳ $\frac{1}{8}$ ۴ $\frac{1}{12}$

۱۹ اگر دمای جسمی بر حسب درجه سلسیوس $\frac{12}{11}$ برابر شود، دمای آن بر حسب درجه فارنهایت 9% افزایش می‌یابد.

دمای این جسم در ابتدا چند کلوین بوده است؟

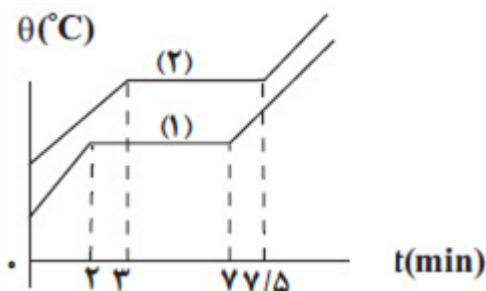
- ۱ 1760 ۲ 2033 ۳ 1920 ۴ 2193

۲۰ یک گرمکن 300 واتی به طور کامل در 200 گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود. این گرمکن در مدت 40 ثانیه، دمای آب و گرماسنج را از $30^{\circ}C$ به $40^{\circ}C$ می‌رساند. چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از $40^{\circ}C$ به نقطه جوش $100^{\circ}C$ رسیده و 100 گرم از آن به بخار تبدیل شود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, L_V = 2268 \frac{J}{g}\right)$$

- ۱ $6/16$ ۲ $5/29$ ۳ $6/12$ ۴ $5/18$

۲۱) نمودار دما بر حسب زمان برای دو جامد ۱ و ۲ با جرم یکسان 1 kg که به ترتیب با گرمکن A و B گرما داده می‌شوند، مطابق شکل است. اگر $P_A = 2P_B$ و گرمای لازم برای ذوب 100 گرم جامد ۱ ، 22 kJ بیشتر از گرمای لازم برای ذوب 100 گرم جامد ۲ باشد، $P_A - P_B$ برابر چند وات است؟



$\frac{1000}{3}$ (۴)

۲۰۰۰ (۳)

$\frac{4000}{3}$ (۲)

$\frac{2000}{3}$ (۱)

۲۲) به دو گوی هم‌اندازه با چگالی‌های $\rho_A = 2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_B = 6 \frac{g}{cm^3}$ به ترتیب به اندازه $4Q$ و Q گرما می‌دهیم. اگر دمای اولیه دو گوی یکسان و بزرگتر از صفر درجه سلسیوس باشد و بر اثر گرما دادن، دمای نهایی گوی A، 2 برابر دمای نهایی گوی B شود، بین گرمای ویژه جسم A (c_A) و گرمای ویژه جسم B (c_B) کدام رابطه برقرار است؟ (در فرایند مبادله گرما، تغییر حالت رخ نمی‌دهد.)

$c_A < \frac{3}{4} c_B$ (۴)

$c_A = 12 c_B$ (۳)

$c_A < 12 c_B$ (۲)

$c_B < 12 c_A$ (۱)

۲۳) توسط یک گرم‌کن برقی با آهنگ ثابت به مقداری یخ که در لحظه $t = 0 \text{ s}$ در دمای $10^\circ C$ قرار دارد گرما می‌دهیم. در لحظه $t = 105 \text{ s}$ دمای یخ به $0^\circ C$ می‌رسد. در کدام لحظه برحسب ثانیه کل یخ تبدیل به آب $100^\circ C$ می‌شود؟ از اتلاف گرما چشم‌پوشی کنید. $\left(c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}} = 4/2 \frac{J}{gK}, L_F = 330 \frac{kJ}{kg} \right)$

۲۲۰۵ (۴)

۳۶۴۵ (۳)

۱۹۶۵ (۲)

۳۸۵۵ (۱)

۲۴) به مقداری یخ با دمای صفر درجه سلسیوس 10080 ژول گرما می‌دهیم تا مقداری از یخ ذوب شود. اگر حجم مجموعه آب و یخ نسبت به حالت اولیه $2/5$ درصد کاهش یابد، جرم یخ باقیمانده در مخلوط چند گرم است؟ $\left(\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \rho_{\text{آب}} = 0/9 \frac{g}{cm^3}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$ و اتلاف انرژی ناچیز است.

۸۰ (۴)

۹۰ (۳)

۱۱۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۲۵) درون ظرفی 2 kg آب صفر درجه وجود دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی 2 درصد از این آب تبخیر شود و آب باقی مانده در ظرف را خارج کنیم برای افزایش دمای آن به $50^\circ F$ ، چند کیلوژول لازم است؟

$\left(L_V = 8 L_F, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \right)$

۸۲/۳۲ (۴)

۶۸/۸۸ (۳)

۳۴۴/۴ (۲)

۷۴۰/۸۸ (۱)

۲۶

میزان انرژی دریافتی از تابش نور خورشیدی بر هر متر مربع از یک سطح در هر ساعت $\frac{3}{4} \text{ MJ}$ است. استخری به مساحت مقطع 100 m^2 در فصل زمستان با لایه‌ای از یخ 0°C به ضخامت 1 cm پوشیده شده است. برای ذوب کامل یخ‌های این استخر به چند ساعت انرژی تابش نور خورشید نیاز داریم؟
 $L_F = 330 \frac{\text{J}}{\text{g}}, \rho_{\text{یخ}} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ از اتلاف انرژی و تبخیر سطحی چشم‌پوشی کنید.

۸ (۴)

۷/۹ (۳)

۴ (۲)

۳/۹۶ (۱)

۲۷

دماسنجی دمای 5°C را عدد ۵۰ و دمای 10°C را عدد ۱۰ نشان می‌دهد. در چه دمایی برحسب درجه فارنهایت عدد این دماسنج با دماسنج سلسیوس یکسان است؟

۷/۶ (۴)

-۷/۶ (۳)

-۶/۷ (۲)

۶/۷ (۱)

۲۸

دمای مقداری جیوه را بدون آن‌که به بخار تبدیل شود، 50°C افزایش می‌دهیم. در این حالت چگالی جیوه نسبت به حالت اولیه چگونه تغییر می‌کند؟ ($\beta_{\text{جیوه}} = 18 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$)

۰/۹ درصد افزایش می‌یابد. (۲)

۰/۹ درصد کاهش می‌یابد. (۱)

۰/۰۹ درصد افزایش می‌یابد. (۴)

۰/۰۹ درصد کاهش می‌یابد. (۳)

۲۹

گرمایی که صرف تبدیل 4 kg یخ 10°C به 2 kg آب 100°C می‌شود، دمای چند کیلوگرم آب 30°C را می‌تواند به 50°C برساند؟

$$(L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ و } L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}})$$

۱۹۰ (۴)

۱۸۲ (۳)

۱۴۵ (۲)

۹۱ (۱)

۳۰

تقریباً چند گرم بخار آب 100°C می‌تواند نیمی از یخی به جرم 40 g و دمای 10°C را ذوب کند؟
 $L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_F = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ \text{C}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$ و تبادل گرما فقط میان یخ و بخار آب صورت می‌گیرد.

۹/۶۳ (۴)

۸/۴۱ (۳)

۵/۴۲ (۲)

۲/۸۱ (۱)

۳۱

۸۰ درصد حجم یک ظرف به گنجایش ۲ لیتر را از مایعی با ضریب انبساط حجمی $(^\circ \text{C})^{-1} \times 10^{-3}$ پر می‌کنیم. اگر دمای ظرف و مایع هم‌دمای آن را 60°C افزایش دهیم، 32 cm^3 مایع از ظرف سرریز می‌شود. ضریب انبساط طولی ظرف در SI کدام است؟

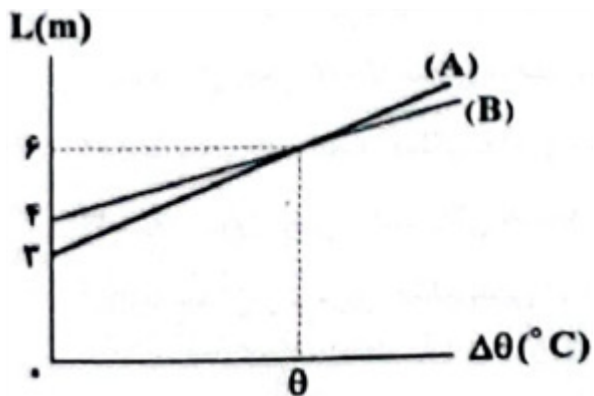
$1/8 \times 10^{-3}$ (۴)

$1/2 \times 10^{-3}$ (۳)

6×10^{-4} (۲)

4×10^{-4} (۱)

۳۲) نمودار تغییرات طول برحسب تغییرات دمای دو میله A و B مطابق شکل مقابل است. اگر ضریب انبساط طولی میله A برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-6} \times \frac{1}{4}$ باشد، ضریب انبساط طولی میله B چند واحد SI است؟



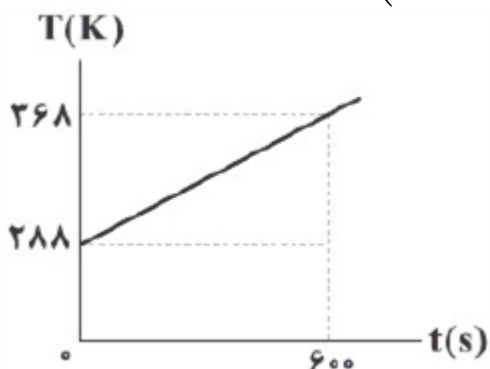
- ۱) $\frac{4}{8} \times 10^{-6}$ ۲) $\frac{3}{6} \times 10^{-6}$ ۳) $\frac{1}{2} \times 10^{-6}$ ۴) $\frac{1}{6} \times 10^{-6}$

۳۳) یک لوله شیشه‌ای قائم به طول $1/28m$ تا نصف با مایعی با دمای $20^\circ C$ پر شده است. اگر لوله تا دمای $30^\circ C$ گرم شود، ارتفاع ستون مایع تقریباً چند میلی‌متر تغییر می‌کند؟

$$\left(\beta_{\text{مایع}} = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{شیشه}} = 1 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \right)$$

- ۱) $0/64$ ۲) $6/4 \times 10^{-4}$ ۳) $1/28 \times 10^{-4}$ ۴) $0/128$

۳۴) درون یک سماور برقی، ۵ کیلوگرم آب می‌ریزیم و آن را روشن می‌کنیم. اگر نمودار تغییرات دمای آب با گذشت زمان، مطابق شکل مقابل باشد، توان سماور چند کیلووات است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \right)$



- ۱) $1/4$ ۲) $1/8$ ۳) $2/6$ ۴) $2/8$

۳۵) حداکثر چند گرم بخار آب $100^\circ C$ را وارد ظرفی سر بسته حاوی 240 گرم یخ $15^\circ C$ - کنیم تا پس از تعادل گرمایی، تمام بخار آب موجود در ظرف یخ بزند؟ (اتلاف گرمایی ناچیز است و

$$(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg}, L_v = 2268 \frac{kJ}{kg})$$

(از تبادل انرژی گرمایی بین سیستم و محیط صرف نظر شود.)

- ۱) ۳ ۲) $1/5$ ۳) ۵ ۴) $2/5$

۳۶ شکل مقابل، یک بالن شیشه‌ای با ظرفیت ۲ لیتر را نشان می‌دهد. اگر در دمای ۱۲ درجه سلسیوس، این بالن را با اتانول کاملاً پر کنیم و سپس دما مجموعه بالن و اتانول را به ۵۲ درجه سلسیوس برسانیم، چند میلی‌لیتر اتانول از بالن به بیرون می‌ریزد؟

$$(\alpha_{\text{شیشه}} = 4 \times 10^{-6} K^{-1}, \beta_{\text{اتانول}} = 1/1 \times 10^{-3} K^{-1})$$



۱۰۸/۸ (۴)

۸۷/۰۴ (۳)

۶۵/۲۸ (۲)

۴۳/۵۲ (۱)

۳۷ وان یک المنت اجاق گاز برقی برابر با ۱۲۰۰ وات می‌باشد. اگر ۲۵ درصد از انرژی مصرفی این المنت هدر برود (تلف شود)، پس از گذشت ۴ دقیقه، تغییرات دمای یک کیلوگرم مایع درون قابله واقع بر روی این اجاق گاز، چند درجه فارنهایت خواهد بود؟ $(c_{\text{مایع}} = 4000 \frac{J}{kg \cdot K})$ و از تبخیر سطحی مایع چشم‌پوشی کنید.

۱۲۹/۶ (۴)

۹۷/۲ (۳)

۷۲ (۲)

۵۴ (۱)

۳۸ شعاع و چگالی کروی توپر فلزی A دو برابر شعاع و چگالی کروی توپر فلزی B است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما دهیم، افزایش شعاع کروی A، ۰/۴ برابر افزایش شعاع کروی B می‌شود، ضریب انبساط خطی کروی A چند برابر ضریب انبساط خطی کروی B است؟ (گرما و ویژه فلز B، دو برابر گرما و ویژه فلز A است.)

۲ (۴)

۰/۵ (۳)

۰/۶۲۵ (۲)

۱/۶ (۱)

۳۹ به یک ورقه فلزی گرمای Q داده می‌شود و مساحت ورقه ۱/۰ درصد تغییر می‌کند. اگر ورقه نصف شود و گرمای ۲Q به آن داده شود، مساحت آن چند برابر می‌شود؟

۱/۰۰۱ (۴)

۱/۰۱ (۳)

۱/۰۰۴ (۲)

۱/۰۴ (۱)

۴۰ دمای میله‌ای فلزی را از $140^\circ F$ به θ_2 می‌رسانیم. اگر θ_2 دمایی باشد که دماسنج‌های سلسیوس و فارنهایت عدد یکسانی را نشان می‌دهند، طول میله چند درصد و چگونه تغییر کرده است؟ $(\alpha_{\text{فلز}} = 2 \times 10^{-5} K^{-1})$

۰/۱ - افزایش (۴)

۰/۱ - کاهش (۳)

۰/۲ - افزایش (۲)

۰/۲ - کاهش (۱)

۴۱ می‌خواهیم یک قالب یخ با دمای $10^\circ C$ - را درون مقداری آب با دمای $10^\circ C$ بیاندازیم. نسبت جرم بزرگ‌ترین قالب یخی که می‌تواند دمای تعادل مجموعه را به $0^\circ C$ برساند به جرم کوچک‌ترین قالب یخی که می‌تواند دمای تعادل مجموعه را به $0^\circ C$ برساند، چقدر است؟ $(L_F = 80 c_{\text{آب}} = 160 c_{\text{آب}})$

۱۶۴ (۴)

۱۵۳ (۳)

۲/۵ (۲)

۱/۸۱ (۱)

۴۲ به ازای ۱۰ واحد تغییرات دما در یک دماسنج که به صورت خطی مدرج شده است، دماسنج با درجه‌بندی سلسیوس، ۱۵ واحد تغییر می‌کند. اگر این دماسنج در فشار یک اتمسفر، دمای $60^\circ C$ را عدد ۲۰ نمایش دهد، در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس و در همین فشار، این دماسنج و دماسنج عددی یکسان را نمایش می‌دهند؟

-۶۰ (۴)

-۲۰ (۳)

-۱۰ (۲)

$-\frac{20}{3}$ (۱)

۴۳ درون ظرفی به حجم 300 cm^3 مقدار 290 cm^3 از یک مایع در دمای 10°C وجود دارد. اگر دمای ظرف و مایع را به 70°C برسانیم، $2/96 \text{ cm}^3$ مایع از ظرف سرریز می‌شود. ضریب انبساط طولی ظرف برحسب یکای SI کدام است؟ (ضریب انبساط حجمی مایع $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ است.)

- ۱ 5×10^{-5} ۲ 3×10^{-5} ۳ $2/3 \times 10^{-5}$ ۴ $4/2 \times 10^{-5}$

۴۴ در کدام گزینه در همه موارد، گرما به صورت همرفت طبیعی منتقل می‌شود؟

- ۱ گرم شدن آب درون قابلمه، گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن.
۲ گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون، سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل، جریان‌های باد ساحلی.
۳ سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها، گرم شدن آب درون قابلمه، سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل.
۴ جریان‌های باد ساحلی، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن، گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری یا شوفاژ.

۴۵ یک ظرف استوانه‌ای به حجم ۱۲L حاوی گاز کامل اکسیژن با دمای 27°C است. اگر فشارسنج فشار گاز درون ظرف را ۴atm نشان دهد، جرم گاز اکسیژن موجود در ظرف چند گرم است؟

$$(P_0 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}, M_{O_2} = 32 \frac{g}{\text{mol}}, R = 8 \frac{J}{\text{mol} \cdot K})$$

- ۱ ۱۶ ۲ ۴۸ ۳ ۶۴ ۴ ۸۰

۴۶ لوله‌ی باریک استوانه‌ای شکلی به طول ۱۶ سانتی‌متر که یک طرف آن بسته و طرف دیگر آن باز می‌باشد را از طرف باز آن و به طور قائم تا عمق ۶ سانتی‌متری درون ظرف جیوه فرو می‌بریم. اگر فشار هوا برابر ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد و هوای درون لوله را گاز کامل در نظر بگیریم، جیوه چند سانتی‌متر درون لوله بالا می‌آید؟ (دما ثابت است.)

- ۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۸ ۴ ۳

۴۷ با یک چکش به جرم 2 kg به میخی ضربه می‌زنیم. اگر سرعت برخورد چکش $5 \frac{m}{s}$ باشد و تا زمان توقف ۶۰ درصد انرژی آن به میخ ۵ گرمی به صورت گرما وارد شود، دمای آن میخ چند درجه سلسیوس افزایش می‌یابد؟

$$\left(C_{\text{میخ}} = 400 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$$

- ۱ ۴/۹ ۲ ۹/۴ ۳ ۷/۵ ۴ ۵/۷

۴۸ میله‌های فلزی A و B دارای طول برابر یک متر در دمای صفر درجه سلسیوس هستند. دمای دو میله را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا طول میله B به اندازه $4 \times 10^{-4} \text{ m}$ بیشتر از میله A شود؟

$$\left(\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ \text{C}}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ \text{C}} \right)$$

- ۱ ۷۵ ۲ ۵۵ ۳ ۵۰ ۴ ۳۰

۴۹ چند لیتر آب با دمای 10°C را با چند لیتر آب با دمای 80°C مخلوط کنیم تا ۲۸ لیتر آب با دمای 40°C داشته باشیم؟ (با صرف نظر از اتلاف انرژی)

- ۱ ۱۸ لیتر 10° با ۱۰ لیتر 80° ۲ ۱۶ لیتر 10° با ۱۲ لیتر 80°
۳ ۱۲ لیتر 10° با ۱۶ لیتر 80° ۴ ۱۷ لیتر 10° با ۱۱ لیتر 80°

۵۰ ضریب انبساط طولی یک قطعه فلز $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$ است. اگر دمای آن را ۲۰۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، چگالی آن چند برابر می‌شود؟

- ۱) ۰/۴۹۲ ۲) ۰/۸۹۲ ۳) ۰/۹۴۲ ۴) ۰/۹۸۲

۵۱ ضریب انبساط سطحی فلزی $K^{-1} \times 10^{-2}$ است. اگر محیط صفحه‌ای دایره‌ای شکلی از این فلز در دمای $10^\circ C$ برابر ۱ متر باشد، با رساندن دما به $100^\circ C$ ، محیط آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟

- ۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۰/۰۱۸ ۴) ۰/۰۳۶

۵۲ گرمایی که صرف تبدیل ۴ کیلوگرم یخ $10^\circ C$ به ۲ کیلوگرم آب $100^\circ C$ می‌شود، دمای چند کیلوگرم آب $30^\circ C$ را می‌تواند به $50^\circ C$ برساند؟ $(c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ C}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ C}, L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

- ۱) ۹۱ ۲) ۱۴۵ ۳) ۱۸۲ ۴) ۱۹۰

۵۳ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، شعاع کره‌ی توپر مسی A، سه برابر شعاع کره‌ی تو خالی مسی B است. اگر جرم کره‌ی A نیز سه برابر جرم کره‌ی B باشد و به هر دو کره به یک اندازه گرما بدهیم، افزایش شعاع کره‌ی B چند برابر افزایش شعاع کره‌ی A است؟

- ۱) ۱ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{9}$ ۴) ۹

۵۴ چند گرم جیوه ۵۰ درجه سلسیوس را با چند گرم جیوه ۲۰ درجه سلسیوس مخلوط کنیم تا ۰/۶ لیتر جیوه با دمای ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشیم؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \frac{g}{cm^3})$ و از تغییر حجم جیوه در اثر تغییر دما صرف‌نظر کنید).

- ۱) ۲۰۰ و ۴۰۰ ۲) ۲۷۰۰ و ۵۴۰۰ ۳) ۲۷۰۰ و ۵۴۰۰ ۴) ۲۰۰ و ۴۰۰

۵۵ به دو کره فلزی A و B، به ترتیب گرماهای Q_A و $Q_B = 3Q_A$ می‌دهیم. اگر A کره‌ای توپر به شعاع R و B پوسته‌ای کروی به شعاع خارجی R و شعاع حفره داخلی $\frac{R}{3}$ باشد، در این صورت تغییر حجم فلز کره A چند برابر تغییر حجم فلز کره B است؟ (تغییر حالت رخ نمی‌دهد.)

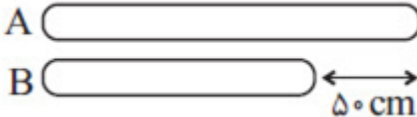
- ۱) $\frac{1}{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{27}{14}$ ۴) $\frac{27}{28}$

۵۶ ۱۰۰ گرم یخ با دمای $(-20)^\circ C$ و ۴۰ گرم آب با دمای $10^\circ C$ را با هم مخلوط می‌کنیم. در این صورت، پس از برقراری تعادل، جرم آب داخل ظرف چند گرم خواهد شد؟

$$\left(L_F = 336 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{g \cdot K} \right)$$

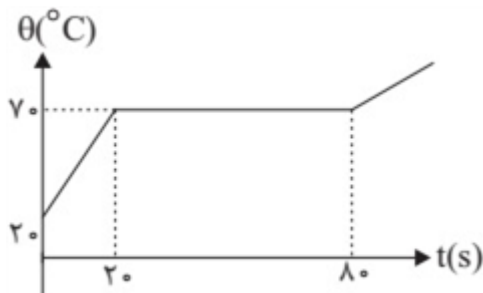
- ۱) ۴۷/۵ ۲) ۵۷/۵ ۳) ۲۲/۵ ۴) ۳۲/۵

۵۷ اختلاف طول دو میله فلزی هم‌دمای A و B برابر با ۵۰ cm است. اگر در اثر افزایش دمای $50^\circ C$ ، اختلاف طول دو میله ۰/۳ mm کاهش یابد، در این صورت افزایش طول میله B برحسب میلی‌متر کدام است؟

$$\left(\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \right)$$


- ۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۵۸ شکل روبه‌رو نمودار دما - زمان جسمی را نشان می‌دهد که به آن با آهنگ ثابتی گرما می‌دهیم. اگر گرمای ویژه‌ی جسم در حالت جامد $۸۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ باشد، گرمای نهان ذوب آن چند کیلوژول بر کیلوگرم است؟



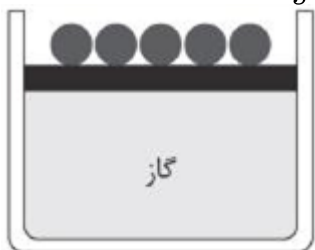
۱۲۰ (۴)

۹۰ (۳)

۸۰ (۲)

۶۰ (۱)

۵۹ در شکل زیر جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه‌های روی آن ۵ kg و دمای گاز درون ظرف، $۸۷^\circ C$ می‌باشد. اگر دمای گاز را به آرامی $۶۰^\circ C$ کاهش دهیم، ضمن کاهش دمای گاز تقریباً چند کیلوگرم از وزنه‌های روی پیستون را به تدریج برداریم تا پیستون جابه‌جا نشود؟ (سطح مقطع پیستون برابر ۶ cm^2 ، $P_0 = ۱۰^5 \text{ Pa}$ و $g \cong ۱۰ \frac{m}{s^2}$ است.)



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۶۰ داخل ظرف عایقی مقدار $\frac{۶۴}{۹۰} \text{ kg}$ یخ با دمای $-۲۰^\circ C$ موجود است. حداقل چند گرم بخار آب جوش در فشار ۱ اتمسفر وارد ظرف کنیم تا تمام یخ موجود در ظرف ذوب شده و به آب $۰^\circ C$ تبدیل شود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, L_F = ۳۳۶ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_V = ۲۲۶۸ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

۱۲۰ (۴)

۶۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۸۰ (۱)

۶۱ اگر دمای فلز A را $۴۰^\circ C$ بالا ببریم، طول آن ۰/۲ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای فلز B را $۱۲۰^\circ C$ بالا ببریم، مساحت سطح فلز چند درصد افزایش می‌یابد؟ (ضریب انبساط طولی فلز B دو برابر فلز A است.)

۲/۴ (۴)

۱/۲ (۳)

۳/۶ (۲)

۵/۶ (۱)

۶۲ اگر دمای یک کره توپُر فلزی به شعاع R را $۶۰^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن ۰/۲۵ درصد افزایش می‌یابد. نسبت به حالت اولیه، دمای آن را چند درجه سلسیوس دیگر افزایش دهیم تا شعاع آن $۱/۰۰۲ R$ شود؟

۱۰۴ (۴)

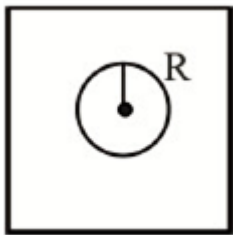
۴۸ (۳)

۱۴۴ (۲)

۸۴ (۱)

۶۳ مطابق شکل مقابل در یک ورقه فلزی سوراخی به شعاع ۱۰ cm داریم. اگر دمای ورقه فلزی را ۳۰۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، مساحت حفره چند سانتی متر مربع افزایش می‌یابد؟

$$\left(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}, \pi = 3 \right)$$



۶/۳ (۲)

۸/۱ (۱)

۱/۸ (۴)

۳/۶ (۳)

۶۴ اگر ۱۰ گرم بخار آب با دمای $100^\circ C$ را به همراه ۱۰۰ گرم یخ با دمای $0^\circ C$ در محیطی عایق در مجاورت یکدیگر قرار دهیم، پس از برقراری تعادل گرمایی به چه چیزی تبدیل می‌شوند؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4 \frac{J}{g \cdot K}, L_F = 320 \frac{J}{g}, L_V = 2240 \frac{J}{g} \right)$$

۰/۵g آب و ۹۲/۵g یخ در دمای $0^\circ C$ (۲)

۰/۵g آب و ۱۷/۵g یخ در دمای $0^\circ C$ (۱)

۱۱۰g آب در دمای $4^\circ C$ (۴)

۱۱۰g آب در دمای $0^\circ C$ (۳)

۶۵ ۸۰ گرم آب با دمای $15^\circ C$ را با ۲۰ گرم آب با دمای $45^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، گرمکنی الکتریکی با توان ۱۲۰ W را داخل مجموعه قرار می‌دهیم. اگر از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود، چند ثانیه زمان نیاز است تا دمای مجموعه به $81^\circ C$ برسد؟

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۲۴۰ (۴)

۲۲۰ (۳)

۲۱۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۶۶ m کیلوگرم یخ با دمای $-20^\circ C$ را درون ۲ kg آب با دمای $60^\circ C$ می‌اندازیم. اگر دمای تعادل برابر صفر درجه‌ی سلسیوس شود، m بر حسب کیلوگرم در کدام محدوده قرار دارد؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K} \text{ و } L_F = 336000 \frac{J}{kg} \text{ و تبادل گرما تنها بین یخ و آب صورت گرفته است.} \right)$$

$\frac{2}{3} \leq m \leq 22$ (۴)

$\frac{4}{3} \leq m \leq 22$ (۳)

$\frac{2}{3} \leq m \leq 28$ (۲)

$\frac{4}{3} \leq m \leq 28$ (۱)

۶۷ اگر دمای یک کره فلزی را از $10^\circ C$ به $25^\circ C$ برسانیم، قطر آن ۲٪ افزایش می‌یابد. اگر دمای این کره را از $10^\circ C$ به $70^\circ C$ برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

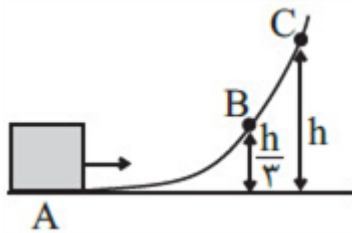
۲۴ (۴)

۱۲ (۳)

۸ (۲)

۶ (۱)

۶۸ مطابق شکل مقابل، جسمی از نقطه A روی سطح افقی پرتاب می‌شود و حداکثر تا نقطه C بالا می‌رود. نسبت تندی جسم در نقطه B به تندی آن در نقطه A کدام است؟ (از اصطکاک کلیه سطوح صرف‌نظر شود.)



- ۱ $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ۲ $\frac{2}{3}$ ۳ $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ۴ ۳

۶۹ دو کره همجنس A و B داریم، به طوری که کره A توپر به شعاع ۲۰ cm و کره B توخالی با شعاع خارجی ۲۰ cm می‌باشند. اگر به دو کره به یک اندازه گرما دهیم و تغییر حجم کره A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به کار رفته در کره B برابر ΔV_B باشد، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ برابر کدام گزینه است؟

- ۱ ۱ ۲ $\frac{7}{8}$

۴ باید حجم حفره‌ی درون کره B معلوم باشد.

- ۳ $\frac{8}{7}$

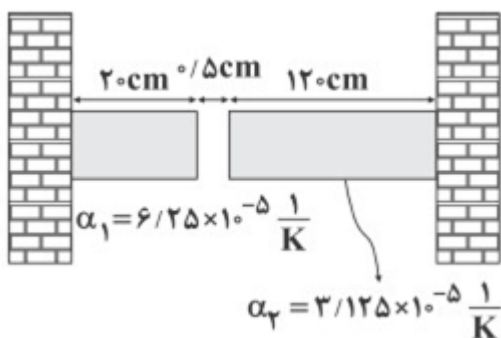
۷۰ دمای یک قطعه‌ی فلز به جرم ۲ kg و گرمای ویژه‌ی $700 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ توسط یک گرمکن الکتریکی که با توان ثابتی کار می‌کند، در مدت زمان ۹۰ s از $20^\circ C$ به $56^\circ C$ می‌رسد. چند ثانیه طول می‌کشد تا این گرمکن ۴۰۰ g یخ $0^\circ C$ را به آب $40^\circ C$ تبدیل کند؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و $L_{F_{\text{یخ}}} = 80 c_{\text{آب}}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

- ۱ ۵۴۰ ۲ ۳۶۰ ۳ ۱۸۰ ۴ ۷۲۰

۷۱ دمای مقدار معینی از یک فلز جامد از صفر درجه‌ی سلسیوس به $1000^\circ C$ می‌رسد. در این فرایند، چگالی این فلز ۶ درصد تغییر می‌کند. ضریب انبساط طولی این جامد چند واحد SI است؟

- ۱ 3×10^{-5} ۲ 4×10^{-5} ۳ 6×10^{-5} ۴ 2×10^{-5}

۷۲ در شکل زیر، دو میله‌ی فلزی هم‌دما به دیوار متصل شده‌اند. دمای میله‌ها را حداقل چند درجه‌ی فارنهایت زیاد کنیم تا دو میله به هم برخورد کنند؟



- ۱ ۲۰۰ ۲ ۳۶۰ ۳ ۱۰۰ ۴ ۱۸۰

۷۳ مقدار آب ۴۰ درجه‌ی سلسیوس را در محلی که نقطه‌ی جوش آب $100^{\circ}C$ است، به بخار آب $100^{\circ}C$ تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای کل داده شده به آب، صرف افزایش دمای آب شده است؟ ($c_{\text{آب}} = 540 \text{ cal/g}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

۱۰ (۲)

۹ (۱)

۷۴ یک تانکر حمل سوخت، ۲۰۰۰۰ لیتر بنزین بارگیری کرده است. اگر دمای هوا در محل تحویل سوخت، $30^{\circ}F$ بیش‌تر از محلی باشد که سوخت، بارگیری شده است، رانند چند لیتر سوخت در محل جدید تحویل می‌دهد؟

$$\left(\frac{1}{F} \times 10^{-4} \times 5 = \text{ضریب انبساط حجمی بنزین} \right)$$

۲۰۵۴۰ (۴)

۲۵۴۰۰ (۳)

۲۰۳۰۰ (۲)

۲۳۰۰۰ (۱)

۷۵ دمای جرم‌های برابر از سه مایع A، B و C به‌ترتیب برابر با $12^{\circ}C$ و $19^{\circ}C$ و $28^{\circ}C$ است. اگر در ابتدا مایع‌های A و B را با هم مخلوط کنیم، دمای تعادل مخلوط برابر با $16^{\circ}C$ و اگر در ابتدا مایع‌های B و C را با هم مخلوط کنیم، دمای تعادل مخلوط برابر با $23^{\circ}C$ خواهد بود. اگر در ابتدا دو مایع A و C را با هم مخلوط شوند، دمای تعادل مخلوط تقریباً چند درجه‌ی فارنهایت خواهد شد؟ (از اتلاف انرژی و رخ دادن واکنش شیمیایی در اثر اختلاط صرف‌نظر کنید.)

۶۷/۵۳ (۴)

۱۹/۷۴ (۳)

۶۸/۴۷ (۲)

۲۰/۲۶ (۱)

۷۶ اگر دمای یک کره‌ی فلزی توپر را ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن ۳ درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط سطحی فلز در SI برابر با کدام گزینه است؟

3×10^{-4} (۴)

5×10^{-5} (۳)

5×10^{-4} (۲)

10^{-4} (۱)

۷۷ می‌خواهیم با سوزاندن زغال دمای ۳۰۰ لیتر آب $20^{\circ}C$ را به $100^{\circ}C$ برسانیم. اگر ۶۰ درصد گرمای حاصل از سوختن زغال صرف گرم کردن آب شود، چند کیلوگرم زغال برای این کار نیاز است؟ (از سوختن هر گرم زغال ۸۰۰۰ کالری گرما ایجاد می‌شود، $\rho_{\text{آب}} = \frac{g}{\text{cm}^3}$ و $c_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{g \cdot ^{\circ}C}$)

۵ (۴)

5×10^{-3} (۳)

۱۵ (۲)

15×10^{-3} (۱)

۷۸ وقتی دمای یک میله‌ی فلزی را از $40^{\circ}C$ به $55^{\circ}C$ می‌رسانیم. طول آن از ۳۰ cm به ۳۲ cm می‌رسد. اگر دمای یک مکعب فلزی از همین جنس را از $10^{\circ}C$ به $70^{\circ}C$ برسانیم، حجم آن تقریباً چند درصد تغییر می‌کند؟

۴۰ (۴)

۶۰ (۳)

۸۰ (۲)

۲۰ (۱)

۷۹ اگر به‌طور مجزا به جسم‌های A و B گرماهای یکسان Q بدهیم، دمای آن‌ها به‌ترتیب به اندازه‌ی θ_A و θ_B زیاد می‌شود. اگر به مجموعه‌ی این دو جسم با دماهای اولیه‌ی یکسان در مجموع گرمای Q داده شود تا دو جسم در دمای دیگری به تعادل برسند، دمای آن‌ها چقدر افزایش می‌یابد؟ (از تغییر حالت اجسام و اتلاف انرژی چشم‌پوشی کنید.)

$$\frac{2}{\theta_A + \theta_B} \quad (۴)$$

$$\frac{\theta_A + \theta_B}{2} \quad (۳)$$

$$\frac{\theta_A \theta_B}{\theta_A + \theta_B} \quad (۲)$$

$$\frac{\theta_A + \theta_B}{\theta_A \theta_B} \quad (۱)$$

۸۰ درون استوانه‌ای تا ارتفاع ۴۰ cm آب می‌ریزیم و دمای آن را از ۲۷۳ K به ۲۸۰ K می‌رسانیم. به ترتیب حجم و فشار ناشی از آب در کف ظرف چگونه تغییر می‌کنند؟

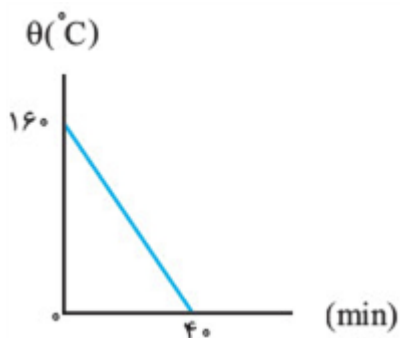
(۱) کاهش و سپس افزایش - کاهش و سپس افزایش (۲) افزایش و سپس کاهش - افزایش و سپس کاهش

(۳) کاهش و سپس افزایش - ثابت (۴) کاهش - ثابت

۸۱) کره‌ای فلزی به جرم $64g$ و شعاع 2 cm در دمای $293K$ قرار دارد. اگر دمای گلوله به $158^\circ F$ برسد، چگالی آن چند $\frac{\text{kg}}{m^3}$ و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\alpha = 10^{-5} \frac{1}{K}$ و $\pi \simeq 3$)

- ۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد. ۳) کاهش می‌یابد. ۴) افزایش می‌یابد.

۸۲) شکل زیر، نمودار تغییرات دمای یک قطعه‌ی فلز را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر آهنگ شارش گرما از فلز $12 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$ باشد، ظرفیت گرمایی این فلز در SI کدام است؟



- ۱) ۷۵۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۳۰۰۰ ۴) اطلاعات مسأله کافی نیست.

۸۳) در یک بالن شیشه‌ای که لوله‌ی آن مندرج است، 270 گرم از مایعی به چگالی $0.9 \frac{g}{\text{cm}^3}$ و دمای $93^\circ C$ قرار دارد. اگر با دادن گرما دمای مجموعه را به $123^\circ C$ برسانیم، بالن مدرج، حجم مایع را چند سانتی‌متر مکعب نشان می‌دهد؟ (ضریب انبساط حجمی مایع $\frac{1}{K} \times 10^{-3}$ است.)

- ۱) کمتر از $309/9 \text{ cm}^3$ ۲) دقیقاً $309/9 \text{ cm}^3$ ۳) بیشتر از $309/9 \text{ cm}^3$ ۴) با توجه به ضریب انبساط حجمی ظرف، امکان دارد هر کدام از گزینه‌ها صحیح باشند.

۸۴) توان یک گرمکن الکتریکی $50W$ است. این گرمکن را درون یک گرماسنج حاوی $200g$ آب با دمای $10^\circ C$ که با هم در حال تعادل هستند، قرار می‌دهیم. پس از چند دقیقه، دمای آب درون گرماسنج به $60^\circ C$ می‌رسد؟ (تمام گرمای تولیدی گرمکن، صرف گرم کردن آب و گرماسنج می‌شود. ظرفیت گرمایی گرماسنج $180 \frac{J}{K}$ و گرمای ویژه‌ی آب $4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ است.)

- ۱) ۱۰۲۰ ۲) ۵۴۰ ۳) ۱۷ ۴) ۹

۸۵) اگر دمای میله‌ای فلزی را $50^\circ C$ افزایش دهیم، طول آن $1/100$ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای صفحه‌ای از همان فلز را $100^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت این صفحه چند برابر می‌شود؟

- ۱) 0.04 ۲) $1/0.4$ ۳) 0.004 ۴) $1/0.04$

۸۶

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؟ $(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}$ ، $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}$ 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 $5^{\circ}C$ ۴) ۶ kg آب $75^{\circ}C$

۸۷

حلقه‌ای دایره‌ای به قطر ۴۰ cm از جنس آهن در اختیار داریم. اگر دمای این حلقه را $135^{\circ}F$ افزایش دهیم، افزایش محیط حلقه چند میلی‌متر خواهد شد؟ $(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ ، $\pi \simeq 3$)

- ۱) ۵/۴ ۲) ۲/۱۶ ۳) ۱/۹ ۴) ۱/۰۸

۸۸

۸۰ درصد حجم یک ظرف به گنجایش ۲ لیتر را از مایعی با ضریب انبساط حجمی $(^{\circ}C)^{-1} \times 10^{-3}$ پر می‌کنیم. اگر دمای ظرف و مایع هم‌دمای آن را $60^{\circ}C$ افزایش دهیم، 32 cm^3 مایع از ظرف سرریز می‌شود. ضریب انبساط طولی ظرف در SI کدام است؟

- ۱) 4×10^{-4} ۲) 6×10^{-4} ۳) $1/2 \times 10^{-3}$ ۴) $1/8 \times 10^{-3}$

۸۹

یک مکعب فلزی به ضلع ۱۰ cm در دمای $20^{\circ}C$ داریم. اگر دمای مکعب به $170^{\circ}C$ برسد، افزایش حجم مکعب چند سانتی‌متر مکعب خواهد بود؟ $(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}C})$

- ۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

۹۰

قطعه فلزی به جرم ۲۰ g و دمای $100^{\circ}C$ را در گرماسنجی با ظرفیت گرمایی $84 \frac{J}{K}$ ، که محتوی ۲۰۰ g آب $16^{\circ}C$ است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل مجموعه برابر با $20^{\circ}C$ شود، گرمای ویژه فلز چند $\frac{J}{g \cdot K}$ است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

- ۱) ۲/۱ ۲) ۲/۳۱ ۳) ۱/۸۹ ۴) ۰/۲۱

۹۱

به وسیله‌ی یک گرمکن با توان مصرفی $100 W$ و بازدهی ۷۵ درصد در مدت $24/5 \text{ min}$ مقداری یخ $-10^{\circ}C$ را به آب $20^{\circ}C$ تبدیل می‌کنیم. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}$ ، $c_{\text{یخ}} = \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}$ و تمام گرمای خروجی گرمکن به یخ می‌رسد.) $L_F = 336000 \frac{J}{\text{kg}}$

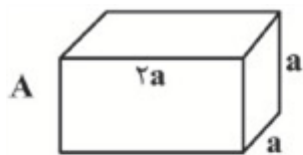
- ۱) ۰/۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1000}{3}$

۹۲

فلزی با ظرفیت گرمایی C و دمای $75^{\circ}C$ را داخل ظرفی به ظرفیت گرمایی $400 \frac{J}{K}$ که محتوی ۵۰۰ گرم آب $10^{\circ}C$ است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $50^{\circ}C$ باشد، C چند واحد SI است؟ (اتلاف گرما ناچیز و $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$)

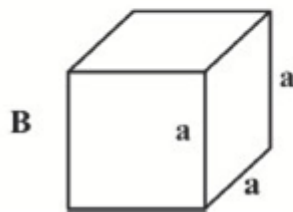
- ۱) ۴۰۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۳۷۵۰ ۴) ۲۰۰۰

۹۳ مطابق شکل زیر، به دو مکعب فلزی و توپر A و B با ابعاد و جنس‌های متفاوت مقدار یکسانی گرما می‌دهیم. تغییرات حجم مکعب مستطیل A چند برابر تغییرات حجم مکعب B است؟



$$(\alpha_A = 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_B = 18 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$$

$$(c_A = 500 \frac{J}{kg.K}, c_B = 400 \frac{J}{kg.K})$$



$$(\rho_A = 9 \frac{g}{cm^3}, \rho_B = 8 \frac{g}{cm^3})$$

۲۵
۸ (۴)

۳۲
۸۱ (۳)

۸
۲۵ (۲)

۸۱
۳۲ (۱)

۹۴ درون ظرفی ۴۰۰g مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم ۲۰۰g و دمای ۱۰۵°C را داخل آب بیندازیم، بعد از برقراری تعادل، دمای آب به ۵°C می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟
($c_{\text{فلز}} = 840 \frac{J}{kg.K}$, $L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$, $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K}$ و از اتلاف انرژی و تغییرات دمایی ظرف صرف‌نظر شود.)

۵۰ (۴)

۲/۵ (۳)

۵ (۲)

۲۵ (۱)

۹۵ ۴۰۰ گرم یخ با دمای ۵°C- درون گرماسنجی با ظرفیت گرمایی ناچیز وجود دارد. اگر با یک گرمکن الکتریکی با توان ثابت ۵۴۰ وات و بازده ۷۰ درصد به یخ گرما بدهیم، پس از ۱۰۰ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟ (فشار داخل گرماسنج را یک اتمسفر در نظر بگیرید. $L_F = 336000 \frac{J}{kg}$, $c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg.K}$ و از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید.)

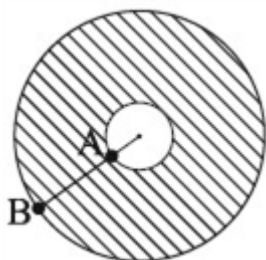
۳۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۹۶ مطابق شکل زیر، از یک ورق دایره‌ای شکل فلزی به قطر ۶۰ cm، حفره‌ای به شعاع ۱۰ cm خارج کرده‌ایم. اگر این ورق را به طور یکنواخت گرم کنیم تا فاصله‌ی نقاط A و B، ۲/۰ mm تغییر کند، مساحت قسمت توپر ورق چگونه تغییر می‌کند؟ ($\pi = 3$)



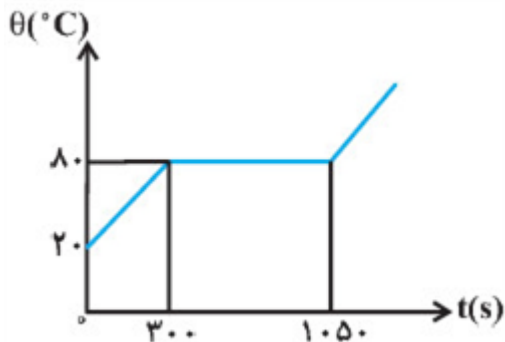
۲/۸ cm^۲ کاهش می‌یابد. (۲)

۴/۸ cm^۲ افزایش می‌یابد. (۱)

۲/۴ cm^۲ کاهش می‌یابد. (۴)

۲/۴ cm^۲ افزایش می‌یابد. (۳)

۹۷) نمودار دمای جسمی جامد به جرم 5 kg که به آن توسط یک گرمکن 100 واتی گرما می‌دهیم، برحسب زمان در SI مطابق شکل زیر است. به ترتیب از راست به چپ، گرمای ویژه‌ی این جسم جامد و گرمای نهان ذوب آن چند واحد SI است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود و توان گرمکن ثابت است.)



- ۱) $750 \times 10^3, 210 \times 10^3$ ۲) $1000, 210 \times 10^3$ ۳) $750, 150 \times 10^3$ ۴) $1000, 150 \times 10^3$

۹۸) در یک ظرف به حجم V و ضریب انبساط طولی $\alpha = \frac{1}{K} \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ که در دمای 20°C قرار دارد، مقداری مایع به حجم $\frac{3}{4}V$ و ضریب انبساط حجمی $\beta = \frac{1}{K} \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ در دمای 20°C می‌ریزیم. اگر مجموعه را تا دمای 100°C گرم کنیم، کدام گزینه رخ می‌دهد؟ (از تبخیر سطحی مایع صرف‌نظر کنید.)

- ۱) قسمتی از مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.
۲) قسمتی از فضای ظرف خالی می‌ماند.
۳) ظرف، لب به لب از مایع پر می‌شود و مایع بیرون نمی‌ریزد.
۴) نمی‌توان نظر قطعی داد و ممکن است هر سه گزینه صحیح باشد.

۹۹) در فشار یک اتمسفر، حداقل چند گرم بخار آب با دمای 100°C لازم است تا بتواند 40 گرم یخ با دمای -32°C را کاملاً ذوب کند؟

$$\left(L_v = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

- ۱) ۶۰ ۲) ۶ ۳) ۳۰ ۴) ۳

۱۰۰) شکل زیر نمودار تغییرات دمای یک جسم برحسب گرمای داده‌شده به آن است. اگر 2880 J گرما به این جسم داده شود، آنگاه کدام گزینه درست است؟



- ۱) $0/8$ جرم جسم ذوب می‌شود. ۲) $0/6$ جرم جسم هنوز مایع است.
۳) $0/4$ جرم جسم ذوب می‌شود. ۴) $0/2$ جرم جسم ذوب می‌شود.

۱۰۱

۱۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را داخل ۴۰۰ گرم آب ۳۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, L_F = 336000 \frac{J}{\text{kg}} \right)$$

۱۲ (۴)

۸ (۳)

۴ (۲)

صفر (۱)

۱۰۲

ظرفی حاوی ۰/۵ کیلوگرم یخ $-40^\circ C$ و ۲ kg یخ صفر درجه‌ی سلسیوس است. اگر $546000 J$ گرما به صورت یک‌نواخت به محتویات داخل ظرف دهیم، چند کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس پس از تعادل گرمایی در ظرف باقی می‌ماند؟ $\left(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, L_{F_{\text{یخ}}} = 336000 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right)$ و اتلاف گرما ناچیز است.

۱/۵ (۴)

۱ (۳)

۲ (۲)

۰/۵ (۱)

۱۰۳

دمای جسمی $86^\circ F$ است. دمای این جسم به چند درجه‌ی فارنهایت افزایش یابد تا دمای آن به ۴۰۰ کلوین برسد؟

۲۱۲/۸ (۴)

۲۶۰/۶ (۳)

۱۸۵/۸ (۲)

۱۷۴/۶ (۱)

۱۰۴

اختلاف طول میله‌های A و B در دمای θ_1 ، 10 cm است. دمای هر دو میله را به یک اندازه افزایش می‌دهیم. اگر اختلاف طول میله‌ها تغییری نکند، طول میله‌ی بلندتر در دمای θ_2 چند سانتی‌متر بوده است؟ $(\alpha_A = 4 \times 10^{-5} K^{-1}, \alpha_B = 5 \times 10^{-5} K^{-1})$

۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

۱۰۵

دو جسم A و B به ترتیب با جرم‌های m و $3m$ و دماهای T_A و T_B را در یک محیط قرار می‌دهیم. این دو جسم با از دست دادن مقداری گرما، با محیط پیرامونشان به تعادل گرمایی می‌رسند. اگر گرمای ویژه‌ی جسم A دو برابر گرمای ویژه‌ی جسم B باشد و جسم B شش برابر جسم A گرما از دست داده باشد، دمای تعادل این دو جسم برحسب T_A و T_B کدام است؟

$T_A - T_B$ (۴)

$4T_A - T_B$ (۳)

$\frac{T_A - T_B}{3}$ (۲)

$\frac{4T_A - T_B}{3}$ (۱)

۱۰۶

دو کره‌ی فلزی هم‌جنس و تو خالی A و B را در اختیار داریم. شعاع خارجی کره‌ی A ، 20 cm و شعاع حفره‌ی داخلی آن 10 cm است. شعاع خارجی کره‌ی B برابر با 30 cm و شعاع حفره‌ی داخلی آن 20 cm می‌باشد. اگر به دو کره گرمای مساوی بدهیم و تغییر دمای آن‌ها $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$ کدام است؟

$\frac{19}{7}$ (۴)

$\frac{27}{8}$ (۳)

$\frac{7}{19}$ (۲)

$\frac{8}{27}$ (۱)

۱۰۷

به ۱۰۰ گرم آب با دمای $50^\circ C$ در فشار یک اتمسفر، $111/24 \text{ kJ}$ گرما می‌دهیم. چند گرم آن به بخار تبدیل می‌شود؟ $(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

۰/۰۵ (۴)

۴۰ (۳)

۲۱ (۲)

۰/۰۴ (۱)

۱۰۸

اگر دمای جسمی برحسب درجه‌ی فارنهایت ۹ درصد کاهش یابد، دمای آن ۷ کلوین تغییر می‌کند. دمای جسم در ابتدا چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟

۶۰ (۴)

۱۴۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۲/۶ (۱)

۱۰۹) کره مسی A توپر و دارای شعاع R و کره مسی B با شعاع خارجی R دارای حفره ای کروی به شعاع $\frac{R}{2}$ است. دمای اولیه هر دو کره برابر است. به هر دو کره گرمای یکسانی می‌دهیم. افزایش حجم کره A، ΔV_A و افزایش حجم ظاهری کره B را ΔV_B می‌نامیم. در این صورت $\frac{\Delta V_B}{\Delta V_A}$ کدام گزینه خواهد شد؟

- ۱) $\frac{7}{8}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{8}{7}$ ۴) ۲

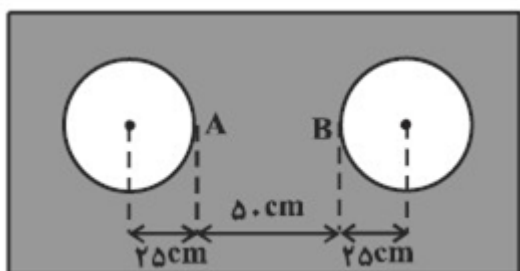
۱۱۰) در ظرفی مقداری آب $80^\circ C$ وجود دارد. m گرم آب $\theta^\circ C$ به آن اضافه می‌کنیم تا دمای تعادل آن به $50^\circ C$ برسد. اگر دوباره m گرم دیگر آب $\theta^\circ C$ در ظرف ریخته شود، دمای تعادل این بار به $40^\circ C$ می‌رسد. در این صورت دمای آب اضافه شده چند کلوین است؟ (از مبادله گرما با محیط صرف نظر می‌شود)

- ۱) ۲۸۸ ۲) ۲۹۳ ۳) ۲۹۸ ۴) ۳۰۳

۱۱۱) دمای یک میله فلزی از θ_1 به θ_2 می‌رسد. اگر طول آن ۱/۰ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً

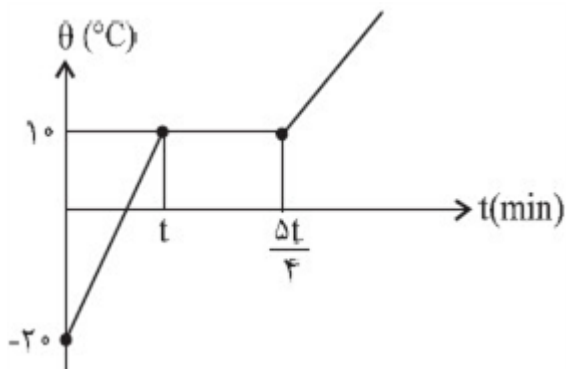
- ۱) ۱/۰ درصد کاهش می‌یابد. ۲) ۳/۰ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۱/۰ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۳/۰ درصد افزایش می‌یابد.

۱۱۲) در وسط یک صفحه فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $10^{-5} K^{-1}$ است، دو دایره به شعاع‌های ۲۵ سانتی‌متر را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فاصله‌ی AB چند میلی‌متر می‌شود؟



- ۱) ۴۹۶/۴ ۲) ۴۹۸/۲ ۳) ۵۰۱/۸ ۴) ۵۰۳/۶

۱۱۳) نمودار تغییرات دما برحسب زمان جسم جامدی که درون یک گرمکن با توان ثابت قرار دارد، مطابق شکل زیر است. گرمای نهان ذوب این جسم چند برابر گرمای ویژه‌ی جسم در حالت جامد است؟



- ۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۰

۱۱۴) m گرم آب با دمای θ را با ۱۰۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل برابر ۱۵ درجه‌ی سلسیوس می‌شود. اگر همین مقدار آب m با دمای θ را با ۳۰۰ گرم آب با دمای ۴۰ درجه‌ی سلسیوس مخلوط نماییم، دمای تعادل برابر ۳۰ درجه‌ی سلسیوس می‌شود، θ چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (از اتلاف انرژی دیگر صرف‌نظر کنید.)

- ۸ (۱) ۱۲ (۲) ۱۰ (۳) ۶ (۴)

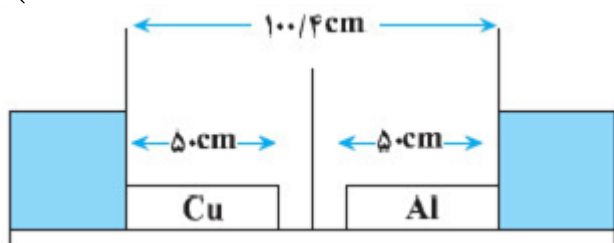
۱۱۵) قطعه یخی با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس به جرم $۱۶۷g$ با تندی $۲۰۰ \frac{m}{s}$ به مانعی برخورد می‌کند. اگر ۶۰ درصد انرژی جنبشی قطعه یخ در لحظه‌ی برخورد، صرف گرم کردن یخ شود، چند گرم یخ ذوب می‌شود؟

$$\left(L_F = ۳۳۴ \frac{J}{g} \right)$$

- ۶۰ (۱) ۶ (۲) ۱۰ (۳) ۳۲ (۴)

۱۱۶) دو میله‌ی مسی و آلومینیومی بین دو دیواره‌ی ثابت قرار دارند. دمای دو میله را حداقل چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یک‌دیگر برسند؟

$$\left(\alpha_{Cu} = ۱/۷ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K}, \alpha_{Al} = ۲/۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K} \right)$$



- ۲۰۰ (۴) ۲۵۰ (۳) ۳۴۷ (۲) ۴۷۰ (۱)

۱۱۷) ۱۰۰ گرم یخ با دمای $-۵^{\circ}C$ را درون ۲۰۰ گرم آب با دمای ۱۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر پس از رسیدن به تعادل، مخلوط آب و یخ داشته باشیم، تقریباً چند گرم یخ ذوب می‌شود؟ $(c_{\text{آب}} = ۴/۲ \frac{J}{g \cdot K}, c_{\text{یخ}} = ۲/۱ \frac{J}{g \cdot K})$

$$L_F = ۳۳۶ \frac{J}{g} \text{ و اتلاف انرژی نداریم.}$$

- ۱۶ (۱) ۲۲ (۲) ۳۰ (۳) ۵۰ (۴)

۱۱۸) به دو کره‌ی هم‌جنس A و B که اولی توپر به شعاع R و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن R و شعاع حفره‌ی کروی داخلی آن $\frac{R}{۲}$ است، به‌ترتیب گرماهای Q_A و $Q_B = ۲Q_A$ می‌دهیم. تغییر حجم کره A چند برابر تغییر حجم ظاهری کره B است؟

- ۱ (۱) $\frac{۱}{۲}$ (۲) $\frac{۷}{۴}$ (۳) $\frac{۱۶}{۷}$ (۴)

۱۱۹) دمای مایعی با ضریب انبساط حجمی $K^{-۱} \times ۱۰^{-۲}$ را از $۵۰^{\circ}F$ به $۱۳۱^{\circ}F$ می‌رسانیم، حجم مایع چند برابر می‌شود؟

- ۱/۹ (۱) ۲/۷ (۲) ۱/۰۹ (۳) ۲/۰۷ (۴)

۱۲۰) گرمای ویژه‌ی مس $۴۰۰ \frac{J}{kg^{\circ}C}$ است. $۱۴۰kJ$ گرمای دمای $۵kg$ مس $۱۰^{\circ}C$ را به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رساند؟

- ۷۰ (۱) ۸۰ (۲) ۹۰ (۳) ۱۰۰ (۴)

۱۲۱) ظرفی به حجم یک لیتر با ضریب انبساط خطی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ به طور کامل از مایعی با ضریب انبساط حجمی

$\frac{1}{K} \times 10^{-4} \times 5/1$ ، پُر شده است. اگر دمای مجموعه را $50^\circ C$ افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟

- ۱) ۶ ۲) ۷/۵ ۳) ۹ ۴) ۱۰/۵

۱۲۲) دمای یک صفحه‌ی فلزی دایره‌ای شکل را $250^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اگر نسبت قطر دایره پس از گرم شدن به قطر دایره قبل از آن برابر $1/5$ باشد، ضریب انبساط سطحی این فلز کدام است؟

- ۱) $\frac{1}{C} \times 10^{-3} \times 2$ ۲) $\frac{1}{C} \times 10^{-3} \times 4$ ۳) $\frac{1}{C} \times 10^{-3}$ ۴) $\frac{1}{C} \times 10^{-4} \times 5$

۱۲۳) اگر به 10 g یخ با دمای $-10^\circ C$ ، $3/78\text{ kJ}$ گرما داده شود، دمای نهایی آن چند درجهٔ سلسیوس خواهد شد؟
 $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}^\circ C}, L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2100\text{ J} \right)$

- ۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۱۰

۱۲۴) $200^\circ C$ گرم آب $20^\circ C$ و $300^\circ C$ گرم آب $50^\circ C$ و $500^\circ C$ گرم آب $30^\circ C$ را با هم مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس است؟
 $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} \right)$

- ۱) ۳۰ ۲) ۳۲ ۳) ۳۴ ۴) ۳۷

۱۲۵) ظرفی به حجم یک لیتر پر از مایعی به ضریب انبساط حجمی $\beta = 8 \times 10^{-4} K^{-1}$ است. اگر دمای مایع و ظرف را $50^\circ C$ کاهش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب از حجم ظرف خالی می‌ماند؟
 $(\alpha_{\text{ظرف}} = 2 \times 10^{-6} K^{-1})$

- ۱) ۳ ۲) ۴۰ ۳) ۳۷ ۴) ۳۹/۷

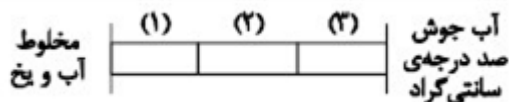
۱۲۶) یک گرمکن الکتریکی با توان مفید ثابت در مدت ۱۷ دقیقه مقداری یخ $-10^\circ C$ را به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌کند. این گرمکن پس از چند دقیقهٔ دیگر آب حاصل از ذوب یخ را به آب جوش $100^\circ C$ تبدیل می‌کند؟
 $(L_F = 80 c_{\text{آب}} = 160 c_{\text{یخ}})$

- ۱) ۲۰ ۲) ۳۷ ۳) ۱۷ ۴) ۳۴

۱۲۷) در ظرف عایقی، 1 kg یخ $-2^\circ C$ در فشار 1 atm قرار دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن 2 kW و بازده آن ۶۰ درصد است به یخ گرما بدهد، پس از چند ثانیه، 900 g از یخ در ظرف باقی می‌ماند؟
 $\left(c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{g \cdot K}, L_F = 336 \frac{J}{g} \right)$

- ۱) ۱۸/۹ ۲) ۲۸ ۳) ۳۱/۵ ۴) ۳۳/۶

۱۲۸ مطابق شکل زیر، ۳ میله با طول و سطح مقطع یکسان، از یک طرف در آب جوش ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و از طرف دیگر در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه‌ی سانتی‌گراد قرار دارند. دمای محل اتصال میله‌های (۱) و (۲)، چند برابر محل اتصال میله‌های (۲) و (۳) است؟ ضریب رسانش گرمای میله‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب k ، $2k$ و $3k$ می‌باشد.



۱
۴ (۴)

۱ (۳)

۲
۳ (۲)

۱
۲ (۱)

۱۲۹ طول یک میله‌ی مسی $8/0$ متر و دمای آن θ_1 است. اگر دمای میله به $70^\circ C$ برسد، طول آن $8/06$ میلی‌متر افزایش می‌یابد. دمای اولیه‌ی میله (θ_1) چند درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است؟ (ضریب انبساط طولی مس $\frac{1}{C} = 10^{-6} \times 17$ می‌باشد.)

۴۰ (۴)

۳۵ (۳)

۲۰ (۲)

۵۰ (۱)

۱۳۰ در یک سردکن با توان $1000W$ ، یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس و یک کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس در تعادل قرار دارند، پس از چند دقیقه دمای مجموعه به $8^\circ C$ می‌رسد؟

$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

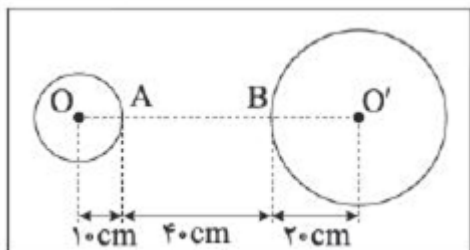
۶/۷۵ (۴)

۶/۷۲ (۳)

۱۱/۵ (۲)

۱۱/۲ (۱)

۱۳۱ در وسط یک صفحه فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $10^{-5} K^{-1}$ است، دو دایره با شعاع $10cm$ و $20cm$ را در دمای $0^\circ C$ خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر تا $100^\circ C$ برسانیم، تغییر فاصله OO' و AB به ترتیب از راست به چپ چند mm و چگونه است؟



۱/۲۶ mm افزایش - ۰/۷۲ mm افزایش (۲)

۲/۵۲ mm افزایش - ۱/۴۴ mm افزایش (۱)

۱/۴۴ mm کاهش - ۲/۵۲ mm افزایش (۴)

۱/۲۶ mm افزایش - ۰/۷۲ mm کاهش (۳)

۱۳۲ در یک دماسنج جیوه‌ای هنگامی که دماسنج دمای $20^\circ C$ را نشان می‌دهد. ارتفاعی که جیوه از مخزن گرفته است $15mm$ و هنگامی که دماسنج دمای $60^\circ C$ را نشان می‌دهد. ارتفاعی که جیوه از مخزن گرفته $25mm$ است، کدام رابطه بین دما بر حسب درجه سلسیوس (θ) و ارتفاع جیوه بر حسب میلی‌متر از مخزن (h) درست است؟

$\theta = 2h + 20$ (۴)

$\theta = 2h - 20$ (۳)

$\theta = 4h + 40$ (۲)

$\theta = 4h - 40$ (۱)

۱۳۳ قطعه فلزی به جرم $50g$ و دمای θ درجه سلسیوس را داخل مقداری آب $100^\circ C$ می‌اندازیم. اگر بخار آب $100^\circ C$ تولید شود، θ چند درجه سلسیوس است؟ $L_v = 2268 \frac{J}{g}$ و $c_{\text{فلز}} = 840 \frac{J}{kg \cdot K}$ و از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید.

۲۳۵ (۴)

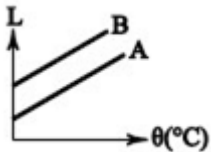
۱۳۵ (۳)

۳۷۰ (۲)

۲۷۰ (۱)

۱۳۴

نمودار طول برحسب دما برای دو خط کش فلزی A و B مطابق شکل مقابل است. در مقایسه‌ی ضریب انبساط طولی دو خط کش، کدام گزینه صحیح است؟



$\alpha_A < \alpha_B$ (۲)

$\alpha_A > \alpha_B$ (۱)

هر سه گزینه می‌تواند درست باشد. (۴)

$\alpha_A = \alpha_B$ (۳)

۱۳۵

اگر دمای میله‌ای به طول L و سطح مقطع A را از $0^\circ C$ تا $20^\circ C$ افزایش دهیم، تغییر طول میله ΔL می‌شود. اگر میله را بکشیم به طوری که بدون تغییر جرم و چگالی، سطح مقطع آن $\frac{A}{4}$ شود و دمای میله جدید را از $0^\circ C$ تا $20^\circ C$ افزایش دهیم، تغییر طول آن $\Delta L'$ می‌شود. $\frac{\Delta L'}{\Delta L}$ کدام است؟

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) ۴

۱۳۶

۸۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب $20^\circ C$ درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر گرما فقط بین آب و یخ مبادله شود، بعد از برقراری تعادل گرمایی چند گرم آب و با چه دمایی برحسب سلسیوس خواهیم داشت؟
($L_f = 336 \frac{J}{g}$ و $c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}$)

(۱) ۱۰۰۰ و صفر (۲) ۱۲۰۰ و صفر (۳) ۱۶۰۰ و ۲ (۴) ۱۶۰۰ و ۴

۱۳۷

برای تهیه‌ی M گرم آب $20^\circ C$ درجه‌ی سلسیوس، m گرم آب $5^\circ C$ را با m' گرم بخار آب $100^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. $\frac{m'}{m}$ برابر کدام گزینه است؟
($c = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$, $L_V = 2352 \frac{J}{g}$)

(۱) $\frac{3}{128}$ (۲) $\frac{3}{64}$ (۳) $\frac{3}{640}$ (۴) $\frac{3}{320}$

۱۳۸

یک بالون شیشه‌ای در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس به طور کامل پر از اتر شده است. اگر دمای مجموعه را از صفر درجه‌ی سلسیوس به $12^\circ C$ برسانیم، 6 cm^3 اتر از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر دمای مجموعه را به $18^\circ C$ برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب دیگر اتر از ظرف بیرون خواهد ریخت؟ (ضریب انبساط طولی شیشه برابر $\frac{1}{C} \times 10^{-6}$ و ضریب انبساط حجمی اتر برابر $\frac{1}{C} \times 10^{-3}$ است.)

(۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۹ (۴) ۱۲

۱۳۹

به دو جسم A و B به ترتیب گرمای $2Q$ و $3Q$ می‌دهیم. بدون تغییر حالت دمای این دو جسم به ترتیب $3\Delta\theta$ و $4\Delta\theta$ افزایش می‌یابد. اگر جسم A با دمای $22^\circ C$ را بر جسم B با دمای $90^\circ C$ تماس دهیم، دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (اتلاف گرما و تغییر حالت رخ نمی‌دهد.)

(۱) ۶۱ (۲) ۵۶ (۳) ۵۴ (۴) ۵۸

۱۴۰ با گرفتن گرمای Q از ۴ لیتر مایع به چگالی $2 \frac{g}{cm^3}$ دمای مایع $81^\circ F$ کاهش می‌یابد. مقدار گرمای Q چند کیلوژول است؟ $\left(c_{\text{مایع}} = 250 \frac{J}{kg^\circ C} \right)$

- ۱ ۴۵ ☐ ۲ ۹۰ ☐ ۳ $4/5 \times 10^4$ ☐ ۴ 9×10^4 ☐

۱۴۱ ۲ kg آب $40^\circ C$ با گرمای ویژه $4200 \frac{J}{kg^\circ C}$ را با ۱ kg مایع با گرمای ویژه $2800 \frac{J}{kg^\circ C}$ و دمای $60^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. دمای نهایی مخلوط چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر شود و در اثر مخلوط شدن دو مایع حجم آن‌ها تغییر نمی‌کند.)

- ۱ ۴۵ ☐ ۲ ۵۰ ☐ ۳ ۵۴ ☐ ۴ ۴۲ ☐

۱۴۲ توان الکتریکی مصرفی یک کتری برقی ۵۰۰ وات و بازدهٔ آن ۸۰ درصد است. این کتری در مدت ۱۴ دقیقه، m کیلوگرم یخ $0^\circ C$ را ذوب می‌کند، m چند کیلوگرم است؟ $\left(L_f = 336000 \frac{J}{kg} \right)$

- ۱ ۱ ☐ ۲ ۰/۱ ☐ ۳ ۲ ☐ ۴ ۰/۲ ☐

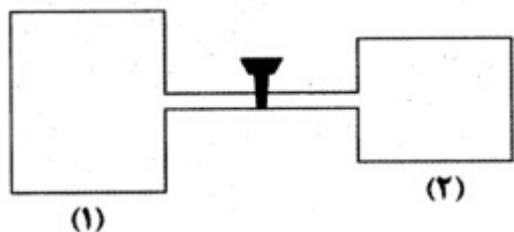
۱۴۳ ظرفی عایق حاوی ۵۰۰ گرم آب و ۱۰۰ گرم یخ در تعادل گرمایی در فشار یک اتمسفر است. حداقل چند گرم آب با دمای $20^\circ C$ درون این ظرف بریزیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}, L_f = 336 \frac{J}{g} \right)$ و اتلاف گرما ناچیز است.

- ۱ ۸۰۰ ☐ ۲ ۶۰۰ ☐ ۳ ۵۰۰ ☐ ۴ ۴۰۰ ☐

۱۴۴ در فیزیک میان فشار، حجم و دمای مطلق T گاز کامل رابطه $PV = \beta T$ وجود دارد. یکای β در SI به کدام صورت می‌تواند باشد؟

- ۱ $\frac{kg \cdot m^2}{s \cdot K}$ ☐ ۲ $\frac{J}{K}$ ☐ ۳ $\frac{kg \cdot m^3}{s^2 \cdot K}$ ☐ ۴ $\frac{J \cdot m}{K}$ ☐

۱۴۵ در شکل زیر، حجم مخزن (۱) برابر $12L$ و حجم مخزن (۲) برابر $8L$ است. اگر درون مخزن (۱) مقدار گاز هیدروژن در فشار $2 atm$ و در مخزن (۲) مقدار گاز هلیوم در فشار $3 atm$ محبوس شده باشد، با باز کردن شیر رابط و پس از برقراری تعادل، فشار نهایی به چند اتمسفر می‌رسد؟ (دمای گازها ثابت فرض شود و حجم لوله‌ی رابط ناچیز است.)



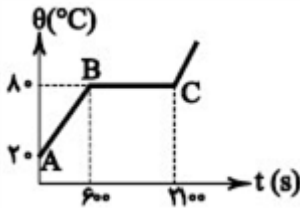
- ۱ $2/1$ ☐ ۲ $2/4$ ☐ ۳ $2/8$ ☐ ۴ $3/2$ ☐

۱۴۶ یک قطعهٔ مس به جرم $2/7 kg$ و دمای $13/4^\circ C$ را درون مخلوطی از آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی که مجموعه به تعادل برسد، دمای مس صفر درجهٔ سلسیوس می‌شود. در نهایت حجم مخلوط آب و یخ چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟ $\left(\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, L_f = 335 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{مس}} = 40 \frac{J}{kg^\circ C} \right)$

- ۱ صفر ☐ ۲ ۰/۴۸ ☐ ۳ ۰/۴۳۲ ☐ ۴ ۴/۸ ☐

۱۴۷) جسم جامدی با گرمای نهان ویژه‌ی ذوب $\frac{J}{kg} = 15 \times 10^4$ را با یک گرمکن ۱۰۰ واتی حرارت داده‌ایم. اگر نمودار

تغییرات دما بر حسب زمان، مطابق شکل باشد، گرمای ویژه‌ی این جسم چند واحد SI است؟



۱۰۰۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

۸۰۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

۱۴۸) دمای یک میله فلزی را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم. طول آن 0.23% درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک مکعب از همین فلز را $200^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن چند درصد تغییر می‌کند؟

0.0157% (۴)

0.057% (۳)

0.0138% (۲)

$1/38$ (۱)

۱۴۹) در ظرفی که عایق گرما است m گرم یخ $0^\circ C$ قرار دارد. 20 گرم بخار آب $100^\circ C$ را در ظرف وارد می‌کنیم. اگر پس از

تبادل گرمایی، در ظرف فقط آب $40^\circ C$ وجود داشته باشد، m چند گرم است؟ $(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{kJ}{kg \cdot K})$

$$L_{F_{\text{بخار}}} = 336 \frac{kJ}{kg} \text{ و } L_{V_{\text{بخار}}} = 2268 \frac{kJ}{kg} \text{ و از اتلاف گرما صرف‌نظر شود.}$$

۹۰ (۴)

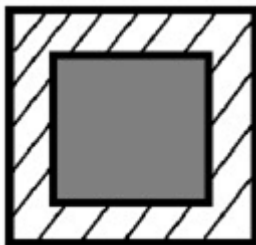
۳۰ (۳)

۴۲ (۲)

۱۰۰ (۱)

۱۵۰) مرکز دو ورقه نازک مربعی شکل با اضلاع $2a$ و $3a$ که از دو جنس متفاوت هستند بر یکدیگر منطبق است. ضریب

انبساط طولی مربع بزرگتر $\frac{1}{K} \times 10^{-6} \times 3/6$ است. ضریب انبساط طولی مربع کوچکتر چند واحد SI باشد تا در هر دمایی مساحت مربع بزرگتر از مساحت مربع کوچکتر به اندازه قسمت هاشورزده بیشتر باشد؟



$8/1 \times 10^{-6}$ (۴)

$2/4 \times 10^{-6}$ (۳)

$1/6 \times 10^{-6}$ (۲)

$5/4 \times 10^{-6}$ (۱)

۱۵۱) ۱ لیتر آب $50^\circ C$ با گرمای ویژه $4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ را درون استوانه‌ای به حجم ۱ لیتر و ظرفیت گرمایی $1050 \frac{J}{g}$ و دمای

$150^\circ C$ می‌ریزیم. پس از تعادل گرمایی چند سانتی‌متر مکعب از آب سرریز می‌شود؟ (از اتلاف و تبخیر آب صرف‌نظر

$$\text{کنید.} \left(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \beta_{\text{آب}} = 3 \times 10^{-3} K^{-1}, \alpha_{\text{استوانه}} = 10^{-5} K^{-1} \right)$$

۵۵/۴ (۴)

۶۲/۴ (۳)

۵۷/۶ (۲)

۶۰ (۱)

۱۵۲) در ظرفی یک قطعه 150 گرمی یخ $0^\circ C$ وجود دارد. اگر حداقل 800 گرم آب $20^\circ C$ در ظرف وارد کنیم، تمام یخ ذوب

می‌شود. در این تبادل گرمایی چند کیلوژول گرما به محیط داده شده است؟

$$\left(L_f = 336 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

$20/8$ (۴)

$16/8$ (۳)

$50/4$ (۲)

$67/2$ (۱)

۱۵۳) دماسنجی را با آب و یخ خالص (صفر درجه) ولی آب و بخار ناخالص (۱۰۰ درجه) مدرج کردیم. عدد ۲۵ در مقیاس سلسیوس در این دماسنج چه عددی می‌تواند باشد؟

۲۷ (۲)

۲۵ (۱)

(۴) هر یک از گزینه‌ها می‌تواند باشد.

۲۳ (۳)

۱۵۴) در دمای ثابت، حجم گاز کاملاً ۶۰ درصد تغییر می‌کند. در نتیجه فشار آن 1.5×10^4 Pa افزایش می‌یابد. فشار اولیه‌ی گاز چند پاسکال بوده است؟

9×10^4 (۴)

$3/75 \times 10^4$ (۳)

2×10^5 (۲)

10^5 (۱)

۱۵۵) یک قطعه ۱۰۰ گرمی از مس با دمای $81^\circ C$ را در ظرف عایقی حاوی ۲۰۰ گرم آب با دمای $15^\circ C$ می‌اندازیم. قطعه مس تا رسیدن به تعادل گرمایی چند ژول انرژی از دست می‌دهد؟

$$\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} \text{ و } C_{\text{مس}} = 400 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} \right)$$

۲۵۲۰ (۴)

۲۶۴۰ (۳)

۱۲۰ (۲)

۱۹۲۰ (۱)

۱۵۶) طول هر یک از دو میله فلزی A و B در دمای $20^\circ C$ برابر ۴ متر است. دمای دو میله را به چه دمایی برسانیم تا

اختلاف طول آن‌ها برابر $1/6$ mm شود؟ $\left(\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \right)$

۹۰ (۴)

۷۰ (۳)

۵۰ (۲)

۳۰ (۱)

۱۵۷) یک گرمکن ۲۴۰ واتی به طور کامل درون ۲ کیلوگرم آب یک گرماسنج قرار دارد این گرمکن در مدت ۱۰ دقیقه دمای آب

و گرماسنج را $10^\circ C$ افزایش می‌دهد، ظرفیت گرمایی، گرماسنج در SI کدام است؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} \right)$

۴۰۰۰ (۴)

۶۰۰۰ (۳)

۳۰۰۰ (۲)

۱۰۰۰ (۱)

۱۵۸) چند مورد از عبارتهای زیر صحیح نیست؟

الف) دماسنجهای پلاتینی، پیرومتر و ترموکوپل همگی از دماسنجهای معیار هستند.
ب) وقتی آب از یخ به حالت مایع تبدیل می‌شود، ساختار شبکه مولکولی آن می‌شکند و حجم اشغال شده توسط آن کاهش می‌یابد.

پ) افزایش فشار باعث افزایش نقطه‌ی ذوب یخ می‌شود.

ت) در رساناهای فلزی سهم اتم‌ها در رسانش گرما بیش‌تر از الکترون‌هاست.

ث) با افزایش دما گرمای نهان تبخیر افزایش می‌یابد.

۴ (۴)

۳ (۳)

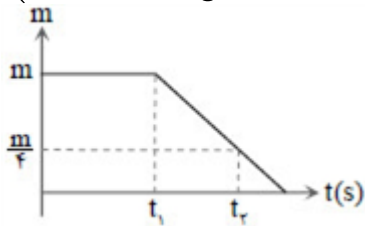
۲ (۲)

۱ (۱)

۱۵۹) m گرم یخ $-20^{\circ}C$ را بالای شعله‌ای با توان گرمایی ثابت نگه داشته‌ایم با فرض آن‌که تمام توان گرمایی شعله به یخ

می‌رسد، نمودار تغییرات جرم یخ برحسب زمان به صورت شکل زیر خواهد بود. نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ کدام گزینه است؟

$$\left(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, C_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$



۲ (۴)

۳ (۳)

۶ (۲)

۷ (۱)

۱۶۰) با یک وسیله برقی که با توان ثابت کار می‌کند یخ $0^{\circ}C$ سلسیوس را ذوب کرده و دمای آن را تا نقطه‌ی جوش بالا

می‌بریم. زمان لازم برای ذوب کردن چه کسری از زمان کل برای این کار است؟

$$\left(L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}C} \right)$$

$\frac{2}{9}$ (۴)

$\frac{5}{9}$ (۳)

$\frac{4}{5}$ (۲)

$\frac{4}{9}$ (۱)

۱۶۱) روی دو کتری برقی A و B به‌ترتیب اعداد $(200W, 220V)$ و $(100W, 220V)$ نوشته شده است. اگر بازده ی

آن‌ها به‌ترتیب ۵۰ و ۸ درصد باشد و آن‌را به ولتاژ ۱۰۰ ولت وصل کنیم و بخواهیم مقدار معینی آب را به جوش

برسانیم؛ نسبت زمان لازم برای کتری B چند برابر کتری A است؟

$\frac{8}{5}$ (۴)

$\frac{5}{8}$ (۳)

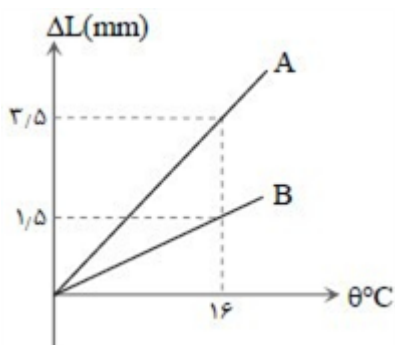
$\frac{4}{5}$ (۲)

$1/25$ (۱)

۱۶۲) شکل مقابل نمودار تغییرات طول دو میله‌ی A و B که دمای اولیه‌ی آن‌ها برابر صفر درجه‌ی سلسیوس است را برحسب

افزایش دمای آن‌ها نشان می‌دهد، اگر طول دو میله در دمای $80^{\circ}C$ با یک‌دیگر برابر شود، اختلاف طول اولیه‌ی آن‌ها

چند سانتی‌متر بوده است؟



۱۰ (۲)

۲۵ (۱)

۱ (۴)

$2/5$ (۳)

۱۶۳

در شکل زیر طول میله‌ی «۱»، دو برابر طول میله‌ی «۲» و رسانندگی گرمایی آن ۴ برابر رسانندگی گرمایی میله‌ی «۲» است. بعد از ایجاد تعادل گرمایی، دمای محل اتصال دو میله چند درجه سلسیوس است؟



۹۰ (۴)

۴۵ (۳)

۳۰ (۲)

۲۰ (۱)

۱۶۴

به دو کره هم‌جنس و توپر به شعاع‌های R و $2R$ به یک میزان گرما می‌دهیم. افزایش سطح کره بزرگ‌تر چند برابر کوچک‌تر است؟

$\frac{1}{8}$ (۴)

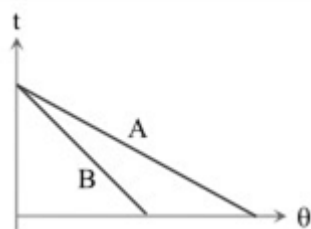
$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

۱ (۱)

۱۶۵

دو قطعه‌ی A و B با آهنگ یکسان گرما از دست می‌دهند. دمای اولیه A ، ۳ برابر B و گرمای ویژه آن نصف B است. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان برای دو قطعه به‌صورت زیر باشد، جرم B چند برابر A است؟



$\frac{3}{2}$ (۴)

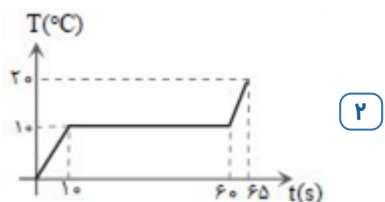
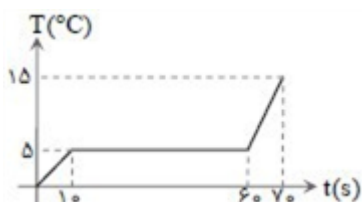
$\frac{1}{6}$ (۳)

۶ (۲)

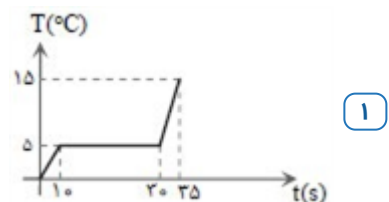
$\frac{2}{3}$ (۱)

۱۶۶

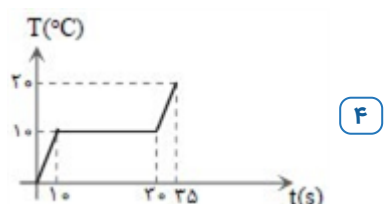
به مقداری از یک ماده به جرم m با آهنگ ثابت، گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای آن، T ، برحسب زمان، t مطابق شکل است. به جرم $\frac{m}{4}$ از همان ماده با همان دمای اولیه، با نصف آهنگ قبلی، گرما می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات دمای آن‌را برحسب زمان نشان می‌دهد؟



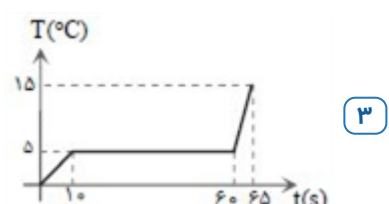
(۲)



(۱)



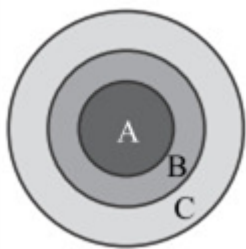
(۴)



(۳)

۱۶۷ مطابق شکل یک صفحه دایره‌ای فلزی از سه ماده متفاوت A ، B و C تشکیل شده است اگر $\alpha_A < \alpha_B < \alpha_C$ باشد چند گزینه درست است؟

- الف) با افزایش دمای صفحه درصد افزایش مساحت هر ۴ بخش متفاوت است.
 ب) با کاهش دمای صفحه هر ۳ بخش کاهش مساحت دارند.
 پ) با افزایش دما امکان جدا شدن ۳ قسمت وجود دارد.
 ت) با کاهش دما، امکان جدا شدن ۳ قسمت وجود دارد.



- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۶۸ از یک ورق مسی، دو صفحه دایره‌ای شکل به مساحت‌های S_1 و $S_2 = 4S_1$ بریده و جدا می‌کنیم. حال اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چه قدر است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۶۹ ۵ لیتر الکل با چگالی $\frac{g}{cm^3}$ با دمای $20^\circ C$ را با چند کیلوگرم آب با دمای $50^\circ C$ مخلوط کنیم تا دمای مجموعه بدون اتلاف گرما به $35^\circ C$ برسد؟ $\left(c_{\text{الکل}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3} \right)$

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۷۰ حجم و چگالی جسم A به ترتیب ۲ و $\frac{1}{4}$ برابر حجم و چگالی جسم B است. اگر به جسم A به اندازه Q گرما بدهیم، دمای آن $20^\circ C$ افزایش می‌یابد. اگر از جسم B به اندازه Q گرما بگیریم، دمای آن چند درجه‌ی فارنهایت کاهش خواهد یافت؟ (گرمای ویژه‌ی دو جسم با هم برابر است.)

- ۱۲ (۱) ۱۰ (۲) ۱۸ (۳) ۵۰ (۴)

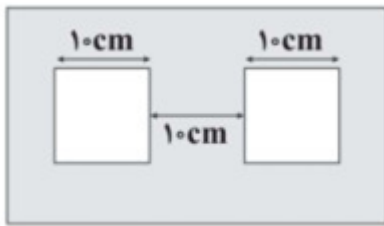
۱۷۱ درون ۸۰۰ گرم آب $40^\circ C$ مقدار ۱۰۰ گرم یخ $-10^\circ C$ می‌اندازیم. اگر از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنیم، در نهایت کدام گزینه صحیح است؟ $\left(c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot C}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

- ۱ (۱) ۵۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس در ظرف داریم. ۲ (۲) ۹۰۰ گرم آب با دمای تقریباً $13^\circ C$ در ظرف داریم.
 ۳ (۳) ۹۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس در ظرف داریم. ۴ (۴) ۹۰۰ گرم آب با دمای تقریباً $26^\circ C$ در ظرف داریم.

۱۷۲ اگر دمای یک صفحه‌ی فلزی را $50^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن ۶ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک کروی توپر از همان فلز را $25^\circ C$ کاهش دهیم، چگالی آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۳ (۱) ۲/۵ (۲) ۴/۵ (۳) ۱۲ (۴)

۱۷۳ مطابق شکل زیر، در یک صفحه‌ی فلزی نازک به ضریب انبساط طولی $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ ، دو مربع به ضلع 10 cm خارج نموده‌ایم. اگر دمای این صفحه‌ی فلزی را به آرامی $100^\circ C$ کاهش دهیم، فاصله‌ی مراکز دو مربع چند سانتی‌متر کاهش می‌یابد؟



۰/۰۶ (۴)

۰/۰۱ (۳)

۰/۰۴ (۲)

۰/۰۲ (۱)

۱۷۴ درون ظرف عایق‌بندی شده‌ای 8 kg یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. توسط یک گرم‌کن الکتریکی با توان ثابت 2 kW به این قطعه یخ گرما می‌دهیم. اگر بعد از گذشت ۷ دقیقه، ۷۵ درصد جرم اولیه‌ی یخ هنوز ذوب نشده باقی مانده باشد، بازده گرم‌کن الکتریکی چند درصد است؟ $\left(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$

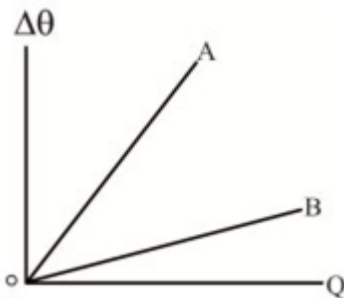
۹۰ (۴)

۸۰ (۳)

۴۰ (۲)

۶۰ (۱)

۱۷۵ نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای داده شده به دو جسم A و B به صورت مقابل است. شیب خط A ، ۳ برابر شیب خط B است. اگر گرمای داده شده به جسم B ، ۲ برابر گرمای داده شده به جسم A باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$ کدام است؟



۶ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

$\frac{3}{2}$ (۱)

۱۷۶ کدامیک از عبارات زیر، در مورد روش‌های انتقال گرما نادرست است؟
 الف) در فلزات علاوه بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند.
 ب) مایعات و گازها رساناهای گرمایی خوبی نیستند.
 پ) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و گرم و سرد شدن بخش‌های بدن جانوران خونگرم به علت گردش خون، نمونه‌هایی از همرفت طبیعی است.
 ت) برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری به نام دمانگاشت استفاده می‌شود و به تصویر به‌دست‌آمده از آن دمانگار می‌گویند.

«الف» و «ب» (۴)

«پ» و «ت» (۳)

«ب» و «پ» (۲)

«الف» و «ب» (۱)

۱۷۷ در دمای صفر درجه سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به 80° درجه سلسیوس می‌رسانیم 12 cm^3 از ظرف خارج می‌شود اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $\frac{1}{8 \times 10^{-4} K}$ باشد، ضریب انبساط خطی جیوه چه قدر است؟

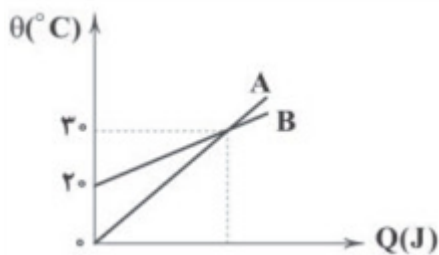
$\frac{1}{2 \times 10^{-4} K}$ (۴)

$\frac{1}{9 \times 10^{-4} K}$ (۳)

$\frac{1}{10^{-4} K}$ (۲)

$\frac{1}{10^{-5} K}$ (۱)

۱۷۸ نمودار تغییرات دمای دو جسم جامد A و B برحسب گرمای داده شده به آن‌ها به صورت زیر است. گرمایی که دمای 2 kg از ماده‌ی جامد A را 12°C بالا می‌برد. دمای 4 kg از ماده‌ی جامد B را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهد؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)



۶ (۴)

۲ (۳)

۱۶ (۲)

۲۴ (۱)

۱۷۹ به یک قرص فلزی به اندازه‌ی Q گرما می‌دهیم و مساحت آن $2/0$ درصد رشد می‌کند. حال اگر قرص را نصف کنیم و به اندازه‌ی $2Q$ به آن گرما بدهیم، تغییر مساحت آن چند برابر مساحت اولیه‌ی نیم قرص فلزی خواهد بود؟ (قرص فلزی را همگن و یک نواخت در نظر بگیرید.)

8×10^{-3} (۴)

4×10^{-3} (۳)

2×10^{-3} (۲)

10^{-3} (۱)

۱۸۰ طول و عرض ضلع یک ورقه مستطیل شکل فلزی $10\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ و ضخامت آن 1 mm است. اگر دمای این ورقه را از 42°F به 222°F برسانیم و ضریب انبساط طولی فلز $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$ باشد، افزایش حجم این ورقه چند سانتی متر مکعب است؟

$4/5 \times 10^{-3}$ (۴)

$3/6 \times 10^{-2}$ (۳)

$8/1 \times 10^{-3}$ (۲)

$1/5 \times 10^{-3}$ (۱)

۱۸۱ گرم کن A دمای $2/5\text{ kg}$ آب را در مدت زمان ۶ دقیقه از 20°C به 32°C می‌رساند. گرم کن B دمای 4 kg آب با دمای 8°C را در مدت زمان ۲ دقیقه به 13°C می‌رساند. اگر این دو گرم کن به طور هم زمان به یک قطعه یخ به جرم $3/7\text{ kg}$ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس و در فشار یک اتمسفر گرما بدهند، چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای آن را به 20°C برسانند؟ (از اتلاف گرما در کلیه‌ی حالت‌ها صرف نظر کنید.)

$$\left(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right)$$

۳۰ (۴)

۲۵ (۳)

۱۲ (۲)

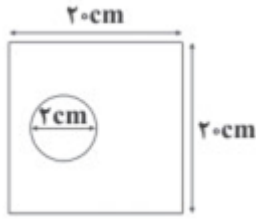
۸ (۱)

۱۸۲ در فشار یک اتمسفر، درون یک ظرف عایق ۱۰۰ گرم آب 60°C قرار دارد. اگر درون این ظرف ۴۰ گرم یخ 10°C بیندازیم، در نهایت کدام گزینه صحیح است؟ (ظرف عایق گرما است و $L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ و $c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ و $c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ فرض شود.)

(۱) ۱۴۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت. (۲) ۱۲۰ گرم آب 6°C خواهیم داشت.

(۳) ۱۱۰ گرم آب 6°C خواهیم داشت. (۴) ۱۴۰ گرم آب 6°C خواهیم داشت.

۱۸۳ در شکل زیر اگر مساحت ورقه‌ی فلزی مربع‌شکل ۲ درصد افزایش یابد، قطر دایره‌ی بریده‌شده چند درصد افزایش می‌یابد؟



- ۱) ۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۲ ۴) ۰/۲

۱۸۴ درون m کیلوگرم آب با دمای $40^\circ C$ قطعه یخی به جرم M کیلوگرم و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم و دمای تعادل مجموعه $10^\circ C$ می‌شود. اگر درون M کیلوگرم آب با دمای $40^\circ C$ قطعه یخی به جرم m کیلوگرم بیاندازیم، دمای تعادل مجموعه چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟

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

- ۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

۱۸۵ یک قطعه یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس درون $670g$ آب $20^\circ C$ انداخته می‌شود و پس از برقراری تعادل گرمایی، $100g$ یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟

$$\left(L_F = 335 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \right)$$

- ۱) ۱۶۸ ۲) ۲۶۸ ۳) ۶۸ ۴) ۶۷۰

۱۸۶ یک گلوله‌ی مسی به شعاع 1 cm و جرم $40g$ در دمای $10^\circ C$ قرار دارد. دمای گلوله را چه قدر و چگونه تغییر دهیم تا چگالی آن $0.3 \frac{g}{cm^3}$ کاهش یابد؟ $\left(\pi = 3, \alpha_{\text{مس}} = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \right)$

- ۱) دمای گلوله را تقریباً $90^\circ C$ افزایش دهیم. ۲) دمای گلوله را تقریباً $90^\circ C$ کاهش دهیم.
۳) دمای گلوله را تقریباً $100^\circ C$ افزایش دهیم. ۴) دمای گلوله را تقریباً $100^\circ C$ کاهش دهیم.

۱۸۷ به مخلوطی از آب و یخ در فشار ۱ اتمسفر چند کیلوژول گرما دهیم تا حجم آن 100 cm^3 کاهش یابد؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌کنیم.)

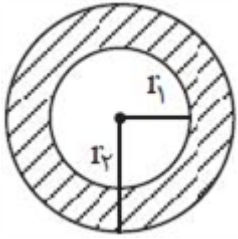
$$\left(L_F = 335000 \frac{J}{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3} \right)$$

- ۱) ۳۹۰ ۲) ۳۷۲ ۳) ۳۳۵ ۴) ۳۰۱/۵

۱۸۸ یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را در $750g$ گرم آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. پس از ایجاد تعادل، $37/5$ گرم یخ ذوب نشده باقی ماند. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{kJ}{kg \cdot L}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

- ۱) ۳۷/۵ ۲) ۱۸۷/۵ ۳) ۱۸۰ ۴) ۲۲۵

۱۸۹ دو ورقه دایره‌ای مطابق شکل روی هم قرار گرفته‌اند. اگر شعاع ورقه‌ها به ترتیب $r_1 = 10\text{ cm}$ و $r_2 = 12\text{ cm}$ باشد، ضریب انبساط طولی ورقه (۱) چند برابر ضریب انبساط طولی ورقه (۲) باشد تا در هر تغییر دمایی، مساحت قسمت هاشورخورده ثابت بماند؟



۴ ۵/۷

۳ ۱/۲

۲ ۲/۸۸

۱ ۱/۴۴

۱۹۰ به دو کره فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کره B، ۴ برابر حجم کره A است، گرمای مساوی می‌دهیم. اگر گرمای ویژه A نصف گرمای ویژه B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کره A چند برابر تغییر حجم کره B است؟

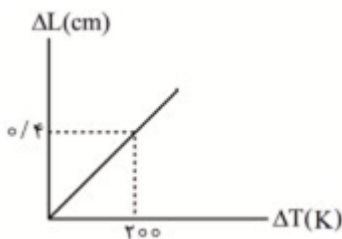
۴ ۱/۴

۳ ۱/۲

۲ ۲

۱ ۴

۱۹۱ نمودار تغییرات طول یک میله فلزی با طول اولیه ۴ متر بر حسب تغییر دمای آن مطابق شکل است. اگر کره‌ای به شعاع ۲ cm از این فلز ایجاد کنیم، در تغییرات دمای مشخص شده روی نمودار، حجم آن چند سانتی‌مترمکعب تغییر خواهد کرد؟ ($\pi = 3$)



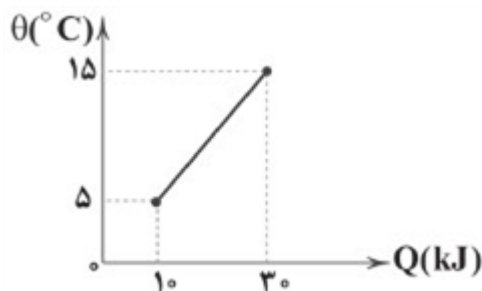
۴ $3/24 \times 10^{-1}$

۳ $9/72 \times 10^{-1}$

۲ $4/86 \times 10^{-1}$

۱ $1/62 \times 10^{-1}$

۱۹۲ نمودار دمای ۴ کیلوگرم از یک ماده بر حسب گرمای داده شده به آن به شکل زیر است. گرمای ویژه این ماده چند $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K}$ است؟



۴ ۵۰۰

۳ ۲۵۰

۲ ۰/۲۵

۱ ۰/۵

۱۹۳ دمای یک میله فلزی را $200^\circ C$ افزایش می‌دهیم. طول آن ۰/۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه از این فلز را $200^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟

۴ ۱/۰۱

۳ ۱/۰۰۵

۲ ۰/۰۱

۱ ۰/۰۰۵

۱۹۴) ظرفی فلزی پر از مایع است. با گرما دادن یکنواخت به مجموعه‌ی ظرف و مایع، بر حجم ظرف 4 cm^3 اضافه شده و 100 cm^3 از مایع نیز از ظرف بیرون می‌ریزد. ضریب انبساط حجمی مایع چند برابر ضریب انبساط طولی فلز است؟

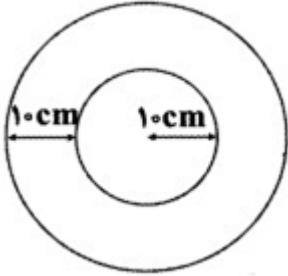
۱۸ (۴)

۲۶ (۳)

۳۲ (۲)

۷۸ (۱)

۱۹۵) مطابق شکل زیر، یک نوار فلزی حلقوی به پهنای 10 cm از فلزی با ضریب انبساط طولی $4 \times 10^{-4} K^{-1}$ ساخته شده است. اگر دمای نوار را $50^\circ C$ کاهش دهیم، مساحت قسمت فلزی چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟ ($\pi \cong 3$)



۹۳۶ (۴)

۶۳ (۳)

۸۶۴ (۲)

۳۶ (۱)

۱۹۶) اگر فشار مطلق مقدار معینی گاز آرمانی ۲ برابر و چگالی آن $\frac{5}{4}$ برابر گردد، دمای مطلق گاز چند برابر می‌شود؟

$\frac{4}{5}$ (۴)

$\frac{5}{4}$ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

۱۹۷) دو حلقه فلزی A و B جرم یکسان دارند و شعاع حلقه A، ۲ برابر شعاع حلقه B و گرمای ویژه حلقه A، ۳ برابر گرمای ویژه حلقه B است. اگر به هر دو حلقه گرمای یکسان بدهیم، کدام گزینه در مورد افزایش شعاع حلقه‌ها صحیح است؟ ($\alpha_A = \frac{1}{4} \alpha_B$)

$\Delta R_B = 6 \Delta R_A$ (۴) $\Delta R_B = 4 \Delta R_A$ (۳) $\Delta R_A = 2 \Delta R_B$ (۲) $\Delta R_A = \Delta R_B$ (۱)

۱۹۸) مقدار گرمایی که 200 g یخ $50^\circ C$ را به آب $20^\circ C$ تبدیل می‌کند، تقریباً چند گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را می‌تواند در فشار یک اتمسفر ذوب کند؟ ($L_F = 80 \text{ cal} = 160 \text{ cal}$)

۴۱۵ (۴)

۳۱۲ (۳)

۲۵۱ (۲)

۱۶۰ (۱)

۱۹۹) درون ظرفی با ظرفیت گرمایی $200 \frac{J}{C}$ ، مقدار ۱۰۰ گرم آب و ۵۰ گرم یخ در دمای $0^\circ C$ در حال تعادل است. چند ژول گرما باید به مجموعه بدهیم تا دمای ظرف و محتویات آن به $10^\circ C$ برسد؟ ($L_F = 336 \frac{J}{g}$ و فشار ۱ اتمسفر است.)

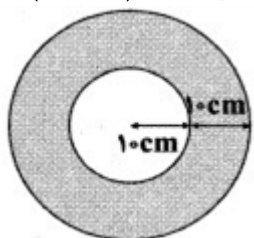
۳۲۲۰۰ (۴)

۲۵۱۰۰ (۳)

۲۳۰۰۰ (۲)

۱۶۸۰۰ (۱)

۲۰۰) مطابق شکل زیر، یک نوار فلزی حلقوی به پهنای 10 cm از فلزی با ضریب انبساط طولی $4 \times 10^{-4} K^{-1}$ ساخته شده است. اگر دمای آن را $100^\circ C$ پایین بیاوریم، مساحت قسمت فلزی تقریباً چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟ ($\pi = 3$)



۹۷۴ (۴)

۸۲۸ (۳)

۹۶۰ (۲)

۸۷۲ (۱)

۲۰۱ در یک مخزن گاز با ظرفیت 50 L ، مقداری گاز کامل هیدروژن با فشار 10 atm و دمای 23°C وجود دارد. اگر با خارج شدن مقداری از این گاز، فشار گاز داخل مخزن به 6 atm کاهش پیدا کند، اما دمای آن تا 102°C افزایش

یابد، جرم گاز خارج شده چند گرم است؟ $\left(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, M_{H_2} = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$

۳۵ (۴)

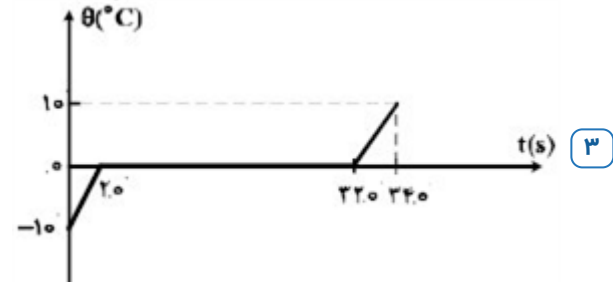
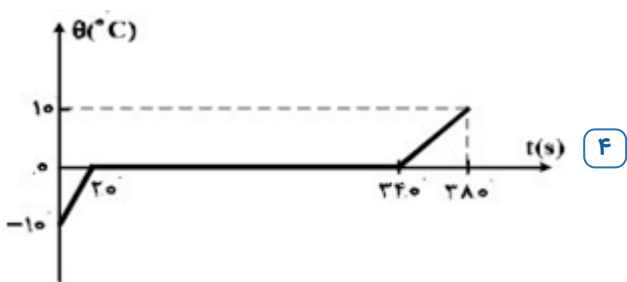
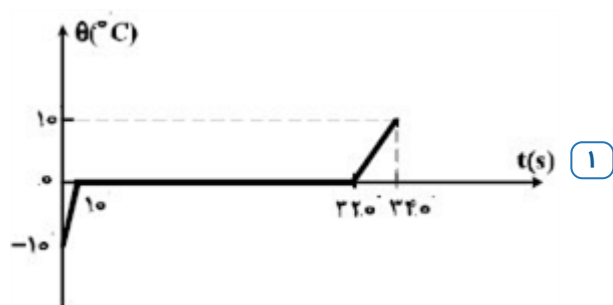
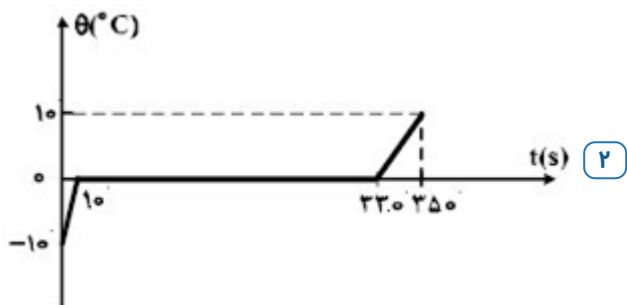
۳۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

۲۰۲ به 200 g یخ 10°C با آهنگ ثابت $210 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ گرما می‌دهیم تا به آب 10°C تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما

را برحسب زمان درست نشان می‌دهد؟ $(L_f = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ و $C_{\text{یخ}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$ و $C_{\text{آب}} = 2)$



۲۰۳ یک کره فلزی به شعاع R و ضریب انبساط خطی α را گرم می‌کنیم تا دمای آن به اندازه $\Delta\theta$ افزایش یابد. اگر شعاع کره به اندازه $12/10$ سانتی‌متر و سطح آن به اندازه $28/8$ سانتی‌متر مربع افزایش یابد، حجم کره تقریباً چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟ $(\pi = 3)$

۸۶۴ (۴)

۱۴۴ (۳)

۷۲ (۲)

۳۶ (۱)

۲۰۴ ظرفی به حجم 1 lit پر از مایعی است. اگر دمای ظرف و مایع را به اندازه‌ی 80°C افزایش دهیم، مقداری از مایع

بیرون می‌ریزد. در صورتی‌که ضریب انبساط حجمی ظرف $\frac{3}{4}$ ضریب انبساط حجمی مایع باشد، چند سانتی‌مکعب از

حجم مایع بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط حجمی مایع 10^{-4} K^{-1} و گاز را کامل در نظر بگیرید.)

$7/2 \times 10^{-6}$ (۴)

$7/2$ (۳)

$3/6 \times 10^{-6}$ (۲)

$3/6$ (۱)

۲۰۵ اگر دمای آب درون سه ظرف (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب $39/2^\circ\text{F}$ ، 14°C و 276 K باشد و چگالی آب درون ظرف‌های (۱)، (۲) و (۳) را به ترتیب ρ_1 ، ρ_2 و ρ_3 بنامیم، کدام گزینه در مورد مقایسه چگالی آب درون این سه ظرف صحیح است؟

$\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$ (۴)

$\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$ (۳)

$\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$ (۲)

$\rho_3 = \rho_2 = \rho_1$ (۱)

۲۰۶ اگر دمای یک کره توپر مسی به حجم اولیه 200 cm^3 را 100°C افزایش دهیم، چگالی آن تقریباً درصد می‌یابد. $(\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$

- ۱) $0/17$ کاهش (۱) ۲) $0/51$ افزایش (۲) ۳) $0/51$ کاهش (۳) ۴) $0/17$ افزایش (۴)

۲۰۷ دو نوار آلومینیمی و آهنی در اختیار داریم. طول نوار آهنی در دمای اتاق برابر 40 cm است. طول نوار آلومینیمی در همین دما چند سانتی‌متر باشد تا به‌ازای تغییر دمای یکسان اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند؟

$$(\alpha_{\text{آهن}} = 8 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \text{ و } \alpha_{\text{آلومینیم}} = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$$

- ۱) 150 (۱) ۲) 200 (۲) ۳) 300 (۳) ۴) 1250 (۴)

۲۰۸ به کره‌ای فلزی به شعاع 3 cm و چگالی $10 \frac{g}{\text{cm}^3}$ ، 16 kJ گرما می‌دهیم، شعاع آن $0/2$ درصد افزایش می‌یابد. حجم اولیه‌ی حفره‌ی درون کره چند سانتی متر مکعب است؟ ($\pi = 3$)، گرمای ویژه و ضریب انبساط طولی فلز به ترتیب $400 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ و $10^{-5} \frac{1}{K}$ فرض شوند).

- ۱) 40 (۱) ۲) 108 (۲) ۳) 20 (۳) ۴) 88 (۴)

۲۰۹ یک متر فلزی به طول 15 cm فاصله‌ی بین دو نقطه را 10 m اندازه‌گیری می‌کند. اگر دمای این متر فلزی را 500°C افزایش دهیم، فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی قبلی را تقریباً چند متر اندازه‌گیری می‌کند؟ $(\alpha_{\text{فلز}} = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}})$

- ۱) $10/2$ (۱) ۲) $9/8$ (۲) ۳) $10/4$ (۳) ۴) $9/6$ (۴)

۲۱۰ جرم مولی آب $18 \frac{g}{\text{mol}}$ است. جرم 12×10^{20} مولکول آب، چند میلی گرم است؟ (عدد آووگادرو را برابر با مولکول 6×10^{23} در نظر بگیرید).

- ۱) 9 (۱) ۲) 36 (۲) ۳) 18 (۳) ۴) 24 (۴)

۲۱۱ گرماسنجی به جرم 200 g از مس ساخته شده است، یک قطعه 80 گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با 50 گرم آب به درون گرماسنج ریخته شده و دمای تعادل این مجموعه 30°C می‌شود. در این هنگام 100 گرم آب 70°C به گرماسنج اضافه می‌شود و دمای تعادل 52°C می‌شود. گرمای ویژه ماده نامعلوم تقریباً چند واحد SI است؟ $(c_{\text{مس}} = 380 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \text{ و اتلاف انرژی نداریم.})$

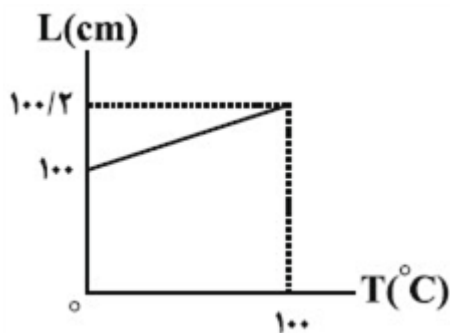
- ۱) 420 (۱) ۲) 720 (۲) ۳) 560 (۳) ۴) 7200 (۴)

۲۱۲ یک سیم نازک به طول L و جرم 50 g را به‌صورت حلقه در می‌آوریم. اگر به حلقه به‌طور یکنواخت 1500 J گرما بدهیم، مساحت سطح محصور توسط حلقه، تقریباً چند درصد زیاد می‌شود؟

$$(\alpha_{\text{سیم}} = 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}}, c_{\text{سیم}} = 600 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}})$$

- ۱) $0/1$ (۱) ۲) $0/5$ (۲) ۳) $0/001$ (۳) ۴) 1 (۴)

۲۱۳ در شکل زیر نمودار طول یک میله فلزی برحسب دما نشان داده شده است. در دمای $50^\circ F$ طول میله چند سانتی‌متر می‌شود؟



۱۰۰/۱ (۴)

۱۰۰/۰.۲ (۳)

۱۰۰/۲ (۲)

۱۰۰/۰.۰۲ (۱)

۲۱۴ ضریب انبساط حجمی فلزی $\frac{1}{F} \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ است. ضریب انبساط طولی آن چند $\frac{1}{K}$ است؟

$\frac{3}{5} \times 10^{-6}$ (۴)

$\frac{5}{3} \times 10^{-6}$ (۳)

5×10^{-6} (۲)

3×10^{-6} (۱)

۲۱۵ مقداری آب صفر درجه‌ی سلسیوس در چاله‌ای قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی ۵٪ جرم آب تبخیر شود و در انتها ۳۵۰ گرم یخ در چاله باشد، جرم اولیه‌ی آب چند کیلوگرم است؟ ($L_{V_{\text{آب}}} = \gamma L_{F_{\text{آب}}}$)

۲ (۴)

۱/۵ (۳)

۰/۷ (۲)

۱ (۱)

۲۱۶ به یک کیلوگرم آب در دمای $20^\circ C$ و فشار یک اتمسفر، 84 kJ گرما می‌دهیم. حجم آن چند cc تغییر می‌کند؟

($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}$ و $\beta = 3 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$ و چگالی آب در دمای $20^\circ C$ برابر $1 \frac{g}{\text{cm}^3}$ است.)

۳۰ (۴)

۵۰ (۳)

۲۰ (۲)

۶۰ (۱)

۲۱۷ افزایش سطح یک ورقه‌ی فلزی بر اثر افزایش دمای معین برحسب درجه‌ی سلسیوس $45 \text{ mm}^2 / ^\circ$ است. افزایش سطح این ورقه به ازای همان مقدار تغییر دما ولی برحسب درجه‌ی فارنهایت چند میلی‌متر مربع است؟

۰/۵ (۴)

۰/۴۵ (۳)

۰/۸۱ (۲)

۰/۲۵ (۱)

۲۱۸ درون یک کوزه‌ی سفالی، $3/6 \text{ kg}$ آب قرار دارد. از سطح این کوزه‌ی سفالی 20 g آب با تبخیر سطحی بخار می‌شود. چنانچه تمام گرمای لازم از آب درون کوزه گرفته شود. دمای آب چند درجه‌ی سلسیوس کاهش می‌یابد؟

($c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C}$, $L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۱۹ 5 kg آب $20^\circ C$ را با حداقل چند کیلوگرم یخ $-20^\circ C$ مخلوط کنیم تا دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس شود؟

($L_F = 326 \frac{J}{g}$ و $c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{g \cdot K}$ و $c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}$)

$\frac{10}{9}$ (۴)

$\frac{5}{3}$ (۳)

$\frac{20}{9}$ (۲)

$\frac{5}{6}$ (۱)

۲۲۰ به ۲۰۰ گرم یخ $C = -20^\circ$ به اندازه‌ی ۸۴ کیلوژول گرما می‌دهیم. پس از رسیدن به تعادل گرمایی،

$$\left(c_{\text{یخ}} = \frac{2}{1} \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } c_{\text{آب}} = \frac{4}{2} \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } L_F = 326 \frac{J}{g} \right)$$

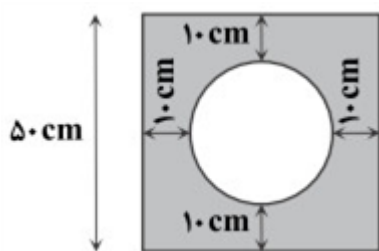
۱ بخشی از یخ ذوب می‌شود و دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس خواهد شد.

۲ تمام یخ ذوب می‌شود و دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس خواهد شد.

۳ دمای تعادل $C = 5^\circ$ می‌شود.

۴ دمای تعادل $C = 10^\circ$ می‌شود.

۲۲۱ از یک صفحه‌ی مربع‌شکل فلزی به ضلع ۵۰ سانتی‌متر یک قرص به قطر ۳۰ سانتی‌متر بریده شده است. اگر این جسم را گرم کنیم به‌طوری که فاصله‌ی حفره از لبه‌ی صفحه که در ابتدا ۱۰ cm بوده است، ۰/۱ میلی‌متر تغییر کند، مساحت قسمت پُر جسم (ناحیه‌ی هاشورزده شده) چند سانتی‌متر مربع تغییر می‌کند؟ ($\pi \approx 3$)



۱/۶ ۴

۳/۶۵ ۳

۳/۲ ۲

۱/۸۲۵ ۱

۲۲۲ ضریب انبساط طولی سرب، برابر $C = 10^{-5} / ^\circ$ است. اگر دمای یک قطعه سرب را ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم چگالی آن چند برابر می‌شود؟

۰/۹۴ ۴

۱/۰۶ ۳

۰/۹۸ ۲

۱/۰۲ ۱

۲۲۳ در دمای معمولی طول میله‌های A و B به ترتیب ۸۰ و ۸۲ سانتی‌متر است. اگر دمای دو میله را $C = 50^\circ$ بالا ببریم، طول میله A بیشتر از طول میله B می‌شود. ضریب انبساط طولی B بر حسب $\frac{1}{K}$ کدام گزینه می‌تواند باشد؟

6×10^{-3} ۴

5×10^{-3} ۳

4×10^{-3} ۲

3×10^{-3} ۱

۲۲۴ یک صفحه‌ی مربع شکل فلزی به ضلع ۱ متر و ضریب انبساط طولی $C = 5 \times 10^{-6} / ^\circ$ در اختیار داریم. اگر دمای این صفحه $C = 10^\circ$ افزایش یابد، مساحت آن چند میلی‌متر مربع افزایش می‌یابد؟

۵۰ ۴

10^2 ۳

10^{-1} ۲

10^{-4} ۱

۲۲۵ یک خط‌کش از جنس نقره برای کار در دمای صفر درجه سلسیوس مدرج شده است. اگر با این خط‌کش در یک روز که دما $C = 50^\circ$ است طول میزی را اندازه‌گیری کنیم، طول واقعی میز به‌اندازه درصد از مقداری است که خط‌کش نشان می‌دهد. (ضریب انبساط طولی میز ناچیز و $C = 10^{-5} / ^\circ$ نقره است.)

۰/۰۹۹، کمتر ۴

۰/۰۹۹، بیشتر ۳

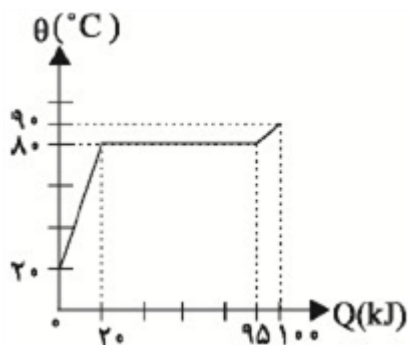
۰/۱، کمتر ۲

۰/۱، بیشتر ۱

۲۲۶ دو میله فلزی A و B جرم و طول یکسانی دارند. گرمای ویژه آنها به صورت $c_A = 2c_B$ و ضریب انبساط طولی آنها به صورت $\alpha_A = 2\alpha_B$ است. اگر به دو میله به یک اندازه گرما بدهیم، در مورد افزایش طول میله‌ها کدام گزینه درست است؟

- ۱ $\Delta L_A = \Delta L_B$ ۲ $\Delta L_A = 4\Delta L_B$ ۳ $\Delta L_A = \frac{1}{4}\Delta L_B$ ۴ $\Delta L_A = 2\Delta L_B$

۲۲۷ نمودار تغییرات دمای جسمی جامد به جرم $500g$ برحسب گرمای داده شده به آن مطابق شکل زیر است. گرمای نهان ویژه ذوب ماده سازنده جسم، چند ژول بر کیلوگرم است؟



- ۱ ۱۵۰ ۲ ۱۵۰۰ ۳ $1/5 \times 10^4$ ۴ $1/5 \times 10^5$

۲۲۸ دو کره فلزی همجنس، هم دما و هم حجم A و B را در اختیار داریم. کره A توپُر و کره B توخالی است، به طوری که $m_A = 2m_B$. اگر به هر دو کره گرمای یکسان دهیم، افزایش حجم کره A چند برابر افزایش حجم کره B خواهد بود؟

- ۱ ۲ ۲ ۱ ۳ $\frac{1}{2}$ ۴ $\frac{1}{6}$

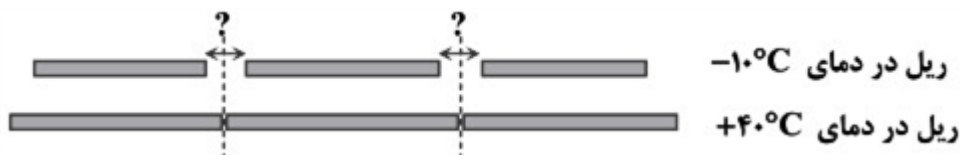
۲۲۹ طول یک قطعه ریل در زمستان برابر با $16m$ است. برای این که در فاصله $8008m$ متری بین دو شهر در تابستان و در دمای $40^\circ C$ آسیبی به ریل‌ها نرسد، باید 500 تا از این ریل‌ها را پشت سر هم قرار داد. حداقل دمای زمستان چند درجه

سلسیوس بوده است؟ (ضریب انبساط طولی فلز ریل‌ها $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ است و دما در زمستان را به عنوان مرجع در نظر بگیرید.)

- ۱ -۱۰ ۲ -۵ ۳ صفر ۴ -۲۰

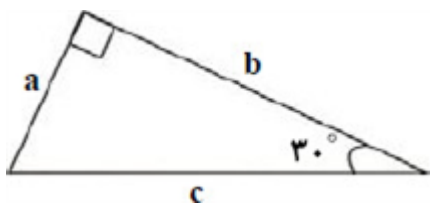
۲۳۰ تیرهای آهنی به طول $10m$ برای ریل قطار استفاده شده است. اگر ریل‌گذاری در دمای $10^\circ C -$ انجام شود، باید بین دو تیر حداقل چند میلی‌متر فاصله گذاشته شود تا اثر انبساط در دمای $40^\circ C$ تیرها به هم برسند؟

$$\left(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \right)$$



- ۱ ۳ ۲ ۶ ۳ ۱۲ ۴ ۱۵

۲۳۱ سه میله‌ی a، b و c مطابق شکل زیر به هم متصل شده اند. ضریب انبساط طولی میله‌ها به ترتیب α_a ، α_b و α_c می‌باشند به طوری که $\alpha_a = \alpha_b = \alpha$ می‌باشد، می‌خواهیم در هر دمایی زاویه‌ی بین میله‌های a و b، 90° بماند، در این صورت نسبت $\frac{\alpha_c}{\alpha}$ کدام است؟



۴ $\frac{1}{2}$

۳ ۱

۲ ۲

۱ $\sqrt{2}$

۲۳۲ دو کره‌ی توپر و هم‌دما به شعاع‌های $R_1 = R$ و $R_2 = \frac{2}{3}R$ را تا دمای معین و یکسانی گرم می‌کنیم. افزایش حجم کره‌ی اول به ازای این تغییر دما، ۱۸ برابر افزایش حجم کره‌ی دوم است. در صورتی که α_1 و α_2 به ترتیب ضریب انبساط طولی ماده‌ی سازنده‌ی کره‌ی اول و دوم باشند، نسبت $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ کدام است؟

۴ $\frac{16}{3}$

۳ $\frac{1}{6}$

۲ ۶

۱ $\frac{3}{16}$

۲۳۳ ارلنی شیشه‌ای با دمای $10^\circ C$ و گنجایش 200 cm^3 در اختیار داریم. این ارلن را با گلیسرین (که با ارلن هم‌دماست) کاملاً پر کرده‌ایم. اگر دمای ارلن و گلیسرین را به طور همزمان به $60^\circ C$ برسانیم، حجم گلیسرینی که از ظرف بیرون می‌ریزد، برحسب سانتی‌متر مکعب کدام است؟ $(\frac{1}{^\circ C} = 5 \times 10^{-4})$ و ضریب انبساط طولی شیشه $\frac{1}{^\circ C} = 10^{-5}$ است.

۴ ۵۰

۳ ۵

۲ ۴۷

۱ $4/7$

۲۳۴ دمای نقطه‌ای در قطب شمال $60^\circ C -$ است. این دما به ترتیب چند درجه‌ی فارنهایت و چند کلوین پایین‌تر از دمای نقطه‌ی انجماد آب در فشار جو متعارف (latm) است؟

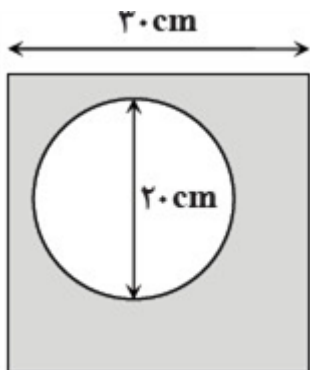
۴ $60 K, 108^\circ F$

۳ $213 K, 76^\circ F$

۲ $213 K, 108^\circ F$

۱ $60 K, 76^\circ F$

۲۳۵ مطابق شکل، از یک صفحه فلزی مربع‌شکل به ضلع 30 سانتی‌متر قرصی به قطر 20 سانتی‌متر بریده شده است. اگر ضریب انبساط طولی فلز $\frac{1}{K} = 4 \times 10^{-5}$ باشد و دمای جسم را از $20^\circ C$ به $170^\circ C$ برسانیم، مساحت ناحیه رنگی شکل چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟ ($\pi \approx 3$)



۴ $610/8$

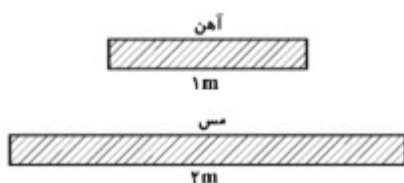
۳ $607/2$

۲ $605/4$

۱ $603/6$

۲۳۶ در شکل زیر یک میله آهنی و یک میله مسی مشاهده می‌کنید. اگر دمای میله آهنی را $170^{\circ}C$ و دمای میله مسی را $220^{\circ}C$ افزایش دهیم، افزایش طول میله آهنی نسبت به میله مسی است.

$$\alpha_{\text{آهن}} = \frac{11}{17} \alpha_{\text{مس}}$$



۱) ۲۵ درصد بیش‌تر است.

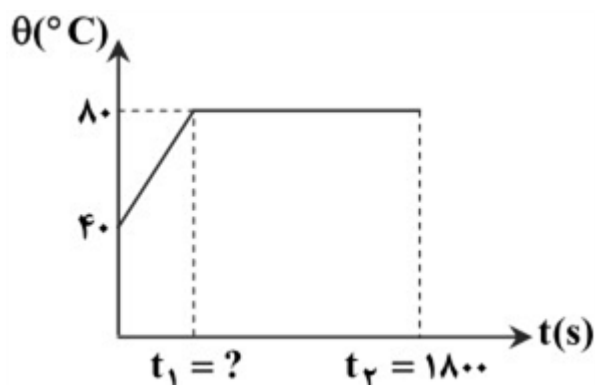
۲) ۲۵ درصد کم‌تر است.

۳) ۷۵ درصد بیش‌تر است.

۴) ۷۵ درصد کم‌تر است.

۲۳۷ توسط یک گرم‌کن، با توان $200W$ ، به مایعی به جرم $400g$ گرما می‌دهیم. در شکل مقابل، نمودار دما برحسب زمان برای این مایع تا لحظه‌ای که همه مایع بخار شود، رسم شده است. مقادیر t_1 و L_V (گرمای نهان تبخیر مایع) کدام است؟

$$\left(c_{\text{مایع}} = 2500 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \right)$$



۱) $800 \frac{kJ}{kg}$ ، $200s$ ۲) $600 \frac{kJ}{kg}$ ، $200s$ ۳) $800 \frac{kJ}{kg}$ ، $150s$ ۴) $600 \frac{kJ}{kg}$ ، $150s$

۲۳۸ فشارسنجی فشار مخزن گازی را که دمای آن $27^{\circ}C$ است، $600kPa$ نشان می‌دهد. اگر بدون تغییر حجم، دمای این مخزن را $30^{\circ}C$ افزایش دهیم، فشار مطلق گاز درون مخزن چند کیلو پاسکال (kPa) خواهد شد؟ (فشار هوای محیط $10^5 Pa$ است.)

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۸۵ ۳) ۴۲۸ ۴) ۷۷۰

۲۳۹ در یک فرآیند هم‌دما، فشار مقداری گاز آرمانی (کامل) را ۴ برابر می‌کنیم. چگالی گاز چند برابر خواهد شد؟

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

۲۴۰ میله‌ای با حجم ثابت را می‌کشیم تا طول آن ۵۰ درصد افزایش یابد. چنانچه در این حالت اختلاف دمای بین دو سر آن را نیز ۵۰ درصد افزایش دهیم، آهنگ شارش گرما در واحد زمان از این میله چند برابر حالت اول می‌گردد؟ (انبساط میله بر اثر افزایش دما را ناچیز فرض کنید.)

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{3}{5}$

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

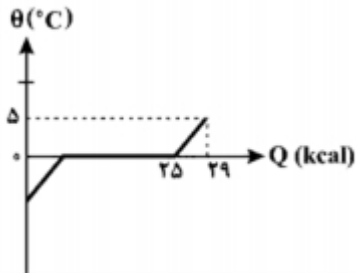
$$\left(L_F = 336000 \frac{J}{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_V = 2268000 \frac{J}{kg} \right)$$

۱) ۲۰۰ g یخ باقیمانده است. ۲) ۳۱۰۰ g آب صفر درجه داریم.

۳) دمای تعادل تقریباً $5^{\circ}C$ است. ۴) ۸۰۰ g یخ باقیمانده است.

۲۴۲) نمودار تغییرات دمای یک قطعه یخ برحسب گرمای داده شده به آن مطابق روبه‌رو است. جرم یخ چند کیلوگرم است؟

$$\left(1 \text{ cal} \approx 4/2 J, c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}} = 4200 \left(\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \right) \right)$$



۱) ۸۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۵

۲۴۳) طول ضلع یک مکعب فلزی ۵ cm و دمای آن $20^{\circ}C$ است. اگر دمای این مکعب فلزی را به $120^{\circ}C$ برسانیم. حجم آن چند سانتی‌متر مکعب می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی فلز $\frac{1}{10 \times 10^{-6}}$ است.)

۱) ۲۵/۷۵ ۲) ۲۵/۰۷۵ ۳) ۱۲۵/۰۷۵ ۴) ۱۲۵/۷۵

۲۴۴) دو میله‌ی A و B به طول L در دمای $5^{\circ}C$ داریم. هنگامی که دمای آن‌ها را به $288 K$ می‌رسانیم، اختلاف طول آن‌ها $0/3 \text{ mm}$ می‌شود. طول L چند سانتی‌متر است؟ ($\alpha_A = 15 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C}, \alpha_B = 10 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C}$)

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

۲۴۵) ظرفی شیشه‌ای به گنجایش 200 cm^3 را با مایعی پر می‌کنیم. اگر دمای ظرف و مایع درون آن را از $50^{\circ}F$ به $86^{\circ}F$ برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط خطی ظرف و

$\frac{1}{50 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}C}} = \text{ضریب انبساط حجمی مایع}$)

۱) ۱/۹۰۴ ۲) ۰/۰۹۶ ۳) ۱/۸۳ ۴) ۰/۱۷

۲۴۶) اگر ۲۰ g بخار آب $100^{\circ}C$ بتواند ۱۲۰ g یخ $20^{\circ}C$ را به آب $0^{\circ}C$ تبدیل کند. حداقل چند گرم یخ $40^{\circ}C$ می‌تواند ۶۰ g آب $50^{\circ}C$ را منجمد نماید؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_V = 500 \times 4200 = \frac{J}{kg} \right)$$

۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۴۲۰ ۴) ۸۴۰

۲۴۷ اگر ۲۰۰ گرم یخ $-10^{\circ}C$ را با مقداری آب $50^{\circ}C$ سلسیوس مخلوط کنیم، پس از برقراری تعادل، در مخلوط حاصل، ۵۰g یخ باقی می‌ماند. این مخلوط حاوی چند گرم آب است؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر شده است.)

$$\left(L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \right)$$

۴۱۰ (۴)

۲۶۰ (۳)

۲۵۰ (۲)

۱۵۰ (۱)

۲۴۸ چگالی فلزی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برابر ρ است. اگر ضریب انبساط طولی فلز در SI برابر α باشد، در دمای چند درجه‌ی سلسیوس، چگالی فلز برابر با $\rho/94$ خواهد شد؟

$$\frac{3}{94\alpha} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{94\alpha} \quad (۳)$$

$$\frac{2}{47\alpha} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{47\alpha} \quad (۱)$$

۲۴۹ ظرفی به حجم یک لیتر با ضریب انبساط خطی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ به طور کامل از مایعی با ضریب انبساط حجمی

$\frac{1}{K} \times 10^{-4} \times 1/5$ پر شده است. اگر دمای مجموعه را $50^{\circ}C$ افزایش دهیم، چند سانتی‌مترمکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟

$$10/5 \quad (۴)$$

$$9 \quad (۳)$$

$$7/5 \quad (۲)$$

$$6 \quad (۱)$$

۲۵۰ طول دو میله‌ی A و B در دمای $0^{\circ}C$ هر کدام برابر با ۱۵۰ mm است. در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس، اختلاف طول نهایی دو میله برابر با ۱۲mm می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی میله‌ی A برابر با $\frac{1}{C} \times 10^{-6}$ و ضریب انبساط طولی میله‌ی B برابر با $\frac{1}{C} \times 10^{-8}$ است.)

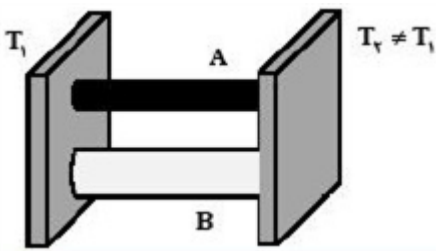
$$100 \quad (۴)$$

$$1 \quad (۳)$$

$$1000 \quad (۲)$$

$$10 \quad (۱)$$

۲۵۱ در شکل روبه‌رو، دو میله رسانا بین دو منبع گرما قرار دارند. اگر سطح مقطع میله A، $\frac{1}{3}$ سطح مقطع میله B و رسانندگی گرمایی میله A، ۶ برابر رسانندگی میله B باشد، آهنگ رسانش گرمایی در میله A چند برابر آهنگ رسانش گرمایی در میله B است؟



$$\frac{1}{4} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۳)$$

$$4 \quad (۲)$$

$$2 \quad (۱)$$

۲۵۲ در ظرفی ۲۰۰ گرم یخ $-5^{\circ}C$ درجه‌ی سلسیوس وجود دارد، حداقل چند گرم آب $100^{\circ}C$ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد.)

$$\left(C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, L_f = 336000 \frac{J}{\text{kg}} \right)$$

$$200 \quad (۴)$$

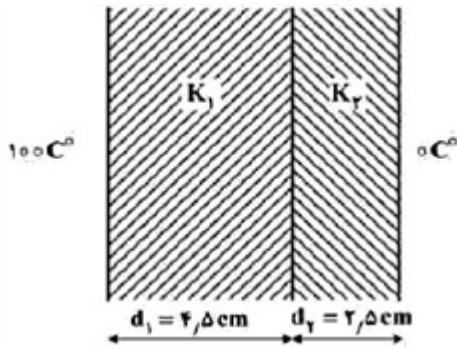
$$165 \quad (۳)$$

$$160 \quad (۲)$$

$$5 \quad (۱)$$

۲۵۳

دو صفحه‌ی فلزی به ضخامت‌های $d_1 = 4/5 \text{ cm}$ و $d_2 = 2/5 \text{ cm}$ که رسانندگی گرمایی آن‌ها به ترتیب $k_1 = 90 \frac{J}{s.m.k}$ و $k_2 = 200 \frac{J}{s.m.k}$ است، مطابق شکل به یکدیگر چسبیده‌اند و دمای یک طرف 100°C درجه‌ی سلسیوس و دمای طرف دیگر صفر درجه‌ی سلسیوس است. دمای سطح مشترک دو فلز چند درجه‌ی سلسیوس است؟



۸۰ (۴)

۵۰ (۳)

۳۰ (۲)

۲۰ (۱)

۲۵۴

حباب کروی شکلی محتوی گاز در عمق h زیر آب به چگالی $1200 \frac{kg}{m^3}$ به وجود می‌آید و هنگامی که به سطح آب می‌رسد، حجم حباب $3/4$ برابر می‌شود. h چند متر است؟ (دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض شود. فشار هوا در سطح آب 10^5 Pa است.)

۲۴ (۴)

۳۰ (۳)

۲۰ (۲)

۳۴ (۱)

۲۵۵

دمای روغن را از صفر درجه‌ی سلسیوس به θ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، در نتیجه چگالی آن 20% درصد تغییر می‌کند. θ چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (ضریب انبساط حجمی مایع $\frac{1}{C} \times 10^{-3}$ است.)

۸۰ (۴)

۱۲۵ (۳)

۲۰۰ (۲)

۲۵۰ (۱)

۲۵۶

طول هر یک از دو میله‌ی مسی و آهنی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برابر L است. اگر دمای هر دو میله را به 80°C برسانیم طول میله‌ی مسی 0.2 mm بیش‌تر از طول میله‌ی آهنی خواهد شد. L چند سانتی‌متر است؟
($\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$ و $\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$)

۵۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۲۵۷

طول دو میله‌ی فلزی A و B در دمای 20°C هریک برابر 2 متر است. دمای دو میله را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها برابر 0.8 mm شود؟ ($\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$, $\alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$)

۱۰۰ (۴)

۷۰ (۳)

۵۰ (۲)

۳۰ (۱)

۲۵۸

مطابق شکل درون یک سیلندر مقداری گاز قرار دارد. وزنه‌ای را روی پیستون قرار می‌دهیم تا در دمای ثابت فشار گاز 20% درصد افزایش یابد. در طی این فرایند پیستون چند متر پایین می‌آید؟



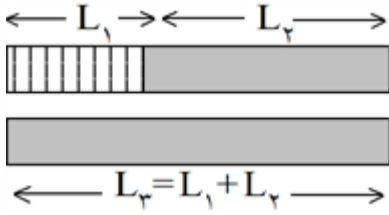
۱/۲۵ (۴)

۱/۲ (۳)

۱ (۲)

۰/۸ (۱)

۲۵۹ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده‌ی L_1 و L_2 با طول میله‌ی L_3 برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها نیز به ترتیب α_1 و α_2 و α_3 است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟



$$\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (2)$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (1)$$

$$\alpha_3 = \frac{|L_1 \alpha_1 - L_2 \alpha_2|}{L_3} \quad (4)$$

$$\alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3} \quad (3)$$

۲۶۰ ۱۸۰ گرم یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را درون مقداری آب ۴۰ درجه می‌اندازیم و بعد از رسیدن به تعادل حرارتی ۲۰ گرم یخ صفر درجه باقی می‌ماند. جرم آب اولیه چند گرم بوده است؟

$$(C = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}, L_f = 336 \frac{J}{g} \text{ آب})$$

۹۶۰ (۴)

۴۸۰ (۳)

۳۲۰ (۲)

۲۴۰ (۱)

۲۶۱ یک سر میله‌ی آهنی به طول ۱۶ cm را به یک سر میله‌ی مسی به طول ۲۰ cm جوش داده‌اند. سر آزاد میله‌ی آهنی را در آب جوش $100^\circ C$ و سر دیگر میله‌ی مسی را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهند. دمای نقطه‌ی اتصال دو میله چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (سطح مقطع هر دو میله یکسان است و سطح جانبی هر

$$\text{دو میله عایق پوش است.}) (K_{\text{مس}} = 400 \frac{W}{m \cdot K} \text{ و } K_{\text{آهن}} = 800 \frac{W}{m \cdot K})$$

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۵ (۲)

۳۰ (۱)

۲۶۲ دمای گاز کاملی ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر در حجم ثابت، دمای آن را به صفر درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فشارش چند درصد کاهش می‌یابد؟

۳۰ (۴)

۱۸ (۳)

۱۵ (۲)

۹ (۱)

۲۶۳ اگر در شکل مقابل، به کمک تلمبه‌ی تخلیه‌ی هوا، مقداری از هوای بالای آب درون یک ظرف را که عایق حرارتی است تخلیه کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



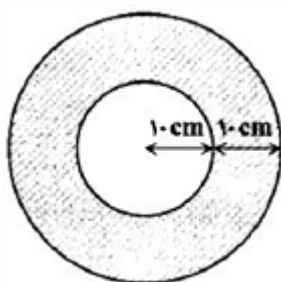
(۲) دمای آب افزایش می‌یابد

(۱) دمای آب کاهش می‌یابد

(۴) تمام آب به یخ تبدیل می‌شود

(۳) دمای آب ثابت می‌ماند

۲۶۴ یک نوار فلزی حلقوی به پهنای ۱۰ سانتی‌متر از فلزی با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ ساخته شده است (شعاع داخلی ۱۰ cm و شعاع خارجی ۲۰ cm است). اگر دمای آن را $100^\circ C$ بالا ببریم، مساحت قسمت فلزی (قسمت هاشورخورده) تقریباً چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟



۳۱۸π (۴)

۳۱۰π (۳)

۳۱۶π (۲)

۳۱۲π (۱)

۲۶۵ درون ظرفی به ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k} \times 10^{-5}$ و حجم داخلی ۲ لیتر، به مقدار ۱/۸ لیتر از مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{k} \times 10^{-3}$ قرار دارد. دمای آن‌ها را ۴۰ کلوین افزایش می‌دهیم. در نهایت چه حجمی از ظرف خالی می‌ماند؟

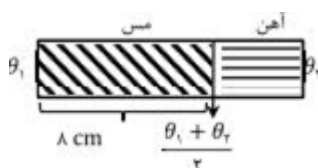
۱۱۶ cm^۳ (۴)

۱۲۸ cm^۳ (۳)

۱۴۰ cm^۳ (۲)

۱۵۲ cm^۳ (۱)

۲۶۶ یک قطعه مس به طول ۸ cm به یک آهن مطابق شکل زیر متصل است. طول قطعه آهن چند سانتی‌متر باشد تا دمای سطح مشترک مس و آهن $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ باشد؟ $(\theta_2 > \theta_1)$ رسانندگی گرمایی مس و آهن به ترتیب برابر $\frac{w}{m \cdot k}$ و $\frac{w}{m \cdot k}$ است. (سطوح جانبی دو میله عایق‌بندی است).



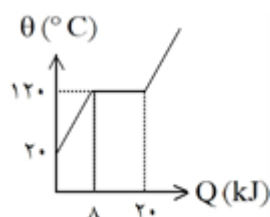
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۶۷ نمودار تغییرات دمای جسم جامدی برحسب گرمای داده شده به آن مطابق شکل مقابل است. گرمای نهان ویژه ذوب (L_f) جسم چند $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است؟ $\left(C = \frac{4}{10} \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \right)$ جامد



۶۰ (۴)

۱۰ (۳)

۶ (۲)

۱۰۰ (۱)

۲۶۸ مقدار معینی آب خالص در دمای θ در اختیار داریم. با کاهش دمای آب مشاهده می‌شود که چگالی آب ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. کدامیک از گزینه‌های زیر الزاماً درست است؟

$\theta = 4^\circ C$ (۲)

$\theta < 4^\circ C$ (۱)

نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد. (۴)

$\theta > 4^\circ C$ (۳)

۲۶۹ اگر در فشار ثابت، دمای گاز کاملی را از $27^{\circ}C$ به $42^{\circ}C$ برسانیم، حجم گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

۵ (۴)

۱۰ (۳)

۲۵ (۲)

۵۰ (۱)

۲۷۰ یک قطعه یخ با دمای $-20^{\circ}C$ درجه‌ی سلسیوس را درون 250 گرم آب با دمای $20^{\circ}C$ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، 50 گرم یخ ذوب نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟

$$C = \frac{4}{2} \frac{J}{g \cdot K} \text{ آب}, C = \frac{2}{1} \frac{J}{g \cdot K} \text{ یخ}, L_f = 336 \frac{J}{g} \text{ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.}$$

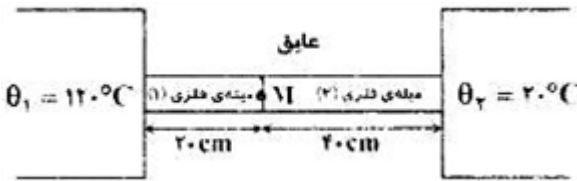
۳۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۲۷۱ دماهای θ_1 و θ_2 مطابق شکل ثابت هستند و مساحت مقطع میله‌های فلزی برابر است با صرف‌نظر از اتلاف گرما، اگر پس از برقراری تعادل دمای محل اتصال میله‌های رسانا (نقطه‌ی M) برابر $80^{\circ}C$ باشد. رسانندگی گرمایی میله‌ی سمت چپ چند برابر میله‌ی سمت راست است؟ $(\frac{k_1}{k_2} = ?)$



$\frac{3}{4}$ (۴)

۳ (۳)

$\frac{3}{2}$ (۲)

$\frac{3}{8}$ (۱)

۲۷۲ طول دو میله‌ی A و B در دمای $0^{\circ}C$ هر کدام برابر با 150 mm است. در چه دمایی اختلاف طول نهایی دو میله برابر

با 0.12 mm می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی میله‌ی A برابر با $\frac{1}{C} \times 10^{-6}^{\circ}C$ و ضریب انبساط طولی میله‌ی B برابر با $\frac{1}{C} \times 10^{-6}^{\circ}C$ است.)

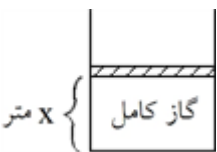
۱۰۰ (۴)

۱ (۳)

۱۰۰۰ (۲)

۱۰ (۱)

۲۷۳ مطابق شکل زیر در زیر پیستونی مقدار معینی از یک گاز کامل در دمای $27^{\circ}C$ محبوس است. دمای گاز داخل محفظه را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا پیستون به آرامی به اندازه‌ی x متر دیگر بالا بیاید؟



۳۰۰ (۴)

۳۲۷ (۳)

۵۴ (۲)

۲۷ (۱)

۲۷۴ به دو کره‌ی مسی توپر به شعاع‌های R و $2R$ ، مقدار یکسانی گرما می‌دهیم. افزایش حجم کره‌ی بزرگ‌تر چند برابر افزایش حجم کره‌ی کوچک‌تر است؟

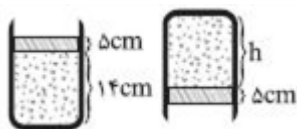
۴ (۴)

۱ (۳)

۸ (۲)

$\frac{1}{8}$ (۱)

۲۷۵) درون لوله‌ی باریکی مطابق شکل چند قطره جیوه می‌ریزیم. به طوری که ارتفاع ستون جیوه برابر ۵ سانتی‌متر شود. اگر لوله را واژگون کنیم، ارتفاع ستون هوای محبوس در زیر جیوه با فرض ثابت بودن دما چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟ (فشار هوای محیط را ۷۵ cm Hg در نظر بگیرید.)



۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۷۶) دمای یک میله‌ی مسی را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم، طول آن ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه‌ی مسی را با $100^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟

۱/۰۰۳۴ (۴)

۰/۳۴۰۰ (۳)

۰/۰۰۳۴ (۲)

۱/۰۰۱۷ (۱)

۲۷۷) ۲۰۰ گرم یخ با دمای $-20^\circ C$ را با ۵۰ گرم آب با دمای $20^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. وضعیت نهایی چگونه است؟

$$\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \text{ و } C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \text{ و } L_f = 336 \frac{kJ}{\text{kg}} \right)$$

۱) تمام مجموعه یخ زیر صفر درجه است.

۲) مخلوط آب و یخ صفر درجه داریم و جرم یخ بیش‌تر از ۲۰۰ گرم است.

۳) مخلوط آب و یخ صفر درجه داریم و جرم یخ ۲۰۰ گرم است.

۴) مخلوط آب و یخ صفر درجه داریم و جرم یخ کم‌تر از ۲۰۰ گرم است.

۲۷۸) ظرفی با حجم ثابت، محتوی گاز کاملی با دمای ۱۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است. اگر دمای گاز را به ۳۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد برسانیم، فشار و چگالی گاز به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

۱، $\frac{7}{5}$ (۴)

$\frac{1}{5}$ ، $\frac{7}{5}$ (۳)

۱، $\frac{1}{5}$ (۲)

$\frac{1}{5}$ ، $\frac{1}{5}$ (۱)

۲۷۹) رسانش گرمایی یک میله‌ی آهنی به طول L، سطح مقطع A که یک انتهایش در بخار آب $100^\circ C$ و انتهای دیگرش در مخلوط آب و یخ قرار دارد، در مدت یک دقیقه ۲۰۰ J است. رسانش گرمایی میله‌ی آهنی دیگری به طول ۲L و سطح مقطع ۲A که یک انتهایش در مخلوط آب و یخ و انتهای دیگرش در آب $50^\circ C$ قرار دارد، در مدت دو دقیقه چند ژول است؟

۴۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۲۸۰) دمای یک میله‌ی فلزی به θ_1 می‌رسد. اگر طول آن ۰/۱ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً

۰/۳ درصد کاهش می‌یابد. (۲)

۰/۱ درصد کاهش می‌یابد. (۱)

۰/۳ درصد افزایش می‌یابد. (۴)

۰/۱ درصد افزایش می‌یابد. (۳)

۲۸۱) درون ظرفی ۵۰۰ گرم یخ با دمای $-20^\circ C$ در فشار یک اتمسفر قرار دارد و توسط یک گرمکن در هر دقیقه ۶۳ کیلوژول گرما به یخ داده می‌شود. حداقل چند دقیقه این گرمادهی باید ادامه یابد تا تمام یخ ذوب شود؟

$$\left(C = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \text{ و } L_f = 336 \frac{kJ}{\text{kg}} \right) \text{ (یخ)}$$

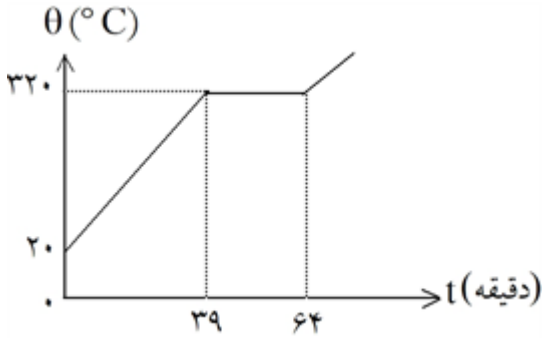
۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۲۸۲) نمودار روبه‌رو، مربوط به جسمی است که گرمای ویژه‌ی حالت جامد آن $130 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ است و در هر دقیقه 10^4 ژول گرما می‌گیرد. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب این جسم چند ژول بر گرم است؟



۷۲ (۴)

۳۶ (۳)

۲۵ (۲)

۱۵ (۱)

۲۸۳) اختلاف پتانسیل الکتریکی اسمی یک کتری برقی ۲۲۰ ولت است و کتری به همین ولتاژ وصل و شدت جریان در آن ۲ آمپر است. بازدهی این کتری چند درصد باید باشد تا ۱/۵ لیتر آب با دمای $20^\circ C$ در آن مدت ۲۰ دقیقه در فشار یک اتمسفر به جوش آید؟ $\left(p_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3} \text{ و } C_{\text{آب}} = 4/18 \frac{J}{g \cdot ^\circ C} \right)$

۹۰ (۴)

۸۰ (۳)

۹۵ (۲)

۸۵ (۱)

۲۸۴) به دو گلوله‌ی آهنی به جرم‌های متفاوت به ترتیب ۱۸۴ ژول و ۶۴۴ ژول گرما می‌دهیم هر یک از آن‌ها $20^\circ C$ افزایش دما پیدا می‌کنند. اگر گرمای ویژه‌ی آهن $460 J/kg \cdot ^\circ C$ باشد، اختلاف جرم این دو گلوله چند گرم است؟

۵۰ (۴)

۲۰ (۳)

۱۲/۵ (۲)

۵ (۱)

۲۸۵) آب هنگام یخ زدن تقریباً ده درصد افزایش حجم می‌دهد. چگالی آب هنگام یخ زدن تقریباً چند درصد و گونه تغییر می‌کند؟

۱۰ درصد کاهش می‌یابد. (۲)

۱۰ درصد کاهش می‌یابد. (۱)

۹ درصد افزایش می‌یابد. (۴)

۹ درصد کاهش می‌یابد. (۳)

۲۸۶) در ظرفی ۳۰۰ gr آب $10^\circ C$ موجود است. یک قطعه یخ $0^\circ C$ و ۲۵ gr بخار آب $100^\circ C$ را وارد ظرف می‌کنیم. اگر دمای تعادل $40^\circ C$ باشد، جرم قطعه‌ی یخ چه قدر است؟

$$(L_V = 540 \text{ cal/gr}, L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}, C = 1 \text{ cal/gr} \cdot ^\circ C)$$

امکان ندارد. (۴)

۵۰ gr (۳)

۱۵۰ gr (۲)

۳۰۰ gr (۱)

۲۸۷) یک قطعه یخ به جرم ۲۰۰ گرم و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را در مقداری آب به جرم $4/0 \text{ kg}$ و دمای $55^\circ C$ می‌اندازیم. اگر تبادل گرما فقط بین آب و قطعه یخ انجام گیرد، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $336 \times 10^3 J/kg$ و ظرفیت گرمایی ویژه آب $4200 J/kg \cdot ^\circ C$ می‌باشد).

۲۰ (۴)

۱۲ (۳)

۱۰ (۲)

صفر (۱)

۲۸۸) اگر ۴۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را درون ۱۰۰ گرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس بیندازیم و مبادله‌ی گرما فقط بین آب و یخ صورت گیرد، در نهایت چند گرم آب و با دمای چند درجه‌ی سلسیوس ایجاد خواهد شد؟

$$\left(L_f = 336000 \frac{J}{kg}, \text{ آب } C = 4200 \frac{J}{(kg \cdot K)} \right)$$

۵ و ۱۴۰ (۴)

۱۴۰, ۲ (۳)

۱۲۵ و صفر (۲)

۱۲۰ و صفر (۱)

۲۸۹ به یک میله آن قدر گرما می‌دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۱) ۵/۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۹۰ مخزنی به حجم ۲۵ لیتر از گاز هیدروژن در دمای 127°C پر شده است. اگر انرژی درونی گاز 100 kJ باشد، فشار آن

چند اتمسفر است؟ $\left(R = 8 \frac{J}{\text{mol} \cdot K}\right)$

- ۱) ۱۶ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

۲۹۱ یک گلوله فلزی 250°C گرمی با دمای 800°C و گرمای ویژه $504 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ را به همراه یک مجسمه از جنس نقره به

جرم 800 گرم با دمای 61°C درون یک گرماسنج حاوی 2 kg آب با دمای 10°C می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، حداکثر تغییر دما از بین این سه جسم برابر چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$\left(c_{\text{نقره}} = 210 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}\right)$

- ۱) ۶۸ ۲) ۴۹ ۳) ۲ ۴) ۷۲

۲۹۲ دماسنجی که شیوه‌ی مدرج کردن آن مشخص نیست، دمای 5°C را 50° و دمای 20°C را 100° نشان می‌دهد. این دماسنج در چه دمایی با دماسنج سلسیوس یک عدد را نشان می‌دهد؟

- ۱) -40° ۲) $+30^{\circ}$ ۳) -70° ۴) $+50^{\circ}$

۲۹۳ 120 g بخار آب 100°C در فشار یک اتمسفر را درون $2/4\text{ kg}$ آب 52°C وارد می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ $(L_v = 540 c_{\text{آب}})$ و مبادله‌ی گرما فقط بین آب و بخار صورت می‌گیرد.

- ۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

۲۹۴ دمای محیطی برحسب کلوین 141 واحد بیش‌تر از دمای هوای محیط برحسب درجه فارنهایت است. اگر فشار این محیط اتمسفر باشد، حالت فیزیکی آب در این محیط به چه شکلی می‌باشد؟

- ۱) بخار ۲) مایع ۳) جامد ۴) چنین دمایی وجود ندارد.

۲۹۵ درون ظرف عایقی که $2/5\text{ kg}$ یخ با دمای 20°C قرار دارد، 1 kg آب با دمای 20°C اضافه می‌کنیم. اگر تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام شود، پس از تعادل گرمایی کدام یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟

$(L_F = 8 c_{\text{آب}}, c_{\text{یخ}} = 2 c_{\text{آب}})$

- ۱) جرم یخ $2/5$ درصد افزایش می‌یابد. ۲) جرم یخ $2/5$ درصد کاهش می‌یابد.
۳) جرم یخ 5 درصد افزایش می‌یابد. ۴) جرم یخ 5 درصد کاهش می‌یابد.

۲۹۶ یک قطعه یخ 5°C را داخل یک استخر پر از آب صفر درجه سلسیوس می‌اندازیم. پس از ایجاد تعادل، جرم یخ چند

درصد افزایش می‌یابد؟ $(L_F = 350 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}})$ و از تبادل گرما با محیط صرف‌نظر شود.

- ۱) ۳۰ ۲) ۳ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۰۳

- ۲۹۷) جسمی به جرم 5 kg از ارتفاع 10 متری سطح زمین رها شده و پس از برخورد با زمین تا ارتفاع 2 متر برمی‌گردد. اگر تمام انرژی تلف شده صرف گرم کردن جسم شده باشد، در ارتفاع 2 متری از سطح زمین (هنگام برگشت) دمای جسم نسبت به ابتدای حرکت چند درجه سلسیوس افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ و $c = 80 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$)
- ۱) 250 ۲) 1 ۳) $1/25$ ۴) 2

- ۲۹۸) قطعه‌ی مسی به جرم 282 گرم و دمای θ درجه‌ی سلسیوس را داخل ظرف بزرگی از آب $100^\circ C$ می‌اندازیم و 5 گرم آب بخار می‌شود. اگر قطعه فلز دیگری با دمای 2θ که ظرفیت گرمایی آن دو برابر قطعه‌ی مس اول است را در این ظرف بیندازیم، چند گرم دیگر آب از ظرف بخار می‌شود؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر شود.)
- ۱) دقیقاً 20 گرم ۲) بیش‌تر از 20 گرم ۳) دقیقاً 10 گرم ۴) کم‌تر از 10 گرم

- ۲۹۹) یک قطعه فلز با ظرفیت گرمایی ویژه $900 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و جرم 1 kg را درون گرمکنی با توان 2 kW قرار می‌دهیم. اگر 10% گرمای جذب شده توسط فلز تلف شود. آهنگ افزایش دمای فلز چند درجه‌ی سلسیوس بر ثانیه است؟
- ۱) 1 ۲) 2 ۳) 3 ۴) 4

- ۳۰۰) 170 گرم آب $30^\circ C$ را با 80 گرم یخ $0^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین دو جسم چند ژول است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$, $L_F = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg}$)
- ۱) 21420 ۲) 26880 ۳) 5460 ۴) 48300

- ۳۰۱) برای ذوب کردن 5 گرم یخ $0^\circ C$ باید دمای چند اتم آهن به ظرفیت گرمایی مولی K . $24 \frac{J}{mol}$ را به اندازه‌ی $10^\circ C$ افزایش داد؟ ($L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ و اتلاف گرما ناچیز است.)

- ۱) $4/214 \times 10^{24}$ ۲) $30/1 \times 10^{24}$
۳) $4/214 \times 10^{23}$ ۴) $30/1 \times 10^{23}$

- ۳۰۲) اگر گرمای نهان تبخیر یک ماده در دمای $0^\circ C$ برابر $2000 \frac{kJ}{kg}$ و گرمای نهان تبخیر آن در دمای $50^\circ C$ برابر $50 \frac{kJ}{kg}$ باشد، برای تبخیر 3 kg از این ماده، تقریباً در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس، 5700 kJ گرما لازم است؟ (برای این ماده رابطه‌ی گرمای نهان تبخیر با دما برحسب درجه‌ی سلسیوس، خطی است.)

- ۱) 17 ۲) 25 ۳) 35 ۴) 45

- ۳۰۳) $2/5 \text{ kg}$ از مایعی با گرمای ویژه‌ی $400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و 4 kg از مایعی با گرمای ویژه‌ی $200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ را با هم مخلوط می‌کنیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، مخلوط دو مایع 3600 J گرما از دست می‌دهد و به دمای تعادل $34^\circ C$ می‌رسد. اگر عمل مخلوط کردن در یک گرماسنج عایق انجام داده شود، دمای تعادل چند درجه‌ی سانتی‌گراد می‌شود؟
- ۱) 31 ۲) 34 ۳) 36 ۴) 40

۳۰۴) قطعه‌ای فلزی به ظرفیت گرمایی $\frac{J}{K}$ ۵۰ که دمایش $86^{\circ}C$ است را در 0.5 kg آب صفر درجه‌ی سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز باشد، تا رسیدن به دمای تعادل، چند ژول گرما بین آب و فلز مبادله می‌شود؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kgK}} \right)$

۸۶۰۰ (۴)

۲۱۰۰ (۳)

۴۲۰۰ (۲)

۴۳۰۰ (۱)

۳۰۵) به هریک از دو جسم جامد A و B به اندازه‌ی Q گرما می‌دهیم. بدون تغییر حالت، دمای جسم A، 30° درجه‌ی سلسیوس و دمای جسم B، 60° درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد. حال فرض کنید این دو جسم دمای یکسان دارند و آن‌ها را درون ظرف محتوی آب گرم می‌اندازیم و تا رسیدن به دمای تعادل، به مجموعه‌ی این دو جسم، گرمای Q می‌رسد. دمای هر کدام، چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟

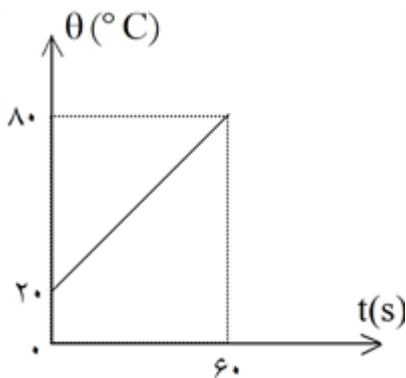
۴۵ (۴)

۲۲/۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۳۰۶) نمودار دما - زمان یک قطعه مس به جرم 300 گرم ، مطابق شکل روبه‌رو است. اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی مس در SI برابر 400 باشد، آهنگ دریافت گرمای این قطعه‌ی مسی در SI چه قدر است؟



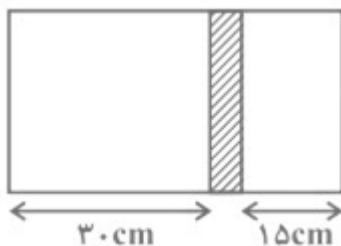
۱۸۰۰ (۴)

۶۴۰ (۳)

۳۶۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

۳۰۷) داخل یک استوانه به وسیله‌ی پیستون عایق متحرکی که می‌تواند در طول آن جابه‌جا شود، به دو بخش تقسیم شده است و مقداری گاز کامل در هر بخش استوانه مطابق شکل، در حالت تعادل قرار دارند و دمای گاز در سمت چپ استوانه در ابتدا $7^{\circ}C$ است. دمای گاز در همین قسمت را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا با ثابت ماندن دمای گاز سمت راست، پیستون 10 cm به طرف راست جابه‌جا گردد؟ (از تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود).



۸۴۰ (۴)

۴۲۱ (۳)

۱۱۲۰ (۲)

۶۴۰ (۱)

۳۰۸) اگر با یک دستگاه گرماده به مدت t به جرم معینی از آب $20^{\circ}C$ گرما بدهیم، دمان آن به $60^{\circ}C$ می‌رسد اگر با همان دستگاه گرماده به مدت $\frac{t}{3}$ به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس هم جرم با آب گرم دهیم چه کسری از جرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند؟ $(L_{F_{\text{یخ}}} = 80 c_{\text{آب}})$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود).

$\frac{5}{6}$ (۴)

$\frac{1}{6}$ (۳)

$\frac{3}{4}$ (۲)

$\frac{1}{4}$ (۱)

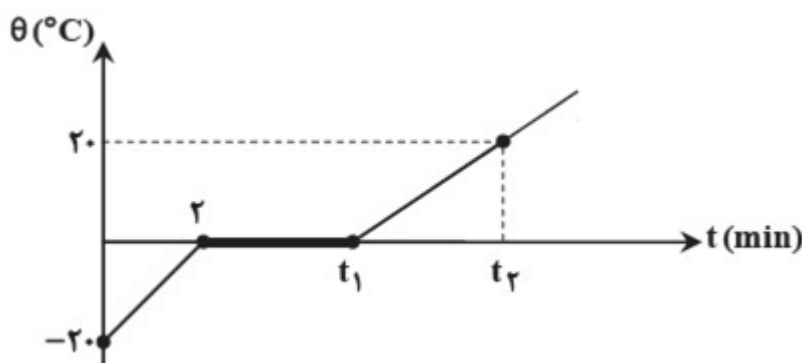
۳۰۹ یک بادکنک حاوی گاز هلیوم را رها می‌کنیم. بادکنک از سطح زمین بسیار دور می‌شود. در این صورت فشار گاز درون بادکنک چه تغییری می‌کند؟ (خروج گاز از منافذ بادکنک را ناچیز در نظر بگیرید.)

- ۱ کاهش می‌یابد. ۲ افزایش می‌یابد. ۳ تغییر نمی‌کند. ۴ ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.

۳۱۰ دو کره‌ی فلزی هم‌جنس A و B، اولی توپر به شعاع ۲۰ cm و دومی توخالی که شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع است، حفره‌ی داخلی آن R است، داریم. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم، تغییر دمای آن‌ها $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ می‌شود. اگر $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ باشد، R چند سانتی‌متر است؟

- ۱ ۸ ۲ ۱۰ ۳ ۱۲ ۴ ۱۵

۳۱۱ اگر با توان ثابت به مقداری یخ $-20^\circ C$ گرما بدهیم، نمودار دما بر حسب زمان به صورت مقابل خواهد بود. زمان‌های t_1 و t_2 بر حسب دقیقه کدام هستند؟
 $(\frac{L_f}{c_{\text{آب}}} = 80^\circ C \text{ و } c_{\text{یخ}} = 2 c_{\text{آب}})$



- ۱ $t_1 = 18 \text{ min}, t_2 = 22 \text{ min}$ ۲ $t_1 = 16 \text{ min}, t_2 = 20 \text{ min}$ ۳ $t_1 = 18 \text{ min}, t_2 = 20 \text{ min}$ ۴ $t_1 = 16 \text{ min}, t_2 = 22 \text{ min}$

۳۱۲ در یک ظرف مقداری یخ با دمای -20° درجه سلسیوس قرار دارد. اگر 2 kg آب 50° درجه سلسیوس وارد ظرف نماییم، با فرض آنکه ظرف کاملاً عایق باشد و تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام شود، پس از برقراری تعادل، 100° گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟

$$\left(c_{\text{آب}} \cong \frac{4}{2} \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}} \text{ و } \frac{L_f}{c_{\text{آب}}} = 80^\circ C \right)$$

- ۱ ۱۲۰۰ ۲ ۱۴۰۰ ۳ ۱۳۰۰ ۴ ۱۱۰۰

۳۱۳ 200° گرم آب با دمای $22/5^\circ C$ ، 150° گرم آب با دمای $40^\circ C$ و 300° گرم آب با دمای $30^\circ C$ با هم مبادله گرما می‌کنند و به تعادل گرمایی می‌رسند. با صرف نظر از تبادل گرمایی با محیط، دمای تعادل مجموعه چند درجه سلسیوس می‌شود؟

- ۱ ۱۸ ۲ ۲۲ ۳ ۳۰ ۴ ۴۵

۳۱۴ مقداری بخار آب $100^\circ C$ را در ظرفی حاوی 500 g آب $10^\circ C$ وارد می‌کنیم و دمای تعادل $40^\circ C$ می‌شود. جرم بخار آب تقریباً چند گرم بوده است؟ $(L_v = 2248 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \text{ و از تبادل گرما با ظرف صرف نظر کنید.})$

- ۱ ۱۵ ۲ ۲۵ ۳ ۳۵ ۴ ۴۰

۳۱۵ اگر دمای θ (برحسب درجه سلسیوس) دمایی باشد که دماسنج‌های کلونی و فارنهایتی یک عدد را نمایش می‌دهند، تفاوت این دما جوش آب (در فشار ۱ اتمسفر) تقریباً چند درجه فارنهایت است؟

۵۴۲ (۴)

۳۰۱ (۳)

۲۰۱ (۲)

۳۶۲ (۱)

۳۱۶ اگر مقدار معینی از مایع (۱) را با ۳ کیلوگرم از مایع (۲) مخلوط کنیم، دمای تعادل θ خواهد بود. اگر مقدار مایع (۱) را نصف کنیم و با همان دمای اولیه با ۵ کیلوگرم از مایع (۳) مخلوط کنیم، بار دیگر دمای تعادل برابر θ خواهد شد. نسبت گرمای ویژه‌ی مایع (۲) به گرمای ویژه‌ی مایع (۳) کدام است؟ (در آزمایش‌ها، دمای اولیه‌ی مایع‌های (۲) و (۳) برابر بوده است و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود).

$\frac{3}{10}$ (۴)

$\frac{10}{3}$ (۳)

$\frac{6}{5}$ (۲)

$\frac{5}{6}$ (۱)

۳۱۷ اگر مقدار یکسان بخار آب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس و یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را مخلوط کنیم و از تبادل گرما با محیط صرف نظر شود، دمای تعادل برحسب درجه‌ی سلسیوس کدام است؟ $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و $L_F = 340 \frac{kJ}{kg}$

$$(L_V = 2256 \frac{kJ}{kg})$$

۱۰۰ (۴)

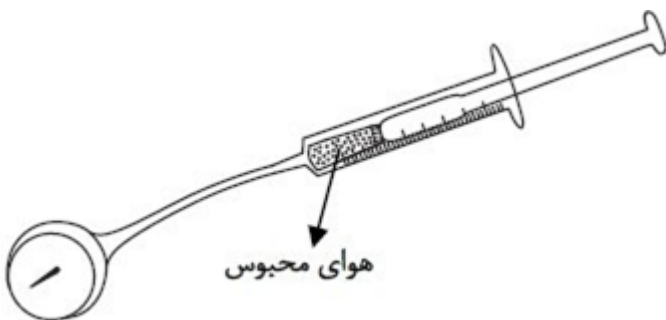
۷۵ (۳)

۵۰ (۲)

صفر (۱)

۳۱۸ مطابق شکل، سر سرنگی را که پیستون آن آزادانه حرکت می‌کند به فشارسنجی می‌بندیم و آن را به‌طور افقی درون ظرف آبی می‌گذاریم و ظرف آب را به آرامی گرم می‌کنیم. چه تعداد از کمیت‌های زیر، درون سرنگ، تغییر می‌کند؟ (هوای سرنگ را گاز آرمانی فرض کنید).

- (الف) دما (ب) حجم
(ج) فشار (د) مقدار هوای درون سرنگ



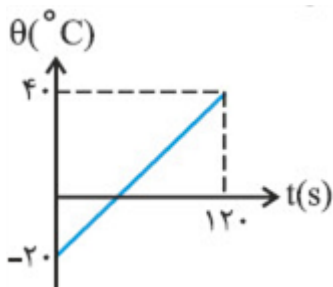
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۱۹ نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم برحسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر گرمای ویژه‌ی جسم $400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ باشد، جسم به‌طور متوسط در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟



$\frac{20}{3}$ (۴)

۸۰۰ (۳)

۲۰ (۲)

۲۴۰۰ (۱)

۳۲۰ مقدار ۳۰۰ گرم آب $30^{\circ}C$ درون گرماسنجی در تعادل گرمایی است. یک گلوله فلزی به جرم ۲۰۰ گرم و دمای $90^{\circ}C$ را درون آب می‌اندازیم و بعد از مدتی دمای تعادل $35^{\circ}C$ می‌شود. اگر اتلاف گرمای ناچیز باشد، ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدر است؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}, c_{\text{فلز}} = 700 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \right)$

- ۱ $180 \frac{J}{^{\circ}C}$ ۲ $320 \frac{J}{^{\circ}C}$ ۳ $240 \frac{J}{^{\circ}C}$ ۴ $280 \frac{J}{^{\circ}C}$

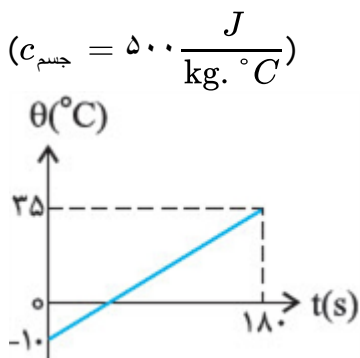
۳۲۱ مقدار یکسانی بخار صد درجه سلسیوس و یخ $0^{\circ}C$ را مخلوط می‌کنیم. اگر از تبادل گرما با محیط صرف نظر گردد، دمای تعادل چه قدر خواهد بود؟ $\left(L_v = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_f = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \right)$

- ۱ $50^{\circ}C$ ۲ $0^{\circ}C$ ۳ $100^{\circ}C$ ۴ $75^{\circ}C$

۳۲۲ مقداری گاز کامل درون یک ظرف مکعبی در بسته وجود دارد. در دمای ثابت، ابعاد مکعب را چند برابر کنیم تا نیروی وارد از طرف گاز بر یک وجه مکعب نصف شود؟

- ۱ $\sqrt{2}$ ۲ ۲ ۳ $\frac{1}{2}$ ۴ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

۳۲۳ نمودار تغییرات دما بر حسب زمان جسمی مطابق شکل زیر است، اگر در هر دقیقه ۳kJ گرما به جسم داده شود، جرم این جسم چند گرم است؟



- ۱ ۴۰ ۲ ۷۲ ۳ ۴۰۰ ۴ ۷۲۰

۳۲۴ یک گرم‌کن با توان گرمایی ثابت، در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌کند. این گرم‌کن همین آب را تقریباً در مدت چند دقیقه به بخار آب $100^{\circ}C$ درجه سلسیوس تبدیل می‌کند؟ $(c = 4/2 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot ^{\circ}C, L_v = 2256 \text{ kJ} / \text{kg}, L_f = 334 \text{ kJ} / \text{kg})$

- ۱ ۲۶ ۲ ۴۰ ۳ ۵۶ ۴ ۸۰

۳۲۵ به یک لیتر آب چند کیلوژول گرما بدهیم تا دمای آن $30^{\circ}K$ افزایش یابد؟ (چگالی آب برابر $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و گرمای ویژه‌ی آب برابر $4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K}$ است.)

- ۱ ۱۲۶ ۲ 126×10^3 ۳ ۸۴ ۴ 84×10^3

۳۲۶ چند کیلوژول گرما لازم است تا دو کیلوگرم یخ 10°C به آب 50°C تبدیل شود؟ (گرمای ویژه ی آب $4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و گرمای ویژه ی یخ $2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و گرمای نهان ذوب یخ $336 \frac{kJ}{\text{kg}}$ است، از تبخیر سطحی چشم‌پوشی کنید.)

- ۷۵۲ (۱) $520 / 451 \times 10^3$ (۲) ۱۱۳۰ (۳) $462 / 668 \times 10^3$ (۴)

۳۲۷ به یک کیلوگرم یخ 10°C ، مقدار $424 / 2 \text{ kJ}$ گرما می‌دهیم. دمای نهایی این ماده چند درجه‌ی سلسیوس است؟
 $\left(L_F = 336 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right)$

- ۱۶ (۱) ۴۰ (۲) ۷۲ (۳) ۹۶ (۴)

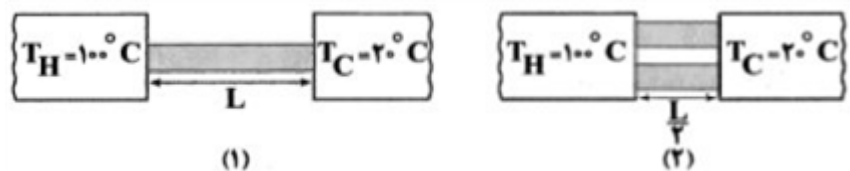
۳۲۸ حداقل چند گرم بخار آب 100°C لازم است تا ۳۲ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را ذوب کند؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید، $L_V = 2268 \frac{kJ}{\text{kg}}, L_F = 336 \frac{kJ}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2 / 1 \frac{kJ}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4 / 2 \frac{kJ}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$)

- ۴ (۱) ۲۵ (۲) ۳۷ (۳) ۷۴ (۴)

۳۲۹ گرمای لازم برای تبدیل ۲۰۰ گرم آب 50°C به بخار آب 1000°C برحسب ژول به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ (گرمای ویژه ی آب $4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و گرمای نهان تبخیر آب $2 / 3 \times 10^6 \frac{J}{\text{kg}}$ است.)

- 5×10^5 (۱) 5×10^6 (۲) 4×10^5 (۳) 4×10^6 (۴)

۳۳۰ مطابق شکل ۱، میله‌ای به طول L و سطح مقطع A بین دو منبع حرارتی قرار داشته و گرمای عبوری از آن در مدت زمان t برابر Q است. اگر میله را از وسط نصف کرده و مطابق شکل ۲ بین همان دو منبع حرارتی قرار دهیم، گرمای عبوری از دو قطعه میله‌ی جدید در مدت زمان t ، چند برابر Q است؟



- $\frac{1}{4}$ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

۳۳۱ گرماسنجی به جرم 200 g از مس ساخته شده است. یک قطعه 80 گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با 50 گرم آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه 30°C شده است. در این هنگام 100 گرم آب 74°C به گرماسنج اضافه می‌شود. دمای تعادل 52°C می‌شود. گرمای ویژه قطعه چند $\frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ است؟

$$\left(C_{\text{آب}} \approx 4000 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}, C_{\text{مس}} \approx 400 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right)$$

- ۱۰۰۰ (۱) ۱۲۰۰ (۲) ۱۵۰۰ (۳) ۱۸۰۰ (۴)

۳۳۲ یک گرمکن برقی با توان 8000 وات و بازده 90% در مدت چند دقیقه 9 kg یخ 0°C را به آب 80°C می‌رساند؟
 $\left(L_f = 80 \cdot C_{\text{آب}}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$

- ۷ (۱) ۷۰ (۲) ۱۴ (۳) ۱۴۰ (۴)

۳۳۳

چند لیتر آب با دمای ۱۰ درجه‌ی سلسیوس را با ۴۰ لیتر آب ۹۰ درجه‌ی سلسیوس مخلوط کنیم تا دمای تعادل آب حاصل، ۴۲ درجه‌ی سلسیوس شود؟

۵۶ (۴)

۵۰ (۳)

۶۴ (۲)

۶۰ (۱)

۳۳۴

یک دماسنج که به صورت خطی مدرج شده است، در فشار ۱ atm، دمای نقطه‌ی ذوب یخ را ۳۰- درجه و دمای نقطه‌ی جوش آب را ۱۲۰ درجه نشان می‌دهد. رابطه‌ی بین دمای این دماسنج (x) و دماسنج فارنهایت (F) کدام است؟

$$F = \frac{6}{5}x + 68 \quad (۴)$$

$$\frac{9}{5}F = \frac{2}{3}x - 12 \quad (۳)$$

$$F = \frac{6}{5}x + 36 \quad (۲)$$

$$F = \frac{2}{3}x + 20 \quad (۱)$$

۳۳۵

دمای یک جسم را از $\frac{200}{9}$ درجه‌ی سلسیوس، ۲۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم. دمای این جسم در مقیاس فارنهایت چند درصد افزایش یافته است؟

۹۰ (۴)

۵۰ (۳)

۴۰ (۲)

۳۶ (۱)

۳۳۶

کمترین و بیشترین دمای ثبت شده بر روی کره‌ی زمین ۱۸۴K در قطب جنوب و ۳۴۴K در کویر لوت است. اختلاف این دو دما چند درجه‌ی فارنهایت است؟

۱۴۴ (۴)

۲۸۸ (۳)

۴۴ (۲)

۱۶۰ (۱)

۳۳۷

دماسنجی که به صورت خطی مدرج شده است، در فشار ۱ atm، دمای نقطه‌ی جوش آب را ۱۴۰ و دمای نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰ نشان می‌دهد. درجه‌ی دمایی (برحسب درجه‌ی سلسیوس) این دماسنج عدد دما را برابر با دماسنج سلسیوس نشان می‌دهد؟

-۱۰۰ (۴)

-۴۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۴۰ (۱)

۳۳۸

در فشار ۱ atm، دماسنجی که به صورت خطی مدرج شده است، دمای ۲۰°C را ۸۰ درجه و دمای ۲۴°C را ۸۶ درجه نشان می‌دهد. در همین فشار، این دماسنج دمای نقطه‌ی جوش آب را چند درجه نشان می‌دهد؟

۲۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۳۳۹

درون یک گرماسنج ۲۰۰ گرم آب ریخته‌ایم، به‌طوری‌که گرماسنج و آب به دمای تعادل θ_1 رسیده‌اند. در این هنگام گلوله‌ای به جرم ۱ kg را با دمای ۲۰۰°C به درون گرماسنج وارد می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، دمای تعادل برابر با ۶۰°C خواهد شد. دمای اولیه (θ_1) برابر با چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kgK}, c_{\text{گلوله}} = 400 \frac{J}{kgK}, A_{\text{گرماسنج}} = 560 \frac{J}{K} \right)$$

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

جرم گرماسنج باید مشخص باشد. (۴)

۲۵ (۳)

۳۴۰

اگر ۲ gr بخار آب ۱۰۰°C را با ۱۵ gr یخ ۱۰°C- در مجاورت هم قرار دهیم، دمای تعادل مجموعه با فرض عدم اتلاف انرژی در مجموعه، تقریباً برابر چند درجه‌ی سانتی‌گراد می‌شود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{gr^{\circ}C}, c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{gr^{\circ}C}, L_F = 336 \frac{J}{gr}, L_v = 2310 \frac{J}{gr} \right)$$

۴ (۴)

۲ (۳)

۱/۵ (۲)

۳ (۱)

۳۴۱

یک سر میله‌ی آهنی را در مخلوط آب و یخ و سر دیگر آن را در آب در حال جوشیدن قرار می‌دهیم. اگر قطر میله ۴ cm و طول میله ۳۶ cm باشد، در مدت ۳ دقیقه چند گرم از یخ موجود در مخلوط آب و یخ ذوب می‌شود؟

$$(\pi \cong 3), \text{ ضریب رسانندگی گرمایی آهن } \frac{J}{s.m.K} = 80, \text{ فرض شود, } L_F = 300 \frac{J}{gr}$$

۲۴ (۴)

۱۶ (۳)

۱۵ (۲)

۱۲ (۱)

۳۴۲

در ظرفی محتوی ۳۲۰ گرم آب $20^\circ C$ ، مقدار ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل جرم یخ باقی‌مانده چند گرم می‌باشد؟ $(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{kJ}{kg.^{\circ}C}, L_{F_{\text{یخ}}} = 336 \frac{kJ}{kg} \text{ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌شود.})$

صفر (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۲۰ (۲)

۸۰ (۱)

۳۴۳

یک قطعه‌ی آلومینیوم با دمای $80^\circ C$ را در ظرف عایقی که حاوی ۹۰ گرم آب $25^\circ C$ می‌باشد، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $30^\circ C$ شود، جرم قطعه‌ی آلومینیوم چند گرم است؟ (گرمای ویژه‌ی آب و آلومینیوم به‌ترتیب $4200 \frac{J}{kg.^{\circ}C}$ و $900 \frac{J}{kg.^{\circ}C}$ می‌باشد.)

۸۴ (۴)

۲۴ (۳)

۴۲ (۲)

۲۱ (۱)

۳۴۴

در ۲۰۰ g آب $24^\circ C$ مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وارد می‌کنیم. بعد از تعادل گرمایی، $15g$ یخ باقی می‌ماند. اگر از اتلاف انرژی گرمایی صرف‌نظر کنیم، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.^{\circ}C})$

$$(L_{F(\text{یخ})} = 336 \frac{kJ}{kg})$$

۶۰۰۰ (۴)

۷۵ (۳)

۶۰ (۲)

۴۵ (۱)

۳۴۵

ضخامت دیواری از بتون به ابعاد $3m \times 5m$ برابر با ۳۰ cm است. در روزی که دمای سطح خارجی دیوار $15^\circ C -$ و دمای سطح داخلی آن $25^\circ C$ است، آهنگ شارش گرما از دیوار برابر با $3400 \frac{J}{s}$ است. پشم شیشه به ضخامت تقریبی چند میلی‌متر را می‌توان به عنوان عایق معادل، جایگزین این دیوار کرد؟ $(K_{\text{پشم شیشه}} = 0.04 \frac{W}{m.^{\circ}C})$

۱۰ (۴)

۷ (۳)

۱ (۲)

۰/۷ (۱)

۳۴۶

اگر شدت نور خورشید در نقطه‌ای از سطح زمین برابر با $840 \frac{W}{m^2}$ باشد، یک آب‌گرم‌کن خورشیدی که مساحت صفحه‌ی آن $10m^2$ و بازدهی آن ۲۰ درصد است، در مدت چند ثانیه می‌تواند دمای ۱۰ kg آب را $80^\circ C$ بالا ببرد؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.^{\circ}C})$

۱۰۴ (۴)

۱۰۳ (۳)

5×10^3 (۲)

2×10^3 (۱)

۳۴۷

یک قطعه یخ با دمای $20^\circ C -$ را داخل مقدار زیادی آب صفر درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر مجموعه عایق‌بندی شده باشد پس از ایجاد تعادل، جرم یخ چند درصد افزایش می‌یابد؟ $(L_{FF} = 350 \frac{kJ}{kg}, K = 2100 \frac{J}{kg.^{\circ}C})$

۸۸ (۴)

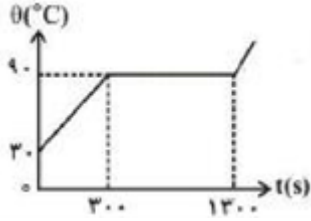
۵۰ (۳)

۲۴ (۲)

۱۲ (۱)

۳۴۸

به یک جسم جامد ۱ کیلوگرمی توسط یک گرم‌کن ۱۰۰ واتی گرما می‌دهیم. منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان مطابق شکل مقابل است. اگر تمام گرمای گرم‌کن جذب جسم شود. گرمای ویژه‌ی نهان‌ذوب این جسم چند $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است؟



۲۰ × ۱۰^۵ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۰^۵ (۲)

۱۰۰ (۱)

۳۴۹

قطعه‌ای فلزی به ظرفیت گرمایی $50 \frac{J}{K}$ که دمایش $86^\circ C$ است را در $5/0 \text{ kg}$ آب صفر درجه‌ی سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز باشد تا رسیدن به دمای تعادل چند ژول گرما بین آب و فلز مبادله می‌شود؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kgK}} \right)$

۸۶۰۰ (۴)

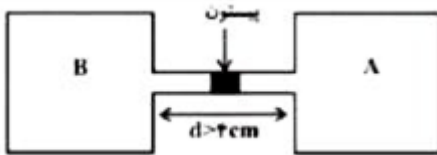
۲۱۰۰ (۳)

۴۲۰۰ (۲)

۴۳۰۰ (۱)

۳۵۰

مطابق شکل زیر، پیستونی در یک لوله‌ی افقی که مساحت سطح مقطع آن 5 cm^2 است، ظرف‌های A و B را که هر یک محتوی 110 cm^3 گاز کامل اکسیژن در دمای $0^\circ C$ هستند، به دو قسمت مساوی تقسیم کرده است. اگر دمای ظرف A را $27^\circ C$ افزایش و دمای ظرف B را $23^\circ C$ کاهش دهیم، تغییر مکان افقی پیستون در لوله چند سانتی‌متر می‌شود؟ (از اصطکاک پیستون با لوله‌ی افقی صرف‌نظر شود.)



۱/۵ (۴)

۵/۵ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۵۱

به یک قطعه فلز به دمای $27^\circ C$ و حجم 10 cm^3 ، مقدار ۴۲۹۰ ژول گرما می‌دهیم تا شروع به ذوب شدن کند. اگر گرمای ویژه‌ی فلز $130 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ و دمای نقطه‌ی ذوب آن $327^\circ C$ باشد، چگالی آن چند $\frac{g}{\text{cm}^3}$ است؟

۵/۱۱ (۴)

۱۱۰۰ (۳)

۱/۱ (۲)

۱۱ (۱)

۳۵۲

مطابق شکل یک میله‌ی فلزی یکنواخت بین دو مخزن یکی پر از آب گرم در دمای ثابت و دیگری پر از یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد قرار دارد و در هر دقیقه ۱۲ گرم یخ ذوب می‌شود. دمای آب گرم چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟ $\left(300 \frac{J}{g} \cong \right)$ گرمای نهان ویژه‌ی ذوب یخ و $60 \text{ cm} \cong$ طول میله و $40 \text{ cm}^2 \cong$ مساحت مقطع میله و $120 \frac{J}{s \cdot m \cdot K} =$ رسانندگی گرمایی میله)



۷۵ (۴)

۹۰ (۳)

۸۵ (۲)

۱۰۰ (۱)

۳۵۳ دمای گازی در فشار ثابت از صفر درجه‌ی سلسیوس به ۲۷ درجه‌ی سلسیوس رسیده است. چگالی آن درصد یافته است.

- ۱) کاهش ، ۹ ۲) افزایش ، ۹ ۳) کاهش ، ۹۱ ۴) افزایش ، ۹۱

۳۵۴ دیوار یک کوره‌ی بزرگ که دمای سطح خارجی‌اش برابر با $200^\circ C$ است، توسط یک لایه پشم‌شیشه به ضخامت ۲ cm و یک لایه‌ی خارجی از جنس آجر به ضخامت ۴ cm پوشانده شده است. اگر دمای هوای محیط بیرون $20^\circ C$ باشد، دمای سطح مشترک پشم‌شیشه و آجر چند درجه‌ی سلسیوس می‌باشد؟ (رسانندگی گرمایی پشم‌شیشه و آجر به ترتیب برابر با $\frac{W}{m \cdot K}$ ۰/۰۴ و $\frac{W}{m \cdot K}$ ۰/۸ می‌باشد.)

- ۱) ۱۴۰ ۲) $\frac{400}{11}$ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۳۵۵ از ۱۰۰ گرم بخار آب $100^\circ C$ در فشار یک اتمسفر ۲۳۴ کیلوژول گرما گرفته می‌شود. دمای نهایی آن چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ $\left(L_V = 2256 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{gK} \right)$

- ۱) ۱۰۰ ۲) ۹۰ ۳) ۸۰ ۴) ۷۰

۳۵۶ درون یک ظرف استوانه‌ای شکل به سطح مقطع 400 cm^2 تا ارتفاع ۲۰ cm آب $80^\circ C$ قرار دارد. چند کیلوژول گرما باید به آب بدهیم تا در اثر تبخیر آب ارتفاع آب به ۱۵ cm برسد؟ (از انبساط ظرف آب صرف نظر شود) $\left(L_V = 2200 \frac{kJ}{kg}, \rho = 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \right)$

- ۱) ۴۵۶۰ ۲) ۹۴۴۰ ۳) ۱۳۶۸۰ ۴) ۵۰۴۰

۳۵۷ در فشار یک اتمسفر m گرم آب θ درجه‌ی سلسیوس را با m گرم یخ θ درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. با فرض نداشتن تبادل گرمایی با محیط نتیجه تعادل گرمایی:

$$\left(L_f = 334 \frac{kJ}{kg}, C_{\text{آب}} = 2 C_{\text{یخ}} = 4200 \frac{J}{kgK} \right)$$

۱) می‌تواند آب باشد.

۲) می‌تواند یخ باشد.

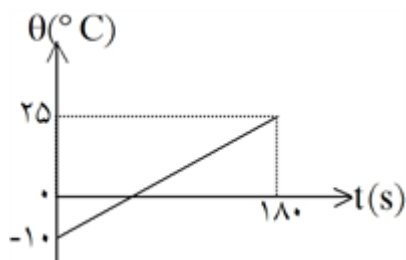
۳) الزاماً مخلوط آب و یخ است که یخ آن بیش‌تر است.

۴) الزاماً مخلوط آب و یخ است که آب آن بیش‌تر است.

۳۵۸ گلوله‌ای به جرم ۲۰ گرم با سرعت $200 \frac{m}{s}$ به مانعی برخورد کرده و با سرعت $100 \frac{m}{s}$ از مانع خارج می‌گردد. اگر ۱۰٪ از کاهش انرژی جنبشی گلوله صرف گرم شدن آن شود، دمای آن چند درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش می‌یابد؟ (ظرفیت گرمایی ویژه‌ی گلوله $300 \frac{J}{kg^\circ C}$ است.)

- ۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۲۰

۳۵۹) نمودار تغییرات دما بر حسب زمان جسمی مطابق شکل است و در هر دقیقه 3 kJ گرما به جسم داده می‌شود. جرم این جسم چند گرم است؟ ($C = 500\text{ J/kg}^\circ\text{C}$)



۷۲۰ (۴)

۴۰۰ (۳)

۷۲ (۲)

۴۰ (۱)

۳۶۰) یک قطعه یخ صفر درجه به جرم $55/5$ کیلوگرم روی یک سطح افقی با سرعت اولیه 6 m/s شروع به حرکت می‌کند و پس از لغزیدن در مسافتی متوقف می‌شود. اگر تمامی گرمای حاصل از اصطکاک به یخ برسد، تقریباً چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ ($L_F = 333\text{ kJ/kg}$)

۳۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۳۰ (۲)

۳ (۱)

۳۶۱) به دو گلوله‌ی مسی به ترتیب 1200 J و 300 J گرما می‌دهیم. دمای هر کدام از آنها 30°C افزایش می‌یابد. اگر گرمای ویژه‌ی مس $400\text{ J/kg}^\circ\text{C}$ باشد، اختلاف جرم آن‌ها چند گرم است؟

۱۲۵ (۴)

۷۵ (۳)

۵۰ (۲)

۲۵ (۱)

۳۶۲) بین اتاق با دمای 30°C و هوای بیرون با دمای -20°C یک دیوار بتونی به ابعاد $4\text{ m} \times 5\text{ m}$ و ضخامت 20 سانتی‌متر قرار دارد و آهنگ شارش گرما از این دیوار $5 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$ است. عایقی از جنس پشم شیشه با ضخامت چند سانتی‌متر را می‌توانیم جایگزین دیوار بتونی فوق کنیم؟ ($K_{\text{پشم شیشه}} = 0.08 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$)

۸ (۴)

۰/۸ (۳)

۱/۶ (۲)

۱۶ (۱)

۳۶۳) قالب یخی به جرم 8 کیلوگرم و دمای θ درجه‌ی سلسیوس را درون مقداری آب صفر درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم تا پس از تعادل 10 کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس درست شود. θ چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ ($L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ و $C_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$)

-۴۰ (۴)

-۸۰ (۳)

-۲۰ (۲)

-۳۲ (۱)

۳۶۴) 100 گرم بخار آب 100°C را در M گرم آب 55°C وارد می‌کنیم، به‌طوری‌که پس از برقراری تعادل گرمایی، 58 گرم بخار آب 100°C باقی مانده است. اگر اتلاف حرارتی ناچیز باشد، M چند گرم است؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}, L_V = 2250 \frac{\text{J}}{\text{g}} \right)$$

۶۹۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

۳۰۰ (۲)

۲۵۰ (۱)

۳۶۵) یک قطعه یخ صفر درجه درون یک ظرف عایق قرار دارد. مقداری آب 40°C روی آن می‌ریزیم. پس از تعادل 12 kg آب صفر درجه حاصل می‌شود. جرم یخ اولیه چند کیلوگرم بوده است؟

$$\left(L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right)$$

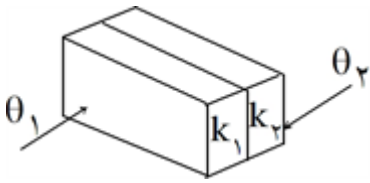
۸ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۳۶۶ مطابق شکل مقابل، دو ورقه‌ی فلزی به رسانندگی $k_1 = \frac{400w}{m \cdot K}$ و $k_2 = \frac{80w}{m \cdot K}$ و هم ضخامت به هم چسبیده‌اند. دمای سطح خارجی ورقه‌ها $\theta_1 = 0^\circ C$ و $\theta_2 = 90^\circ C$ است. در یک شرایط پایدار، دمای محل اتصال دو ورقه چند درجه‌ی سلسیوس است؟



۳۰ (۴)

۲۵ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

۳۶۷ درون ظرفی ۴۰۰g مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم ۲۰۰g و دمای $105^\circ C$ را داخل آب بیاندازیم، بعد از برقراری تعادل، دمای آب به $5^\circ C$ می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟

$$\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, C_{\text{فلز}} = 840 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

۵ (۲)

۲/۵ (۱)

۳۶۸ گرمای Q، دمای ۳ گرم از ماده‌ی A را ۵ درجه‌ی سلسیوس و دمای ۲ گرم از ماده‌ی B را ۳ درجه‌ی سلسیوس بالا می‌برد. گرمای ویژه‌ی ماده‌ی A چند برابر گرمای ویژه‌ی ماده‌ی B است؟

۲/۵ (۴)

۱/۵ (۳)

۵/۵ (۲)

۵/۴ (۱)

۳۶۹ آب در قابلمه‌ی آلومینیومی که در تماس با منبع گرما است، در دمای $100^\circ C$ می‌جوشد و با آهنگ ۵/۱۸ لیتر بر دقیقه تبخیر می‌شود. ضخامت کف قابلمه $4/8 \text{ mm}$ و قطر قاعده‌ی آن ۳۰cm است. دمای ته ظرف در تماس با منبع

$$\left(\rho_{H_2O} = 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \text{ و } L_V = 2250 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \pi = 3, K_{Al} = \frac{W}{m \cdot K} \right)$$

۱۰۴ (۴)

۱۰۳ (۳)

۱۰۲ (۲)

۱۰۱ (۱)

۳۷۰ درون ظرفی با ظرفیت گرمایی $350 \frac{J}{^\circ C}$ ، مقدار ۵۰۰g آب $7^\circ C$ قرار دارد. قطعه‌ی فلزی به دمای $62^\circ C$ را در آن وارد می‌کنیم، دمای تعادل مجموعه به $12^\circ C$ می‌رسد. اگر مقدار ۷۵۰ ژول انرژی گرمایی در این تبادل به هوای اطراف داده شود، ظرفیت گرمایی قطعه‌ی فلز چند $\frac{J}{^\circ C}$ است؟ (گرمای ویژه‌ی آب ۴۲۰۰ واحد SI فرض شود).

۲۶۰ (۴)

۲۳۰ (۳)

۳۵۰ (۲)

۱۷۵ (۱)

۳۷۱ اگر یک گرمکن با توان گرمایی ثابت بتواند در مدت ۶ دقیقه ۳۰ گرم آب $40^\circ C$ را به بخار آب $100^\circ C$ تبدیل کند، چند دقیقه طول می‌کشد تا این گرمکن بتواند ۶۰۰ گرم یخ صفر درجه را ذوب کرده و به آب صفر درجه تبدیل کند؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \text{ و } L_v = 5400 \times 4200 \frac{J}{\text{kg}}, L_f = 80 \times 4200 \frac{J}{\text{kg}} \right)$$

۲۴ (۴)

۱۸ (۳)

۱۶ (۲)

۱۲ (۱)

۳۷۲ دیوار اتاق خانه‌ای با ضخامت ۲۶ سانتی‌متر از لایه‌ی آجر با ضخامت L و لایه‌ی چوب با ضخامت L' ساخته شده است. لایه‌ی آجر با هوای بیرون که دمای $30^\circ C$ دارد و لایه‌ی چوب با هوای اتاق که دمای $20^\circ C$ دارد، در تماس است. اگر دمای سطح مشترک آجر و چوب $10^\circ C$ باشد، ضخامت آجر چند سانتی‌متر است؟

$$\left(k_{\text{چوب}} = 0/08 \frac{W}{m \cdot K}, k_{\text{آجر}} = 0/5 \frac{W}{m \cdot K} \right)$$

۲۴ (۴)

۲۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۸ (۱)

۳۷۳ اگر ۴۰۰ گرم یخ $-30^{\circ}C$ را روی یک قطعه فلز با دمای $60^{\circ}C$ قرار دهیم، دمای تعادل $10^{\circ}C$ می‌شود. ظرفیت گرمایی قطعه فلز چند $\frac{kJ}{K}$ است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4 \frac{J}{g \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2 \frac{J}{g \cdot K}, L_f = 300 \frac{J}{g} \right)$ و از تبادل گرما با محیط چشم‌پوشی کنید.

۲/۴ (۴)

۳/۶ (۳)

۳/۲ (۲)

۲/۸ (۱)

۳۷۴ دو کره‌ی فلزی هم‌جنس A و B، اولی توپر و شعاع آن ۲۰ cm است. دومی توخالی و شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع حفره‌ی داخلی آن ۱۰ cm است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آن‌ها به ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟

۲ (۴)

$\frac{5}{4}$ (۳)

$\frac{8}{7}$ (۲)

۱ (۱)

۳۷۵ درون ۲ kg آب $40^{\circ}C$ مقدار یخ $5^{\circ}C$ می‌اندازیم. اگر این آب ۲۹۴ kJ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

۱۲۰۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

۳۷۶ یک سماور برقی دمای ۴ لیتر آب $20^{\circ}C$ را در مدت ۳۰ دقیقه به $80^{\circ}C$ می‌رساند. اگر گرمای ویژه‌ی آب $\left(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3} \right)$ و $4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$ و توان مصرفی سماور ۷۰۰ وات باشد، راندمان آن چند درصد است؟

۶۰ (۴)

۶۵ (۳)

۷۸ (۲)

۸۰ (۱)

۳۷۷ m گرم یخ $-20^{\circ}C$ را روی ۲۰۰ g آب $30^{\circ}C$ می‌ریزیم. اگر بعد از رسیدن به حالت تعادل گرمایی دمای مجموعه به $10^{\circ}C$ برسد، m کدام است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ است.

۲۰ (۴)

۵۰ (۳)

۸۰ (۲)

۴۰ (۱)

۳۷۸ ۵۰۰ g یخ $-10^{\circ}C$ را داخل ۲/۵ kg آب $5^{\circ}C$ می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل گرمایی،
 $\left(C_{H_2O(l)} = 2 C_{H_2O(s)} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_F = 336000 \frac{J}{kg} \right)$ و فرض کنید تبادل گرما فقط بین آب و یخ صورت می‌گیرد.

۳۷۵ g یخ باقی می‌ماند. (۲)

۱۲۵ g یخ باقی می‌ماند. (۱)

تمام یخ ذوب نشده باقی می‌ماند. (۴)

تمام یخ ذوب می‌شود. (۳)

۳۷۹ می‌خواهیم دیواره‌ی یک اتاق را با یک عایق به ضخامت ۱ cm از داخل بی‌پوشانیم. اگر ضخامت دیوار آجری که ۳۰ cm باشد، آهنگ شارش گرما به بیرون چند برابر خواهد شد؟

$$\left(K_{\text{آجر}} = 0.6 \frac{W}{m \cdot K}, K_{\text{عایق}} = 0.08 \frac{W}{m \cdot K} \right)$$

$\frac{3}{4}$ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{4}{5}$ (۲)

$\frac{1}{5}$ (۱)

۳۸۰ جسمی به جرم g ۲۵۰ و دمای $5^{\circ}C$ را درون ظرف عایقی که حاوی g ۵۰۰ آب $25^{\circ}C$ می‌باشد، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل مجموعه برابر با $21^{\circ}C$ شود، گرمای ویژه‌ی جسم چند $\frac{J}{kg^{\circ}C}$ است؟ $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^{\circ}C}$ و از تبادل گرما بین آب و ظرف چشم‌پوشی کنید.)

- ۱) ۸۴۰۰ ۲) ۴۲۰۰ ۳) ۳۱۵۰ ۴) ۲۱۰۰

۳۸۱ بدون آن که جرم یک میله‌ی فلزی همگن تغییر کند. طول آن را ۳ برابر و اختلاف دمای دو سر آن را ۲ برابر می‌کنیم. در این حالت، مقدار گرمایی که در یک زمان معین در این میله شارش می‌کند، چند برابر حالت اولیه می‌شود؟

- ۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{2}{9}$ ۳) ۲ ۴) ۶

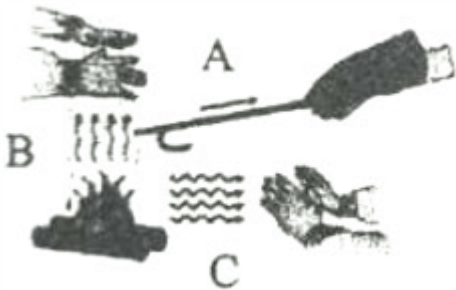
۳۸۲ در فشار یک اتمسفر، یک صفحه‌ی مسی با دمای $150^{\circ}C$ و یک صفحه‌ی آلومینیومی با دمای $200^{\circ}C$ را به‌طور جداگانه بر روی دو قطعه یخ بزرگ صفر درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهیم. اگر جرم یخ ذوب شده توسط صفحه‌ی مسی دو برابر جرم یخ ذوب شده توسط صفحه‌ی آلومینیومی باشد، جرم صفحه‌ی مسی چند برابر جرم صفحه‌ی آلومینیومی بوده است؟ $c_{\text{مس}} = 400 \frac{J}{kg^{\circ}C}$ و $c_{\text{آلومینیم}} = 900 \frac{J}{kg^{\circ}C}$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

- ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) $\frac{3}{4}$

۳۸۳ حداقل چند گرم یخ $20^{\circ}C$ - را درون g ۲۰ آب $54^{\circ}C$ بریزیم تا دمای تعادل صفر درجه سلسیوس شود؟ $\left(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

- ۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۳۸۴ A و B و C به ترتیب کدام روش انتقال گرما هستند؟



- ۱) تابش - همرفت - رسانش ۲) رسانش - تابش - همرفت
۳) همرفت - تابش - رسانش ۴) رسانش - همرفت - تابش

۳۸۵ چند مورد از گزاره‌های زیر، نمونه‌هایی از انتقال گرما به روش همرفت طبیعی نیست؟
الف) گرم شدن آب درون قابلمه
ب) گردش خون در بدن جانوران خونگرم
ج) انتقال گرما از خورشید به سطح زمین
د) جریان‌های باد ساحلی
ه) سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها
و) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن

- ۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۳۸۶

چند مورد از عبارات زیر درست است؟

- الف) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن به روش همرفت طبیعی انجام می‌شود.
 ب) گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون به روش همرفت واداشته انجام می‌شود.
 پ) برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از دمانگار استفاده می‌شود.
 ت) تابش گرمایی سطوح تیره کم‌تر از سطوح روشن است.

۴ (۴)

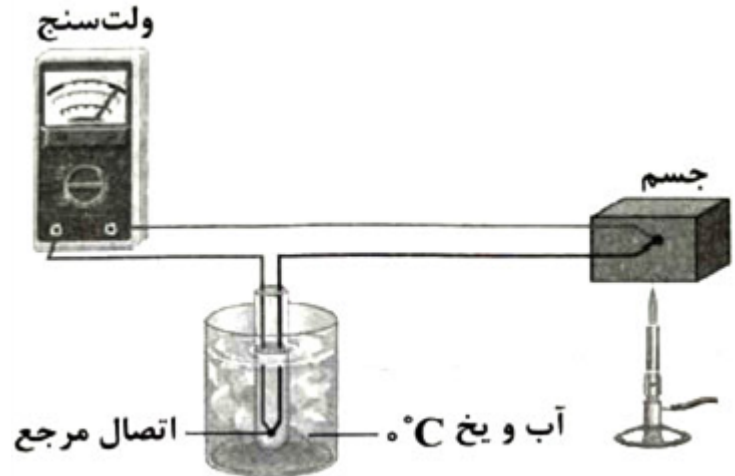
۱ (۳)

۲ (۲)

۳ (۱)

۳۸۷

در ارتباط با دماسنج‌ها کدام گزینه درست است؟



- ۱) دماسنج‌ها معیار شامل دماسنج مقاومت پلاتینی، دماسنج گازی و دماسنج ترموکوپل است.
 ۲) در ترموکوپل از دو سیم غیرهم‌جنس استفاده می‌شود و گستره دمایی ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.
 ۳) مزیت ترموکوپل این است که به دلیل حجم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود، به تعادل گرمایی می‌رسد.
 ۴) کمیت دماسنجی در دماسنج روبه‌رو، جریان الکتریکی است.

۳۸۸

چه تعداد از موارد زیر در مبحث انتقال گرما، درست نیست؟

- الف) در رسانش گرمایی، سهم الکترون‌های آزاد بیشتر از ارتعاش اتم‌ها است.
 ب) انتقال گرما به شیوه همرفت مبتنی بر اصل ارشمیدس است.
 پ) هنگام روز، جهت وزش نسیم در مجاورت دریا، از ساحل به دریا است.
 ت) هر جسم در هر دمایی تابش گرمایی گسیل می‌کند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۸۹

حجم ۲ mol گاز کامل تک اتمی در فشار ثابت، ۴۵ کاهش می‌یابد. اگر دمای اولیه گاز $55^\circ C$ باشد، کار انجام شده

روی گاز چند ژول است؟ $\left(R = \frac{J}{\text{mol} \cdot K}\right)$

۲۱۳۶ / ۶ (۴)

۲۶۳۱ / ۶ (۳)

۲۶۶۱ / ۶ (۲)

۲۳۶۱ / ۶ (۱)

۳۹۰

۱۲۰ kg آب با دمای $20^\circ C$ درون اتاق بزرگی با دمای $0^\circ C$ قرار گرفته است. در مدت یک شبانه روز حداکثر

کیلوژول گرما توسط آب $\left(L_F = 336000 \frac{J}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}\right)$

۱۰۰۸۰ - به هوای اتاق داده شده است. (۲)

۴۱۴۰۰ - به هوای اتاق داده شده است. (۴)

۱۰۰۸۰ - از هوای اتاق گرفته شده است. (۳)

۴۱۴۰۰ - از هوای اتاق گرفته شده است. (۴)

۳۹۱) یکای فرعی ظرفیت گرمایی، کدام است؟

- ۱) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{k}}$ ۲) $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{k}}$ ۳) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{k}}$ ۴) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{k}}$

۳۹۲) کدامیک از موارد زیر در مورد تفاسنج درست است؟

- الف) دو نوع تفاسنج تابشی و نوری داریم که از هر دو برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود.
ب) برای اندازه‌گیری دما، باید تفاسنج با جسم در تماس باشد.
پ) تنها برای اندازه‌گیری دماهای پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد.
ت) تفاسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری دماها انتخاب شده است.

- ۱) الف - ب ۲) الف - ت ۳) ب - ت ۴) ب - پ

۳۹۳) اگر دمای یک میله فولادی به طول اولیه ۱۰ متر را 500°C بالا ببریم، طول این میله چند سانتی‌متر تغییر می‌کند؟

$$\left(\alpha = 1/8 \times 10^{-5} = \frac{1}{^\circ\text{F}} \right)$$

- ۱) $16/2$ ۲) ۹ ۳) $7/2$ ۴) ۶

۳۹۴) درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $420 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ ، 200 cm^3 آب با دمای 80°C در تعادل گرمایی با گرماسنج قرار دارد.

چند سانتی‌متر مکعب آب با دمای 0°C به آب درون گرماسنج اضافه کنیم تا دمای تعادل به 50°C برسد؟ از اتلاف

$$\left(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{k}} \right)$$

- ۱) ۹۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۱۸۰

۳۹۵) چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟

- الف) با توجه به ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب، از آن در دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کننده استفاده می‌شود.
ب) در تبادل گرما بین چند جسم هنگام رسیدن به تعادل گرمایی، یک جسم گرما از دست می‌دهد و بقیه گرما می‌گیرند.

پ) چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف را که همگی جرم یکسانی دارند، داخل ظرف آبی در حال جوشیدن قرار داده و بعد از مدتی بیرون می‌آوریم و آنها را روی ورقه پارافین قرار می‌دهیم. هر کدام گرمای ویژه کمتری داشته باشد، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند.

ت) گرماسنج بمبی نوعی گرماسنج است که از آن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه‌گیری انرژی آزاد شده آن هنگام سوختن استفاده می‌شود.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۹۶) در ظرفی مقداری آب 80°C وجود دارد. m گرم آب $\theta^\circ\text{C}$ به آن اضافه می‌کنیم تا دمای آن به 50°C برسد. اگر

دوباره m گرم دیگر آب $\theta^\circ\text{C}$ در ظرف ریخته شود، دمای تعادل آن این بار به 40°C می‌رسد. در این صورت دمای آب اضافه شده چند کلوین است؟ (از مبادله گرما با ظرف صرف‌نظر می‌شود.)

- ۱) ۲۸۸ ۲) ۲۹۳ ۳) ۲۹۸ ۴) ۳۰۳

۳۹۷) ۲۰۰ گرم آب با دمای 50°C در یک کتری برقی که توان آن 460 W می‌باشد، وجود دارد. با صرف‌نظر کردن از اتلاف

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

- ۱) ۱۰۷۲ ۲) ۸۷۶ ۳) ۱۷۰ ۴) ۹۲

۳۹۸) کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر در دمای $5^{\circ}C$ - ارتفاع ستون مایع ۱۲ mm و در دمای $75^{\circ}C$ ارتفاع ستون مایع ۵۲ mm باشد، در چه دمایی برحسب درجه فارنهایت، ارتفاع ستون مایع ۲۲ mm می‌شود؟ (رابطه بین ارتفاع ستون مایع و دما خطی است.)

- ۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۹ ۴) ۷۷

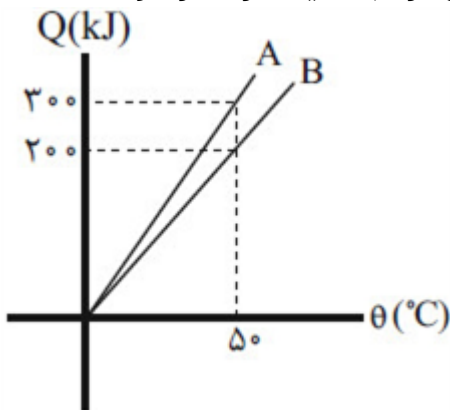
۳۹۹) چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟
 الف) در دمای $40^{\circ}C$ -، مقیاس فارنهایت نیز عدد ۴۰- را نشان می‌دهد.
 ب) برای دما حد پایینی وجود ندارد.
 پ) کمیت دماسنجی دماسنج ترموکوپل، جریان الکتریکی است.
 ت) در ساخت دماسنجهای مایعی که کمینه و بیشینه دما را نشان می‌دهند، از ۲ نوع مایع استفاده شده است.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۰۰) در یک فرایند انبساط هم‌فشار (برای مقدار معینی گاز آرمانی)، چند مورد از موارد زیر درست است؟
 الف) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.
 ب) گاز گرما از دست می‌دهد.
 پ) کار انجام شده توسط گاز مثبت است.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچ‌کدام

۴۰۱) نمودار گرما برحسب تغییرات دما برای ۲ kg از هریک از مایعهای A و B مطابق شکل مقابل است. اگر m کیلوگرم از مایع A با دمای $60^{\circ}C$ را با m کیلوگرم از مایع B با دمای $30^{\circ}C$ ، درون یک ظرف فلزی با ظرفیت گرمایی $1000m$ با دمای $0^{\circ}C$ مخلوط کنیم دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (از تبادل گرما با محیط صرف نظر شود.)



- ۱) ۴۰ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۴۵ ۴) ۲۰

۴۰۲) کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) در رسانای فلزی، سهم الکترونهای آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتمها است.
- ۲) تابش گرمایی در دماهای زیر $500^{\circ}C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ رخ می‌دهد.
- ۳) در انتقال گرما به روش همرفت، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از ماده صورت می‌گیرد.
- ۴) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن مثالی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.

۴۰۳ کدام گزینه در ارتباط با تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟

- ۱ تبخیر سطحی مایع در هر دمای اتفاق می‌افتد.
 ۲ با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
 ۳ با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
 ۴ با افزایش سطح آزاد مایع، آهنگ تبخیر سطحی آن افزایش می‌یابد.

۴۰۴ قطعه یخی به جرم 1 kg و دمای -20°C را آنقدر گرما می‌دهیم تا تمام آن به بخار آب 100°C تبدیل شود. گرمای

داده شده به یخ چند کیلوکالری است؟ $(c_{\text{یخ}} = 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}, L_V = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}}, L_F = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}, c_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}})$

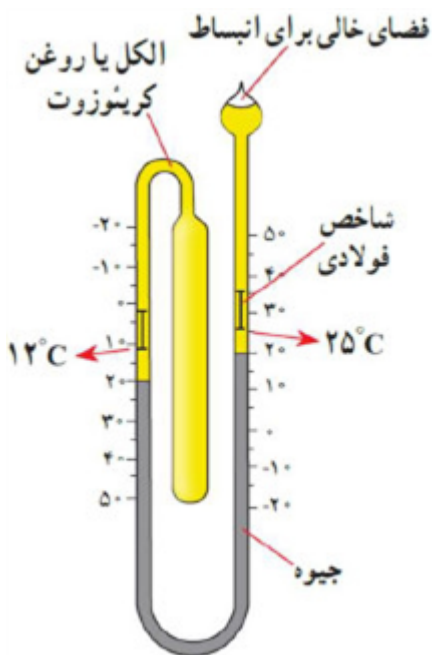
- ۱ ۷۲۰ ۲ ۷۳۰ ۳ ۶۴۰ ۴ ۶۵۰

۴۰۵ مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را در مقداری آب با دمای 55°C وارد می‌کنیم. به تدریج که یخ ذوب می‌شود، دمای آب هم رفته‌رفته کاهش یافته، به‌طوری که وقتی یخ به‌طور کامل ذوب می‌شود، دمای آب 40°C کاهش می‌یابد. بعد از رسیدن به حالت تعادل، دمای نهایی آب چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ و } L_F = 3360000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)$$

- ۱ ۵ ۲ ۷/۵ ۳ ۱۰ ۴ ۱۲/۵

۴۰۶ شکل مقابل کدام دماسنج را نشان می‌دهد؟



- ۱ کمینه - بیشینه ۲ ترموکوپل ۳ دماپا ۴ تابشی

۴۰۷ در فشار ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از صفر درجه سلسیوس به 273°C درجه سلسیوس می‌رسانیم. حجم گاز در این فرایند چند برابر می‌شود؟

- ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ $\frac{2}{3}$ ۴ $\frac{3}{2}$

۴۰۸ یخچالی قادر است در مدت ۵ دقیقه دمای مقداری آب $20^{\circ}C$ را به آب $0^{\circ}C$ تبدیل کند. همین یخچال حداقل در مدت چند دقیقه همین مقدار آب ولی با دمای $40^{\circ}C$ را کاملاً منجمد می‌کند؟ ($L_F = 80 c_{\text{آب}}$)

- ۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

۴۰۹ یک کیلوگرم آب با دمای $331 K$ در اختیار داریم. به کمک گرمکنی با توان ثابت $0.5 kW$ به آن گرما می‌دهیم. بعد از چند دقیقه ۲۰ درصد از جرم اولیه آب بخار می‌شود؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_V = 2268 \frac{kJ}{kg} \right)$

- ۱) ۱۰ ۲) $7/76$ ۳) $77/6$ ۴) ۱۰۰

۴۱۰ در فشار اتمسفر، ۳ کیلوگرم یخ، درون یک ظرف با مقداری آب در حالت تعادل قرار دارد. اگر توسط یک گرم‌کن برقی، به این مخلوط $840 kJ$ گرما بدهیم. حجم مخلوط چند لیتر و چگونه تغییر می‌کند؟

$$\left(\rho_{\text{یخ}} = 900 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$$

- ۱) $\frac{5}{18}$ - افزایش می‌یابد. ۲) $\frac{2}{9}$ - کاهش می‌یابد. ۳) $\frac{5}{18}$ - کاهش می‌یابد. ۴) $\frac{2}{9}$ - افزایش می‌یابد.

۴۱۱ یک مکعب فلزی به چگالی $8 \frac{g}{cm^3}$ با طول ضلع $40 cm$ دارای حفره‌ای کروی با شعاع $10 cm$ است. اگر به آن $240 kJ$ گرما بدهیم، دمای آن چند درجه‌ی سلسیوس بالا می‌رود؟ $\left(\pi = 3, c_{\text{فلز}} = 400 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \right)$

- ۱) ۲۵ ۲) $12/5$ ۳) $2/5$ ۴) $1/25$

۴۱۲ اگر اختلاف دو دما در مقیاس سلسیوس $\Delta\theta$ و در مقیاس فارنهایت ΔF باشد، در این صورت $\frac{\Delta\theta}{\Delta F}$ کدام است؟

- ۱) $\frac{4}{9}$ ۲) $\frac{5}{9}$ ۳) $\frac{9}{5}$ ۴) $\frac{9}{4}$

۴۱۳ در چه دمایی، دماسنج سانتی‌گراد و فارنهایت یک مقدار را نشان می‌دهند؟

- ۱) -40 ۲) 40 ۳) 100 ۴) -20

۴۱۴ 200 گرم آب $40^{\circ}C$ را با 150 گرم یخ 0° درجه سانتی‌گراد مخلوط می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، چند گرم یخ روی سطح آب شناور می‌ماند؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg} \right)$

- ۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۹۶

۴۱۵ در داخل ظرفی عایق، $1/5$ لیتر آب 30° درجه سلسیوس داریم، یک قطعه فلز به جرم m و دمای 300° درجه سلسیوس داخل ظرف می‌اندازیم با صرف‌نظر از تبخیر دمای تعادل به $50^{\circ}C$ می‌رسد. جرم فلز چند گرم است؟

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \quad C_{\text{فلز}} = \frac{840 J}{kg \cdot ^{\circ}C}$$

- ۱) ۷۵۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۳۰۰

۴۱۶ دما کمیتی است که را بیان می‌کند.

- ۱) انرژی پتانسیل موجود در یک جسم ۲) میزان گرمی و سردی اجسام
۳) انرژی جنبشی مولکول‌های یک جسم ۴) فاصله مولکول‌های اجسام

- ۴۱۷) ۶۰۰ گرم آب 20°C درون گرماسنجی قرار دارد. درون آن ۴۰۰ گرم آب 80°C می‌ریزیم. اگر دمای تعادل به 36°C برسد و از مبادله گرما با خارج مجموعه صرف‌نظر شود، ظرفیت گرمایی گرماسنج در SI چقدر است؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$
- ۱) ۱۸۰۰ (۲) ۲۱۰۰ (۳) ۳۶۰۰ (۴) ۴۲۰۰

- ۴۱۸) گرمای نهان ذوب برای فلزی $\frac{24\text{kJ}}{\text{kg}}$ و دمای نقطه‌ی ذوب آن 320°C است. چند کیلوژول گرما به قطعه‌ای از فلز به جرم $1/5\text{kg}$ و دمای 20°C بدهیم تا تماماً ذوب شود؟ $(C = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$
- ۱) ۱۶۲ (۲) ۶۲۱ (۳) ۱۲۶ (۴) ۲۱۶

- ۴۱۹) معادله ابعادی کدامیک از گزینه‌ها همان معادله ابعادی گرما است؟
- ۱) دما (۲) فشار در دما (۳) فشار در حجم (۴) دما در حجم

- ۴۲۰) دمای نقطه ذوب سرب 325°C و گرمای ویژه آن در حالت جامد و مذاب تقریباً $\frac{\text{cal}}{\text{gr} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ ۰/۳ است. گرمای لازم برای رسانیدن دمای 100 gr سرب از ۲۵ به ۵۲۵ درجه سانتی‌گراد کدام گزینه است؟
- ۱) ۱۵ kcal است. (۲) ۱۶ kcal است. (۳) بزرگ‌تر از ۱۶ kcal است. (۴) بزرگ‌تر از ۱۵ kcal است.

- ۴۲۱) دمای مقداری جیوه را بدون آن‌که به بخار تبدیل شود، 100°C افزایش می‌دهیم. در این حالت چگالی جیوه نسبت به حالت اولیه، تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\beta_{\text{جیوه}} = 18 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}})$
- ۱) ۱/۸ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۰/۱۸ درصد کاهش می‌یابد. (۳) ۰/۱۸ درصد افزایش می‌یابد. (۴) ۱/۸ درصد کاهش می‌یابد.

- ۴۲۲) چند گرم آب با دمای 30°C را با 300 g یخ با دمای 20°C - مخلوط کنیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، ۷۵ درصد از جرم مخلوط، یخ ذوب نشده باشد؟ $(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}})$
- ۱) ۱۰۰ (۲) ۷۵ (۳) ۵۰ (۴) ۲۵

- ۴۲۳) کدامیک از گزینه‌های زیر رسانای خوب گرما است؟
- ۱) چوب (۲) پلاستیک (۳) آهن (۴) پارچه

- ۴۲۴) به یک رادیاتور در هر ثانیه $0/04\text{ L}$ آب با دمای 80°C وارد و با دمای 60°C از آن خارج می‌شود. در هر ساعت چند کیلوژول گرما توسط رادیاتور به هوای محیط داده می‌شود؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$
- ۱) ۱۳۰۸۶ (۲) ۱۲۰۹۶ (۳) ۱۳۰۸۶۰۰۰ (۴) ۱۲۰۹۶۰۰۰

۴۲۵) درون گرماسنجی، 400 g آب با دمای 10°C موجود است. 200 g آب با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس وارد آن می‌کنیم. اگر دمای نهایی مجموعه 7°C شود، ظرفیت گرمایی گرماسنج چند ژول بر کلون است؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right)$$

۲۸۰ (۴)

۱۶۸ (۳)

۱۳۴ (۲)

۸۶ (۱)

۴۲۶) کدام گزینه نادرست است؟

(۱) تغییر حالت از جامد به بخار را تصعید می‌نامند.

(۲) با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی مایع افزایش می‌یابد.

(۳) تبدیل بخار به مایع را میعان می‌نامند.

(۴) با افزایش دمای آب، گرمای نهان تبخیر آن افزایش می‌یابد.

۴۲۷) 100 گرم آب 20°C درجه سلسیوس، 200 گرم آب 30°C درجه سلسیوس و 200 گرم آب 40°C درجه سلسیوس را در ظرفی می‌ریزیم. اگر دمای تعادل نهایی 28°C شود، در این فرایند چند ژول گرما به محیط داده شده است؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

۸۰۰۰ (۴)

۸۴۰۰ (۳)

۶۳۰۰ (۲)

۴۲۰۰ (۱)

۴۲۸) دمای یک مکعب فلزی به ضلع 20 cm را از 20°C به 270°C می‌رسانیم. اگر ضریب انبساط طولی فلز $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$ باشد، کار انجام‌شده توسط مکعب چند J است؟ (فشار هوای محیط 10^5 Pa است.)

+۲ (۴)

+۳ (۳)

-۲ (۲)

-۳ (۱)

۴۲۹) در اثر افزایش همگن دما، طول یک میله توپر فلزی n درصد افزایش می‌یابد. در این صورت، چگالی میله چند برابر می‌شود؟

$$\frac{1}{1 - \frac{3n}{100}} \quad (۴)$$

$$1 - \frac{3n}{100} \quad (۳)$$

$$1 - \frac{n}{100} \quad (۲)$$

$$1 + \frac{3n}{100} \quad (۱)$$

۴۳۰) در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، حجم ظرفی از جنس فلز X توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به 50°C می‌رسانیم، 6 cm^3 جیوه از ظرف خارج می‌شود. ضریب انبساط طولی فلز X در SI برابر کدام گزینه است؟ $\left(\frac{1}{K} \times 10^{-4} = \text{ضریب انبساط حجمی جیوه} \right)$

$$10^{-4} \quad (۴)$$

$$10^{-5} \quad (۳)$$

$$2 \times 10^{-4} \quad (۲)$$

$$2 \times 10^{-5} \quad (۱)$$

۴۳۱) در یک ظرف، 100 گرم آب با دمای 80°C را با 300 گرم آب با دمای 20°C مخلوط می‌کنیم. اگر در حین اختلاط، 42 کیلوژول گرما از محیط دریافت شود، دمای تعادل مخلوط چند درجه سلسیوس است؟ $\left(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{\text{g} \cdot K} \right)$

۶۰ (۴)

۵۰ (۳)

۴۰ (۲)

۳۰ (۱)

۴۳۲) ضریب انبساط طولی فلزی $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$ است. اگر دمای آن را 200°C اضافه کنیم، چگالی آن چند برابر می‌شود؟

$$0/982 \quad (۴)$$

$$0/892 \quad (۳)$$

$$0/829 \quad (۲)$$

$$0/289 \quad (۱)$$

۴۳۳ اگر دمای میله‌ای با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} = 10^{-5} \times 2$ ، ۳۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد، طول آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۱ $1/2$ ۲ $0/12$ ۳ $0/6$ ۴ $0/06$

۴۳۴ کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- ۱ دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.
۲ تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنج‌ها است.
۳ تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.
۴ در دماسنج جیوه‌ای، ارتفاع مایع درون لوله‌ی دماسنج، کمیت دماسنجی است.

۴۳۵ دمای جسمی $30^\circ C$ می‌باشد. به ترتیب از راست به چپ، دمای این جسم چند درجه‌ی فارنهایت و چند کلوین است؟

- ۱ $62 - 30.3$ ۲ $86 - 30.3$ ۳ $62 - 243$ ۴ $86 - 243$

۴۳۶ حجم مکعب مستطیلی فلزی در دمای $20^\circ C$ برابر 200 cm^3 است. اگر دمای این مکعب مستطیل را به $80^\circ C$

برسانیم، تغییر حجم آن چند سانتی‌متر مکعب خواهد بود؟ $\left(\alpha = 1/5 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \right)$

- ۱ $0/18$ ۲ $0/36$ ۳ $0/54$ ۴ $0/72$

۴۳۷ یک کیلوگرم یخ $10^\circ C -$ را در فشار یک اتمسفر درون مقداری آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به $5^\circ C$ برسد، جرم آب چند کیلوگرم است؟

$$\left(L_f = 336000 \frac{J}{kg}, c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

- ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴ ۶

۴۳۸ در یک آزمایش از دماسنجی استفاده می‌کنیم که مزیت آن این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد. این دماسنج، نام دارد.

- ۱ دماسنج مقاومت پلاتینی ۲ ترموکوپل
۳ تفسنج ۴ دماسنج گازی

۴۳۹ 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.

۴۴۰ در کدام دما برحسب درجه‌ی سلسیوس، با پنج برابر کردن دما در مقیاس سلسیوس، دما در مقیاس کلوین دو برابر می‌شود؟

- ۱ ۵۴۶ ۲ ۹۱ ۳ ۱۸۲ ۴ ۳۶۴

۴۴۱) فرایندهای تصعید، چگالش و میعان به ترتیب از راست به چپ چه نوع فرایندهایی هستند؟

- ۱) گرماده، گرماگیر، گرماگیر
۲) گرماده، گرماده، گرماگیر
۳) گرماگیر، گرماده، گرماگیر
۴) گرماگیر، گرماده، گرماده

۴۴۲) اگر ضریب انبساط طولی بتون برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$ باشد، انبساط طولی یک پل بتونی به طول $120m$ ، هنگامی که دما به اندازه $30^\circ C$ افزایش می یابد، برابر با چند سانتی متر است؟

- ۱) $0/432$ ۲) $4/32$ ۳) $43/2$ ۴) 432

۴۴۳) در دمای صفر درجه ی سلسیوس، طول دو میله ی آلومینیمی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله ها را تا چند درجه ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن ها $2/3$ میلی متر شود؟

$$(\alpha_{\text{آلومینیم}} = 23 \times 10^{-6} K^{-1}, \alpha_{\text{فولاد}} = 11/5 \times 10^{-6} K^{-1})$$

- ۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۴۴۴) دمای نقطه ی انجماد و جوش آب خالص در فشار ۱ اتمسفر برحسب فارنهایت به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- ۱) 32° و 212° ۲) 273° و 373° ۳) 20° و 115° ۴) 250° و 340°

۴۴۵) x لیتر مایع به چگالی و گرمای ویژه ρ_2 و c در دمای θ با $\frac{x}{\rho_1}$ لیتر مایع به چگالی و گرمای ویژه ρ_1 و c در دمای θ مخلوط می کنیم. اگر دمای نهایی این مخلوط $40^\circ C$ بوده و تبادل گرما تنها بین این دو مایع انجام شود، θ چند درجه سلسیوس است؟

- ۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

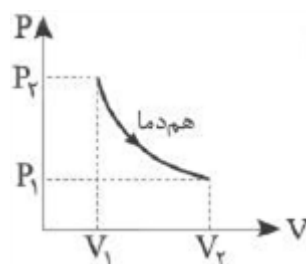
۴۴۶) کدام گزینه در مورد گرماسنج بمبی درست است؟

- ۱) از این گرماسنج برای تعیین ارزش غذایی مواد استفاده می شود.
۲) بمب این گرماسنج حاوی گاز هیدروژن است.
۳) با افزایش فشار و سوزاندن نمونه داخل بمب و اندازه گیری افزایش دمای آب درون گرماسنج انرژی آزاد شده از ماده اندازه گرفته می شود.
۴) هر سه گزینه درست است.

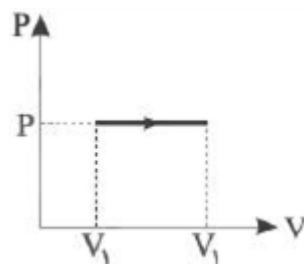
۴۴۷) کدام یک از گزینه های زیر نادرست است؟

- ۱) اشاره کردن به گرمای موجود در یک جسم اشتباه است.
۲) جرم یک مول، از دو ماده ی متفاوت با هم متفاوت است.
۳) بنابر قاعده ی «دولن و پتی» گرمای ویژه ی مولی اکثر فلزات تقریباً یکسان است و به جنس آن ها بستگی ندارد.
۴) وقتی دو جسم کنار یک دیگر قرار می گیرند، همواره بین آن ها گرما مبادله می شود.

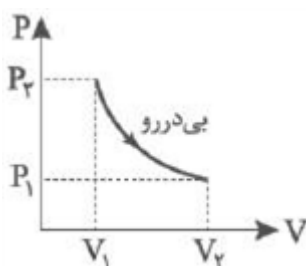
۴۴۸ انتهای یک سرنگ را که پیستون آن می‌تواند آزادانه حرکت کند مسدود می‌کنیم و آن را در مقداری آب می‌اندازیم و آب را به تدریج گرم می‌کنیم. هوای درون سرنگ فرآیندی را طی می‌کند، کدام نمودار ($P-V$) مربوط به این فرآیند است؟



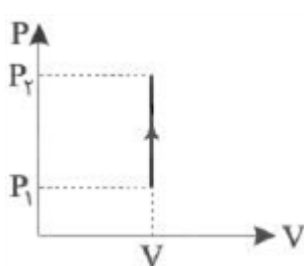
۲



۱



۴



۳

۴۴۹ در یک گرماسنج که با محیط خارج گرما مبادله نمی‌کند، مقداری آب صفر درجه وجود دارد. اگر قطعه یخی با دمای $0^\circ C$ را داخل گرماسنج انداخته و درب آن را ببندیم، پس از مبادله گرما

۱ جرم یخ قدری کم می‌شود.

۲ یخ کاملاً ذوب می‌شود.

۳ جرم یخ قدری افزایش می‌یابد.

۴ جرم یخ ثابت می‌ماند.

۴۵۰ برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از استفاده می‌شود و اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی را می‌نامند.

۱ دمانگار، تفسنجی ۲ تفسنج، دمانگار ۳ تفسنج، تفسنجی ۴ دمانگاشت، تفسنجی

۴۵۱ کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱ هوا رسانای خوب گرما است.

۲ اجسام در دماهای خاص، تابش الکترومغناطیس گسیل می‌کنند.

۳ تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^\circ C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است.

۴ تابش فروسرخ، تابشی مرئی است، اما برای بررسی بهتر آن از دمانگار استفاده می‌کنیم.

۴۵۲ به مقداری یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب $\theta^\circ C$ شود. اگر ۸۰ درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده باشد، θ چند درجه‌ی سلسیوس است؟ $(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}, L_F = 336 \frac{J}{g})$ و اتلاف انرژی نداریم.

۱۵ ۴

۵ ۳

۲۰ ۲

۱۰ ۱

۴۵۳ چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟

- الف) همرفت در همه شاره‌ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع می‌پیوندد.
 ب) در روز، پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود.
 پ) هرچه ضریب انبساط حجمی شاره کم‌تر باشد، جریان همرفتی بهتر انجام می‌شود.
 ت) سیستم خنک کننده موتور اتومبیل و گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خونگرم، مثال‌هایی از همرفت واداشته هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۵۴ اگر انرژی حاصل از سوختن هر گرم زغال سنگ برابر $۳۳/۶ \text{ kJ}$ باشد، با سوزاندن چند گرم زغال سنگ می‌توانیم دمای

$$۵ \text{ کیلوگرم آب را } ۸۰^{\circ}\text{C} \text{ افزایش دهیم؟ } \left(C_{\text{آب}} = \frac{۴۲۰۰ \text{ J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

۱ (۱) ۵۰×۱۰^{-۳} ۲ (۲) ۶۰×۱۰^{-۳} ۳ (۳) ۵۰ ۴ (۴) ۶۰

۴۵۵ کدام مورد درباره فرایند ذوب درست است؟

- ۱ (۱) افزایش فشار بر روی یخ، سبب کاهش نقطه ذوب آن می‌شود.
 ۲ (۲) در حین فرایند ذوب، دمای جسم افزایش می‌یابد.
 ۳ (۳) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه ذوب می‌شود.
 ۴ (۴) فرایند ذوب، گرماده است.

۴۵۶ ضریب انبساط طولی آلومینیم $۲۵ \times ۱۰^{-۵} \text{ K}^{-۱}$ است و روی یک ورقه‌ی تخت آلومینیمی، حفره‌ی دایره‌ای شکل

ایجاد کرده ایم که مساحت آن در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس $۵۰ \text{ cm}^۲$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟

۱ (۱) $۴۹/۸۱۶$ ۲ (۲) $۴۹/۹۰۸$ ۳ (۳) $۵۰/۰۹۲$ ۴ (۴) $۵۰/۱۸۴$

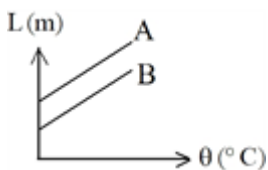
۴۵۷ دمای یک میله‌ی فولادی با ضریب انبساط طولی $\alpha = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \text{ K}^{-۱}$ را ۱۰۰ K افزایش داده‌ایم. طول میله چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱ (۱) ۱۲ ۲ (۲) $۱/۲$ ۳ (۳) $۰/۱۲$ ۴ (۴) $۰/۰۱۲$

۴۵۸ طبق قانون بویل (ماریوت) در ثابت، مقدار معینی گاز با آن نسبت دارد. (به‌ترتیب از راست به چپ)

- ۱ (۱) دمای - فشار - حجم - مستقیم ۲ (۲) حجم - فشار - دما - مستقیم
 ۳ (۳) دمای - فشار - حجم - وارون ۴ (۴) حجم - فشار - دما - وارون

۴۵۹ نمودار تغییرات طول دو میله A و B بر حسب دما مطابق شکل زیر است. در این صورت ضریب انبساط خطی کدامیک از دو میله بیش‌تر است؟



۱ (۱) A ۲ (۲) B

۳ (۳) مساوی ۴ (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۴۶۰ طول یک میله برنجی در دمای 20°C برابر 10 cm است. اگر دمای میله را به 50°C برسانیم، افزایش طول میله برحسب سانتی‌متر کدام است؟ $(\alpha = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}})$

- ۱ $3/3 \times 10^{-1}$ ۲ $3/3 \times 10^{-2}$ ۳ $3/3 \times 10^{-3}$ ۴ $3/3 \times 10^{-4}$

۴۶۱ مساحت یک ورقه‌ی فلزی 2500 سانتی‌متر مربع است. اگر دمای ورقه را 50°C افزایش دهیم، مساحت آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟ (ضریب انبساط طولی فلز سازنده‌ی ورقه را $2 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ در نظر بگیرید.)

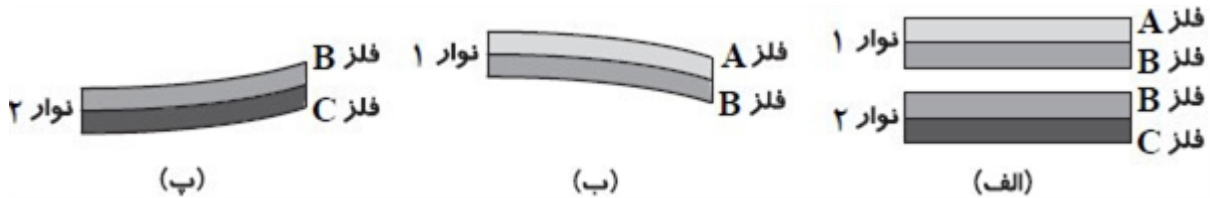
- ۱ 2×10^{-3} ۲ $0/2$ ۳ $0/1$ ۴ 1×10^{-3}

۴۶۲ سریع‌ترین روش انتقال گرما کدام است؟

- ۱ همرفت ۲ تابش

۳ رسانش ۴ سرعت انتقال گرما در هر سه روش یکسان است.

۴۶۳ شکل «الف» دو نوار دوفلزه متفاوت را در دمای 100°C نشان می‌دهد. شکل «ب» نوار شماره (۱) را در دمای 150°C و شکل «پ» نوار شماره (۲) را در دمای 50°C نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد مقایسه ضریب انبساط طولی فلزهای A و B، C درست است؟



- ۱ $\alpha_C > \alpha_B, \alpha_A > \alpha_B$ ۲ $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$
۳ $\alpha_A > \alpha_C > \alpha_B$ ۴ $\alpha_C > \alpha_B > \alpha_A$

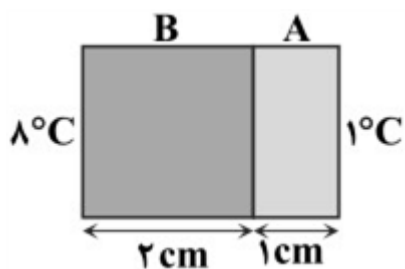
۴۶۴ طول میله‌ای استوانه‌ای شکل را بدون تغییر جرم چهار برابر می‌کنیم. اگر تفاوت دمای دو سر میله را سه برابر کنیم. بعد از ایجاد تعادل، گرمای شارش شده در این میله در مدت زمان یکسان چند برابر خواهد شد؟

- ۱ $\frac{3}{16}$ ۲ $\frac{3}{4}$ ۳ ۳ ۴ ۴۸

۴۶۵ دمای گاز کاملی را ثابت نگه می‌داریم و حجم آن را ۲۰ درصد افزایش می‌دهیم. در این صورت فشار گاز چند برابر می‌شود؟

- ۱ $\frac{5}{6}$ ۲ $\frac{6}{5}$ ۳ $\frac{3}{4}$ ۴ $\frac{4}{3}$

۴۶۶ دو تیغه فلزی به هم چسبیده A و B مطابق شکل بین دو محیط با دماهای $8^{\circ}C$ و $1^{\circ}C$ قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی تیغه A برابر $80 \frac{W}{mK}$ و رسانندگی گرمایی تیغه B برابر $400 \frac{W}{mK}$ باشد، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای سطح تماس این دو تیغه چند درجه سلسیوس خواهد بود؟



- ۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۴۶۷ اگر در اثر انبساط، حجم یک جسم ۲۵ درصد افزایش یابد، چگالی آن چند درصد کاهش خواهد یافت؟

- ۱) ۸۰ ۲) ۷۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

۴۶۸ برای تبدیل ۵۰۰ گرم یخ $-30^{\circ}C$ به آب با دمای $5^{\circ}C$ چند کیلوژول گرما لازم است؟
 $(c_{\text{یخ}} \simeq 2 \frac{J}{g \cdot K}$ و $c_{\text{آب}} \simeq 4 \frac{J}{g \cdot K}$, $L_F \simeq 320 \frac{J}{g}$)

- ۱) ۱۸۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۴۰

۴۶۹ در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای $-6^{\circ}C$ وجود دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد، پس از $122/5$ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟
 $(C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kgK}$ و $L_f = 336000 \frac{J}{kg}$)

- ۱) ۳۰۰ ۲) ۲۵۴ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

۴۷۰ ظرفی محتوی ۱۰۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس، در تعادل گرمایی است. یک قطعه فلز به گرمای ویژه‌ی $400 \frac{J}{kg \cdot K}$ و دمای ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس را درون ظرف می‌اندازیم، جرم فلز، حداقل چند گرم باشد، تا یخی در ظرف باقی نماند؟
 $(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$, $L_f = 336000 \frac{J}{kg}$ و اتلاف گرما ناچیز است.)

- ۱) ۳۷۵ ۲) ۶۷۲ ۳) ۸۶۰ ۴) ۹۵۰

۴۷۱ درون یک صفحه‌ی فلزی به ضریب انبساط طولی $10^{-5} k^{-1}$ یک سوراخ دایره‌ای شکل وجود دارد. اگر دمای صفحه را به آرامی ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، سطح سوراخ چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) ۰/۲ درصد افزایش ۲) ۰/۲ درصد کاهش ۳) ۰/۱ درصد افزایش ۴) ۰/۱ درصد کاهش

۴۷۲ بالنی به حجم یک لیتر، در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس پر از مایع است. دمای بالن و مایع داخل آن را به $25^{\circ}C$ می‌رسانیم. با فرض تبخیر نشدن مایع، یک سانتی‌متر مکعب مایع از بالن بیرون می‌ریزد. اگر ضریب انبساط خطی ظرف $\frac{1}{^{\circ}C} \times 10^{-6}$ باشد، ضریب انبساط حجمی مایع چند واحد SI است؟

- ۱) 5×10^{-6} ۲) 55×10^{-6} ۳) 35×10^{-5} ۴) 20×10^{-6}

۴۷۳ اگر به 2 kg یخ -15°C درجه‌ی سلسیوس 777 kJ گرما بدهیم، دمای محصول نهایی چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟

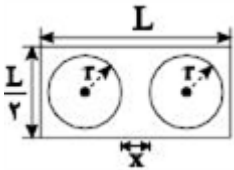
(گرمای ویژه‌ی یخ و آب به ترتیب 2100 و 4200 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $L_f = 336$ است.)

- ۱ صفر ۲ ۵ ۳ ۱۰ ۴ ۱۵

۴۷۴ دمای یک قرص فلزی را 250°C درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد، ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟

- ۱ 2×10^{-5} ۲ 4×10^{-5} ۳ 2×10^{-6} ۴ 4×10^{-6}

۴۷۵ مطابق شکل، روی یک ورق فلزی به ابعاد L و $\frac{L}{2}$ ، دو دایره‌ی هم اندازه به شعاع r و به فاصله‌ی x از هم رسم می‌کنیم. اگر دایره‌ی سمت چپ و راست را بریده و به ورق گرما بدهیم، کدام مطلب نادرست است؟



- ۱ تغییر عرض ورق نصف تغییر طول آن است. ۲ دو سوراخ به هم نزدیک می‌شوند.
۳ تغییر قطر دو سوراخ با هم برابر است. ۴ مساحت دو سوراخ افزایش می‌یابد.

۴۷۶ انتقال انرژی گرمایی، بین دو جسمی که با هم در تماس‌اند، در جهت مساوی کردن کدام کمیت وابسته به آن دو جسم است؟

- ۱ انرژی درونی ۲ دما ۳ سرعت مولکول‌ها ۴ گرمای ویژه

۴۷۷ با یک منبع گرمایی با توان ثابت، 2 kg آب 25°C را در مدت 30 min به جوش می‌آوریم. چند دقیقه طول می‌کشد تا به این منبع گرمایی دمای 6 kg فولاد را 25°C افزایش دهیم؟

($C_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg} \cdot k$, $C_{\text{فولاد}} = 420\text{ J/kg} \cdot k$)

- ۱ ۳۰ ۲ ۵ ۳ ۱۸۰ ۴ ۳

۴۷۸ حداکثر چند کیلوگرم آب 10°C را روی m کیلوگرم یخ -20°C بریزیم تا دمای تعادل صفر شود؟ ($C_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg} \cdot k$ و $C_{\text{یخ}} = 2100\text{ J/kg} \cdot k$)

- ۱ $8m$ ۲ $4m$ ۳ $9m$ ۴ $2m$

۴۷۹ کدام ویژگی آب سبب می‌شود که برخلاف بسیاری از مایعات آب از سطح شروع به انجماد کند؟

- ۱ گرمای نهان تبخیر زیاد ۲ گرمای ویژه‌ی بالای آن
۳ کم بودن چگالی یخ نسبت به آب ۴ کشش سطحی زیاد آب

۴۸۰ یک گلوله‌ی سربی به جرم 20 g با سرعت $400\frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود.

اگر 50% انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه‌ی سرب $125\frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

- ۱ ۳۲۰ ۲ ۹۱۳ ۳ ۶۴۰ ۴ ۵۹۳

۴۸۱ کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- ۱ دقت دماسنج پزشکی بیش‌تر از دماسنج جیوه‌ای معمولی است.
- ۲ پاسخ‌دهی سریع به تغییر دما، حساس بودن به اختلاف دماهای بسیار کوچک و اندازه‌گیری دماهای بالا، از ویژگی‌های دماسنج ترموکوپل است.
- ۳ دماسنج ترموکوپل از دو سیم فلزی هم‌جنس به همراه یک آمپرسنج حساس که برحسب دما مدّرج شده است، ساخته شده است.
- ۴ دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی فقط دماهایی را اندازه‌گیری می‌کنند که در آن محدوده، جیوه و الکلی مایع هستند.

۴۸۲ اگر به ۵/۰ کیلوگرم آب صفر درجهٔ سلسیوس 2100 J گرما بدهیم، حجم آن چگونه تغییر می‌کند؟

$$\left(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

- ۱ افزایش می‌یابد.
- ۲ کاهش می‌یابد.
- ۳ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- ۴ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴۸۳ ارتفاع ستون جیوهٔ دماسنجی در دمای 30°C برابر با 50 mm و در دمای 34°C برابر با 59 mm است. ارتفاع ستون جیوهٔ این دماسنج در دمای 48°C چن میلی‌متر است؟ (از تغییر حجم لولهٔ دماسنج صرف‌نظر کنید، فشار را ثابت فرض کنید و تغییر جیوه را برحسب دما، خطی فرض کنید.)

- ۱ ۴۰/۵
- ۲ ۹۰/۵
- ۳ ۸۵
- ۴ ۹۵

۴۸۴ دماسنجی که طریقهٔ درج کردن آن مشخص نیست، دمای 5°C را 50° درجه و دمای 20°C را با ۱۰ درجه نشان می‌دهد. این دماسنج در چه دمایی بر حسب کلوین با دماسنج سلسیوس یک عدد را نشان می‌دهد؟

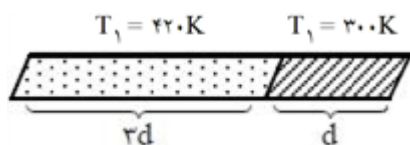
- ۱ ۲۷۳
- ۲ ۲۰۳
- ۳ ۱۷۳
- ۴ ۱۰۳

۴۸۵ یک کیلوگرم آب 10°C و یک کیلوگرم فلز 80°C را درون گرماسنجی به دمای 72°C می‌اندازیم و دمای تعادل به

$$30^\circ\text{C} \text{ می‌رسد. ظرفیت گرمایی رماسنج در SI چه قدر است؟ } \left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}, C_{\text{فلز}} = 420 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right)$$

- ۱ ۱۵۰۰
- ۲ ۱۰۰۰
- ۳ ۳۰۰
- ۴ ۲۰۰

۴۸۶ در شکل روبه‌رو اگر $K_1 = 6\text{ K}$ باشد و جریان گرما نسبت به زمان تغییر نکند، دمای مرز مشترک دو قطعه چند درجه سلسیوس است؟



- ۱ ۱۰۷
- ۲ ۳۸۰
- ۳ ۱۲۰
- ۴ ۳۶۰

۴۸۷ در یک ظرف 4 kg یخ 10°C داریم. اگر 8 kg کیلوگرم آب 30°C وارد ظرف نماییم، پس از برقراری تعادل گرمایی، چندکیلوگرم یخ در ظرف باقی مانده است؟

$$\left(c_{\text{یخ}} \approx 2/1 \frac{\text{J}}{\text{K}}, c_{\text{یخ}} \approx 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}, L_f \approx 336 \frac{\text{J}}{\text{g}} \right)$$

- ۱ $\frac{11}{8}$
- ۲ $\frac{3}{2}$
- ۳ $\frac{13}{8}$
- ۴ $\frac{5}{4}$

۴۸۸ دماسنجی ساخته‌ایم که دمای بخار آب‌جوش را عدد ۹۰ و دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را عدد ۱۰ نشان می‌دهد. این دماسنج دمای اتاقی را عدد ۳۰ نشان می‌دهد. دمای این اتاق چند درجه‌ی سلسیوس است؟

- ۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۴۰

۴۸۹ به 200 g یخ 10°C ، مقداری گرما با آهنگ $0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$ به مدت ۱۲ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی چند درجه‌ی

سلسیوس است؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$

- ۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۴۹۰ در مقیاس دمایی فرضی X ، نقطه‌ی ذوب یخ را با عدد 50° و نقطه‌ی جوش آب را با عدد 350° نشان می‌دهند. هر درجه‌ی سلسیوس تغییر دما معادل با چند درجه‌ی X تغییر دما است؟

- ۱) $5/0$ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۲۰

۴۹۱ نیم کیلوگرم از مایعی از گرمای ویژه‌ی $600 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ و دمای 80°C را با یک کیلوگرم از مایعی با گرمای ویژه‌ی

$400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ و دمای 40°C مخلوط کنیم. دمای تعادل برابر با 60°C می‌شود، چند ژول گرما تلف شده است؟

- ۱) 2×10^3 ۲) 2×10^2 ۳) 10^3 ۴) 10^2

۴۹۲ یک گرم‌کن درون ظرفی محتوی 5 kg آب قرار دارد. اگر توان گرم‌کن 1000 وات باشد، چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای

آب 20°C بالا رود؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}} \right)$

- ۱) ۵ ۲) ۷ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۴۹۳ حداقل چند گرم یخ 30°C را داخل 100 گرم آب 10°C بیندازیم تا تمام آب یخ ببندد؟

$\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}, C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}, L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}} \right)$

- ۱) ۳۰۰ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۶۰

۴۹۴ در یک دماسنج جیوه‌ای وقتی دما برابر صفر درجه‌ی سلسیوس است، ارتفاع ستون جیوه 1 cm و وقتی دما برابر 35

درجه‌ی سلسیوس است، ارتفاع ستون جیوه برابر $4/5\text{ cm}$ می‌شود. وقتی ارتفاع ستون جیوه 4 cm باشد، دمای

محیط برابر چند درجه‌ی سلسیوس است؟

- ۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۴۹۵ اگر فشار مقدار معینی گاز را دو برابر کرده و دمای آن را از 91°C به 182°C افزایش دهیم، چگالی آن چند برابر

می‌شود؟

- ۱) $\frac{4}{5}$ ۲) $\frac{5}{4}$ ۳) $\frac{8}{5}$ ۴) $\frac{5}{8}$

۴۹۶ کدام عبارت از ویژگی‌های دماسنج ترموکوپل نمی‌باشد؟

- ۱ دو سیم فلزی غیر هم‌جنس و یک آمپرسنج بسیار حساس تشکیل شده است.
- ۲ هر چه اختلاف دمای محل اتصال دو سیم بیشتر باشد، شدت جریان در مدار کم‌تر می‌شود.
- ۳ کوچک بودن اتصال سیم‌ها باعث می‌شود که اتصال به سرعت به تغییر دما پاسخ دهد و دقت اندازه‌گیری بالا رود.
- ۴ این دماسنج نسبت به اختلاف دماهای بسیار کوچک، حتی به کوچکی $0.01^\circ C$ نیز حساس است.

۴۹۷ مقدار گرمایی که $100^\circ C$ یخ $-10^\circ C$ را به دمای $10^\circ C$ می‌رساند، دمای 1 کیلوگرم آب را چند درجه‌ی سلسیوس

بالا می‌برد؟ $(L_F = 0.3 \frac{kJ}{g}, L_V = 2.2 \frac{kJ}{g}, c_{\text{یخ}} \approx 2 \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } c_{\text{آب}} \approx 4 \frac{J}{g \cdot K})$

- ۱ ۶
- ۲ ۱۵
- ۳ ۳
- ۴ ۹

۴۹۸ درون یک گرمکن با توان 1 kW و بازده 70% درصد، 4 کیلوگرم آب با دمای $10^\circ C$ وجود دارد. در مدت 10 دقیقه دمای

آب در این وسیله به چند درجه‌ی سانتی‌گراد خواهد رسید؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

- ۱ ۲۵
- ۲ ۲۰
- ۳ ۳۵
- ۴ ۴۰

۴۹۹ کدام عبارت درست نیست؟

- ۱ افزایش دمای یک لوله‌ی مسی، حجم فضای داخلی آن را زیاد می‌کند.
 - ۲ تابش، سریع‌ترین راه انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر است.
 - ۳ انتقال گرما از طریق همرفت، تنها راه انتقال گرما در خلأ است.
 - ۴ ضریب انبساط طولی یک جسم جامد تقریباً نصف ضریب انبساط سطحی آن است.
- ۵۰۰ اگر فشار و دمای مطلق مقدار معینی از گاز کامل، هرکدام 2 برابر شود، چگالی گاز چند برابر می‌شود؟

- ۱ ۱
- ۲ ۲
- ۳ ۴
- ۴ $\frac{1}{2}$

۵۰۱ گرما انرژی است که به دلیل اختلاف بین دو جسم مبادله می‌شود.

- ۱ گرمای ویژه
- ۲ ظرفیت گرمایی
- ۳ انرژی درونی
- ۴ دما

۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست است. افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی را کاهش می‌دهد.

گزینه ۲: درست است. در قلّه کوه‌ها که فشار هوا کمتر است، نقطه ذوب برف افزایش می‌یابد، در نتیجه، چون دمای هوا در قلّه‌ها کمتر از نقطه ذوب برف است، لذا، قادر به ذوب برف نخواهد بود و برف دیرتر ذوب می‌شود.

گزینه ۳: نادرست است. طبق رابطه $F = 1/8\theta + 32$ ، دمای $F = 50.8^\circ F$ برابر $-300^\circ C$ می‌شود که از $-273^\circ C$ ، که پایین‌ترین حد ممکن برای دما است، کمتر خواهد شد.

$$-50.8 = 1/8\theta + 32 \Rightarrow -540 = 1/8\theta \Rightarrow \theta = -300^\circ C$$

گزینه ۴: نادرست است. افزایش فشار وارد بر آب خالص سبب افزایش دمای نقطه جوش و کاهش دمای نقطه ذوب آب می‌شود. بنابراین اختلاف دمای نقطه جوش و انجماد افزایش می‌یابد.

۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دو انتهای میله‌ها آزاد است؛ بنابراین با افزایش دما، افزایش طول از دو طرف میله اتفاق می‌افتد.

$$\frac{\Delta L_{\text{برنج}}}{2} + \frac{\Delta L_{\text{آلومینیم}}}{2} = 0.535 \times 10^{-3} m \Rightarrow \Delta L_{\text{برنج}} + \Delta L_{\text{آلومینیم}} = 2 \times 0.535 \times 10^{-3} m$$

$$\Delta\theta(0.1 \times 19 \times 10^{-6} + 0.15 \times 23 \times 10^{-6}) = 2 \times 0.535 \times 10^{-3}$$

$$\Delta\theta = \frac{2 \times 0.535 \times 10^{-3}}{10^{-6} \times 5/35} = 200^\circ C$$

۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. افزایش قطر صفحه فلزی را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta D = D_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta D = 5m \times 13 \times 10^{-6} \times 120 \Rightarrow P_2 - P_1 = \underbrace{(D_2 - D_1)}_{\Delta D} \pi$$

$$= \Delta D \pi = 7800 \times 10^{-6} \times 3 \Rightarrow \Delta P = 23400 \times 10^{-6} m \xrightarrow[\times 10^3]{\text{تبدیل به mm}}$$

$$23400 \times 10^{-6} \times 10^3 = 23/4 \text{ mm}$$

۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: گرمایی که یخ $10^\circ C$ می‌گیرد تا همه آن به یخ صفر درجه تبدیل شود را در نظر می‌گیریم و مدت زمان لازم برای این فرآیند را حساب می‌کنیم.

$$Q_{\text{یخ}} = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q_{\text{یخ}} = Pt} 2100 \times t_1 = 0.2 \times 2100 \times 10 \Rightarrow t_1 = 2s$$

چون مدت زمان کار گرمکن بیشتر از ۲s است، نتیجه می‌گیریم که همه یخ به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌شود. گام دوم: اکنون مدت زمان لازم برای ذوب شدن همه یخ را حساب می‌کنیم:

$$Q = mL_f \Rightarrow Pt = mL_F \Rightarrow 2100 t = 0.2 \times 336000 \Rightarrow t = 32s$$

چون گرمکن مدت ۲۲s روشن شده بود و ۲s صرف تغییر دمای یخ شده نتیجه می‌گیریم که ۲۰ ثانیه صرف تغییر حالت یخ شده است. اکنون جرم یخ ذوب شده را در این ۲۰ ثانیه حساب می‌کنیم:

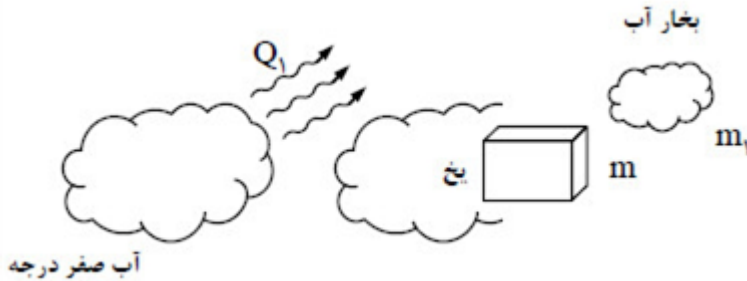
$$2100 \times 20 = m' \times 336000 \Rightarrow m' = \frac{1}{8} \text{ kg} \Rightarrow m' = \frac{1}{8} \times 1000 = 125g \text{ جرم یخ ذوب شده}$$

گام سوم: نتیجه می‌گیریم که مخلوط $m = 200 - 125 = 75$ گرم یخ و ۱۲۵ گرم آب با دمای صفر درجه سلسیوس خواهیم داشت.

۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱) می‌دانیم دمای صفر درجه برای آب و یخ بحرانی است. آب صفر درجه کوچک‌ترین گرمای Q_1 از دست دهد متناسب با گرمای Q_1 ، مقدار جرمی از آب که یخ نمی‌زند برابر $m_x(Q_1 = -m_x L_F)$ است. و اگر گرمای Q_2 به مقداری یخ صفر درجه بدهیم، متناسب با گرمای داده شده Q_2 به یخ صفر درجه مقدار m_x از آن ذوب می‌شود. ($Q_2 = m_x L_F$).
۲) تبخیر سطحی در هر دمایی می‌تواند رخ دهد، حتی در دمای صفر درجه.
آب صفر درجه تبخیر می‌شود. برای تبخیر شدن باید گرما از دست بدهد. طبق ۱) باید تمام یا مقداری از آب صفر درجه به یخ صفر درجه تبدیل شود.



$$Q_1 = -m_1 L_F \quad (m_1 \text{ جرم یخ صفر درجه حاصله})$$

$$Q_2 = m_2 L_V \quad (m_2 \text{ جرم بخار آب حاصله})$$

چون آب به محیط گرما نداده یا نگرفته:

$$|Q| = Q_2 \Rightarrow m_1 L_F = m_2 L_V \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{L_V}{L_F} = \frac{2400}{300} = 8$$

۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در این مسئله آب گرما می‌دهد و یخ گرما می‌گیرد، مقدار گرماهای داده شده با گرماهای گرفته شده برابر است پس داریم:

$$-40^\circ C_{\text{یخ}} \rightarrow 0^\circ C_{\text{یخ}} \rightarrow 0^\circ C_{\text{آب}} \rightarrow 20^\circ C_{\text{آب}} \leftarrow 50^\circ C_{\text{آب}}$$

$$|m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_1| + mL_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_1 = |mc_{\text{آب}} \Delta\theta_2|$$

$$\Rightarrow m_{\text{یخ}} \times 2100 \times 40 + m_{\text{یخ}} \times 80 \times 4200 + m_{\text{یخ}} \times 4200 \times 20 = 0.5 \times 4200 \times 30$$

$$\Rightarrow 4200(20m + 80m_{\text{یخ}} + 20m) = 4200 \times 15 \Rightarrow 120m_{\text{یخ}} = 15 \Rightarrow m_{\text{یخ}} = \frac{15}{120} = 0.125 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_{\text{یخ}} = 125g$$

مقدار ۱۲۵g یخ لازم است.

۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای محاسبه تغییرات چگالی بر حسب دما از رابطه $\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta T$ استفاده

$$2\alpha = 6 \times 10^{-5} \left(\frac{1}{K} \right) \Rightarrow \alpha = 3 \times 10^{-5} \left(\frac{1}{K} \right) \quad \text{می‌شود.}$$

$$\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta T = -\rho_1 (3\alpha) \Delta T \Rightarrow -\rho_1 (9 \times 10^{-5}) \times 10^2 = -0.009\rho_1$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{-0.009\rho_1}{\rho_1} \times 100 = -0.9\%$$

درصد تغییرات چگالی برابر است با:

۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تغییرات دما بر حسب فارنهایت $1/8$ برابر تغییرات دما بر حسب سلسیوس است، لذا

$$\Delta\theta = 54 + 1/8 = 30^\circ C$$

تغییرات دما را بر حسب سلسیوس می‌نویسیم:

$$\Delta A = \alpha A_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 0/12 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 12 \times 10^{-4} \Rightarrow \alpha \times 12 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow \Delta A = \cancel{A_1} \times 2\alpha \times 30\alpha = 12 \times 10^{-4} \times \cancel{A_1} \Rightarrow 60\alpha = 12 \times 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 0/2 \times 10^{-4}$$

تغییرات حجم را بر حسب درصد محاسبه می‌کنیم: (تغییر دما در مقیاس کلون و سلسیوس برابر است.)

$$\Delta V = V_1 \times 3\alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = V_1 \times 0/6 \times 10^{-4} \times 40 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 24 \times 10^{-4}$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل به درصد}} \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 24 \times 10^{-2} = \%0/24$$

۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دقت کنید میله سمت چپ از یک طرف و میله سمت راست از دو طرف انبساط می‌یابد.

پس برای پر کردن فاصله بین دو میله می‌توان نوشت:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = 2 \times 10^{-4} \times 100 = 0/2 m = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta x = \Delta L + \frac{1}{2} \Delta L = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

چون فاصله اولیه ۷۰ mm و کاهش فاصله ۳۰ mm است، پس فاصله نهایی ۴۰ mm می‌شود.

۱۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نکته مهم سؤال آن است که تمامی انبساط جسم A به طرف B بوده ولی انبساط جسم B به طور متقارن رو به دو طرف بوده و نیمی از انبساط آن به طرف جسم A است.

$$\Delta l_A + \frac{1}{2} \Delta l_B = 3 \text{ mm} \Rightarrow l_A \cdot \alpha_A \cdot \Delta\theta + \frac{1}{2} l_B \cdot \alpha_B \cdot \Delta\theta = 3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 2 \times 3 \times 10^{-5} \times \Delta\theta + \frac{1}{2} \times 3 \times 4 \times 10^{-5} \times \Delta\theta = 3 \times 10^{-3} \Rightarrow 12 \times 10^{-5} \Delta\theta = 3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 25^\circ C$$

در ادامه کافی است تغییر دمای به دست آمده را به فارنهایت تبدیل کنیم:

$$\Delta F = 1/8 \Delta\theta \Rightarrow \Delta F = 1/8 \times 25 \Rightarrow \Delta F = 45^\circ F$$

۱۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$100^\circ C \text{ به آب } 40^\circ C \text{ برای تبدیل لازم برای } Q = mc\Delta\theta = 2 \times 4200 \times 60 = 504000 J$$

$$\text{بخار آب } Q' = mL_V = 0/1 \times 2268000 = 226800 J$$

بخار آب به آب θ_t تبدیل می‌شود $\rightarrow Q > Q' \rightarrow$ چون

$$\underbrace{\text{آب}}_{Q_1} + \underbrace{\text{بخار آب}}_{Q_2 + Q_3} = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta_t - 40) - m_2 L_V + m_2 c (\theta_t - 100) = 0$$

$$\Rightarrow 2 \times \cancel{4200} (\theta_t - 40) - 0/1 \times \cancel{2268000}^{540} + 0/1 \times \cancel{4200} (\theta_t - 100) = 0$$

$$2\theta_t - 80 - 540 + 0/1 \theta_t - 10 = 0 \Rightarrow 2/1 \theta_t = 144 \Rightarrow \theta_t \cong \frac{144}{2/1} \cong 68/5^\circ C$$

۱۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای اولیه جسم را بر حسب درجه سلسیوس می‌یابیم. به همین منظور با استفاده از

$$\text{رابطه } F = \frac{9}{5}\theta + 32 \text{ و با توجه به اینکه } F_2 = F_1 - \frac{10}{100}F_1 = 0.9F_1 \text{ است، داریم:}$$

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta = \frac{10}{9}^\circ C]{\Delta F = F_2 - F_1} 0.9F_1 - F_1 = \frac{9}{5} \times \left(-\frac{25}{9}\right) \Rightarrow -0.1F_1 = -5 \Rightarrow F_1 = 50^\circ F$$

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \xrightarrow{F_1 = 50^\circ F} 50 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 18 = \frac{9}{5}\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 10^\circ C$$

اکنون دمای اولیه جسم را بر حسب کلوین پیدا می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \xrightarrow{\theta_1 = 10^\circ C} T_1 = 10 + 273 = 283 K$$

۱۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta\theta \Rightarrow 0.04 \times 10^{-2} = \alpha \times 200 \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\Delta F = 540^\circ F \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow 540 = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 300^\circ C$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha\Delta\theta = 3 \times 2 \times 10^{-6} \times 300 = 18 \times 10^{-6} = 0.0018$$

۱۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta\Delta T) \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta T = -\rho_1(3\alpha)\Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta\rho = \frac{44 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\frac{4}{3}(3)(10^{-2} \text{ m})^3} (9 \times 10^{-5})(100) = -99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

علامت منفی به معنای کاهش چگالی است.

۱۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمایی که یخ می‌گیرد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود را برابر گرمایی که آب $100^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب $50^\circ C$ تبدیل شود، قرار می‌دهیم.

$$-10^\circ C \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \xrightarrow{Q_3} 50^\circ C_{\text{آب}}$$

$$100^\circ C_{\text{آب}} \xrightarrow{Q_4} 50^\circ C_{\text{آب}}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = |Q_4| \Rightarrow 100 \times 2100 \times 10 + 100 \times 336000 + 100 \times 4200 \times 50 = m \times 4200 \times 50$$

$$\Rightarrow 500 + 800 + 5000 = 50m \Rightarrow m = \frac{13500}{50} = 270 \text{ گرم}$$

۱۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\theta_{12} = \frac{m_1 c \theta_1 + m_2 c \theta_2}{m_1 c + m_2 c} \Rightarrow 50 = \frac{40m_1 + 80}{m_1 + 1} \Rightarrow m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$m_{12} = 1 + 3 = 4 \text{ kg}$$

$$\theta_e = \frac{m_{12} c \theta_{12} + m_3 c \theta_3}{m_{12} c + m_3 c} = \frac{4 \times 50 + 80}{4 + 1} \Rightarrow \theta_e = \frac{280}{5} = 56^\circ C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فرض کنیم میله بلندتر دارای طول L_A و میله کوتاه‌تر دارای طول L_B باشد، می‌توان

$$L_A - L_B = 5 \text{ cm} \quad (۱)$$

نوشت:

از طرفی با توجه به افزایش طول دو میله با افزایش دما، داریم:

$$L_A + L_B = 50 / 4 \text{ cm} \xrightarrow[\Delta\theta = 80^\circ C]{L = L_0(1 + \alpha\Delta\theta)}$$

$$L_A(1 + 10 \times 10^{-5} \times 80) + L_B(1 + 10 \times 10^{-5} \times 80) = 50 / 4$$

$$L_A(1 / 0.8) + L_B(1 / 0.8) = 50 / 4 \Rightarrow L_A + L_B = 50 \text{ cm} \quad (۲)$$

$$L_A = 27 / 5 \text{ cm} \quad \text{با حل معادلات ۱ و ۲ خواهیم داشت:}$$

$$L_B = 22 / 5 \text{ cm}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به هر دو فلز، گرمای یکسانی داده‌ایم و در اثر این گرما، دمای آن‌ها تغییر می‌کند:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

جرم‌ها را بر حسب چگالی و حجم می‌نویسیم:

$$m = \rho V \Rightarrow \rho_A V_A c_A \Delta\theta_A = \rho_B V_B c_B \Delta\theta_B \xrightarrow[c_A = 4c_B]{\rho_A = 3\rho_B} 3\rho_B V_A \times 4c_B \Delta\theta_A$$

$$= \rho_B V_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow 12 V_A \Delta\theta_A = V_B \Delta\theta_B$$

با توجه به اینکه ضریب انبساط سطحی فلز A دو برابر ضریب انبساط سطحی فلز B است، داریم:

$$2\alpha_A = 2(\alpha_B) \Rightarrow \alpha_A = \alpha_B$$

با استفاده از رابطه انبساط حجمی می‌توان نسبت تغییر حجم دو فلز را به دست آورد:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A 3\alpha_A \Delta\theta_A}{V_B 3\alpha_B \Delta\theta_B} \xrightarrow{\alpha_A = \alpha_B} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{12 V_A \Delta\theta_A}{12 V_A \Delta\theta_A} = \frac{1}{6}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه بین یکاهای اندازه‌گیری دما و همچنین اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{12}{11}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{10.9}{100} \Rightarrow \frac{\frac{9}{5}\theta_2 + 32}{\frac{9}{5}\theta_1 + 32} = \frac{10.9}{100} \Rightarrow 900\theta_2 + 100 \times 160 = 981\theta_1 + 109 \times 160$$

$$\xrightarrow{\theta_2 = \frac{12}{11}\theta_1} 900 \left(\frac{12}{11}\theta_1 \right) = 981\theta_1 + 9 \times 160 \Rightarrow \theta_1 = 11 \times 160 = 1760$$

$$K_1 = \theta_1 + 273 = 2033 K \quad \text{پس:}$$

۲۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طی گام‌های زیر به حل این مسأله می‌پردازیم:

گام اول) ابتدا به کمک رابطه $P = \frac{Q}{t}$ مقدار گرمای مورد نیاز برای اینکه مجموعه آب و گرماسنج را از دمای $30^\circ C$ به

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow 300 = \frac{Q}{40} \Rightarrow Q = 300 \times 40 = 12000 J \quad 40^\circ C \text{ برسانیم را به دست می‌آوریم:}$$

گام دوم) چون این گرما به مجموعه آب و گرماسنج داده شده داریم:

$$Q = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (C\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}}$$

$$\Rightarrow 12000 = 200 \times 10^{-3} \times 4200 \times (40 - 30) + C_{\text{گرماسنج}} \times (40 - 30) \Rightarrow 12000 = 8400 + 10C_{\text{گرماسنج}}$$

$$\Rightarrow C_{\text{گرماسنج}} = 360 \frac{J}{K}$$

گام سوم) به کمک طرحواره زیر داریم:



$$Q_1 + Q_2 = (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (C\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}} + (mL_v)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_1 + Q_2 = 200 \times 10^{-3} \times 4200 \times (100 - 40) + 360 \times (100 - 40) + (100 \times 10^{-3} \times 2268 \times 10^3)$$

$$= 50400 + 21600 + 226800 = 298800 J \xrightarrow{P=\frac{Q}{t}} 300 = \frac{298800}{t} \Rightarrow t = 996s \Rightarrow t = 16/6 \text{ دقیقه}$$

۲۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون گرمای لازم برای ذوب ۱۰۰ گرم جامد ۱ به اندازه ۲۲ kJ بیشتر از جامد ۲ است پس

گرمای لازم برای ذوب ۱ kg جامد ۱ به اندازه ۲۲۰ kJ بیشتر از جامد ۲ است و بر اساس تعریف گرمای نهان ذوب می‌توان

$$L_{f_1} = L_{f_2} + 220 \text{ kJ} \quad \text{نوشت:}$$

از رابطه $Pt = mL_f$ برای دو جامد داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} \times \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{L_{f_1}}{L_{f_2}} \Rightarrow \frac{2P_B}{P_B} \times \frac{5 \text{ min}}{4/5 \text{ min}} = \frac{1}{1} \times \frac{L_{f_1} + 220000}{L_{f_2}}$$

$$\frac{20}{9} = \frac{L_{f_1} + 220000}{L_{f_2}} \Rightarrow L_{f_2} = 180000 \frac{J}{kg}, L_{f_1} = 400000 \frac{J}{kg}$$

$$P_A t_1 = M_1 L_{f_1} \Rightarrow P_A = \frac{1 \times 400000}{5 \times 60} = \frac{4000}{3} W \quad \text{بنابراین داریم:}$$

$$P_A - P_B = P_A - \frac{P_A}{2} = \frac{P_A}{2} = \frac{2000}{3} W$$

۲۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر جسمی به جرم m و گرمای ویژه c با محیط اطراف خود، گرمای Q مبادله کرده و دمایش

به اندازه ΔT تغییر کند، می‌توان نوشت: $Q = mc\Delta T$.

با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

گوی‌ها هم‌اندازه‌اند، پس حجم یکسانی دارند.

دمای اولیه گوی‌ها یکسان و دمای نهایی گوی A ، دو برابر دمای نهایی گوی B است، پس می‌توان نوشت:

$$T_{1A} = T_{1B}, T_{2A} = 2T_{2B}$$

$$\Delta T_A = T_{2A} - T_{1A} = 2T_{2B} - T_{1B} = T_{2B} + \Delta T_B$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A c_A \Delta T_A}{m_B c_B \Delta T_B} \xrightarrow{m=\rho V} \frac{4Q}{Q} = \frac{2000 V \times c_A \times (T_{2B} + \Delta T_B)}{4000 V \times c_B \times \Delta T_B}$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{1}{3} \times \frac{c_A}{c_B} \times \left(\frac{T_{2B}}{\Delta T_B} + 1 \right) \Rightarrow 12c_B = c_A \times \left(1 + \frac{T_{2B}}{\Delta T_B} \right), 1 + \frac{T_{2B}}{\Delta T_B} > 1$$

$$\Rightarrow c_A < 12c_B$$

$$Q = Pt \Rightarrow Pt_1 = mc\Delta T \Rightarrow P = \frac{mc_1\Delta T_1}{t_1}$$

$$Pt_2 = mL_F \Rightarrow t_2 = \frac{mL_F}{P} = \frac{mL_F t_1}{mc_1\Delta T_1} \Rightarrow t_2 = \frac{330000 \times 10.5}{2100 \times 10} = 1650s$$

$$Pt_3 = mc_2\Delta T \Rightarrow t_3 = \frac{mc_2\Delta T_2 t_1}{mc_1\Delta T_1} \Rightarrow t_3 = \frac{4200 \times 100 \times 10.5}{2100 \times 10} = 2100s$$

$$t_{\text{کل}} = 10.5 + 1650 + 2100 = 3855s$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر m' گرم یخ تبدیل به آب شود، در این صورت تغییر حجم برابر است با:

$$V_{\text{آب}} - V_{\text{یخ}} = \frac{m'}{\rho_{\text{آب}}} - \frac{m'}{\rho_{\text{یخ}}} \xrightarrow{\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}} V_{\text{آب}} - V_{\text{یخ}} = m' \left(1 - \frac{1}{0.9} \right) = \frac{-m'}{9}$$

بنابراین درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_{\text{یخ}}} \times 100 \xrightarrow{V_{\text{یخ}} = \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}}, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{g}{cm^3}, \Delta V = \frac{-m'}{9}}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = -10 \frac{m'}{m}$$

$$\xrightarrow{\text{درصد تغییرات حجم} = -2/5} -2/5 = -10 \frac{m'}{m} \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{1}{4} (*)$$

اکنون مقداری از یخ که تبدیل به آب می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$Q = m' L_F \xrightarrow{Q = 10080 J, L_F = 336 kJ = 336 \times 10^3 J} m' = \frac{10080}{336 \times 10^3} = 0.03 kg = 30g$$

$$\xrightarrow{(*)} m = 120g \Rightarrow \text{جرم باقیمانده} = 120 - 30 = 90g$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تبخیر سطحی فرآیندی گرماگیر است. با توجه به اینکه آب در دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد باید بخشی از آب منجمد شود تا از این طریق که فرآیندی گرماده می‌باشد، گرمای موردنیاز تبخیر سطحی فراهم شود. جرم آب تبخیر شده برابر است با:

$$m_{\text{تبخیر شده}} = \frac{2}{100} \times 2 = \frac{4}{100} kg = 40g$$

طبق قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{تبخیر}} + Q_{\text{انجماد}} = 0 \Rightarrow (m_{\text{تبخیر شده}} L_V) + (-m_{\text{تبخیر شده}} L_F) = 0$$

$$\xrightarrow{L_V = 8 L_F, m_{\text{تبخیر شده}} = 40g} (40 \times 8 L_F) = m_{\text{منجمد شده}} L_F$$

$$\Rightarrow m_{\text{منجمد شده}} = 40 \times 8 = 320g$$

جرم آب باقی مانده را به دست می‌آوریم:

$$m_{\text{آب باقی مانده}} = m_{\text{اولیه}} - m_{\text{تبخیر شده}} = m_{\text{منجمد شده}} = (2000 - 40 - 320) = 1640g = 1.64 kg$$

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

$$Q = mc_{\text{آب}} \Delta \theta \xrightarrow{m = 1.64 kg, c = 4200 \frac{J}{kg.K}, \Delta \theta = 10^\circ C}$$

$$Q = 1.64 \times 4200 \times 10 = 68880 J = 68.88 kJ$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم لایه یخ بالای استخر را می‌یابیم:

$$m = \rho V \xrightarrow{V=Ah} m = \rho Ah \xrightarrow{h=1\text{ cm}=0.01\text{ m}, A=100\text{ m}^2} m = 900 \times \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 100 \times 0.01 = 900\text{ kg}$$

اکنون گرمای لازم برای تبدیل ۹۰۰ kg یخ 0°C به آب 0°C را می‌یابیم:

$$Q = mL_F \xrightarrow{L_F=330 \frac{\text{J}}{\text{g}}} Q = 900000\text{ g} \times 330 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

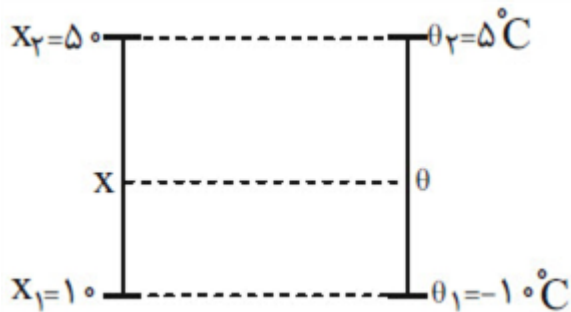
$$Q = 9 \times 33 \times 10^6\text{ J} = 297\text{ MJ}$$

اکنون با یک تناسب ساده، زمان لازم را می‌یابیم. دقت کنید، چون در هر ساعت بر یک متر مربع $\frac{3}{4}\text{ MJ}$ انرژی تابشی

خورشید می‌تابد، بر 100 m^2 در هر ساعت ۷۵ MJ انرژی تابیده خواهد شد.

$$\frac{1\text{ h}}{\Delta t} = \frac{75\text{ MJ}}{297\text{ MJ}} \Rightarrow \Delta t = \frac{297}{75} = 3.96\text{ h}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1} \xrightarrow{\theta=x} \frac{\theta-50}{10-50} = \frac{\theta-50}{-10-50}$$

$$\Rightarrow 3\theta - 150 = 8\theta - 40 \Rightarrow -110 = 5\theta \Rightarrow \theta = -22^\circ\text{C}$$

$$F = 1/8\theta + 32 = 1/8(-22) + 32 = -2.75^\circ\text{F}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بنا به رابطه ی $\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta t)$ ، رابطه تغییر چگالی جیوه برابر است با:

$$\rho_2 = \rho_1 = \rho_1\beta\Delta T \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -\beta\Delta T \xrightarrow{\Delta T=50^\circ\text{C}} \xrightarrow{\beta=18 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}} \frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -18 \times 10^{-5} \times 50$$

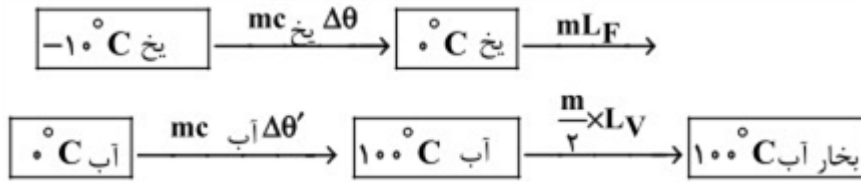
$$\Rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -9 \times 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{\text{محاسبه ی درصد تغییرات}} \frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = -9 \times 10^{-3} \times 100 = -0.9\%$$

علامت منفی نشان می‌دهد چگالی جیوه کاهش یافته است.

ابتدا، برای سادگی محاسبه، $c_{\text{یخ}}$ ، L_F و L_V را بر حسب $c_{\text{آب}}$ می‌نویسیم و با توجه به طرح‌واره‌ی زیر جرم آب را می‌یابیم. دقت کنید، چون در نهایت ۲ kg آب 100°C داریم، بنابراین نیمی از جرم اولیه یخ تبدیل به بخار آب 100°C شده است.

$$L_F = 80 \cdot c_{\text{آب}} \quad \text{و} \quad \frac{c_{\text{آب}}}{2} \quad \text{و} \quad L_V = 540 \cdot c_{\text{آب}}$$



$$Q = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta' + \frac{m}{2} L_V$$

$$\Delta\theta = 10^\circ\text{C}; \Delta\theta' = 100^\circ\text{C}$$

$$Q = 4 \left(\frac{c_{\text{آب}}}{2} \times 10 + 80 \cdot c_{\text{آب}} + 100 \cdot c_{\text{آب}} + \frac{540}{2} c_{\text{آب}} \right) = 4 \times c_{\text{آب}} \times 455$$

$$Q = 1820 \cdot c_{\text{آب}}$$

اکنون مشخص می‌کنیم گرمای داده شده به یخ، دمای چند کیلوگرم آب را 20°C افزایش می‌دهد:

$$Q = m' c_{\text{آب}} \Delta\theta'' \xrightarrow[\Delta\theta'' = 20^\circ\text{C}]{Q = 1820 \cdot c_{\text{آب}}} 1820 \cdot c_{\text{آب}} = m' \times c_{\text{آب}} \times 20$$

$$\Rightarrow m' = 91 \text{ kg}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آنکه نصف جرم یخ ذوب شود، ابتدا باید دمای تمام جرم اولیه یخ از 10°C به 0°C برسد و سپس نصف جرم یخ 0°C ذوب شود، در ضمن چون مخلوطی از آب و یخ وجود دارد، دمای تعادل 0°C است. داریم:

$$100^\circ\text{C} \text{ بخار آب} \xrightarrow{Q_1 = -mL_V} 100^\circ\text{C} \text{ آب} \xrightarrow{Q_2 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}} 0^\circ\text{C} \text{ آب}$$

$$-10^\circ\text{C} \text{ یخ} \xrightarrow{Q_3 = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}}} 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \xrightarrow{Q_4 = +m_{\text{یخ ذوب شده}} L_F} 0^\circ\text{C} \text{ آب}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 \Rightarrow -m_{\text{بخار}} L_V + m_{\text{بخار}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m'_{\text{یخ ذوب شده}} L_F$$

$$= 0 \xrightarrow{L_v = 2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, L_F = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, m_{\text{یخ}} = 0.4 \text{ kg}}$$

$$c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, m_{\text{یخ ذوب شده}} = \frac{1}{2} \times 0.4 = 0.2 \text{ kg}$$

$$-m_{\text{بخار}} \times 2256000 + m_{\text{بخار}} \times 4200 \times (0 - 100) + 0.4 \times 2100 \times (0 - (-10)) + 0.2 \times 334000 = 0$$

$$2676000 m_{\text{بخار}} = 840 + 6680 \Rightarrow m_{\text{بخار}} = \frac{7520}{2676 \times 10^3} = 2/81 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_{\text{بخار}} = 2/81 \times 10^{-2} \times 10^3 \text{ g} = 2/81 \text{ g}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر حجم مایع و ظرف را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{ظرف}} = 2L = 2 \times 10^{-2} \text{ cm}^3, \Delta\theta = 60^\circ \text{C}$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_{\text{ظرف}} \Delta\theta = (3\alpha)(2 \times 10^{-2})(60) = 36 \times 10^{-4} \alpha$$

$$V_{\text{مایع}} = \frac{1}{1.1} V_{\text{ظرف}} = \frac{1}{1.1} \times 2 \times 10^{-2} \text{ cm}^3, \beta = 6 \times 10^{-2} \frac{1}{^\circ \text{C}}$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \beta V_{\text{مایع}} \Delta\theta = (6 \times 10^{-2}) \left(\frac{1}{1.1} \times 2 \times 10^{-2} \right) (60) = 576 \text{ cm}^3$$

با توجه به این‌که 32 cm^3 مایع سرریز شده است، می‌توان نوشت:

حجم مایع سرریز شده + حجم قسمت خالی ظرف + افزایش حجم ظرف = افزایش حجم مایع

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + V_{\text{خالی}} + 32 \xrightarrow{V_{\text{خالی}} = \frac{2}{1.1} V_{\text{ظرف}} = \frac{2}{1.1} \times 2 \times 10^{-2} \text{ cm}^3}$$

$$\Rightarrow 576 = (36 \times 10^{-4} \alpha) + \left(\frac{2}{1.1} \times 2 \times 10^{-2} \right) + 32 \Rightarrow 576 = 36 \times 10^{-4} \alpha + 432$$

$$\Rightarrow 144 = 36 \times 10^{-4} \alpha \Rightarrow \alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انبساط طولی و برابر بودن طول دو میله در دمای θ داریم:

$$\begin{cases} L_{\text{A}} = L_{\text{A}}(1 + \alpha_A \Delta\theta_A) \\ L_{\text{B}} = L_{\text{B}}(1 + \alpha_B \Delta\theta_B) \end{cases} \xrightarrow{L_{\text{A}}=L_{\text{B}}} L_{\text{A}}(1 + \alpha_A \Delta\theta_A) = L_{\text{B}}(1 + \alpha_B \Delta\theta_B)$$

$$\Rightarrow 3(1 + 2/4 \times 10^{-6} \times \theta) = 4(1 + \alpha_B \theta) \Rightarrow 3 + 7/2 \times 10^{-6} \theta = 4 + 4\alpha_B \theta$$

$$\Rightarrow 7/2 \times 10^{-6} \theta - 4\alpha_B \theta = 4 - 3 \Rightarrow 7/2 \times 10^{-6} \theta - 4\alpha_B \theta = 1 \quad (1)$$

از طرفی می‌دانیم شیب خط نمودار $L - \theta$ برابر با $L\alpha$ است، بنابراین:

$$\begin{cases} \text{شیب نمودار A} = \frac{6-2}{\theta} \\ \text{شیب نمودار A} = L_{\text{A}} \alpha_A = 4 \times 2/4 = 10^{-6} \end{cases} \Rightarrow \frac{2}{\theta} = 2 \times 2/4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{4}{3 \times 2/4 \times 10^{-6}} = \frac{1}{2/4 \times 10^{-6}} C \quad (2)$$

با توجه به روابط ۱ و ۲ داریم:

$$7/2 \times 10^{-6} \times \frac{1}{2/4 \times 10^{-6}} - 4\alpha_B \times \frac{1}{2/4 \times 10^{-6}} = 1 \Rightarrow 3 - \frac{\alpha_B}{0.6 \times 10^{-6}} = 1 \Rightarrow 2 = \frac{\alpha_B}{0.6 \times 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \alpha_B = 1/2 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

۳۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ارتفاع مایع برابر است با:

$$h_2 = \frac{V_2}{A_2} = \frac{V_1(1 + \beta\Delta T)}{A_1(1 + \alpha\Delta T)} = h_1 \frac{1 + \beta\Delta T}{1 + \alpha\Delta T}$$

تغییر ارتفاع مایع برابر است با:

$$\begin{aligned}\Delta h &= h_2 - h_1 \frac{1 + \beta\Delta T}{1 + \alpha\Delta T} - h_1 \Rightarrow \Delta h = h_1 \left[\frac{1 + \beta\Delta T}{1 + \alpha\Delta T} - 1 \right] \\ \Rightarrow \Delta h &= \left(\frac{1/28}{2} \right) \times \left[\frac{1 + (4 \times 10^{-5}) \times 10}{1 + 2 \times 10^{-5} \times 10} - 1 \right] \Rightarrow \Delta h = 0/64 \times \left[\frac{1 + 4 \times 10^{-4}}{1 + 2 \times 10^{-4}} - 1 \right] \\ \Rightarrow \Delta h &= 0/64 \times \left[\frac{1 + 4 \times 10^{-4} - 1 - 2 \times 10^{-4}}{1 + 2 \times 10^{-4}} \right] \Rightarrow \Delta h = 0/64 \times \left[\frac{2 \times 10^{-4}}{1 + 2 \times 10^{-4}} \right] \\ \Rightarrow \Delta h &= 1/28 \times 10^{-4} = 0/128 \text{ mm}\end{aligned}$$

دقت کنید: برای محاسبه کسر بالا می‌توانید مقدار مخرج را تقریباً برابر یک در نظر بگیرید.

۳۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه گرما و اطلاعات موجود بر روی نمودار، داریم:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 368 - 288 = 80 \text{ K}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 4200 \times 80 = 1/68 \times 10^6 \text{ J} \Rightarrow Q = 1/68 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{1/68 \times 10^3}{600} = 2800 \text{ W} \Rightarrow P = 2/8 \text{ kW}$$

توان سماور برابر است با:

۳۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. حداکثر مقدار بخار آب وارد شده به ظرف مربوط به حالتی است که دمای تعادل برابر 0°C شود و در ظرف فقط یخ 0°C داشته باشیم.

$$\text{یخ } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{آب } 100^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_3}$$

$$\text{یخ } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_4} \text{یخ } -15^\circ \text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 \xrightarrow{Q_1 = mL_v, Q_2 = mc_{\text{آب}}\Delta\theta, Q_3 = mL_F, Q_4 = m'c_{\text{یخ}}\Delta\theta'}$$

$$mL_v + mc_{\text{آب}}\Delta\theta + mL_F = m'c_{\text{یخ}}\Delta\theta' \xrightarrow{c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2}c_{\text{آب}}, L_F = 80c_{\text{آب}}, m' = 240g, L_v = 540c_{\text{آب}}, \Delta\theta = 100^\circ \text{C}, \Delta\theta' = 15^\circ \text{C}}$$

$$mc_{\text{آب}}(540 + 100 + 80) = 240 \times \frac{c_{\text{آب}}}{2} \times 15 \Rightarrow m = \frac{240 \times 15}{2 \times 720} = 2/5g$$

۳۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تغییرات حجم بالن و اتانول را به صورت جداگانه حساب می‌کنیم. حجم اولیه هر دو و

همچنین تغییرات دمای آن‌ها کاملاً یکسان است.

$$\begin{cases} \Delta V_{\text{اتانول}} = V_1\beta_{\text{اتانول}}\Delta\theta \Rightarrow \Delta V_{\text{اتانول}} = 2 \times 1/1 \times 10^{-3} \times (52 - 12) = 0/88L \\ \Delta V_{\text{بالن}} = V_1\beta_{\text{شیشه}}\Delta\theta = V_1(3\alpha_{\text{شیشه}})\Delta\theta \Rightarrow \Delta V_{\text{بالن}} = 2 \times 3 \times 4 \times 10^{-6} \times (52 - 12) \\ = 9/6 \times 10^{-4}L \end{cases}$$

حجم اتانول سرریز شده، معادل اختلاف تغییرات حجم اتانول و بالن است، بنابراین:

$$\text{حجم اتانول بیرون ریخته شده} = \Delta V_{\text{اتانول}} - \Delta V_{\text{بالن}} = 0/88 - 9/6 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow \text{حجم اتانول بیرون ریخته شده} = 0/8704L = 87/04 \text{ mL}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۵ درصد از انرژی مصرفی المنت هدر می‌رود، یعنی ۷۵ درصد یا $\frac{3}{4}$ توان مصرفی آن، صرف

گرم کردن مایع درون قابلمه می‌شود، بنابراین:

- با فرض آن که یک کیلوگرم مایع درون قابلمه باشد، سؤال را حل می‌کنیم:

$$P_{\text{مصرفی}} = 1200W \xrightarrow{P_{\text{مفید}} = \frac{3}{4}P_{\text{مصرفی}}} P_{\text{مفید}} = \frac{3}{4} \times 1200 = 900W$$

در نتیجه انرژی گرمایی مفیدی که به مایع داده می‌شود، برابر است با:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P_{\text{مفید}} \times \Delta t = 900 \times 4 \times 60 = 2/16 \times 10^5 J$$

از رابطه گرما داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{2/16 \times 10^5}{1 \times 4000} \Rightarrow \Delta\theta = 54^\circ C$$

حال تغییرات دمایی مایع را برحسب درجه فارنهایت به دست می‌آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 54 = 97/2^\circ F$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta = \rho V c \Delta\theta = \rho \times \frac{4}{3} \pi R^3 c (\Delta\theta)$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{\rho_A c_A (R_A)^3}{\rho_B c_B (R_B)^3} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = 2 \times \frac{1}{2} \times (2)^3 = 8$$

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

$$\frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{R_A \alpha_A (\Delta\theta_A)}{R_B \alpha_B (\Delta\theta_B)} \Rightarrow 0/4 = 2 \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{0/4}{\frac{1}{4}} = 1/6$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مساحت ورقه ۰/۱ درصد افزایش یافته است. یعنی:

$$\Delta A = \frac{0/1}{100} A_1 \Rightarrow \Delta A = \frac{1}{100} A_1$$

در این حالت، از رابطه انبساط سطحی داریم:

$$\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta_1 \Rightarrow \frac{1}{100} A_1 = A_1 2\alpha \Delta\theta_1 \Rightarrow \frac{1}{200} = \alpha \Delta\theta_1$$

با مقایسه گرمای داده شده به جسم در دو حالت داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{c_2}{c_1} \cdot \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \Rightarrow 2 = \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \Rightarrow \Delta\theta_2 = 4\Delta\theta_1$$

$$\alpha \Delta\theta_2 = \alpha \times 4\Delta\theta_1 = \frac{4}{200}$$

در حالت دوم، نسبت مساحت نهایی به مساحت اولیه برابر است با:

$$A'_2 = A'_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta_2) \Rightarrow \frac{A'_2}{A'_1} = (1 + 2\alpha \Delta\theta_2) = \left(1 + 2 \times \frac{4}{200}\right) = 1/004$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای θ_2 را محاسبه می‌کنیم.

$$F = \theta_C \Rightarrow \frac{9}{5} \theta_2 + 32 = \theta_2 \omega \frac{4}{5} \theta_2 = -32 \omega \theta_2 = -40^\circ C$$

دمای اولیه میله برحسب درجه‌ی سلسیوس برابر است با:

$$F_1 = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \xrightarrow{F_1 = 140^\circ F} \frac{9}{5} \theta_1 + 32 = 140 \Rightarrow \theta_1 = 60^\circ C$$

بنابراین دمای میله از $60^\circ C$ به $-40^\circ C$ رسیده و درصد تغییرات طول آن برابر است با:

$$\alpha \Delta \theta \times 100 = 2 \times 10^{-5} \times (-40 - 60) \times 100 = \% - 0.2$$

بنابراین طول میله 0.2% درصد کاهش یافته است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کوچک‌ترین قالب یخی که می‌تواند دمای تعادل را به $0^\circ C$ برساند، قالبی است که در فرایند رسیدن به تعادل کاملاً ذوب شده باشد:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow m_w c_w \Delta \theta_w + [m_i c_i \Delta \theta_i + m_i L_F] = 0$$

$$m_w (2 c_i) [0 - (10)] + m_i c_i [0 - (-10)] + m_i \times 160 c_i = 0$$

$$-20 m_w c_i + 10 m_i c_i + 160 m_i c_i = 0 \Rightarrow 170 m_i c_i = 20 m_w c_i$$

$$m_i = \frac{20 m_w c_i}{170 c_i} = \frac{2}{17} m_w \Rightarrow m + i = \frac{2}{17} m_w$$

بزرگ‌ترین قالب یخی که می‌تواند دمای تعادل را به $0^\circ C$ برساند، قالبی است که در فرایند رسیدن به تعادل تمام آب داخل ظرف را کاملاً منجمد کند.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow [m_w c_w \Delta \theta - m_w L_F] + m_i c_i \Delta \theta_i = 0$$

$$m_w (2 c_i) [0 - 10] - m_w \times 160 c_i + m_i c_i [0 - (-10)] = 0$$

$$-20 m_w c_i - 160 m_w c_i + 10 m_i c_i = 0 \Rightarrow 180 m_w c_i = 10 m_i c_i$$

$$m_i = \frac{180 m_w c_i}{10 c_i} = 18 m_w \xrightarrow[\text{کوچک ترین قالب یخ}]{\text{نسبت جرم بزرگ ترین به جرم}} \frac{m_i}{m_i} = \frac{18 m_w}{\frac{2}{17} m_w} = 153$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون رابطه‌ی بین دمای نشان داده شده در دماسنج معرفی شده و دماسنج سلسیوس، به

$$x = a\theta + b \Rightarrow \begin{cases} x_1 = a\theta_1 + b \\ x_2 = a\theta_2 + b \end{cases}$$

صورت خطی تغییر می‌کند، برای دو دمای متفاوت داریم:

اگر طرفین رابطه‌ها را از یکدیگر کم کنیم، داریم:

$$x_2 - x_1 = a\theta_2 + b - a\theta_1 - b \Rightarrow x_2 - x_1 = a(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow \Delta x = a \times \Delta \theta$$

$$\xrightarrow[\Delta x = 10]{\Delta \theta = 15^\circ C} 10 = a \times 15 \Rightarrow a = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

اکنون b را می‌یابیم. چون به ازای $\theta = 60^\circ C$ ، دماسنج نامشخص $x = 20$ را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$x = a\theta + b \Rightarrow 20 = \frac{2}{3} \times 60 + b \Rightarrow b = -20$$

بنابراین با توجه به رابطه $x = \frac{2}{3}\theta - 20$ ، اگر x و θ با یکدیگر برابر باشند، داریم:

$$x = \theta \Rightarrow \frac{2}{3}\theta - 20 = \theta \Rightarrow -\frac{1}{3}\theta = 20 \Rightarrow \theta = -60^\circ C$$

۴۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم تغییر حجم واقعی مایع برابر افزایش حجم ظرف به اضافه افزایش حجم ظاهری مایع (یعنی مجموع حجم مایع سرریز شده و حجم فضای خالی بالای مایع) است. بنابراین، چون در ابتدا ظرف کاملاً پر نبوده است، باید حجم فضای خالی بالای مایع را به حجم مایع سرریز شده اضافه کنیم تا افزایش حجم ظاهری مایع به دست آید.

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = 2/96 + (300 - 290) = 12/96 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{واقعی}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + \Delta V_{\text{ظاهری}} \xrightarrow{\Delta V = \beta V_1 \Delta T} \beta_{\text{مایع}} V_1 \Delta T = \beta_{\text{ظرف}} V_1 \Delta T + 12/96$$

$$\beta_{\text{ظرف}} = 3\alpha, V_1 = 290 \text{ cm}^3, \Delta T = 70 - 10 = 60^\circ \text{C}$$

$$\xrightarrow{\beta_{\text{مایع}} = 9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}, V_1 = 300 \text{ cm}^3}$$

$$9 \times 10^{-4} \times 290 \times 60 = 3\alpha \times 300 \times 60 + 12/96 \Rightarrow 15/66 = 54 \times 10^{-3} \alpha + 12/96$$

$$\Rightarrow 2/7 = 54 \times 10^{-3} \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2/7}{54 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$$

دقت کنید که در صورت سؤال، ضریب انبساط طولی ظرف (α) خواسته شده است.

۴۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و یا رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان‌های باد ساحلی و انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن، همگی نمونه‌هایی از پدیده همرفت طبیعی هستند.

سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها، سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خونگرم، نمونه‌هایی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.

۴۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فشار سنج، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد. بنابراین فشار مطلق گاز درون استوانه برابر

$$P = P_g + P_v = 4 + 1 = 5 \text{ atm}$$

است با:

مطابق قانون گازهای کامل داریم:

$$PV = nRT \xrightarrow{R = 8 \frac{J}{\text{mol.K}} \text{ و } V = 12 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ K}, P = 5 \text{ atm} = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{5 \times 10^5 \times 12 \times 10^{-3}}{8 \times 300} = 2/5 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m = nM = 2/5 \times 32 = 12.8 \text{ g}$$

۴۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این که هوای درون لوله گاز کامل است و دمای آن ثابت می‌باشد، مطابق قانون گاز کامل داریم:

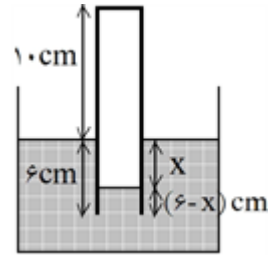
$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \xrightarrow{V=Ah} P_1 \times h_1 = P_2 \times h_2$$

$$\frac{P_1 = 75 \text{ cm Hg} \text{ و } h_1 = 16 \text{ cm}}{P_2 = (75+x) \text{ cm Hg}, h_2 = (10+x) \text{ cm}} \rightarrow 75 \times 16 = (75+x)(10+x)$$

$$\Rightarrow x^2 + 85x + 750 = 1200 \Rightarrow x^2 + 85x - 450 = 0 \Rightarrow (x+90)(x-5) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = -90 \text{ cm} & \text{غ ق ق} \\ x = 5 \text{ cm} \end{cases}$$

$$6 - x = 1 \text{ cm}$$



۴۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اول محاسبه انرژی جنبشی چکش:

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (5)^2 = 1 \times 25 = 25 J$$

$$Q = 0.6 K = 15 J$$

$$Q = mc \Delta \theta \quad \text{از طرفی:}$$

$$\Delta \theta = \frac{Q}{mc} = \frac{15}{5 \times 10^{-3} \times 400} = \frac{15}{2000 \times 10^{-3}} \Rightarrow \Delta \theta = 7.5^\circ C$$

۴۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از رابطه عمومی $L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta \theta)$ استفاده می‌کنیم.

$$L_{2A} = L_{1A}(1 + \alpha_A \Delta \theta) \Rightarrow L_{2A} = 1(1 + 12 \times 10^{-6} \times \Delta \theta) = 1 + 12 \times 10^{-6} \Delta \theta$$

$$L_{2B} = L_{1B}(1 + \alpha_B \Delta \theta) \Rightarrow L_{2B} = 1(1 + 20 \times 10^{-6} \times \Delta \theta) = 1 + 20 \times 10^{-6} \Delta \theta$$

$$L_{2B} - L_{2A} = 4 \times 10^{-4} \quad \text{از طرفی:}$$

$$(1 + 20 \times 10^{-6} \Delta \theta) - (1 + 12 \times 10^{-6} \Delta \theta) = 4 \times 10^{-4}$$

$$8 \times 10^{-6} \Delta \theta = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow \Delta \theta = \frac{4 \times 10^{-4}}{8 \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^2 = 50^\circ C$$

۴۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

هریک لیتر آب یک کیلوگرم جرم دارد. $m_1 + m_2 = 28$ (۱)

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \Rightarrow c_1 = c_2 \Rightarrow 40 = \frac{10 m_1 + 18 m_2}{28} \quad (2)$$

از حل معادله ۱ و ۲ جواب ۲ درست است.

$$(1) m_1 = 28 - m_2$$

$$(2) 40 = \frac{10(28 - m_2) + 18 m_2}{28} \Rightarrow 40 \times 28 = 280 - 10 m_2 + 18 m_2$$

$$m_2 = 12 \text{ kg} \quad m_1 = 28 - 12 = 16 \text{ kg}$$

۵۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T) \\ \Delta \theta = \Delta T \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = (1 - \beta \Delta T) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = (1 - 3 \times 10^{-5} \times 200)$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = (1 - 0.012) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 0.988$$

۵۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دقت کنید: محیط از جنس طول است، پس:

$$\alpha = 2 \times 10^{-4} K^{-1} \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-4} K^{-1}$$

از رابطه‌ی انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = \alpha L \Delta T = \alpha L \Delta \theta$$

به‌جای L ، محیط (P) را قرار می‌دهیم:

$$\Delta P = \alpha P \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \Delta P = 2 \times 10^{-4} \times 1 \times (100 - 10) = 0.018 m = 18 mm$$

۵۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا، برای سادگی محاسبه، یخ، L_F و L_V را برحسب $c_{\text{آب}}$ می‌نویسیم و با توجه به طرح‌واره‌ی زیر جرم آب را می‌یابیم. دقت کنید، چون در نهایت ۲ kg آب $100^\circ C$ داریم، بنابراین نیمی از جرم اولیه یخ تبدیل به بخار آب $100^\circ C$ شده است.

$$L_F = 80 c_{\text{آب}}, c_{\text{یخ}} = \frac{c_{\text{آب}}}{2} \text{ و } L_V = 540 c_{\text{آب}}$$

$$\boxed{-10^\circ C \text{ یخ}} \xrightarrow{m C_{\text{یخ}} \Delta \theta} \boxed{0^\circ C \text{ یخ}} \xrightarrow{m L_F}$$

$$\boxed{0^\circ C \text{ آب}} \xrightarrow{m C_{\text{آب}} \Delta \theta'} \boxed{100^\circ C \text{ آب}} \xrightarrow{\frac{m}{2} \times L_V} \boxed{100^\circ C \text{ بخار}}$$

$$Q = m c_{\text{یخ}} \Delta \theta + m L_F + m c_{\text{آب}} \Delta \theta' + \frac{m}{2} L_V \xrightarrow[\substack{\Delta \theta = 10^\circ C, \Delta \theta' = 100^\circ C \\ m = 4 kg}]{} \rightarrow$$

$$Q = 4 \left(\frac{c_{\text{آب}}}{2} \times 10 \times 80 c_{\text{آب}} + 100 c_{\text{آب}} + \frac{540}{2} c_{\text{آب}} \right) = 4 \times c_{\text{آب}} \times 455 \Rightarrow Q = 1820 c_{\text{آب}}$$

اکنون مشخص می‌کنیم گرمای داده شده به یخ، دمای چند کیلوگرم آب را $20^\circ C$ افزایش می‌دهد:

$$Q = m' c_{\text{آب}} \Delta \theta'' \xrightarrow[\substack{Q = 1820 c_{\text{آب}} \\ \Delta \theta'' = 20^\circ C}]{} 1820 c_{\text{آب}} = m' \times c_{\text{آب}} \times 20 \Rightarrow m' = 91 kg$$

۵۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به هر دو کره به یک اندازه گرما داده‌ایم، پس:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \xrightarrow[\substack{m_A = 3 m_B \\ c_A = c_B}]{} \Delta \theta_B = 3 \Delta \theta_A$$

برای مقایسه‌ی افزایش شعاع کره‌ها می‌نویسیم:

$$\frac{\Delta R_B}{\Delta R_A} = \frac{R_B \times \alpha \times \Delta \theta_B}{R_A \times \alpha \times \Delta \theta_A} \xrightarrow[\substack{R_B = 3 R_A \\ \Delta \theta_B = 3 \Delta \theta_A}]{} \frac{\Delta R_B}{\Delta R_A} = \frac{R_B \times \alpha \times \Delta \theta_B}{R_B \times \alpha \times \Delta \theta_A} = 1$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جیوه ۵۰ درجه سلسیوس را با اندیس ۱ و جیوه ۲۰ درجه سلسیوس را با اندیس ۲ نشان می‌دهیم. ابتدا می‌توان معادله مربوط به تعادل گرمایی را نوشت تا نسبت جرم دو جیوه مشخص شود:

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0 \xrightarrow{c_1=c_2} m_1 \times (40 - 50) + m_2 \times (40 - 20) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 = 2m_2 \quad (2)$$

با استفاده از رابطه چگالی، جرم مربوط به ۶/۰ لیتر جیوه را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 13/5 \times 0/6 \times 10^3 = 8100g$$

پس مجموع جرم جیوه‌ها باید برابر با ۸۱۰۰g باشد. یعنی:

با ترکیب روابط ۱ و ۲ داریم:

$$\xrightarrow{2,1} 2m_2 + m_2 = 8100 \Rightarrow m_2 = \frac{8100}{3} = 2700g$$

$$m_1 = 2m_2 = 2 \times 2700 = 5400g$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به گرمای داده شده به کره‌ها می‌توان نوشت:

$$Q_B = 2Q_A \Rightarrow m_{BCB} \Delta T_B = 2m_{ACA} \Delta T_A \xrightarrow{m=\rho V} \rho_B V_{,B} \Delta T_B = 2\rho_A V_{,A} \Delta T_A$$

$$\xrightarrow{\rho_A=\rho_B} V_{,B} \Delta T_B = 2V_{,A} \Delta T_A \Rightarrow \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A} = 2 \frac{V_{,A}}{V_{,B}} \quad (1)$$

برای تغییر حجم فلز آن‌ها داریم:

$$\Delta V = V_{,A} (\alpha_A) \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{,A}}{V_{,B}} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$$

$$\xrightarrow{(1)} \xrightarrow{\alpha_A=\alpha_B} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{,A}}{V_{,B}} \times 1 \times \frac{V_{,B}}{2V_{,A}} = \frac{1}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$m' = \frac{Q}{L_F} = \frac{2520}{336} = 7/5g$$

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

$$m_{\text{آب}} = 40 - 7/5 = 32/5g$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انبساط طولی در اثر تغییر دما داریم:

$$L_{1A} - L_{1B} = 50 \text{ cm} \quad (1)$$

$$L_{2A} - L_{2B} = 49/97 \text{ cm} \Rightarrow L_{1A}(1 + \alpha_A \Delta T) - L_{1B}(1 + \alpha_B \Delta T) = 49/97$$

$$\Rightarrow L_{1A} + L_{1A} \alpha_A \Delta T - L_{1B} - L_{1B} \alpha_B \Delta T = 49/97 \xrightarrow{(1)} 50 + (L_{1A} \alpha_A - L_{1B} \alpha_B) \Delta T$$

$$= 49/97 \Rightarrow (L_{1A} \alpha_A - L_{1B} \alpha_B) \Delta T = -0/3$$

$$\xrightarrow{\Delta T = 50^\circ \text{C}} (L_{1A} \times 12 \times 10^{-6} - L_{1B} \times 20 \times 10^{-6}) \times 50 = -0/3$$

$$\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

$$3L_{1A} - 5L_{1B} = -150 \xrightarrow{(1)} 3(L_{1B} + 50) - 5L_{1B} = -150 \Rightarrow 3L_{1B} + 150 - 5L_{1B} = -150$$

$$\Rightarrow -2L_{1B} = -300 \Rightarrow L_{1B} = 150 \text{ cm}$$

در نتیجه افزایش طول میله B برابر است با:

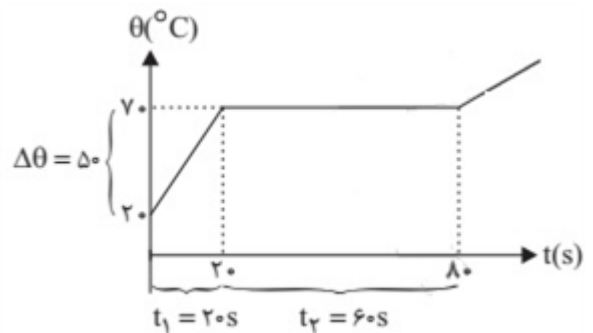
$$\Delta L_B = 150 \times 20 \times 10^{-6} \times 50 = 0/15 \text{ cm} = 1/5 \text{ mm}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق نمودار مشخص است که جسم در بازه‌ی زمانی صفر تا ۲۰ s جامد است و در بازه‌ی زمانی ۲۰ s تا ۸۰ s در حال ذوب شدن است. چون با توان ثابتی به جسم گرما داده می شود که در نتیجه می توان نوشت:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = mc\Delta\theta : \text{افزایش دمای ثابت} \\ Q_2 = mL_f : \text{تغییر حالت} \end{array} \right\} \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{mL_f}{mc\Delta\theta} \xrightarrow{Q=Pt} \frac{t_2}{t_1} = \frac{L_f}{c\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{60}{20} = \frac{L_f}{800 \times 50} \Rightarrow L_f = 120 \times 10^3 \frac{J}{^\circ C} = 120 \frac{kJ}{^\circ C}$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{360} = \frac{P_2}{300} \Rightarrow \frac{P_1}{6} = \frac{P_2}{5} \Rightarrow P_2 = \frac{5}{6} P_1 \quad (I)$$

$$P_1 = P_0 + \frac{mg}{A} = 10^5 + \frac{60}{6 \times 10^{-4}} = 10^5 + 10^5 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = \frac{5}{6} \times 2 \times 10^5 = \frac{5}{3} \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} \times 10^5 = 10^5 + \frac{m'g}{6 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} \times 10^5 = \frac{10 m'}{6 \times 10^{-4}} \Rightarrow m' = 4 \text{ kg}$$

$$\Delta m = 6 - 4 = 2 \text{ kg}$$

۶۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون باید بخار آب و یخ به آب $0^{\circ}C$ تبدیل شوند. دمای تعادل برابر صفر است. بنابراین، با توجه به طرحواره زیر مجموع گرماهای مبادله شده را برابر صفر قرار می‌دهیم و جرم بخار را می‌یابیم. دقت کنید، برای سهولت در محاسبه می‌توان نوشت:

$$-20^{\circ}C \xrightarrow{Q_1=m_{\text{یخ}} \Delta\theta} 0^{\circ}C \xrightarrow{Q_2=m_{\text{یخ}} L_F} 0^{\circ}C_{\text{آب}}$$

$$c_{\text{یخ}} = \frac{1}{9} c_{\text{آب}}, L_F = 80 c_{\text{آب}}, L_v = 540 c_{\text{آب}}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{آب} & \text{آب} & \text{بخار آب} \\ Q_3 = m c_{\text{آب}} \Delta\theta & Q_4 = m L_v & \\ 0^{\circ}C & 100^{\circ}C & 100^{\circ}C \end{array}$$

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

$$m' c_{\text{یخ}} (0 - (-20)) + m' L_F + m c_{\text{آب}} (0 - 100) - m L_v = 0 \xrightarrow{m' = \frac{64}{9} \text{ kg}}$$

$$\frac{64}{9} \times \frac{1}{9} c_{\text{آب}} \times 20 + \frac{64}{9} \times 80 c_{\text{آب}} - 100 c_{\text{آب}} - m \times 540 c_{\text{آب}} = 0 \xrightarrow{\text{با حذف } c_{\text{آب}} \text{ از طرفین}}$$

$$\frac{640}{9} + \frac{640 \times 8}{9} = 640 m \Rightarrow \frac{640 \times 9}{9} = 640 m \Rightarrow m = \frac{64}{640} = 0.1 \text{ kg} \Rightarrow m = 100 \text{ g}$$

۶۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L_A = L_A \alpha_A \Delta\theta \Rightarrow 2 \times 10^{-2} L_A = L_A \alpha_A \times 40$$

$$\alpha_A = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \frac{1}{^{\circ}C}$$

$$\alpha_B = 2 \alpha_A \Rightarrow \alpha_B = 10^{-2} \frac{1}{^{\circ}C}$$

$$\frac{\Delta A_B}{A_B} = 2 \alpha_B \Delta\theta = 2 \times 10^{-2} \times 120 = 24 \times 10^{-2} = 2.4\%$$

۶۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه تغییر حجم در اثر تغییر دما داریم:

$$\Delta V = 3 \alpha V_1 \Delta\theta$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 3 \alpha \Delta\theta \times 100$$

و ضریب انبساط خطی کره به صورت زیر به دست می‌آید:

$$0.25 = 3 \alpha \times 60 \times 100 \Rightarrow \alpha = \frac{25}{18} \times 10^{-5} K^{-1}$$

اکنون رابطه انبساط خطی را برای شعاع کره می‌نویسیم:

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow 1.02 R = R \left(1 + \frac{25}{18} \times 10^{-5} \Delta\theta \right) \Rightarrow \frac{25}{18} \times 10^{-5} \Delta\theta = 0.02$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{2 \times 10^{-3} \times 18}{25 \times 10^{-5}} = 144^{\circ}C$$

بنابراین افزایش دما نسبت به حالت قبل برابر است با:

$$144 - 60 = 84^{\circ}C$$

$$\begin{cases} \Delta A = \alpha A_1 \Delta \theta \\ A = \pi R^2 = 3 \times (0.1)^2 = 0.03 m^2 \Rightarrow \Delta A = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 0.03 \times 300 \\ \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta A = 4 \times 10^{-5} \times 9 = 36 \times 10^{-5} m^2$$

$$\begin{cases} \Delta A = 3/6 cm^2 \\ 1 m^2 = 10^4 cm^2 \end{cases} \quad \text{نکته:}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون گرمای موردنیاز برای ذوب یخ بیشتر از گرمای ایجاد شده از میعان بخار است، پس تمام بخار مایع شده و بخشی از یخ نیز ذوب می‌شود. ۶۴

$$\underbrace{Q_V}_{2240 \times 10} < \underbrace{Q_F}_{320 \times 100}$$

جرم یخ ذوب شده در اثر میعان بخار از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$m_{\text{یخ}} L_F - m_{\text{بخار}} L_V = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} = \frac{2240 \times 10}{320} = 70 g (1)$$

علاوه بر این، گرمایی که ۱۰ گرم آب با دمای $100^\circ C$ برای رسیدن به دمای $0^\circ C$ آزاد می‌کند نیز کم‌تر از گرمای لازم برای ذوب یخ باقی مانده است.

$$320 \times 30 = 9600 > 10 \times 4 \times 100 = 4000$$

بنابراین مقدار دیگری از یخ ذوب خواهد شد و مخلوط آب و یخ به تعادل خواهد رسید (در دمای $0^\circ C$): جرم یخ ذوب شده در اثر کاهش دمای آب نیز به صورت زیر به دست می‌آید:

$$m_{\text{یخ}} L_F = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} = \frac{10 \times 4 \times 100}{320} = 12.5 g (2)$$

بنابراین با توجه به ۱ و ۲، در مجموع 82.5 گرم یخ ذوب می‌شود و در آخر مخلوطی متشکل از 17.5 گرم یخ و 92.5 گرم آب در دمای $0^\circ C$ خواهیم داشت.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی اول برای محاسبه‌ی دمای تعادل، به صورت زیر عمل می‌کنیم: ۶۵

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

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow \theta_e = \frac{80 \times 15 + 20 \times 45}{80 + 20} \Rightarrow \theta_e = 21^\circ C$$

بنابراین در نهایت $100 g$ آب با دمای $21^\circ C$ داریم.

در مرحله‌ی دوم برای رساندن دمای $100 g$ آب به $81^\circ C$ توسط گرمکن الکتریکی داریم:

$$Q_1 = P \Delta t \Rightarrow (m_1 + m_2) c (\theta_2 - \theta_1) = P \Delta t$$

$$\Rightarrow (80 + 20) \times 10^{-3} \times 4200 \times (81 - 21) = 120 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 210 s$$

۶۶

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:

$$\begin{cases} Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + m_{\text{یخ}} L_F = m \times 2100 \times 20 + m \times \underbrace{336000}_{80 \times 4200} \\ \Rightarrow Q_{\text{یخ}} = 90m \times 4200 \\ |Q_{\text{آب}}| = |m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}| = 2 \times 4200 \times 60 = 120 \times 4200 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{Q_{\text{یخ}} = |Q_{\text{آب}}|} 90m \times 4200 = 120 \times 4200 \Rightarrow m = \frac{120}{90} = \frac{4}{3} \text{ kg}$$

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

$$\begin{cases} Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} = m \times 2100 \times 20 = 10m \times 4200 \\ |Q_{\text{آب}}| = |m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}| + |m_{\text{آب}} L_F| \\ \Rightarrow |Q_{\text{آب}}| = 2 \times 4200 \times 60 + 2 \times \underbrace{336000}_{80 \times 4200} = 280 \times 4200 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{Q_{\text{یخ}} = |Q_{\text{آب}}|} 10m \times 4200 = 280 \times 4200 \Rightarrow m = 28 \text{ kg}$$

بنابراین جرم یخ حداقل می‌تواند برابر $\frac{4}{3} \text{ kg}$ و حداکثر می‌تواند برابر 28 kg باشد.

۶۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. توجه کنید که ضریب انبساط حجمی ۳ برابر ضریب انبساط طولی بوده و از طرفی تغییر دما در حالت دوم ۴ برابر حالت اول است.

$$\text{درصد انبساط طولی} = \alpha \cdot \Delta\theta \times 100 \Rightarrow 2 = \alpha \times 15 \times 100$$

$$\text{درصد انبساط حجمی} = 3\alpha \cdot \Delta\theta \times 100 \Rightarrow ? = 3\alpha \times 60 \times 100$$

$$\Rightarrow \text{مقایسه روابط} \Rightarrow ? = 12 \times 2 = 24\%$$

۶۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا قضیه کار - انرژی جنبشی را برای نقاط A و B و سپس برای نقاط A و C می‌نویسیم.

$$W_t = K_B - K_A \Rightarrow W_{\text{mg}} = K_B - K_A \Rightarrow -mg \frac{h}{3} = K_B - K_A \quad (1)$$

$$W_t = K_C - K_A \Rightarrow -mgh = -K_A \quad (2)$$

اگر رابطه‌های ۱ و ۲ را به هم تقسیم کنیم، داریم:

$$\frac{1}{3} = \frac{K_B - K_A}{-K_A} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{K_B}{K_A} + 1 \Rightarrow \frac{K_B}{K_A} = \frac{2}{3} \xrightarrow{K = \frac{1}{2}mv^2} \left(\frac{v_B}{v_A} \right)^2 = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

۶۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای محاسبه‌ی تغییر حجم فلز به کاررفته در یک جسم می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} \Rightarrow \Delta V = \frac{m}{\rho} \beta \frac{Q}{mc} \Rightarrow \Delta V = \frac{\beta Q}{\rho c} \\ \Delta V = V_0 \beta \Delta\theta \end{cases}$$

با توجه به این‌که دو کره هم‌جنس هستند، ρ ، c و β برای آن‌ها یکسان است و چون به هر دو گرمای یکسانی داده‌ایم، Q دو کره هم برابر است، بنابراین تغییر حجم فلز به کاررفته در دو کره با هم برابر است.

دقت: در رابطه‌ی فوق، وجود یا عدم وجود حفره و یا اندازه‌ی حفره اهمیتی ندارد، به همین دلیل نیازی به دانستن شعاع داخلی کره‌ی توخالی نداشتیم.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. توان گرمکن ثابت است. بنابراین داریم:

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= mc\Delta\theta \\ Q_2 &= m'I_F + m'c'\Delta\theta' \end{aligned} \right\} \frac{Q_1=Pt_1}{Q_2=Pt_2} \frac{t_1}{t_2} = \frac{mc\Delta\theta}{m'I_F + m'c'\Delta\theta'}$$

$$m=2 \text{ kg}, c_{\text{فزر}}=700 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, \Delta\theta=56-20=36^\circ\text{C}$$

$$m'=400 \text{ g}=0.4 \text{ kg}, \Delta\theta'=40-0=40^\circ\text{C}, L_F=80 \text{ cal}, c_{\text{آب}}=4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2 \times 700 \times 36}{0.4 \times 4200 \times (80 + 40)} \xrightarrow{t_1=90 \text{ s}} \frac{90}{t_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow t_2 = 360 \text{ s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم با افزایش دمای یک جسم، حجم آن جسم افزایش می‌یابد، ولی جرم آن ثابت

می‌ماند و با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ ، چگالی جسم کاهش می‌یابد. با استفاده از رابطه تغییرات چگالی با دما،

$$\Delta\rho = -\frac{\rho}{\rho_0} \rho_1 \quad \text{داریم:}$$

$$\Delta\rho = -\beta\rho_1\Delta\theta \Rightarrow -\frac{\rho}{\rho_0}\rho_1 = -\beta\rho_1(1000 - 0) \Rightarrow \beta = \frac{\frac{\rho}{\rho_0}}{1000} \Rightarrow \beta = 6 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

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

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای آن‌که میله‌ها به هم برسند، مجموع افزایش طول آن‌ها باید برابر ۰/۵ cm شود.

$$\begin{cases} \Delta L_1 = L_1 \alpha_1 \Delta\theta \\ \Delta L_2 = L_2 \alpha_2 \Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \overbrace{\Delta L_1 + \Delta L_2}^{0.5 \text{ cm}} = (L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) \Delta\theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = (20 \times 6 / 25 \times 10^{-5} + 120 \times 3 / 125 \times 10^{-5}) \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = (125 \times 10^{-5} + 375 \times 10^{-5}) \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = 5 \times 10^{-3} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta = \frac{9}{5} \times 100 = 180^\circ\text{F}$$

تغییرات دما برحسب درجه‌ی فارنهایت

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مرحله‌ی اول: تبدیل آب 40°C به آب 100°C :

$$Q_1 = mc_w \Delta\theta \xrightarrow{\Delta\theta=100-40=60^\circ\text{C}} Q_1 = 60 mc_w$$

مرحله‌ی دوم: تبدیل آب 100°C به بخار آب 100°C :

$$Q_2 = mL_V \xrightarrow{L_V=540 \text{ cal}} Q_2 = 540 mc_w$$

پس درصد گرمایی که صرف افزایش دمای آب شده است، برابر خواهد بود با:

$$\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} \times 100 = \frac{60 mc_w}{60 mc_w + 540 mc_w} \times 100 = \frac{60 mc_w}{600 mc_w} \times 100 = 10\%$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به واحد ضریب انبساط حجمی، ابتدا تغییرات دما را برحسب درجه‌ی فارنهایت می‌نویسیم و سپس تغییر حجم را محاسبه می‌کنیم:

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

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta F \xrightarrow{\beta = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{F}, V_1 = 20000 L} \Delta V = (5 \times 10^{-4})(20000)(54) = 540 L$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 + \Delta V \Rightarrow V_2 = 20000 + 540 = 20540 L$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا نسبت گرمای ویژه مایع‌های A و B را به دست می‌آوریم $(m_A = m_B = m_C)$:

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A + m_B c_B \Delta \theta_B = 0 \Rightarrow c_A(16 - 12) + c_B(16 - 19) = 0$$

$$\Rightarrow c_B = \frac{4}{3} c_A \quad (1)$$

حال نسبت گرمای ویژه مایع‌های B و C را به دست می‌آوریم:

$$Q_B + Q_C = 0 \Rightarrow m_B c_B \Delta \theta_B + m_C c_C \Delta \theta_C = 0 \Rightarrow c_B(23 - 19) + c_C(23 - 28) = 0$$

$$\Rightarrow c_B = \frac{5}{4} c_C \quad (2)$$

$$\xrightarrow{2, 1} \frac{4}{3} c_A = \frac{5}{4} c_C \Rightarrow c_A = \frac{15}{16} c_C$$

در نهایت دمای تعادل مخلوط مایع‌های A و C را به دست می‌آوریم:

$$Q_A + Q_C = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A + m_C c_C \Delta \theta_C = 0 \Rightarrow \frac{15}{16} c_C (\theta - 12) + c_C (\theta - 28) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{31}{16} \theta = \frac{157}{4} \Rightarrow \theta \simeq 20/26^\circ C$$

$$F = 1/8 \theta + 32 \Rightarrow F \simeq 68/47^\circ F$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی انبساط حجمی با افزایش دما برای یک ماده، داریم:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \xrightarrow{\beta = 3\alpha, \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{3}{100}, \Delta \theta = 200^\circ C} \frac{3}{100} = 200 \times 3\alpha \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-5} K$$

$$\text{ضریب انبساط سطحی} = 2\alpha = 10^{-4} \frac{1}{K}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم آب موردنظر برابر است با:

$$m = \rho V = 1 \times 300 \times 10^3 = 3 \times 10^5 \text{ g}$$

گرمای لازم برای تبدیل آب 20°C به آب 100°C برابر است با:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 3 \times 10^5 \times 1 \times (100 - 20) = 24 \times 10^6 \text{ cal}$$

گرمای حاصل از سوختن هر گرم زغال برای گرم کردن آب برابر است با:

$$Q_{\text{زغال}} = 8000 \times \frac{60}{100} = 4800 \text{ cal}$$

حالا با نوشتن یک تناسب می‌توانیم جرم زغال موردنیاز را حساب کنیم:

جرم (g)	گرما (cal)
۱	۴۸۰۰
m	۲۴ × ۱۰ ^۶

$$\Rightarrow m = \frac{24 \times 10^6}{4800}$$

$$\Rightarrow m = \frac{1}{2} \times 10^4 \text{ g} \Rightarrow m = 5 \text{ kg}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از روابط تغییرات طول و تغییرات حجم برحسب تغییرات دما داریم:

$$\begin{cases} \Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta_1 \\ \Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 3 \times \frac{\Delta L}{L_1} \times \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 3 \times \frac{2}{30} \times \frac{60}{15} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$$

بنابراین درصد تغییرات حجم برابر است با:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q_A = m_A c_A \Delta\theta_A \Rightarrow m_A c_A = \frac{Q_A}{\Delta\theta_A} = \frac{Q}{\theta_A} \quad (1)$$

$$Q_B = m_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow m_B c_B = \frac{Q_B}{\Delta\theta_B} = \frac{Q}{\theta_B} \quad (2)$$

طبق رابطه تعادل گرمایی داریم:

$$Q = Q'_A + Q'_B = m_A c_A \Delta\theta'_A + m_B c_B \Delta\theta'_B \xrightarrow{\Delta\theta_A = \Delta\theta_B = \Delta\theta}$$

$$Q = \Delta\theta (m_A c_A + m_B c_B) \xrightarrow{(1), (2)} Q = \Delta\theta \left(\frac{Q}{\theta_A} + \frac{Q}{\theta_B} \right) \Rightarrow \left(\frac{1}{\theta_A} + \frac{1}{\theta_B} \right) \Delta\theta = 1$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{\theta_A \theta_B}{\theta_A + \theta_B}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دمای آب از 273K تا 280K افزایش یافته است، به عبارتی دمای آب از 0°C تا 7°C تغییر کرده است. با توجه به تغییرات حجم آب بر حسب دما، حجم آب از دمای 0°C تا 4°C کاهش و از دمای 4°C تا 7°C افزایش می‌یابد. اما چون جرم مایع، ثابت است، بنابراین فشار ناشی از آب در کف ظرف تغییر نمی‌کند. دقت کنید: نمی‌توان گفت چون ارتفاع افزایش یافته، پس فشار افزایش می‌یابد، زیرا افزایش ارتفاع باعث کاهش چگالی نیز می‌شود.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای گلوله را از $^{\circ}F$ و K به $^{\circ}C$ تبدیل می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow 293 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 20^{\circ}C$$

$$F_r = \frac{9}{5}\theta_r + 32 = \frac{9}{5}\theta_r + 32 = 158 \Rightarrow \theta_r = 70^{\circ}C$$

اکنون چگالی اولیه و سپس تغییر چگالی را می‌یابیم:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} \Rightarrow \rho_1 = \frac{64}{\frac{4}{3} \times 3 \times 2^3} = \frac{64}{32} = 2 \frac{g}{cm^3} = 2000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\Delta\rho = -\alpha\rho_1\Delta\theta \Rightarrow \Delta\rho = -3 \times 10^{-5} \times 2000 \times (70 - 20) \Rightarrow \Delta\rho = -3 \frac{kg}{m^3}$$

چون $\Delta\rho$ منفی به دست آمده است، چگالی کره کاهش می‌یابد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از روی نمودار می‌توان دریافت که قطعه‌ی فلز با دمای اولیه‌ی $160^{\circ}C$ به مدت ۴۰ دقیقه

با آهنگ ثابت $12 \frac{kJ}{min}$ گرما از دست داده و بدون تغییر حالت به دمای ثانویه $0^{\circ}C$ رسیده است. پس:

$$\frac{Q}{t} = P \Rightarrow C(\theta_r - \theta_1) = Pt \xrightarrow[t_r = 0^{\circ}C, \theta_1 = 160^{\circ}C]{t = 40 \text{ min}, P = -12 \frac{kJ}{min} = -12 \times 10^3 \frac{J}{min}}$$

$$(-12 \times 10^3) \times 40 = C \times (0 - 160) \Rightarrow C = \frac{(12 \times 10^3) \times 40}{160} = 3000 \frac{J}{K}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به انبساط ظرف (بالن شیشه‌ای)، مایع، انبساط واقعی انجام نمی‌دهد، یعنی حجم

نهایی آن از حجم انبساط واقعی باید کمتر باشد.

حجم اولیه‌ی مایع برابر است با:

$$\begin{cases} m = 270g \\ \rho = 0.9 \frac{g}{cm^3} \end{cases} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{270}{0.9} = 300 \text{ cm}^3$$

اگر مایع انبساط واقعی انجام می‌داد، حجم نهایی آن برابر بود با:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta = 300 \times 1/11 \times 10^{-3} \times \underbrace{(123 - 93)}_{30} = 9/9 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_r - V_1 \Rightarrow 9/9 = V_r - 300 \Rightarrow V_r = 309/9 \text{ cm}^3$$

بنابراین:

پس حال که انبساط واقعی رخ نداده، بالن مدرج، حجم مایع را کمتر از $309/9$ سانتی‌متر مکعب نشان می‌دهد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطه‌های زیر، گرمای کلی را می‌یابیم. دقت کنید، بخشی از گرمای

گرمکن توسط آب و بخشی دیگر توسط گرماسنج جذب می‌شود.

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} \Rightarrow Q_{\text{کل}} = mc\Delta T + C\Delta T$$

$$\xrightarrow[m = 200g = 0.2 \text{ kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K}]{\Delta T = \Delta\theta = 60 - 10 = 50^{\circ}C, C_{\text{گرماسنج}} = 180 \frac{J}{K}} Q_{\text{کل}} = 0.2 \times 4200 \times 50 + 180 \times 50$$

$$\Rightarrow Q_{\text{کل}} = 42000 + 9000 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 51000 J$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی $P = \frac{Q}{\Delta t}$ ، زمان را می‌یابیم.

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{کل}}}{P} \xrightarrow[P = 50W]{Q_{\text{کل}} = 51000J} \Delta t = \frac{51000}{50} \Rightarrow \Delta t = 1020s \Rightarrow \Delta t = 17 \text{ min}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا ضریب انبساط طولی میله را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = 0.1 \Rightarrow \frac{\cancel{L_1} \alpha \Delta \theta}{\cancel{L_1}} \times 100 = 0.1 \Rightarrow \alpha \times 50 = 10^{-3} \Rightarrow \alpha = \frac{10^{-3}}{50} K^{-1}$$

برای محاسبه‌ی نسبت $\frac{A_2}{A_1}$ برای صفحه‌ای همجنس با میله می‌توان نوشت:

$$A_2 = A_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = 1 + \alpha \times \frac{10^{-3}}{50} \times 100 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = 1.004$$

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

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

$$m' = 5 \text{ kg}, c' = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, \theta_e = ? ^\circ C, m = 1 \text{ kg}$$

$$\xrightarrow{c = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, \theta = -10 ^\circ C, L_F = 336000 \frac{J}{\text{kg}}}$$

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

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

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

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر دما را برحسب کلون محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \xrightarrow{\Delta \theta = \Delta T} \Delta T = \frac{5}{9} \Delta F = \frac{5}{9} \times 135 = 75 K$$

افزایش محیط حلقه با توجه به رابطه‌ی انبساط طولی برابر است با:

$$\Delta P = P_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{P_1 = 2\pi R, R = 20 \text{ cm} = 200 \text{ mm}} \Delta P = 2\pi \times 200 \times 12 \times 10^{-6} \times 75$$

$$\Rightarrow \Delta P = 1/08 \text{ mm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر حجم مایع و ظرف را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{ظرف}} = 2L = 2 \times 10^3 \text{ cm}^3, \Delta \theta = 60 ^\circ C$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_{\text{ظرف}} \Delta \theta = (3\alpha)(2 \times 10^3)(60) = 36 \times 10^4 \alpha$$

$$V_{\text{مایع}} = \frac{8}{10} V_{\text{ظرف}} = \frac{80}{100} \times 2 \times 10^3 \text{ cm}^3, \beta = 6 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \beta V_{\text{مایع}} \Delta \theta = (6 \times 10^{-3}) \left(\frac{80}{100} \times 2 \times 10^3 \right) (60) = 576 \text{ cm}^3$$

با توجه به این‌که 32 cm^3 مایع سرریز شده است، می‌توان نوشت:

حجم مایع سرریز شده + حجم قسمت خالی ظرف + افزایش حجم ظرف = افزایش حجم مایع

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + V_{\text{خالی}} + 32 \xrightarrow{V_{\text{خالی}} = \frac{20}{100} V_{\text{ظرف}} = \frac{2}{10} \times 2 \times 10^3 \text{ cm}^3}$$

$$\Rightarrow 576 = (36 \times 10^4 \alpha) + \left(\frac{2}{10} \times 2 \times 10^3 \right) + 32 \Rightarrow 576 = 36 \times 10^4 \alpha + 432$$

$$\Rightarrow 144 = 36 \times 10^4 \alpha \Rightarrow \alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اول حجم مکعب در دمای ۲۰ درجه:

$$V_1 = a^3 = (10)^3 = 1000 \text{ cm}^3 \Rightarrow V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\theta_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\theta_2 = 170^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta\theta = 150^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta V = V_1(\alpha) \Delta\theta$$

$$\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}} \quad \Delta V = 10^{-3} \times (3 \times 2 \times 10^{-5}) \times 150$$

$$\Delta V = 900 \times 10^{-8} = 9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta V = 9 \times 10^{-6} \times 10^6 = 9 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 \end{array} \right. \quad \text{حال تبدیل به سانتی متر مکعب}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در تعادل گرمایی بین فلز، آب و گرماسنج داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}} + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (C\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}} = 0$$

$$\Rightarrow 20 \times c_{\text{فلز}} \times (20 - 100) + 200 \times 4/2 \times (20 - 16) + 84 \times (20 - 16) = 0$$

$$\Rightarrow -1600c_{\text{فلز}} + 3360 + 336 = 0 \Rightarrow 1600c_{\text{فلز}} = 3696 \Rightarrow c_{\text{فلز}} = 2/31 \frac{J}{g \cdot K}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به طرح‌واره‌ی زیر، مقدار گرمایی که برای تبدیل یخ 10°C به آب 20°C موردنیاز است را می‌یابیم. دقت کنید ابتدا تما جرم یخ از 10°C به 0°C تبدیل می‌شود و سپس ذوب و دمای آن به

$$20^\circ \text{C} \text{ می‌رسد.} \quad \begin{array}{ccccccc} & \text{آب} & Q_3 & \text{آب} & Q_2 & \text{یخ} & Q_1 \\ & 20^\circ \text{C} & \rightarrow & 0^\circ \text{C} & \rightarrow & 0^\circ \text{C} & \rightarrow & -10^\circ \text{C} \end{array}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q_t = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_t = 21000m + 336000m + 84000m \Rightarrow Q_t = 441000m$$

اکنون توان خروجی گرمکن را می‌یابیم و سپس با استفاده از رابطه‌ی $P = \frac{Q}{t}$ مقدار m را حساب می‌کنیم.

$$Ra = \frac{P}{P_T} \xrightarrow{Ra = \frac{75}{100}} \frac{75}{100} = \frac{P_{\text{out}}}{100} \Rightarrow P_{\text{out}} = 75W \Rightarrow P_{\text{out}} = \frac{Q_t}{t} \xrightarrow{t = 24/60 \text{ min} = 1440s}$$

$$75 = \frac{441000m}{24/60 \times 60} \Rightarrow 75 = 300m \Rightarrow m = 0/250 \text{ kg} = 250g$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای تعیین دمای تعادل، داریم:

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

$$\Rightarrow C \times (50 - 75) + 400(50 - 10) + 0/5 \times 4200(50 - 10) = 0 \Rightarrow 25C = 16000 + 84000$$

$$\Rightarrow C = \frac{16000 + 84000}{25} \Rightarrow C = 4000 \frac{J}{K}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم‌های اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$V_{1A} = 2a \times a \times a = 2a^3$$

$$V_{1B} = a \times a \times a = a^3$$

برای محاسبه‌ی نسبت تغییرات دما از رابطه‌ی گرما استفاده می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{m=\rho V} \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{9}{8} \times \frac{2a^3}{a^3} \times \frac{500}{400} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{16}{45}$$

سپس با توجه به رابطه‌ی انبساط حجمی جامدات داریم:

$$\Delta V = 3\alpha V \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{(\text{۱})} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{10^{-5}}{18 \times 10^{-6}} \times \frac{2a^3}{a^3} \times \frac{16}{45} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{32}{81}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با انداختن فلز داغ در داخل مخلوط آب و یخ، ابتدا یخ ذوب می‌شود و پس از آن کل

مجموعه‌ی آب و یخ ذوب شده افزایش دما می‌یابند. با استفاده از قانون پایستگی انرژی داریم:

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

$$L_F = 336000 \frac{J}{kg}, m + m' = 400g, c' = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

$$\theta_e = 5^\circ C, M = 200g, c = 840 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \theta = 105^\circ C$$

$$m \times 336000 + 400 \times 4200 \times (5 - 0) + 200 \times 840 \times (5 - 105) = 0 \Rightarrow m = 25g$$

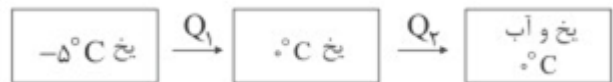
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گرمای تولیدی توسط گرمکن برابر است با:

$$Q = P\Delta t \Rightarrow Q = 540 \times 100 = 54000 J$$

$$Q_{\text{مفید}} = 54000 \times \frac{70}{100} = 37800 J$$

اما بازده گرمکن ۷۰ درصد است، بنابراین:

مراحل فرایند به شکل زیر است:



$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q = mc\Delta\theta + \underbrace{m'}_{\text{یخ ذوب شده}} L_F$$

$$\Rightarrow 37800 = (0/4 \times 2100 \times 5) + (m' \times 336000)$$

$$\Rightarrow 33600 = m' \times 336000 \Rightarrow m' = 0/1 kg = 100g$$

$$400 - 100 = 300g \quad \text{جرم یخ باقی می‌ماند:}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نقاط روی محیط حفره و محیط ورق ۲۰ سانتی‌متر با یکدیگر فاصله دارند.

باید توجه داشت که با حرارت دادن به ورق، به این فاصله 0.2 mm اضافه شده و در نتیجه به مساحت بخش توپر نیز اضافه می‌شود.

از طرفی دیگر، رابطه‌ی بین درصد تغییر طول و درصد تغییر مساحت برای یک جسم و به ازای یک تغییر دمای معین به صورت زیر است:

$$\frac{\Delta A}{A_1} = \gamma \frac{\Delta L}{L_1} \xrightarrow{L_1 = 20 \text{ cm}, \Delta L = 0.2 \text{ mm} = 0.02 \text{ cm}}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} = \gamma \left(\frac{2 \times 10^{-2} \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \right) = 2 \times 10^{-3} \quad (I)$$

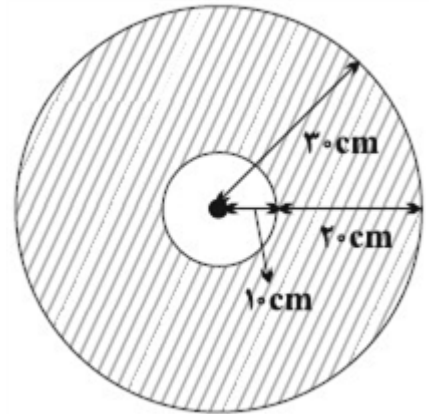
مساحت اولیه‌ی بخش توپر را حساب می‌کنیم:

$$A_{\text{توپر}} = A_1 = \pi R_{\text{خارجی}}^2 - \pi R_{\text{داخلی}}^2 = \pi (30^2 - 10^2) = 2400 \text{ cm}^2$$

حال با جایگذاری در رابطه‌ی (I)، ΔA را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\Delta A}{2400} = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta A = 4800 \times 10^{-3} = 4.8 \text{ cm}^2$$

بنابراین 4.8 cm^2 به این مساحت اضافه می‌شود.



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مطابق نمودار، جسم جامد ابتدا به مدت 300 s گرما می‌گیرد و دمای آن به اندازه‌ی 60°C بالا می‌رود تا به نقطه‌ی ذوب خود برسد. بنابراین در این حالت می‌توان نوشت:

$$Pt_1 = mc\Delta\theta \xrightarrow{P=100 \text{ W}, t_1=300 \text{ s}, m=0.5 \text{ kg}, \Delta\theta=\theta_f-\theta_1=80-20=60^\circ \text{C}}$$

$$100 \times 300 = 0.5 \times c \times 60 \Rightarrow c = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

بعد از رسیدن دمای جسم به نقطه‌ی ذوبش، تمام گرمای دریافتی توسط آن در مدت زمان $750 \text{ s} - 300 = 450 \text{ s}$ فقط صرف تغییر حالت جسم از جامد به مایع (ذوب) می‌گردد. لذا داریم:

$$Pt_2 = mL_F \xrightarrow{P=100 \text{ W}, t_2=450 \text{ s}, m=0.5 \text{ kg}} 100 \times 450 = 0.5 \times L_F \Rightarrow L_F = 150 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا حجم ثانویه ظرف و مایع را حساب می‌کنیم. سپس با مقایسه‌ی حجم ثانویه، می‌توانیم دریابیم که چه اتفاقی رخ می‌دهد.

$$\text{ظرف: } V_2 - V_1(1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow V_2 = V(1 + 3 \times 30 \times 10^{-6} \times 80) \Rightarrow V_2 = 1007/2 \times 10^{-3} V$$

$$\text{مایع: } V'_2 = V'_1(1 + \beta \Delta\theta) \Rightarrow V'_2 = \frac{3}{4} V(1 + 10 \times 10^{-3} \times 80)$$

$$\Rightarrow V'_2 = \frac{3}{4} \times 1800 \times 10^{-3} V \Rightarrow V'_2 = 1350 \times 10^{-3} V$$

در نهایت داریم:

$$\frac{V_2}{V'_2} = \frac{1007/2 \times 10^{-3} V}{1350 \times 10^{-3} V} \Rightarrow \frac{V_2}{V'_2} < 1 \Rightarrow \text{مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمای موردنیاز برای ذوب یخ از بخار آب تأمین می‌شود. در این فرایند بخار آب $100^\circ C$ ابتدا به آب $100^\circ C$ و سپس به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود. از طرف دیگر با گرفتن گرما دمای یخ از $32^\circ C -$ به $0^\circ C$ می‌رسد و سپس به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود.

$$\text{بخار آب } 100^\circ C \leftarrow \text{آب } 100^\circ C \leftarrow \text{آب } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } 32^\circ C -$$

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

$$\Rightarrow m_i c_i \Delta\theta_i + m_i L_F = mL_V + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow 40 \times 2/1 \times 32 + 40 \times 336 = m \times 2268 + m \times 4/2 \times 100$$

دو طرف را به $4/2$ تقسیم می‌کنیم:

$$40 \times 0/5 \times 32 + 40 \times 80 = m \times 540 + 100 \times m$$

$$m = \frac{640 + 3200}{640} \Rightarrow m = 6g$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که در نمودار مشخص است تا به جسم گرمای $800J$ نداده‌ایم، هنوز جسم جامد است، پس انرژی گرمایی لازم برای ذوب شدن کامل جسم برابر است با:

$$6000 - 800 = 5200J$$

$$2880 - 800 = 2080J$$

بنابراین:

5200	2080
m	x
جرم	گرمای داده شده

بنابراین با دادن $2080J$ انرژی گرمایی به جسم، $0/4$ جرم آن ذوب می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که در سؤال، دمای تعادل آب خواسته شده، فرض می‌کنیم تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل نهایی θ_e است. با استفاده از قانون پایستگی انرژی، می‌توان نوشت:

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

$$m_1 = 400g, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, \theta_1 = 30^\circ C$$

$$\theta_2 = 0^\circ C, L_F = 336000 \frac{J}{kg}, m_2 = 100g$$

$$400 \times 4200(\theta_e - 30) + (100 \times 336000 + 100 \times 4200 \times (\theta_e - 0)) = 0 \Rightarrow \theta_e = 8^\circ C$$

اگر در این روش، دمای تعادل مقداری منفی به دست می‌آمد، بدین معنا بود که تمام یخ ذوب نشده و در نهایت مخلوطی از آب و یخ در دمای تعادل $0^\circ C$ موجود بود.

۱۰۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مقدار گرمایی که نیاز است تا دمای $0/5 \text{ kg}$ یخ -40°C را به دمای صفر درجه‌ی

$$\text{یخ } -40^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } 0^\circ \text{C}$$

سلسیوس برسانیم، محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = 0/5(2100)(40) \Rightarrow Q_1 = 42000 \text{ J}$$

گرمای باقی مانده برابر است با:

$$Q_2 = Q_t - Q_1 = 546000 - 42000 \Rightarrow Q_2 = 504000 \text{ J}$$

حال اگر این مقدار گرما به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس داده شود، مقداری از آن ذوب می‌شود. داریم:

$$Q_2 = mL_F \Rightarrow 504000 = m \times 336000 \Rightarrow m = 1/5 \text{ kg}$$

$$m' = 2/5 - 1/5 = 1/5 \text{ kg} \quad \text{بنابراین یخ باقی مانده برابر است با:}$$

۱۰۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از رابطه‌ی میان درجه‌ی فارنهایت و درجه‌ی سلسیوس داریم:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 86 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = 30^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 273 + \theta_1 \Rightarrow T = 303 \text{ K}$$

بنابراین دمای اولیه بر حسب کلوین برابر است با:

$$400 - 303 = 97 \text{ K} \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta} \Delta\theta = 97^\circ \text{C}$$

بنابراین تغییرات دما برابر است با:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = \frac{9 \times 97}{5} = 174/6^\circ \text{ F}$$

تغییرات دما بر حسب درجه‌ی فارنهایت برابر است با:

$$F_2 = 86 + 174/6 = 260/6^\circ \text{ F}$$

بنابراین:

۱۰۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با افزایش دما، اختلاف طول میله‌ها ثابت مانده است، پس نتیجه می‌گیریم میله‌ها به

اندازه‌ی یکسان منبسط شده‌اند:

$$\Delta L_A = \Delta L_B \Rightarrow L_A \alpha_A \cancel{\Delta\theta} = L_B \alpha_B \cancel{\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow L_A \alpha_A = L_B \alpha_B \Rightarrow 4 \times 10^{-5} \times L_A = 5 \times 10^{-5} \times L_B \Rightarrow L_B = \frac{4}{5} L_A \quad (1)$$

از طرفی $\alpha_B > \alpha_A$ است، پس $L_A > L_B$ می‌باشد:

$$L_A - L_B = 10 \xrightarrow{(1)} L_A - \frac{4}{5} L_A = 10 \Rightarrow \frac{1}{5} L_A = 10 \Rightarrow L_A = 50 \text{ cm}$$

۱۰۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جسم B ، ۶ برابر جسم A گرما از دست داده است، پس:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A c_A \Delta T_A}{m_B c_B \Delta T_B} \xrightarrow{c_A = 2c_B} \frac{1}{6} = \frac{m \times 2c_B \times \Delta T_A}{3m \times c_B \times \Delta T_B} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{2\Delta T_A}{3\Delta T_B}$$

$$\Rightarrow 3\Delta T_B = 12\Delta T_A \Rightarrow 4\Delta T_A = \Delta T_B$$

از طرفی دمای تعادل هر دو جسم یکسان است، بنابراین:

$$4(T_{\text{تعادل}} - T_A) = T_{\text{تعادل}} - T_B$$

$$\Rightarrow 4T_{\text{تعادل}} - 4T_A = T_{\text{تعادل}} - T_B \Rightarrow 3T_{\text{تعادل}} = 4T_A - T_B \Rightarrow T_{\text{تعادل}} = \frac{4T_A - T_B}{3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کره‌ها هم‌جنس هستند، پس مقدار گرمای ویژه و چگالی آن‌ها برابر است، در نتیجه نسبت جرم کره‌ها برابر با نسبت حجم فلز آن‌ها است، پس:

$$\begin{cases} V_A = \frac{4}{3} \pi (r_A)^3 - \frac{4}{3} \pi (r_B)^3 = \frac{4}{3} \pi (8000 - 1000) = \frac{4}{3} \pi \times 7000 \\ V_B = \frac{4}{3} \pi (r_B)^3 - \frac{4}{3} \pi (r_C)^3 = \frac{4}{3} \pi (27000 - 8000) = \frac{4}{3} \pi \times 19000 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{7}{19} = \frac{m_A}{m_B}$$

با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{7}{19} \times 1 \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{19}{7}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فشار یک اتمسفر است، پس آب در دمای $100^\circ C$ به جوش می‌آید. ابتدا مقدار گرمایی که آب لازم دارد تا از دمای $50^\circ C$ به دمای $100^\circ C$ برسد، را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc_{\text{آب}} \Delta\theta = \frac{100}{1000} \times 4/2 \times (100 - 50) = 0/1 \times 4/2 \times 50 = 21 \text{ kJ}$$

در نتیجه مقدار گرمایی که صرف تبخیر آب می‌شود، برابر است با:

$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow 111/24 = 21 + Q_2 \Rightarrow Q_2 = 111/24 - 21 = 90/24 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = mL_V \quad \text{از طرفی داریم:}$$

$$m = \frac{Q_2}{L_V} \Rightarrow m = \frac{90/24}{2256} = 0/-4 \text{ kg} = 40 \text{ g} \quad \text{پس:}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌های بین دماهای فارنهایت و کلوین با دمای سلسیوس داریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \quad (1)$$

$$T = 273 + \theta \Rightarrow \Delta T = \Delta\theta \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \Delta F = \frac{9}{5}\Delta T \Rightarrow -0/09 F_1 = \frac{9}{5} \times (-7) \Rightarrow F_1 = 140^\circ F$$

بنابراین دمای اولیه‌ی جسم برحسب درجه‌ی سلسیوس برابر است با:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 140 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = 60^\circ C$$

$$v_A = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$v_B = \frac{4}{3}\pi \left(R^3 - \frac{R^3}{\lambda} \right) \Rightarrow v_B = \frac{\lambda}{\lambda} v_A$$

چون گرمای داده شده به دو کره یکسان است داریم:

$$\Rightarrow m_B = \frac{\lambda}{\lambda} m_A$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A C_A \Delta\theta_A = m_B C_B \Delta\theta_B$$

$$m_B = \frac{\lambda}{\lambda} m_A, C_A = C_B \Rightarrow \Delta\theta_B = \frac{\lambda}{\lambda} \Delta\theta_A$$

$$\frac{\Delta v_A}{\Delta v_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

دقت کنید حجم ظاهری دو کره یکسان است ($V_A = V_B$).

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

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تعادل گرمایی را بین m گرم آب $^{\circ}C$ با مثلاً m' گرم آب $^{\circ}C$ در نظر بگیرید و سپس در حالت دوم می‌توان فرض کرد که دمای تعادل بین $2m$ گرم آب $^{\circ}C$ و m' گرم آب $^{\circ}C$ برابر با $^{\circ}C$ شده است:

$$^{\circ}C \text{ با } m' \text{ گرم آب } m: mc(50 - \theta) = m'c(80 - 50) \quad (1)$$

$$^{\circ}C \text{ با } 2m \text{ گرم آب } m': 2mc(40 - \theta) = m'c(80 - 40) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{50 - \theta}{2(40 - \theta)} = \frac{30}{40} \Rightarrow \theta = 20^{\circ}C \Rightarrow T = 20 + 273 = 293K$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ابتدا تغییر حجم میله را یافته و سپس چگالی آنرا بررسی می‌کنیم. ۱۱۱

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow{\Delta L = \frac{1}{100} L_1, \Delta T = 100^{\circ}C} \frac{1}{100} L_1 = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \alpha \Delta T = 1/100$$

$$V_2 = V_1(1 + \alpha \Delta T) \xrightarrow{\alpha \Delta T = 1/100} V_2 = 1/100 V_1 \quad (1)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{m_1 = m_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \xrightarrow{(1)} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{1/100 V_1} = \frac{1}{1/100}$$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta\rho|}{\rho_1} = \frac{1/100}{1/100} \times 100 \approx 1/3\% \quad \rho_2 < \rho_1 \text{ چگالی میله کاهش یافته است.}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که ضریب انبساط طولی، تقریباً نصف ضریب انبساط سطحی است، بنابراین داریم: ۱۱۲

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta T) \xrightarrow{L_1 = 50 \text{ cm} = 500 \text{ mm}, \Delta T = 200^{\circ}C} \alpha = \frac{1}{2} \times 3/4 \times 10^{-5} = 1/8 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$L_2 = 500 \times (1 + 1/8 \times 10^{-5} \times 200) \Rightarrow L_2 = 500 \times (1/0036) \Rightarrow L_2 = 501/8 \text{ mm}$$

۱۱۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله اول، جسم جامد با دمای منفی $-20^{\circ}C$ گرما می‌گیرد تا به نقطه ذوب $10^{\circ}C$

$$Q_1 = Pt_1 \Rightarrow Pt = mc(10 - (-20)) \quad (*)$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta$$

می‌رسد.

در مرحله دوم جسم در نقطه ذوب گرما می‌گیرد تا کاملاً ذوب شود. به عبارتی داریم:

$$Q_2 = Pt_2 \Rightarrow P\left(\frac{\Delta t}{f} - t\right) = mL_F \quad (**)$$

$$Q_2 = mL_F$$

اگر رابطه اول را بر رابطه دوم تقسیم کنیم:

$$\xrightarrow{(*),(**)} \frac{P \cdot t}{P \cdot \frac{1}{f}t} = \frac{mc \cdot 30}{mL_F} \Rightarrow f = \frac{30 \cdot c}{L_F} \Rightarrow \frac{L_F}{c} = \frac{30}{f} = 7/5$$

دقت کنید، توان گرمکن ثابت است.

۱۱۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اول چون دمای تعادل از دمای آب با دمای $20^{\circ}C$ کمتر است. بنابراین $\theta < 15^{\circ}C$

می‌باشد، با نوشتن رابطه تعادل گرمایی در حالت اول داریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0$$

$$\xrightarrow{m_1=m, m_2=100g, c_1=c_2} m(15 - \theta) - 100 \times 5 = 0$$

$$\Delta\theta_1 = (15 - \theta)^{\circ}C, \Delta\theta_2 = (15 - 20)^{\circ}C$$

$$\Rightarrow m(15 - \theta) = 500 \quad (1)$$

رابطه تعادل گرمایی را برای حالت دوم نیز می‌نویسیم، داریم:

$$Q'_1 + Q'_2 = 0 \xrightarrow{Q'=mc\Delta\theta'} m'_1 c'_1 \Delta\theta'_1 + m'_2 c'_2 \Delta\theta'_2 = 0$$

$$\xrightarrow{m'_1=m, c'_1=c'_2, m'_2=300g} m(30 - \theta) - 300 \times 10 = 0$$

$$\Delta\theta'_1 = (30 - \theta)^{\circ}C, \Delta\theta'_2 = (30 - 40)^{\circ}C$$

$$\Rightarrow m(30 - \theta) = 3000 \quad (2)$$

با تقسیم کردن رابطه ۲ بر رابطه ۱ داریم:

$$\xrightarrow{2 \div 1} \frac{30 - \theta}{15 - \theta} = 6 \Rightarrow 90 - 6\theta = 30 - \theta \Rightarrow \theta = 12^{\circ}C$$

۱۱۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق گفته سؤال:

$$Q = \frac{60}{100} K_1 \xrightarrow{Q=m' L_F} m' L_F = \frac{6}{10} \times \left(\frac{1}{2} m v^2 \right)$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Rightarrow m' \times 336 = \frac{6}{10} \times \frac{1}{2} \times 167 \times 10^{-3} \times (200)^2 \Rightarrow m' = 6g$$

دقت کنید m جرم اولیه یخ و m' جرم یخ ذوب شده است.

۱۱۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L_{AL} = \alpha_{AL} L_{AL} \Delta \theta \quad (۱)$$

$$\Delta L_{Cu} = \alpha_{Cu} L_{Cu} \Delta \theta \quad (۲)$$

$$d = ۱۰۰/۴ - (۵۰ + ۵۰) = ۰/۴ \text{ cm}$$

فاصله‌ی انتهای دو میله از یکدیگر برابر است با:

مجموع افزایش طول دو میله برابر با فاصله‌ی اولیه‌ی انتهای دو میله است.

$$\Delta L_{AL} + \Delta L_{Cu} = ۰/۴ \xrightarrow{L_{AL}=L_{Cu}=۵۰ \text{ cm}} ۵۰ \times \Delta \theta (۲/۳ \times ۱۰^{-۵} + ۱/۷ \times ۱۰^{-۵}) = ۰/۴$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{۰/۴}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۵}} = ۲۰۰ K$$

۱۱۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مقدار گرمایی را که یخ می‌گیرد تا به دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برسد، می‌یابیم:

$$Q_۱ = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta \theta \xrightarrow{m_{\text{یخ}}=۱۰۰g, c_{\text{یخ}}=۲/۱ \frac{J}{g.K}} Q_۱ = ۱۰۰ \times ۲/۱ \times ۵ = ۱۰۵۰ J$$

گرمایی که آب $۱۰^\circ C$ از دست می‌دهد تا به دمای $۰^\circ C$ برسد، برابر است با:

$$Q_۲ = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta' \xrightarrow{m_{\text{آب}}=۲۰۰g, c_{\text{آب}}=۴/۲ \frac{J}{g.K}} Q_۲ = ۲۰۰ \times ۴/۲ \times (-۱۰) = -۸۴۰۰ J$$

از $۸۴۰۰ J$ گرمایی که آب از دست می‌دهد، $۱۰۵۰ J$ آن صرف رساندن دمای یخ $۵^\circ C$ به صفر درجه‌ی سلسیوس می‌شود و مابقی صرف ذوب کردن بخشی از جرم یخ می‌شود.

$$۸۴۰۰ - ۱۰۵۰ = ۷۳۵۰ = \text{مقدار گرمایی که صرف ذوب یخ می‌شود}$$

$$Q' = m' L_f \Rightarrow ۷۳۵۰ = m' \times (۳۳۶) \Rightarrow m' = ۲۱/۸۷۵ J \simeq ۲۲ g$$

۱۱۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به گرمای داده شده به کره‌ها می‌توان نوشت:

$$Q_B = ۲ Q_A \Rightarrow m_B \cancel{\rho} \Delta \theta_B = ۲ m_A \cancel{\rho} \Delta \theta_A \xrightarrow{m=\rho V} \cancel{\rho}_B V_B \Delta \theta_B = ۲ \cancel{\rho}_A V_A \Delta \theta_A = ۲ V_A \Delta \theta_A$$

چون دو کره هم‌جنس‌اند، گرمای ویژه (c)، جرم حجمی و ضریب انبساط طولی آن‌ها یکسان است:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A \cancel{(\alpha)} \Delta \theta_A}{V_B \cancel{(\alpha)} \Delta \theta_B} = \frac{۱}{۲}$$

دقت کنید: بدون توجه به شعاع کره‌ها پرسش قابل حل است.

۱۱۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا اختلاف دما را بر حسب درجه‌ی فارنهایت به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta F = F_۲ - F_۱ \Rightarrow \Delta F = ۱۳۱ - ۵۰ = ۸۱^\circ F$$

$$\Delta F = \frac{۹}{۵} \Delta \theta \Rightarrow ۸۱ = \frac{۹}{۵} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = ۴۵^\circ C$$

اختلاف دما بر حسب سلسیوس خواهد شد. حال نسبت خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{V_۱ (۱ + \alpha \Delta \theta)}{V_۱} = ۱ + ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۴۵ = ۱/۰۹$$

۱۲۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q = mC \Delta \theta \Rightarrow ۱۴۰۰۰۰ = ۵ \times ۴۰۰ \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{۱۴۰۰۰۰}{۵ \times ۴۰۰} = \frac{۱۴۰۰}{۲۰} = ۷۰^\circ C$$

$$\Delta \theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow ۷۰ = \theta_۲ - ۱۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۸۰^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به انبساط ظاهری مایع می‌توان تعیین کرد چه مقدار از حجم مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ۱۲۱

$$\Delta V'_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{واقعی}} - \Delta V'_{\text{ظرف}} \Rightarrow \Delta V' = V_1(\beta - \alpha)\Delta\theta$$

$$\xrightarrow{V_1 = 1 \text{ lit} = 10^{-3} \text{ m}^3} \Delta V' = 10^{-3} \times (1/5 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-5}) \times (50)$$

$$\beta = 1/5 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, \alpha = 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow \Delta V' = 50 \times 10^{-3} (15 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-5}) \Rightarrow \Delta V' = 50 \times 10^{-3} \times 12 \times 10^{-5}$$

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

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. صورت سؤال به ما نسبت قطرها را داده است که از جنس طول است، به همین دلیل از رابطه‌ی انبساط طولی استفاده می‌کنیم: ۱۲۲

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 1 + \alpha\Delta\theta = 1 + 250\alpha \Rightarrow 1 + 250\alpha = 1/5 \Rightarrow 250\alpha = -4/5$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{-4 \times 10^{-1}}{250 \times 10} \Rightarrow \alpha = -2 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

ضریب انبساط سطحی دو برابر ضریب انبساط طولی است:

$$\text{ضریب انبساط سطحی} = 2\alpha = -4 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای یخ از 10°C به صفر درجه می‌رسد. ۱۲۳

$$Q_1 = mc \Delta\theta \Rightarrow Q_1 = \frac{10}{1000} \times 2100 \times 10 = 210 \text{ J} \Rightarrow Q_1 = 0/21 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{باقی مانده}} = Q - Q_1 \Rightarrow Q_{\text{باقی مانده}} = 3/78 - 0/21 \Rightarrow Q_{\text{باقی مانده}} = 3/57 \text{ kJ}$$

حال یخ 0°C به آب 0°C می‌رسد:

$$Q_2 = mL_f \Rightarrow Q_2 = \frac{10}{1000} \times 336 \times 10^3 \Rightarrow Q_2 = 3360 \text{ J} \Rightarrow Q_2 = 3/36 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{باقی مانده}} = 3/57 - 3/36 = 0/21 \text{ kJ}$$

حال دمای آب از 0°C به θ می‌رسد:

$$0/21 \times 10^3 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow 0/21 \times 10^3 = \frac{10}{1000} \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 5^\circ\text{C} \Rightarrow \theta = 5^\circ\text{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۲۴

مجموع گرمای مبادله شده بین آب‌های 20°C ، 30°C و 50°C بنا به قانون پایستگی انرژی صفر است.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow 0/3 \times 4200 \times (\theta_e - 50) + 0/2 \times 4200 \times (\theta_e - 20) + 0/5 \times 4200 \times (\theta_e - 30) = 0$$

$$\Rightarrow 3\theta_e - 150 + 2\theta_e - 40 + 5\theta_e - 150 = 0$$

$$10\theta_e = 340 \Rightarrow \theta_e = 34^\circ\text{C}$$

۱۲۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

تغییر حجم ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = V_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 1000 \times (6 \times 10^{-6}) (-50) = -0.3 \text{ cm}^3$$

تغییر حجم مایع را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{مایع}} = V_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \Delta V_{\text{مایع}} = 1000 \times (8 \times 10^{-4}) (-50) = -40 \text{ cm}^3$$

بنابراین حجم خالی ظرف برابر است با:

$$|\Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}}| = |-40 - (-0.3)| = +39.7 \text{ cm}^3$$

۱۲۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا مقدار گرمایی که یخ 10°C می‌گیرد تا به آب 0°C تبدیل شود را به دست می‌آوریم:

$$\boxed{-10^\circ\text{C یخ}} \xrightarrow{Q = mc_{\text{یخ}} \Delta T} \boxed{0^\circ\text{C یخ}} \xrightarrow{Q = mL_F} \boxed{0^\circ\text{C آب}}$$

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}} \Delta T + mL_F \xrightarrow{L_F = 160 \text{ cal/g یخ}}$$

$$Q_1 = m \times c_{\text{یخ}} \times (0 - (-10)) + m \times 160 \text{ cal/g یخ} \Rightarrow Q_1 = 170 mc_{\text{یخ}}$$

مقدار گرمایی که آب 0°C می‌گیرد تا به آب 100°C تبدیل شود برابر است با:

$$\boxed{0^\circ\text{C آب}} \xrightarrow{Q_2 = mc_{\text{آب}} \Delta T} \boxed{100^\circ\text{C آب}}$$

$$Q_2 = mc_{\text{آب}} \Delta T \xrightarrow{80 \text{ cal/g آب} = 160 \text{ cal/g یخ} \Rightarrow c_{\text{آب}} = 2 c_{\text{یخ}}} Q_2 = m \times 2 c_{\text{یخ}} \times (100 - 0)$$

$$\Rightarrow Q_2 = 200 mc_{\text{یخ}}$$

اکنون با استفاده از رابطه $P = \frac{Q}{t}$ و با توجه به این‌که توان گرمکن ثابت است، می‌توان نوشت:

$$P = \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \xrightarrow{t_1 = 17 \text{ min}} \frac{170 mc_{\text{یخ}}}{17} = \frac{200 mc_{\text{یخ}}}{t_2} \Rightarrow t_2 = 20 \text{ min}$$

۱۲۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمای لازم برای آن‌که دمای 1 kg یخ 2°C به 0°C برسد و سپس 100 g از آن ذوب

شود، برابر است با:

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc_{\text{یخ}} \Delta \theta + m' L_F \Rightarrow Q = 1000 \times 2 / 1 \times (0 - (-2)) + 100 \times 336$$

$$\Rightarrow Q = 4200 + 33600 = 37800 \text{ J}$$

حالا توان مفید گرمکن را حساب می‌کنیم و سپس زمان را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{مصرفی}}} \times 100 \Rightarrow \frac{60}{100} = \frac{P_{\text{مفید}}}{200} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 1200 \text{ W}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} \Rightarrow 1200 = \frac{37800}{t} \Rightarrow t = \frac{37800}{1200} = 31.5 \text{ s}$$

۱۲۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در صورتی که دمای محل اتصال میله‌های (۱) و (۲) برابر θ_1 و دمای محل اتصال میله‌های

(۲) و (۳) برابر θ_2 باشد، با توجه به تساوی مقدار گرمای مبادله شده توسط میله‌های (۱)، (۲) و (۳) در مدت زمان یکسان

می‌توان نوشت:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{k \times A \times t \times (\theta_1 - 0)}{L} = \frac{2k \times A \times t \times (\theta_2 - \theta_1)}{L} \Rightarrow \theta_1 = \frac{2}{3} \theta_2$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اطلاعات سؤال و با توجه به رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ ، داریم:

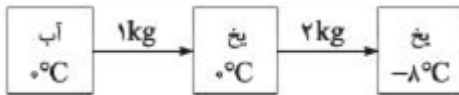
$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}, \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1, \theta_2 = 70^\circ C, \theta_1 = ?$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 0.008 \times 10^{-4} m = 0.008 \times 17 \times 10^{-6} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ C \Rightarrow 70 - \theta_1 = 50$$

$$\Rightarrow \theta_1 = 20^\circ C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

توان سردکن $1000 W$ است یعنی سردکن در هر ثانیه $1000 J$ یا $1 kJ$ گرما از آب و یخ می‌گیرد.



$$|Q| = |mL_f + m'c\Delta\theta| \Rightarrow |Q| = |-1 \times 336 \times 10^3 + (2 \times 4200 \times (-8))|$$

$$|Q| = 403200 J = 403.2 kJ$$

۱s	۱kJ
t	403.2 kJ

$$\Rightarrow t = 403.2 / 1 + 60 = 6/72 \text{ min}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ضریب انبساط سطحی α است، بنابراین ضریب انبساط طولی $\alpha \times 10^{-5} K^{-1}$ است:

$$\Delta L_{OO} = L_{OO} \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta L_{OO} = (700 \text{ mm}) (1/8 \times 10^{-5}) \times 100$$

$$\Rightarrow \Delta L_{OO} = 1/26 \text{ mm} \text{ افزایش}$$

$$\Delta L_{AB} = L_{AB} \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta L_{AB} = (400 \text{ mm}) (1/8 \times 10^{-5}) \times 100$$

$$\Rightarrow \Delta L_{AB} = 0.5 \text{ mm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در دمای $20^\circ C$ ارتفاع 15 mm و در دمای $60^\circ C$ ارتفاع جیوه 25 mm است.

$\begin{array}{c} 60^\circ C \\ \hline \theta \\ \hline 20^\circ \end{array}$	$\begin{array}{c} h \\ \hline 25 \\ \hline h \\ \hline 15 \end{array}$
---	--

$$\frac{60-20}{\theta-20} = \frac{25-15}{h-15} \Rightarrow \frac{40}{\theta-20} = \frac{10}{h-15}$$

$$4h - 60 = \theta - 20 \Rightarrow \theta = 4h - 40$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمای لازم برای تبخیر آب $100^\circ C$ (Q) توسط فلز تأمین می‌شود ($|Q'|$):

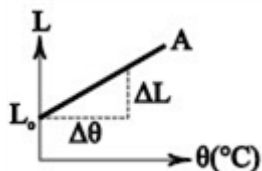
$$Q = (|Q'|)$$

$$m_1 L_V = m_2 c_p |\Delta \theta_2| \Rightarrow 5 \times 2268 \times 10^3 = 50 \times 840 \times |\Delta \theta_2| \Rightarrow |\Delta \theta_2| = \theta - 100 = 270$$

$$\Rightarrow \theta = 370^\circ C$$

۱۳۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید دقت شود که شیب نمودار طول بر حسب دما، معادل حاصل ضرب L, α است (L ، طول اولیه ی خط کش و α ضریب انبساط طولی خط کش است).



$$\text{شیب} = \frac{\Delta L}{\Delta \theta} = \frac{L, \alpha \Delta \theta}{\Delta \theta} = L, \alpha$$

از طرفی در مقایسه ی نمودارهای مطرح شده در سؤال ، با توجه به این که عرض از مبدأ B از A بیش تر است، طول اولیه ی آن بیش تر بوده و با توجه به موازی بودن خطوط، حاصل L, α برای آن ها یکسان است.

$$\begin{cases} L_{,A} \times \alpha_A = L_{,B} \times \alpha_B \\ L_{,B} > L_{,A} \end{cases} \Rightarrow \alpha_A > \alpha_B$$

۱۳۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. میله را می کشیم و جرم آن تغییر نکرده است:

$$\begin{cases} m = m' \\ \rho = \rho' \end{cases} \Rightarrow V = V' \Rightarrow Al = \frac{A}{2} \times l' \Rightarrow l' = 2l$$

افزایش دما و جنس دو میله یکسان است:

$$\frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{L' \alpha \Delta \theta}{L \alpha \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{L'}{L} = 2$$

۱۳۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۸۰۰ گرم آب $20^\circ C$ با گرما دادن و رسیدن به $0^\circ C$ این مقدار گرما آزاد می کند:

$$|Q_{\text{آب}}| = m \times c \times |\Delta \theta| = 8 \times 4 / 2 \times 2 = 16 \times 42 \text{ J}$$

ببینیم این مقدار گرما چه جرمی از یخ را ذوب می کند.

$$Q_{\text{ذوب}} = ml_f \rightarrow 16 \times 42 = m \times 336 \rightarrow m = \frac{1600 \times 42}{336} = 200 \text{ gr}$$

پس تنها ۲۰۰ گرم از یخ ذوب شده و دمای تعادل برابر دمای مخلوط آب و یخ یعنی $0^\circ C$ است و ۸۰۰ گرم هم آب به صفر درجه رسیده پس مجموعاً ۱۰۰۰ گرم آب صفر درجه خواهیم داشت.

۱۳۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

دمای m گرم آب از $5^\circ C$ به $20^\circ C$ و m' گرم بخار آب ابتدا به m' گرم آب $100^\circ C$ و سپس دمای آن به $20^\circ C$ رسیده است:

$$\frac{m}{1000} \times 4200 \times (20 - 5) = \frac{m'}{1000} \times 2256 \times 100 + \frac{m'}{1000} \times 4200 \times 80$$

$$\Rightarrow 15m = 560m' + 80m' \Rightarrow 15m = 640m' \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{15}{640} = \frac{3}{128}$$

۱۳۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای به دست آوردن حجم اتری که از ظرف بیرون می ریزد، باید مقدار انبساط اتر را منهای انبساط ظرف کنیم. به عبارت دیگر داریم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{اتر}} = \Delta V_{\text{ظرف}} - V_1(\beta_{\text{ظرف}})(\Delta \theta) = V_1(\beta_{\text{اتر}})(\Delta \theta) - V_1(3\alpha_{\text{ظرف}})(\Delta \theta)$$

همان طور که در رابطه بالا می بینید، حجم اتر بیرون ریخته شده متناسب با تغییرات دما است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta V}{\Delta V'} = \frac{\Delta \theta}{\Delta \theta'} \Rightarrow \frac{6}{\Delta V'} = \frac{12}{6} \Rightarrow \Delta V' = 3 \text{ cm}^3$$

بنابراین با افزایش دمای مجموعه از $12^\circ C$ تا $18^\circ C$ ، 3 cm^3 دیگر اتر از ظرف بیرون ریخته می شود.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه $Q = C\Delta\theta$ داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{3}{4} \frac{C_A}{C_B} = \frac{8}{9} \quad (1)$$

$$\theta_e = \frac{C_A\theta_A + C_B\theta_B}{C_A + C_B} \xrightarrow{(1)} \theta_e = \frac{\frac{8}{9}C_B \times 22 + C_B \times 90}{\frac{8}{9}C_B + C_B} = \frac{8 \times 22 + 9 \times 90}{8 + 9} = 58^\circ C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم مایع را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} \rho = 2 \frac{g}{cm^3} \\ V = 4 \text{ lit} = 4000 \text{ cm}^3 \end{cases} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 8000 \text{ g} \Rightarrow m = 8 \text{ kg}$$

حال اختلاف دما را برحسب درجه سلسیوس به دست می آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow 81 = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 45^\circ C$$

در آخر گرما را حساب می کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 8 \times 250 \times 45 \Rightarrow Q = 9 \times 10^4 \text{ J} = 90 \text{ kJ}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{مایع}} = 0 \Rightarrow 2 \times 4200 (\theta_e - 40) + 1 \times 2800 (\theta_e - 60) = 0$$

$$2 \times 6 (\theta_e - 40) + 4 (\theta_e - 60) = 0 \Rightarrow 12\theta_e - 480 + 4\theta_e = 240 = 0$$

$$\Rightarrow 16\theta_e = 720 \Rightarrow \theta_e = 45^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. توان گرمایی برابر است با:

$$P_{\text{گرمایی}} = P_{\text{مصرفی}} \times Ra \Rightarrow P_{\text{گرمایی}} = 500 \times \frac{80}{100} = 400 \text{ W}$$

گرمایی که کتری در مدت ۱۴ دقیقه به آب می دهد برابر است با:

$$P_{\text{گرمایی}} \frac{Q}{t} \Rightarrow 400 = \frac{Q}{14 \times 60} \Rightarrow Q = 400 \times 14 \times 60 = 336 \times 10^3 \text{ J}$$

این گرما یخ را ذوب می کند:

$$Q = mL_f \Rightarrow 336 \times 10^3 = m \times 336000 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. حداقل جرم آب اضافه شده، یعنی فقط ۱۰۰ گرم یخ درون ظرف ذوب شود و دمای مجموعه

$0^\circ C$ باقی بماند. بنابراین با ۵۰۰ گرم آب اولیه کاری نداریم:

$$Q_{\text{آب}} - Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta + m'I_F = 0 \Rightarrow m \times \cancel{4} \times (0 - 20) + 100 \times \cancel{336}^{80} = 0$$

$$\Rightarrow -m \times 20 + 8000 = 0 \Rightarrow m = 400 \text{ g}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. یکای فشار در SI، پاسکال است که معادل $\frac{kg}{m.s^2}$ است:

$$\frac{kg}{m.s^2} \times m^2 = [\beta] K \Rightarrow [\beta] = \frac{kg.m^2}{s^2.K}$$

$$[\beta] = \frac{J}{K} \quad \text{از طرف دیگر یکای انرژی در SI، ژول است که معادل} \frac{kg.m^2}{s^2} \text{ است:}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر در مخزن (۱)، n_1 مول گاز هیدروژن و در مخزن (۲)، n_2 مول گاز هلیوم موجود باشد، بعد از باز کردن شیر رابط، تعداد مول مخلوط گازها برابر است با:

$$n = n_1 + n_2 \xrightarrow[n=T_1=T_2]{n=\frac{PV}{RT}} PV = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

واضح است که حجم مخلوط برابر مجموع حجم دو مخزن است:

$$V = V_1 + V_2 \Rightarrow P(V_1 + V_2) = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$\Rightarrow P \times (12 + 8) = (2 \times 12) + (3 \times 8) \Rightarrow P \times 20 = 48 \Rightarrow P = \frac{48}{20} = 2.4 \text{ atm}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

دمای مس به صفر درجه رسیده، بنابراین دمای تعادل صفر درجه بوده و تنها یخ ذوب شده است:

$$\Delta m L_f = m_{\text{مس}} c_{\text{مس}} |\Delta \theta|$$

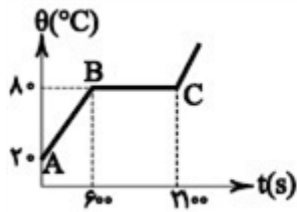
$$\Rightarrow \Delta m \times 335 \times 10^3 = 2/7 \times 400 \times 13/4 \Rightarrow \Delta m = 0.432 \text{ kg} = 432 \text{ g}$$

بنابراین 432 g یخ با چگالی $0.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ به $432/0.9 = 480 \text{ cm}^3$ آب با چگالی $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ تبدیل شده است:

$$\rho_{\text{یخ}} = \frac{\Delta m}{V_1} \Rightarrow V_1 = 480 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{\Delta m}{V_2} \Rightarrow V_2 = 432/1 \text{ cm}^3 \Rightarrow |\Delta V| = 48 \text{ cm}^3$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به میزان گرمای داده شده به جسم در مرحله BC، جرم جسم عبارت است از:



$$Q_{BC} = P t_{BC} = 100 \times (2100 - 600) = 100 \times 1500 = 150000 \text{ J}$$

$$Q_{BC} = m L_f \Rightarrow 150000 = m \times 150 \times 10^3 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

در ادامه با توجه به گرمای داده شده در قسمت AB، گرمای ویژه این جسم عبارت است از:

$$Q_{AB} = P t_{AB} = m c (\theta_B - \theta_A) \Rightarrow 100 \times 600 = 1 \times c \times (80 - 20) \Rightarrow c = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. درصد تغییرات طولی برابر است با:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta \theta \times \%100 = \%23 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha \times 100 \times 100 = 23 \times 10^{-2}$$

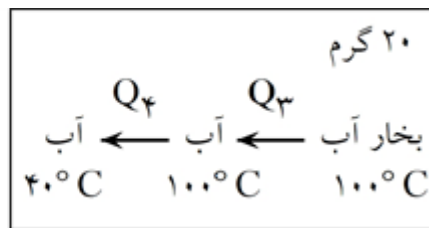
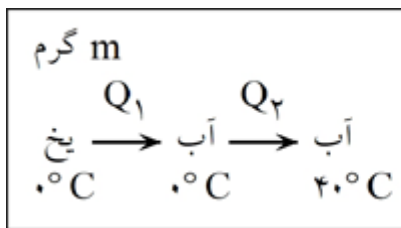
درصد تغییرات حجمی برابر است با:

$$3\alpha \Delta \theta' \times \%100 = ?$$

$$\Rightarrow 3\alpha \times 200 \times \%100 = \underbrace{0.6(\alpha \times 100 \times 100)}_{23 \times 10^{-2}} = \%138 \times 10^{-2} = \%13.8$$

۱۴۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به آن که در انتها باید آب 40°C داشته باشیم، باید کل یخ ذوب شود و کل بخار آب نیز به آب تبدیل گردد:



$$Q_1 + Q_2 = |Q_3| + |Q_4| \Rightarrow m \times 336 + m \times 4/2 \times 40 = 20 \times 2268 + 20 \times 4/2 \times 60$$

$$\Rightarrow (336 + 168)m = 20 \times (2268 + 252) \Rightarrow m = \frac{50400}{504} = 100\text{g}$$

۱۵۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای آن که مساحت قسمت هاشورخورده همواره مقدار ثابتی بماند باید تغییر مساحت این دو مربع در هر دمایی به یک اندازه باشد:

$$\Delta A_M = \Delta A_N \Rightarrow \Delta \alpha_M (\alpha_M) \Delta \theta = \Delta \alpha_N (\alpha_N) \Delta \theta \Rightarrow \alpha_N = \frac{A_M}{A_N} \alpha_M$$

$$\Rightarrow \alpha_N = \left(\frac{3a}{2a} \right)^2 \times 3/6 \times 10^{-6} \Rightarrow \alpha_N = 8/1 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

۱۵۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جرم یک لیتر آب 1kg است. ابتدا دمای تعادل را به دست می آوریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ظرف}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_{\text{آب}}) + c_{\text{ظرف}} (\theta_e - \theta_{\text{ظرف}}) = 0$$

$$\Rightarrow 1 \times 4200 \times (\theta_e - 50) + 1050 \times (\theta_e - 150) = 0$$

$$\Rightarrow 4(\theta_e - 50) + (\theta_e - 150) = 0 \Rightarrow 5\theta_e = 350^{\circ}\text{C} \Rightarrow \theta_e = 70^{\circ}\text{C}$$

در این صورت حجم لیوان کاهش و حجم آب افزایش و مجموع این دو تغییرات برابر حجم آب سرریز است:

$$\Delta V_{\text{آب}} + |\Delta V_{\text{لیوان}}| = V\beta\Delta\theta + |V\alpha\Delta\theta|$$

$$= 1000 \times 3 \times 10^{-3} \times 20 + 1000 \times 3 \times 10^{-5} \times 80 = 62/4 \text{ cm}^3$$

۱۵۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گرمایی که 80g آب 20°C از دست می دهد تا به آب صفر درجه برسد برابر است با:

$$Q_{\text{آب}} = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_{\text{آب}} = 80 \times 4200 \times 20 = 67200\text{J}$$

گرمایی که 150g گرم یخ می گیرد تا ذوب شود برابر است با:

$$Q_{\text{یخ}} = m' L_f \Rightarrow Q_{\text{یخ}} = 150 \times 336 = 50400\text{J}$$

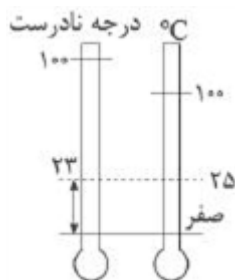
بنابراین مابقی گرمایی که آب از دست داده به محیط رسیده:

$$67200 - 50400 = 16800\text{J} = 16/8 \text{ kJ}$$

۱۵۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم ناخالصی نقطه جوش را بالا می‌برد، پس نقطه ۱۰۰ دماسنج نادرست است، بنابراین هر درجه‌بندی در این دماسنج، درشت‌تر خواهد بود، در نتیجه عدد ۲۵ در درجه‌بندی سلسیوس به عدد کوچک‌تری در درجه‌بندی این دماسنج منجر می‌شود.



۱۵۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. افزایش فشار در دمای ثابت به معنای کاهش حجم گاز است.

$$\Rightarrow V_2 = V_1 - 0.4V_1 = 0.6V_1$$

$$\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 = 0.6P_2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{5}{3} \Rightarrow P_2 = \frac{5}{3}P_1$$

$$\Delta P = 15 \times 10^4 \Rightarrow \frac{5}{3}P_1 - P_1 = 15 \times 10^4 \Rightarrow P_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

۱۵۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای (θ_e) را به دست می‌آوریم.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{100 \times 400 \times 81 + 200 \times 4200 \times 15}{100 \times 400 + 200 \times 400} = 18^\circ \text{C}$$

$$Q_2 = m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 100 \times 10^{-3} \times 400 \times (18 - 8) = -2520 \text{ J}$$

۱۵۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L_B - \Delta L_A = \frac{1}{6} \text{ mm}, L_A = L_B = L$$

$$L(\alpha_B - \alpha_A)\Delta\theta = \frac{1}{6} \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 4 \times (20 \times 10^{-6} - 12 \times 10^{-6})\Delta\theta = 16 \times 10^{-6} \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ \text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + 50 = 70^\circ \text{C}$$

۱۵۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمایی که گرمکن ایجاد می‌کند.

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = (240)(600) = 144000 \text{ J}$$

$$Q = (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (mc\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}}$$

$$144000 = (2 \times 4200 \times 10) + (mc)(10) \Rightarrow mc = \frac{144000}{10} = 14400 \frac{\text{J}}{^\circ \text{C}}$$

۱۵۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

(الف) نادرست است. ترموکوپل دماسنج معیار نیست.

(ب) نادرست است. افزایش فشار باعث کاهش نقطه‌ی ذوب می‌شود.

(ت) نادرست است. در رساناهای فلزی سهم الکترون‌ها بیش‌تر از اتم‌هاست.

(ث) نادرست است. افزایش دما، گرمای نهان تبخیر را کاهش می‌دهد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در زمان t_1 یخ به دمای صفر رسیده و زمان $(t_2 - t_1)$ به جرم $\frac{3}{4}m$ آن ذوب می‌شود. دقت شود که در مسأله $L_f = ۱۶۰c$ یخ است.

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

$$Q = \frac{3m}{4}L_f \Rightarrow P(t_2 - t_1) = \frac{3}{4}m \times 160c_{\text{یخ}} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2 - t_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow 6t_1 = t_2 - t_1 \Rightarrow 7t_1 = t_2 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 7$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زمان لازم برای ذوب کردن t_1 و زمان کل لازم $(t_1 + t_2)$ است.

$$Q_{\text{ذوب}} = mL_f = pt_1$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{ذوب}} + Q_{\text{تغییر دما}} = mL_f + mc\Delta\theta = p(t_1 + t_2)$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{mL_f}{mL_f + mC\Delta\theta} = \frac{L_f}{L_f + C\Delta V} = \frac{336 \times 10^3}{336 \times 10^3 + 4200 \times 100} = \frac{8}{8 + 10} = \frac{4}{9}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اعداد نوشته شده مقادیر اسمی هستند ولی زمانی که به ولتاژ $V_2 = ۱۰۰$ ولت وصل می‌شوند. توان آن‌ها تغییر می‌کند.

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_1^2}{P} \Rightarrow \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2} \Rightarrow P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 P_1$$

$$R_a = \frac{Q}{P_2 t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P_2 R_a} = \frac{Q}{R_a P_1} \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2$$

مقادیر V_1 و V_2 و Q برای هر دو کتری یکسان هستند. بنابراین:

$$\frac{t_B}{t_A} = \frac{R_{aA}}{R_{aB}} \times \frac{P_{1A}}{P_{1B}} = \frac{0.5}{0.8} \times \frac{200}{100} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} = 1.25$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر $16^\circ C$ باعث ایجاد $3/5$ mm تغییر طول در میله A می‌شود.

$80^\circ C$ برابر ۵ تا $16^\circ C$ است پس تغییر طول میله A در $80^\circ C$ افزایش دما $5 \times 3/5 = 3$ mm

به همین نحو تغییر طول میله B در $80^\circ C$ افزایش دما $5 \times 1/5 = 1$ mm در این دما طول‌ها برابر شده پس:

$$L_{A,A} + 3 \text{ mm} = L_{B,B} + 1 \text{ mm} \rightarrow L_{B,B} - L_{A,A} = 3 \text{ mm} - 1 \text{ mm} = 2 \text{ mm} = 0.2 \text{ cm}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. آهنگ رسانندگی گرمایی میله‌ی «۱» و میله‌ی «۲» برابر است. دمای محل اتصال را θ_x در نظر می‌گیریم.

$$H_1 = H_2 \Rightarrow \frac{k_1 A(120 - \theta_x)}{L_1} = \frac{k_2 A(\theta_x - 30)}{L_2}$$

$$\Rightarrow \frac{4(120 - \theta_x)}{2} = \frac{(\theta_x - 30)}{1}$$

$$240 - 2\theta_x = \theta_x - 30 \Rightarrow \theta_x = 90^\circ C$$

۱۶۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کره با شعاع R را A و کره با شعاع R را B می‌نامیم. به علت همجنس بودن:

$$\alpha_A = \alpha_B \text{ و } \rho_A = \rho_B \text{ و } C_A = C_B$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A C_A \Delta Q_A = Q_B \Rightarrow m_B C_B \Delta Q_B$$

$$\rho_A \times \frac{4}{3} \pi R^3 C_A \Delta Q_A = \rho_B \times \frac{4}{3} \pi (2R)^3 \times C_B \Delta Q_B$$

$$\Delta Q_A = 8 \Delta Q_B$$

$$\frac{\Delta A_B}{\Delta A_A} = \frac{4 \pi (2R)^2 \times \alpha_B \times \Delta Q_B}{4 \pi R^2 \times \alpha_A \times \Delta Q_A} = 4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$$

۱۶۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

توان گرمایی نسبت $\frac{Q}{t}$ است. در شکل زمان از دست دادن دما تا رسیدن به دمای صفر یکسان است.

$$P_1 = P_2$$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \Rightarrow Q_1 = Q_2$$

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

$$\frac{m_B}{m_A} = \frac{c_A \theta_A}{c_B \theta_B} = \frac{1}{2} \times 3 = \frac{3}{2}$$

۱۶۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در زمان مشخص t ابتدا داشتیم:

$$Q = mc\Delta\theta_1$$

$$\frac{1}{4}Q = \frac{m}{4} \times c \times \Delta\theta_2$$

در همان زمان حالا داریم:

$$\frac{\frac{1}{4}Q}{Q} = \frac{\frac{m}{4} \times c \times \Delta\theta_2}{m \times c \times \Delta\theta_1} = \frac{1}{4}$$

نتیجه می‌گیریم در زمان برابر:

پس شیب نمودار باید ۲ برابر شود. با تغییر جرم و آهنگ گرمادهی دمای ذوب تغییر نمی‌کند. (قسمت افقی نمودار مربوط به تغییر فاز است زیرا دما در آنجا ثابت مانده) پس دمای ذوب باید همان $5^\circ C$ بماند و زمان رسیدن به آن نصف شود یعنی گزینه‌ی ۱ صحیح است.

۱۶۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. درستی گزینه‌ی «۱» درصد تغییر مساحت به α بستگی دارد.

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

درستی گزینه‌ی «۲» در اثر کاهش دما هر سه بخش کاهش مساحت دارند ولی به اندازه‌های متفاوت

نادرستی گزینه‌ی «۳» 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 گزینه‌ی «۴» 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.

۱۶۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون مساحت S_2 چهار برابر S_1 است، پس $m_2 = 4m_1$ است.

$$Q_2 = 2Q_1 \Rightarrow m_2 \Delta\theta_2 = 2m_1 \Delta\theta_1$$

$$\Rightarrow m_2 \Delta\theta_2 = 2m_1 \Delta\theta_1 \Rightarrow 4m_1 \Delta\theta_2 = 2m_1 \Delta\theta_1 \Rightarrow \Delta\theta_1 = 2\Delta\theta_2$$

$$S_2 = 4S_1 \Rightarrow \pi R_2^2 = 4\pi R_1^2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$$

$$\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \frac{R_2 \Delta\theta_2}{R_1 \Delta\theta_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

۱۶۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: جرم الکلی را به دست می‌آوریم:

$$m = \rho V = 0.8 \times 10^3 \times (5 \times 10^{-3}) = 4 \text{ kg}$$

گام دوم: با توجه به این‌که در سؤال تغییر حالت روی نمی‌دهد، می‌توانیم از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_{1\theta_1} + m_2 c_{2\theta_2}}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \Rightarrow 35 = \frac{4(2100)(20) + m_2(4200)(50)}{4(2100) + m_2(4200)}$$

$$\Rightarrow 35 = \frac{80 + 100m_2}{4 + 2m_2} \Rightarrow m_2 = 2 \text{ kg}$$

۱۷۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: به کمک اندازه‌ی چگالی و حجم دو جسم، نسبت جرم دو جسم را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{\frac{1}{4}} \times \frac{1}{2} = 2$$

گام دوم: تغییرات دمای جسم B را برحسب درجه‌ی سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

$$\frac{Q_A=Q_B}{c_A=c_B} \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{2} \xrightarrow{\Delta\theta_A=20^\circ C} \Delta\theta_B = 10^\circ C$$

گام سوم: به کمک $\Delta\theta$ ، اندازه‌ی ΔF را به دست می‌آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta = \frac{9}{5(10)} = 18^\circ F$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از پایستگی انرژی، اگر رابطه‌ی زیر برابر صفر شود، یعنی تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل آب صفر درجه‌ی سلسیوس است.

$$آب\ ۴۰^{\circ}C \xleftarrow{Q_3} آب\ ۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_2} یخ\ ۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_1} یخ\ -۱۰^{\circ}C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta + m_2 L_f + m_3 c_3 \Delta\theta = 0$$

$$\Rightarrow 0/1 \times 2100 \times 10 + 0/1 \times 336000 + 0/8 \times 4200 \times (-40) = 0$$

$$\Rightarrow -98700 \neq 0 \text{ دمای تعادل آب } \theta \text{ درجه‌ی سلسیوس است.}$$

$$آب\ ۴۰^{\circ}C \xleftarrow{Q_3} آب\ \theta^{\circ}C \xrightarrow{Q_2} یخ\ ۰^{\circ}C \xrightarrow{Q_1} یخ\ -۱۰^{\circ}C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = |Q_4| \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta + m_2 L_f + m_3 c_3 \theta = |m_4 c_4 \Delta\theta|$$

$$\Rightarrow 0/1 \times 2100 \times 10 + 0/1 \times 336000 + 0/1 \times 4200 \times \theta = 0/8 \times 4200 \times (40 - \theta)$$

$$\Rightarrow 2100 + 33600 + 4200\theta = 134400 - 33600\theta$$

$$\Rightarrow 35700 + 4200\theta = 134400 - 33600\theta$$

$$\Rightarrow 37800\theta = 98700 \Rightarrow \theta = 26/1 \Rightarrow \theta \approx 26^{\circ}C$$

و چون تمام یخ ذوب شده است، در پایان ۹۰۰ گرم آب با دمای $26^{\circ}C$ در ظرف موجود است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: به کمک رابطه‌ی درصد تغییرات مساحت، α را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییرات مساحت} = \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \Delta\theta \times 100$$

$$\Rightarrow 6 = 2\alpha(50)(100) \Rightarrow \alpha = 6 \times 10^{-4} \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right)$$

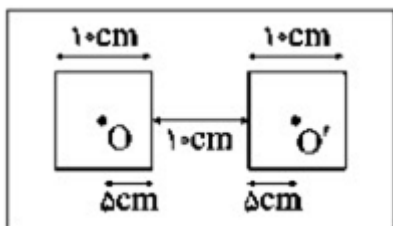
گام دوم: برای به دست آوردن تقریبی درصد تغییرات چگالی می‌توانیم از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم:

$$\text{درصد تغییرات چگالی} = \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = -3\alpha \Delta\theta \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات چگالی} = -3(6 \times 10^{-4})(-25) \times 100 = 4/5\%$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گام اول: به کمک شکل زیر، فاصله‌ی اولیه‌ی مراکز دو مربع را به صورت زیر به دست می‌آوریم:



$$OO' = 10 + 5 + 5 = 20 \text{ cm}$$

گام دوم: همان‌طور که می‌دانید با سرد کردن صفحه‌ی موردنظر، صفحه به سمت داخل منقبض شده و فاصله‌ی OO' کم می‌شود و داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta = 20(2 \times 10^{-5})(-100) = -0/4 \text{ cm}$$

۱۷۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: بعد از گذشت ۷ دقیقه ۷۵ درصد یخ باقی مانده است، بنابراین ۲۵ درصد از جرم

اولیه ی یخ که معادل ۲ kg می شود، در این مدت زمان آب شده است. گرمای داده شده به یخ در این مدت زمان برابر

$$Q = mL_F = 2(336000)J \quad \text{است با:}$$

گام دوم: توان مفیدی که صرف گرما دادن به یخ شده است، برابر است با:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} = \frac{2(336000)}{7 \times 60} = \frac{2(6 \times 7 \times 8 \times 1000)}{7 \times 60} = 1600W$$

گام آخر: و در نهایت بازدهی گرم کن به صورت زیر به دست می آید:

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{1600}{2000} \times 100 = 80\%$$

۱۷۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه $Q = C\Delta\theta$ ، شیب نمودار $Q - \Delta\theta$ برابر با $\frac{1}{C}$ است:

$$C_B = 3C_A$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{3}{2}$$

۱۷۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت ها:

الف) درست

ب) درست

پ) نادرست، گرم و سرد شدن بخش های بدن جانوران خونگرم، به علت گردش خون، نمونه ای از همرفت واداشته است.

ت) نادرست، برای آشکارسازی تابش های فروسرخ از ابزاری به نام دمانگار استفاده می شود و به تصویر به دست آمده

دمانگاشت می گویند.

۱۷۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V' = \Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{مایع}}$$

$$\Delta V' = (\beta - 3\alpha)V_0\Delta\theta$$

$$12 = (\beta - 3\alpha) \times 1000 \times (80 - 0) \Rightarrow \beta - 3\alpha = 1/5 \times 10^{-4} \frac{1}{K^\circ}$$

$$\alpha = \frac{\beta - 1/5 \times 10^{-4}}{3} = \frac{1/8 \times 10^{-4} - 1/5 \times 10^{-4}}{3} \Rightarrow \alpha = 10^{-5} \frac{1}{K^\circ}$$

۱۷۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: ابتدا به کمک نمودار رسم شده نسبت ظرفیت گرمایی ویژه ی دو ماده ی A و B را به دست می آوریم:

$$Q_A = Q_B \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_A c_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

$$\Rightarrow c_A \times 30 = c_B \times 10 \Rightarrow c_B = 3c_A$$

گام دوم: با نوشتن یک تناسب ساده خواسته ی سؤال به دست می آید:

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

$$\xrightarrow{Q_A=Q_B} 1 = \frac{2}{4} \times \frac{1}{3} \times \frac{12}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \Delta\theta_B = 2^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از طریق رابطه‌ی درصد تغییرات، برای قرص اول $\alpha \Delta \theta_1$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta A = 2A_1 \alpha \Delta \theta_1 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \Delta \theta_1 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha \Delta \theta_1 \times 100$$

$$\Rightarrow 2\alpha \Delta \theta_1 \times 100 = 0/2 \Rightarrow \alpha \Delta \theta_1 = 10^{-3}$$

حال که قرص را نصف کردیم، جنس آن تغییری نمی‌کند، ولی جرم آن نصف می‌شود، بنابراین محاسبه می‌کنیم که تغییر دمای قرص دوم چند برابر قرص اول است. در نتیجه:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta \theta_2}{\Delta \theta_1} \Rightarrow \frac{2Q}{Q} = \frac{m}{m} \times \frac{\Delta \theta_2}{\Delta \theta_1} \Rightarrow 2 = \frac{\Delta \theta_2}{\Delta \theta_1} \Rightarrow \Delta \theta_2 = 2\Delta \theta_1$$

حال برای قرص دوم خواهیم داشت:

$$\Delta A' = A'_1 2\alpha \Delta \theta_2 \Rightarrow \frac{\Delta A'}{A'_1} = 2\alpha \Delta \theta_2 = 2\alpha \times 2\Delta \theta_1 = 4\alpha \Delta \theta_1 \Rightarrow \frac{\Delta A'}{A'_1} = 4 \times 10^{-3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم اولیه این ورقه نازک را تعیین می‌کنیم:

$$V_1 = 5 \times 10 \times \frac{1}{10} = 5 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta \theta \xrightarrow[\Delta \theta = \frac{9}{5} \Delta F]{\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta} \Delta V = 5 \times 3 \times 3 \times 10^{-6} \times \frac{5}{9} \times 180 = 45 \times 10^{-6}$$

$$= 4/5 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

هنگامی که دو گرم‌کن به طور هم‌زمان به یخ گرما می‌دهند، توان کل برابر مجموع توان‌های دو گرم‌کن است.

$$\begin{cases} P = P_1 + P_2 \Rightarrow \frac{Q}{t} = \frac{Q_1}{t_1} + \frac{Q_2}{t_2} \\ P = \frac{Q}{t} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{m_2 L_F + m_2 c \Delta \theta_2}{t} = \frac{m_1 c \Delta \theta_1}{t_1} + \frac{m_2 c \Delta \theta_2}{t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{180 \times 4200}{t} = \frac{3/75 \times 236000}{1} + \frac{3/75 \times 4200 \times 20}{2}$$

$$= \frac{2/5 \times 4200 \times 12}{6} + \frac{4 \times 4200 \times 5}{2}$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم بر ۴۲۰۰}} \frac{3/75(180 + 20)}{t} = \frac{2/5 \times 12}{6} + \frac{4 \times 5}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{375}{t} = 5 + 10 \Rightarrow t = 25 \text{ min}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا فرض می‌کنیم دمای تعادل آب صفر درجه‌ی سلسیوس است، بنابراین آب گرما از دست می‌دهد و یخ گرما می‌گیرد. بنابراین:

$$\begin{aligned} & ۶۰^{\circ}C_{\text{آب}} \leftarrow ۰^{\circ}C_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \rightarrow -۱۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \\ & mc\Delta\theta + mL_F = m'c'\Delta\theta \Rightarrow ۴۰ \times ۲ / ۱ \times ۱۰ + ۴۰ \times ۳۳۶ = ۱۰۰ \times ۴ / ۲ \times ۶۰ \\ & \Rightarrow ۸۴۰ + ۱۳۴۴۰ = ۲۵۲۰۰ \Rightarrow ۱۴۲۸۰ \neq ۲۵۰۰ \end{aligned}$$

دمای تعادل آب صفر درجه‌ی سلسیوس نیست، بلکه آب θ درجه است.

$$\begin{aligned} & ۶۰^{\circ}C_{\text{آب}} \leftarrow \theta_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \rightarrow -۱۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \\ & mc\Delta\theta + mL_F + mc'\Delta\theta = m'c'\Delta\theta \Rightarrow ۴۰ \times ۲ / ۱ \times ۱۰ + ۴۰ \times ۳۳۶ + ۴۰ \times ۴ / ۲ \times (\theta - ۰) \\ & = ۱۰۰ \times ۴ / ۲ \times (۶۰ - \theta) \Rightarrow ۸۴۰ + ۱۳۴۴۰ + ۱۶۸\theta = ۲۵۲۰۰ - ۴۲۰\theta \Rightarrow -۱۰۹۲۰ = -۵۸۸\theta \\ & \Rightarrow \theta \simeq ۱۸/۶^{\circ}C \end{aligned}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

وقتی مساحت ورقه ۲ درصد افزایش یافته، داریم:

$$\text{درصد افزایش سطح} = ۲\alpha\Delta\theta \times ۱۰۰ = ۲ \Rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{۱}{۱۰۰} (*)$$

حال درصد تغییرات قطر دایره‌ی بریده‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned} D_2 &= D_1(1 + \alpha\Delta\theta) \\ \Rightarrow \frac{D_2 - D_1}{D_1} \times ۱۰۰ &= ۱۰۰\alpha\Delta\theta \xrightarrow{(*)} \%۱ = \text{درصد افزایش قطر} \end{aligned}$$

دقت کنید: ورقه‌ی توخالی در انبساط با ورقه‌ی توپر فرقی ندارد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: در حالت اول مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به دمای تعادل برسد، برابر مقدار گرمایی است که یخ صفر درجه‌ی سلسیوس می‌گیرد تا به دمای تعادل برسد و داریم:

$$\begin{aligned} & ۴۰^{\circ}C_{\text{آب}} \leftarrow ۱۰^{\circ}C_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \\ & ML_F + Mc\Delta\theta = mc\Delta\theta \\ & \Rightarrow M \left(\frac{۳۳۶۰۰}{۱۰} \right) + M \left(\frac{۴۲۰۰}{۱۰} \right) (۱۰) = m \left(\frac{۴۲۰۰}{۱۰} \right) (۳۰) \\ & \Rightarrow ۹۰M = ۳۰m \Rightarrow m = ۳M \end{aligned}$$

گام دوم: مراحل طی‌شده در گام قبل را برای M کیلوگرم آب $۴۰^{\circ}C$ درجه‌ی سلسیوس و m کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تکرار می‌کنیم:

$$\begin{aligned} & ۴۰^{\circ}C_{\text{آب}} \leftarrow \theta_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{آب}} \rightarrow ۰^{\circ}C_{\text{یخ}} \\ & mL_F + mc\Delta\theta = Mc\Delta\theta \\ & \Rightarrow m \left(\frac{۳۳۶۰۰}{۱۰} \right) + m \left(\frac{۴۲۰۰}{۱۰} \right) (۱۰) = M \left(\frac{۴۲۰۰}{۱۰} \right) (۴۰ - \theta) \\ & \Rightarrow ۲۴۰ + ۳\theta = ۴۰ - \theta \Rightarrow \theta = -۵۰^{\circ}C \end{aligned}$$

با توجه به این‌که دمای آب در حال تعادل، منفی به دست آمده است و به تناقض رسیده‌ایم، نتیجه می‌گیریم که M کیلوگرم آب $۴۰^{\circ}C$ نمی‌تواند همه‌ی m کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را ذوب کند و دمای تعادل، صفر درجه‌ی سلسیوس می‌شود.

۱۸۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دمای تعادل مخلوط آب و یخ، صفر درجه‌ی سلسیوس است. با استفاده از قانون پایستگی

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 L_F + m_2 c \Delta\theta = 0$$

انرژی داریم:

$$m_1 \times 335 \times 10^3 + \frac{670}{1000} \times 4200 \times (0 - 20) = 0 \Rightarrow m_1 = 168g$$

۱۶۸ گرم یخ ذوب شده است. بنابراین جرم اولیه‌ی یخ $168g + 100 = 268g$ بوده است.

۱۸۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم چگالی جسم با حجم جسم رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین اگر چگالی جسم کاهش

یافته، بدین معنی است که حجم جسم افزایش یافته و در نتیجه دمای جسم افزایش می‌یابد. پس گزینه‌های ۲ و ۴ غلط هستند.

تغییرات چگالی یک ماده مطابق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید. داریم:

$$\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1 = \frac{m}{V_2} - \frac{m}{V_1} \xrightarrow{V_2 = V_1(1 + \alpha\Delta\theta)} \Delta\rho = \frac{m}{V_1(1 + \alpha\Delta\theta)} - \frac{m}{V_1}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{m}{V_1} \left[\frac{1}{(1 + \alpha\Delta\theta)} - 1 \right] \simeq \rho_1(1 - \alpha\Delta\theta - 1) \simeq -\rho_1 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$$

حال حجم و چگالی گلوله‌ی مسی را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 1^3 = 4\text{ cm}^3$$

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{40}{4} = 10 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

با جای‌گذاری در رابطه‌ی تغییرات چگالی داریم:

$$\Delta\rho \simeq -\rho_1 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow -0.03 \simeq -10 \times 3 \times 10^{-5} \times \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-4}} \simeq 100^\circ\text{C}$$

۱۸۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرض کنیم m گرم یخ ذوب شده، ابتدا تغییر حجم آن را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} V_{\text{یخ}} = \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}} = \frac{10m}{9} \\ V_{\text{آب}} \frac{m}{\rho_{\text{آب}}} = m \end{cases} \Rightarrow \Delta V = \frac{10m}{9} - m = \frac{m}{9}$$

$$\frac{m}{9} = 100 \Rightarrow m = 900g = 0.9\text{ kg}$$

تغییر حجم برابر 100 cm^3 است، پس

گرمای مورد نیاز برای ذوب 0.9 kg یخ برابر است با:

$$Q = mL_F = 0.9 \times 335000 = 301500J = 301.5\text{ kJ}$$

۱۸۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر m' جرم یخ ذوب شده باشد، داریم:

$$m' L_f = mc\theta \Rightarrow m' \times 336 = 750 \times 4/2 \times 20 \Rightarrow m' = 187.5g$$

$$\text{جرم یخ اولیه} = 37.5 + 187.5 = 225g$$

۱۸۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر افزایش سطح هر دو دایره با هم برابر باشد در این‌صورت اختلاف سطح دو دایره در هر

دمایی ثابت باقی می‌ماند.

$$\Delta A_1 = \Delta A_2 \Rightarrow A_1 \alpha_1 \Delta T = A_2 \alpha_2 \Delta T \Rightarrow A_1 \alpha_1 = A_2 \alpha_2$$

$$\Rightarrow \pi(10)^2 \alpha_1 = \pi(12)^2 \alpha_2 \Rightarrow 100 \alpha_1 = 144 \alpha_2 \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 1.44$$

$$\begin{cases} Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \\ \Delta V = V_1 (\alpha) \Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \text{تقسیم و مرتب سازی} \Rightarrow \Delta V = \frac{\alpha V_1 Q}{mc}$$

در نتیجه برای رابطه‌ی مقایسه‌ای خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{V_{1A}}{V_{1B}} \times \frac{Q_A}{Q_B} \times \frac{m_B}{m_A} \times \frac{c_B}{c_A} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1 \times 1 \times \frac{2}{1} = \frac{1}{4}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا ضریب انبساط حجمی میله را حساب می‌کنیم: ۱۹۱

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow 0.4 \times 10^{-2} = 4 \times \alpha \times 200$$

$$\alpha = \frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 200} = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

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

برای محاسبه‌ی تغییر حجم ایجاد شده می‌توان نوشت:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) \beta \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Delta V = 4 \times 27 \times \frac{3}{2} \times 10^{-5} \times 200 \Rightarrow \Delta V = 3/24 \times 10^{-1} \text{ cm}^3$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به ازای دادن ۲۰ kJ گرما به ماده، دمای آن از ۵°C به ۱۵°C رسیده است، بنابراین: ۱۹۲

$$\left. \begin{aligned} Q &= 30 - 10 = 20 \text{ kJ} = 20 \times 10^3 \text{ J} \\ \Delta\theta &= 15 - 5 = 10^\circ \text{C} \\ m &= 4 \text{ kg} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} 20 \times 10^3 = 4 \times c \times 10$$

$$\Rightarrow c = \frac{20 \times 10^3}{40} = 0.5 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot K} = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نسبت افزایش طول میله برابر است با: ۱۹۳

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta\theta \Rightarrow \alpha \Delta\theta = 25 \times 10^{-4}$$

$$A_r = A_1 + 2\alpha A_1 \Delta\theta = A_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta) \Rightarrow \frac{A_r}{A_1} = 1 + 2\alpha \Delta\theta$$

برای سطح داریم:

$$\xrightarrow{\alpha \Delta\theta = 25 \times 10^{-4}} \frac{A_r}{A_1} = 1 + 2 \times 25 \times 10^{-4} \Rightarrow \frac{A_r}{A_1} = 1.005$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ضریب انبساط حجمی مایع بیش از ضریب انبساط حجمی ظرف است که مایع بیرون ریخته ۱۹۴

است:

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + \underbrace{\Delta V'}_{\substack{\text{مایعی که بیرون} \\ \text{ریخته}}}$$

$$\frac{\Delta V_{\text{مایع}}}{\Delta V_{\text{ظرف}}} = \frac{V_1 \beta \Delta T}{V_1 (3\alpha) \Delta T} \Rightarrow \frac{104}{4} = \frac{\beta}{3\alpha} \Rightarrow \frac{\beta}{3\alpha} = 26 \Rightarrow \frac{\beta}{\alpha} = 78$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مساحت قسمت فلزی یا نوار را محاسبه می‌کنیم، این مقدار برابر مساحت کل دایره‌ی بزرگ، منهای مساحت دایره‌ی توخالی است:

$$A_1 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = 3 \times (2.0^2 - 1.0^2) = 3 \times (4.00 - 1.00) = 3 \times 3.00 = 9.00 \text{ cm}^2$$

حال مقدار کاهش سطح را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta A = 2\alpha \Delta_1 \Delta \theta = 2 \times 4 \times 10^{-4} \times 9.00 \times (-50) = -36 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = A_1 + \Delta A = 9.00 - 36 = 864 \text{ cm}^2$$

پس، مساحت نوار فلزی برابر است با:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون عمومی گازهای آرمانی، داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{P_1 m_1}{T_1 \rho_1} = \frac{P_2 m_2}{T_2 \rho_2}$$

جرم گاز مقداری ثابت است.

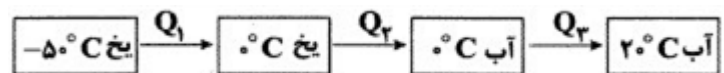
$$\left. \begin{aligned} P_2 &= 2P_1 \\ \rho_2 &= \frac{5}{2}\rho_1 \\ \frac{T_2}{T_1} &= ? \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1 \rho_1} = \frac{2P_1}{T_2 \frac{5}{2}\rho_1} \Rightarrow \frac{1}{T_1 \rho_1} = \frac{2}{T_2 \left(\frac{5}{2}\rho_1\right)} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{4}{5T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{4}{5}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A c_A \Delta \theta_A}{m_B c_B \Delta \theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{3 \cancel{c_B}}{\cancel{c_B}} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{\alpha_A R_A \Delta \theta_A}{\alpha_B R_B \Delta \theta_B} = \frac{\frac{1}{4} \cancel{\alpha_B}}{\cancel{\alpha_B}} \times \frac{2 \cancel{R_B}}{\cancel{R_B}} \times \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{1}{6} \Rightarrow \Delta R_B = 6 \Delta R_A$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمای لازم برای تبدیل یخ 50°C به آب 20°C را به دست می‌آوریم:



$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= mc_{\text{یخ}} \Delta \theta_{\text{یخ}} = \frac{200}{1000} \times c_{\text{یخ}} \times [0 - (-50)] = 10 c_{\text{یخ}} \\ Q_2 &= +mL_F = \frac{200}{1000} \times 160 c_{\text{یخ}} = 32 c_{\text{یخ}} \\ Q_3 &= mc_{\text{آب}} \Delta \theta_{\text{آب}} = \frac{200}{1000} \times \left(\frac{160}{100} c_{\text{یخ}}\right) \times (20) = 8 c_{\text{یخ}} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 50 c_{\text{یخ}}$$

این گرما را برای ذوب یخ به کار می‌بریم:

$$Q = m' L_F \Rightarrow 50 c_{\text{یخ}} = m' \times 160 c_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = \frac{50 \cancel{c_{\text{یخ}}}}{160 \cancel{c_{\text{یخ}}}} \approx 0.3125 \text{ kg} = 312.5 \text{ g}$$

۱۹۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با گرما دادن، ابتدا یخ $0^{\circ}C$ را به آب $0^{\circ}C$ تبدیل می‌کنیم، سپس با ادامه‌ی گرما دادن، آب داخل ظرف (که شامل آب ابتدایی به علاوه‌ی یخ ذوب‌شده است.) و خود ظرف به دمای $10^{\circ}C$ می‌رسند:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

↓

↓

↓

ظرف
آب ذوب یخ

$$= m_{\text{یخ}} L_F + (m_{\text{یخ}} + m_{\text{آب اولیه}}) c_{\text{آب}} \Delta\theta + m_{\text{ظرف}} c_{\text{ظرف}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q = (50 \times 336) + [(50 + 100) \times 4 / 2 \times 10] + (200 \times 10)$$

$$\Rightarrow Q = 16800 + 6300 + 2000 \Rightarrow Q = 25100 J$$

۲۰۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا باید مساحت قسمت فلزی را قبل از انقباض به دست بیاوریم:

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta} \Delta A = 2 \times 4 \times 10^{-4} \times 900 \times (-100)$$

$$A_1 = \pi r^2 = \pi (r_{\text{کل}}^2 - r_{\text{دایره}}^2) = \pi (20^2 - 10^2) = 300\pi = 900 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = -72 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = A_1 + \Delta A = 900 + (-72) = 828 \text{ cm}^2$$

۲۰۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. باید تعداد مول داخل مخزن را قبل و بعد از خارج شدن گاز محاسبه کنیم (واحد‌ها باید تبدیل شوند):

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$\Rightarrow n_1 = \frac{10 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3}}{8 \times (273 - 23)} = \frac{50 \times 10^2}{8 \times 250} = 25 \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{6 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3}}{8 \times (273 + 102)} = \frac{300 \times 10^2}{8 \times 375} = 10 \text{ mol}$$

پس $25 - 10 = 15 \text{ mol}$ گاز از مخزن خارج شده است که جرم آن برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 15 = \frac{m}{2} \Rightarrow m = 30 g$$

۲۰۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left(210 \frac{J}{s}\right) \Delta t_{\text{کل}} = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + mL_f + mc_{\text{آب}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta t_{\text{کل}} = \frac{0/2(2100)(10) + 0/2(336000) + 0/2(4200)(10)}{210} = 380 s$$

رد گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳

$$\Delta t_1 = \frac{mc_{\text{یخ}} \Delta\theta}{210} = \frac{0/2(2100)(10)}{210} = 20 s$$

(مدت زمان تشکیل یخ صفر درجه)

$$\Delta t_2 = \frac{0/2(2100)(10) + 0/2(336000)}{210} = 340 s$$

(مدت زمان تشکیل آب صفر درجه)

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۰۳

براساس تعریف ضریب انبساط (خطی، سطحی و حجم) جسم جامد می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} 0.12 = R_1 \alpha \Delta \theta \\ 28/8 = 4\pi R_1^2 (\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{28/8}{0.12} = 4\pi R_1 \Rightarrow R_1 = 1.0 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Delta V = \frac{4}{3} \pi R_1^3 (\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \Delta V = 12 R_1^2 (\underbrace{R_1 \alpha \Delta \theta}_{0.12}) \Rightarrow \Delta V = (12 \times 1.0 \times 0.12) \text{ cm}^3 = 144 \text{ cm}^3$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۲۰۴

$$V_{\text{مایع}} = V_{\text{ظرف}} = V_1$$

$$\Delta V_{\text{بیرون ریخته}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_1 \beta_{\text{مایع}} \Delta \theta - V_1 \beta_{\text{ظرف}} \Delta \theta$$

$$\Delta V = V_1 \Delta \theta \left(\beta_{\text{مایع}} - \frac{3}{4} \beta_{\text{مایع}} \right) = \frac{1}{4} V_1 \beta_{\text{مایع}} \Delta \theta$$

$$\Delta V = \frac{1}{4} \times 1 \times 10^{-3} \times \frac{18}{1.0} \times 10^4 \times 80 = 36 \times 10^7 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 36 \times 10^{-7} \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 3.6 \text{ cm}^3$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دمای آب درون سه ظرف را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم: ۲۰۵

$$F = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \Rightarrow 39/2 = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \Rightarrow \frac{9}{5} \theta_1 = 7/2 \Rightarrow \theta_1 = 4^\circ \text{C}$$

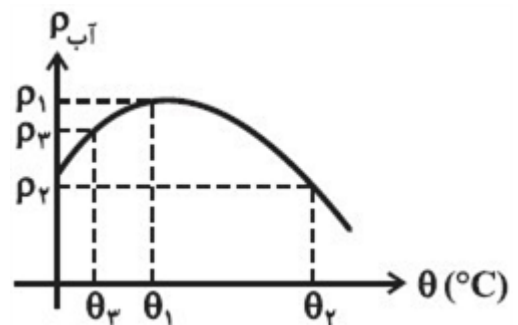
$$\theta_2 = 14^\circ \text{C}$$

$$T_2 = \theta_2 + 273 \Rightarrow 276 = \theta_2 + 273 \Rightarrow \theta_2 = 3^\circ \text{C}$$

آب در دمای $\theta = 4^\circ \text{C}$ بیشترین چگالی را دارد و در بازه صفر تا چهار درجه سلسیوس چگالی آب افزایش و بعد از چهار درجه سلسیوس چگالی آب کاهش می‌یابد.

$$\Rightarrow \rho_1 > \rho_2 \text{ و } p_1 > p_2$$

بنابراین با توجه به گزینه‌ها گزینه «۳» صحیح است.



۲۰۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. رابطه چگالی با تغییر دما با تقریب مناسبی به صورت زیر است:

$$\begin{aligned}\rho_2 &= \rho_1 (1 - \beta \Delta T) \Rightarrow \theta_2 = \rho_1 - \rho_1 \beta \Delta T \\ \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 &= -\rho_1 \beta \Delta T \Rightarrow \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = -\beta \Delta T \\ \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} &= -(\alpha \Delta T) = -3 \times 17 \times 10^{-6} \times 100 = -51 \times 10^{-4} \\ \Rightarrow \text{درصد تغییر چگالی} &= -51 \times 10^{-4} \times 100 = -0.51\%\end{aligned}$$

بنابراین چگالی تقریباً ۰/۵۱ درصد کاهش می‌یابد.

۲۰۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آنکه اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند باید تغییر طول دو نوار همواره برابر باشد،

بنابراین:

$$\begin{aligned}\Delta L_{\text{آلومینیم}} &= \Delta L_{\text{آهن}} \Rightarrow \alpha_{\text{آلومینیم}} L_{\text{آلومینیم}} \Delta T = \alpha_{\text{آهن}} L_{\text{آهن}} \Delta T \\ \Rightarrow 24 \times 10^{-6} \times L_{\text{آلومینیم}} &= 8 \times 10^{-6} \times 450 \Rightarrow L_{\text{آلومینیم}} = 150 \text{ cm}\end{aligned}$$

۲۰۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به درصد افزایش شعاع کره، افزایش دمای آن را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned}\frac{\Delta R}{R_1} \times 100 &= 0.2 \Rightarrow \frac{\Delta R}{R_1} = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow \alpha \times \Delta T = 2 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow 10^{-5} \times \Delta T &= 2 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta T = 200 \text{ K}\end{aligned}$$

حجم اولیه فلز به کار رفته در این کره برابر است با:

$$\begin{aligned}Q &= mc \Delta T \xrightarrow{m=\rho V} 16 \times 10^3 = 10000 \times V \times 400 \times 200 \\ \Rightarrow V &= \frac{16 \times 10^3}{8 \times 10^8} = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \Rightarrow V = 2 \times 10^{-5} \times 10^6 \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

دقت کنید:

(۱) برای تبدیل واحد $\frac{g}{\text{cm}^3}$ به $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ، کافی است عدد را در ۱۰۰۰ ضرب کنیم.

(۲) از رابطه $m = \rho V$ برای حالتی استفاده می‌کنیم که جسم توپر است.

حالا حجم اولیه ظاهری کره را به دست می‌آوریم:

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi R_1^3 \Rightarrow V_1 = \frac{4}{3} \times 3 \times (3)^3 = 4 \times 27 = 108 \text{ cm}^3$$

حجم اولیه حفره درون کره برابر است با: $V_1 - V = 108 - 20 = 88 \text{ cm}^3$

۲۰۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مشخص می‌کنیم که پس از گرم شدن متر فلزی، طول هر ۱ متر آن واقعاً چقدر است:

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta) = 1 (1 + 4 \times 10^{-5} \times 500) = 1.02 \text{ m}$$

پس در حالت دوم طول هر یک متر این متر فلزی، ۱/۰۲ متر طول دارد. بنابراین فاصله بین دو نقطه‌ی قبلی برحسب

واحد جدید خطکش برابر است با:

$$\frac{1.0 \text{ m}}{1.02} \approx 9/8 \text{ m}$$

۲۱۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد مول‌های آب را به دست می‌آوریم:

عدد آووگادرو $\times$ تعداد مول‌ها = تعداد مولکول‌ها

$$\Rightarrow n = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

اکنون با استفاده از رابطه $n = \frac{m}{M}$ ، جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$m = n \times M \xrightarrow[n=2 \times 10^{-2} \text{ mol}]{M=18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} m = 2 \times 10^{-2} \times 18 = 36 \times 10^{-2} \text{ g}$$

$$\xrightarrow{10^{-2} \text{ g} = 1 \text{ mg}} m = 36 \text{ mg}$$

۲۱۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر گرماسنج را با اندیس (۱)، قطعه نامعلوم را با اندیس (۲)، آب اولیه را با اندیس (۳) و

آب ثانویه را با اندیس (۴) نمایش دهیم. چون اتلاف انرژی نداریم، برای کل مجموعه می‌توان نوشت:

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

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\alpha_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\alpha_e - \theta_3) + m_4 c_4 (\theta_e - \theta_4) = 0$$

$$\Rightarrow 200 \times 380 \times (22) + 80 \times c_2 \times (22) + 50 \times 4200 \times (22) + 100 \times 4200 \times (-18) = 0$$

$$\Rightarrow 76(22) + \frac{8}{100} c_2 (22) + 210(22) = 4200 \times 18$$

$$\Rightarrow 38(11) + \frac{4 c_2}{100} (11) + 105(11) = 210 \times 9$$

$$\Rightarrow \frac{44 c_2}{100} = 1890 - 1155 - 418$$

$$\Rightarrow \frac{44 c_2}{100} = 317 \Rightarrow c_2 \approx 720 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}$$

۲۱۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. محیط دایره برابر طول حلقه می‌باشد. بنابراین رابطه بین طول حلقه و شعاع حلقه را

می‌نویسیم. داریم:

$$L = 2\pi r \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 1 + \alpha \Delta \theta \quad (*)$$

برای مساحت حلقه‌ها داریم:

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

$$\xrightarrow{(*)} \frac{\Delta A}{A_1} = (1 + \alpha \Delta \theta)^2 - 1 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 1 + \alpha^2 \Delta \theta^2 + 2\alpha \Delta \theta - 1$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = \alpha^2 \Delta \theta^2 + 2\alpha \Delta \theta \xrightarrow{\alpha \ll 1} \frac{\Delta A}{A_1} \approx 2\alpha \Delta \theta \quad (**)$$

اکنون تغییرات دمای حلقه را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{Q}{mc} \Rightarrow \Delta \theta = \frac{1500}{50 \times 10^{-2} \times 600} = 50^\circ \text{C}$$

$$\xrightarrow{(**)} \frac{\Delta A}{A_1} \approx 2 \times 10^{-5} \times 50 = 10^{-3} \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 \approx 0.1\%$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دما بر حسب درجه فارنهایت را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

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

اکنون با استفاده از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ تغییر طول میله در حالت دوم را به دست می‌آوریم. با توجه به شکل در بازه دمایی $T_1 = 0^\circ C$ تا $T_2 = 100^\circ C$ ، تغییر طول میله برابر با $\Delta L = 100/2 - 100 = 0/2 \text{ cm}$ است. برای بازه دمایی

$T_1 = 0^\circ C$ تا $T_2 = 50^\circ F = 10^\circ C$ چون ضریب انبساط طولی ثابت است می‌توان نوشت:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow{\alpha \text{ و } L_1 \text{ ثابت اند}} \frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{\Delta T'}{\Delta T}$$

$$\xrightarrow{\Delta T' = 10 - 0 = 10^\circ C \text{ و } \Delta L = 0/2 \text{ cm}} \frac{\Delta L'}{0/2} = \frac{10}{100} \Rightarrow \Delta L' = 0/2 \text{ cm}$$

بنابراین طول میله در دمای $50^\circ F = 10^\circ C$ برابر است با:

$$L_2' = L_1 + \Delta L' \xrightarrow{L_1 = 100 \text{ cm}} L_2' = 100 + 0/2 \Rightarrow L_2' = 100/2 \text{ cm}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا ضریب حجمی را از $\frac{1}{F}$ به $\frac{1}{K}$ تبدیل می‌کنیم. چون $\frac{1}{K}$ برابر $\frac{1}{C}$ است، بهتر است مشخص کنیم تغییر دمای $1^\circ F$ برابر با تغییر دمای چند درجه سلسیوس است. داریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow 1^\circ F = \left(\frac{5}{9}\right)^\circ C$$

اکنون ضریب انبساط حجمی را از $\frac{1}{F}$ به $\frac{1}{C}$ تبدیل می‌کنیم:

$$\beta = 9 \times 10^{-6} \frac{1}{F} \times \frac{1^\circ F}{\left(\frac{5}{9}\right)^\circ C} = 5 \times 10^{-6} \frac{1}{C} = 5 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

با توجه به این که $\beta_{جامد} = 3\alpha$ است، ضریب انبساط طولی فلز برابر است با:

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

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. آب تبخیر شده، گرمای موردنیاز برای تبخیرش را از آب می‌گیرد و باعث یخ زدن مقداری از آب می‌شود. بنابراین:

$$Q_1 = \left(\frac{5}{100}m\right)L_v = \frac{m}{20} \times L_v \quad \text{گرمای موردنیاز برای تبخیر شدن آب:}$$

$$Q_2 = m' L_F \quad \text{گرمای موردنیاز برای یخ زدن مقدار } m' \text{ از آب:}$$

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{این دو گرما برابرند:}$$

$$\frac{m}{20} \times L_V = m' L_F \xrightarrow{L_V = 7 L_F} m' = \frac{7}{20} m$$

m' جرم همان یخ موجود در چاله است، که در صورت سؤال گفته شده ۳۵۰ گرم است.

$$m' = 350 \text{ g} \Rightarrow \frac{7}{20} m = 350 \text{ g} \Rightarrow m = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$$

۲۱۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر دمای آب را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 84000 = 1 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ C$$

برای به دست آوردن تغییر حجم آب باید حجم اولیه‌ی آنرا داشته باشیم:

$$m_1 = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{1000 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 1000 \text{ cm}^3$$

وقتی جرم اولیه را داریم و چگالی اولیه‌ی آنرا داریم:

حال از رابطه‌ی تغییر حجم استفاده می‌کنیم:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = 1000 \times 3 \times 10^{-3} \times 20 = 60 \text{ cm}^3 = 60 \text{ cc}$$

۲۱۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تغییر دمای حالت دوم برحسب درجه‌ی فارنهایت است که باید به درجه‌ی سلسیوس تبدیل

$$(\Delta F)_r = \frac{9}{5} (\Delta\theta)_r \quad (1)$$

شود:

از طرفی مقدار تغییر دما در هر دو حالت یکی است، دما در حالت دوم برحسب فارنهایت و در حالت اول برحسب

$$(\Delta F)_r = (\Delta\theta)_1 \xrightarrow{\text{از رابطه ۱}} \frac{9}{5} (\Delta\theta)_r = \Delta\theta_1$$

سلسیوس است:

حال نسبت تغییر سطح در دو حالت را به یکدیگر به دست می‌آوریم:

$$(\Delta A)_1 = 0 / 45 \text{ mm}^2 \quad (\text{تغییر سطح حالت اول برابر است با:})$$

$$\frac{(\Delta A)_r}{(\Delta A)_1} = \frac{\alpha A_1 (\Delta\theta)_r}{\alpha A_1 (\Delta\theta)_1} \Rightarrow \frac{(\Delta A)_r}{0 / 45} = \frac{\Delta\theta_r}{\frac{9}{5} \Delta\theta_1} \Rightarrow \frac{(\Delta A)_r}{0 / 45} = \frac{5}{9} \Rightarrow (\Delta A)_r = 0 / 25 \text{ mm}^2$$

۲۱۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ابتدا گرمای لازم برای تبخیر را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1 = mL_V = (0 / 2 \text{ kg}) \left(226 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) = 45 / 36 \text{ kJ}$$

کاهش دمای آب کوزه برابر است با:

$$Q + Q_r = 0 \Rightarrow Q_r = -45 / 36 \text{ kJ} \Rightarrow Q_r = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow -45 / 36 \text{ kJ} = (3 / 6 \text{ kg}) \left(4 / 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \right) \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = -3^\circ C$$

در نتیجه کاهش دما $3^\circ C$ است.

۲۱۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس است و تمام یخ ذوب شده است.

$$m \text{ کیلوگرم یخ } -20^\circ C \xleftarrow{Q_r} 0^\circ C \xleftarrow{Q_2} 0^\circ C \xrightarrow{Q_1} 5 \text{ kg آب } 20^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_r = 0 \Rightarrow m_1 c \Delta\theta + m_{2c} \Delta\theta + m_2 L_F = 0$$

$$\Rightarrow 5 \times 4 / 2 \times (0 - 20) + m_2 (2 / 1 \times 20 + 336) = 0$$

$$\frac{4 / 2 = 2 \times 2 / 1}{336 = 80 \times 4 / 2} \rightarrow -50 + m_2 (5 + 40) = 0 \Rightarrow 45 m_2 = 50 \Rightarrow m_2 = \frac{10}{9} \text{ kg}$$

(اگر حداکثر مقدار یخ خواسته شده بود می‌بایست تمام آب منجمد شود و دمای تعادل صفر شود.)

۲۲۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای مورد نیاز برای رسیدن به یخ $0^\circ C$ را محاسبه می‌کنیم.

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 200 \times 20 \times 2/1 = 8400 \text{ J}$$

چون گرمای داده شده بیشتر از Q_1 است، تمام یخ به $0^\circ C$ می‌رسد و شروع به ذوب شدن می‌کند.

$$Q_2 = mL_F = 200 \times 336 = 67200 \text{ J}$$

چون گرمای داده شده از $Q_1 + Q_2$ بیشتر است، تمام یخ ذوب شده و دمای آن از $0^\circ C$ بالاتر می‌رود، بنابراین،

$$Q_2 = mc\Delta\theta \Rightarrow (84000 - 8400 - 67200) = 200 \times 4/2 \times (\theta - 0)$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{84000 - 75600}{200 \times 4/2} = \frac{8400}{840} = 10^\circ C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۲۲۱

$$A_1 = 50 \times 50 - \pi \times 15^2 = 2500 - 675 = 1825 \text{ cm}^2$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \text{ و } \Delta A = A_1 \alpha \Delta\theta$$

توجه داشته باشید که کل جسم، قسمت پر آن و قسمت خالی آن، همگی مثل هم (با یک α) منبسط می‌شوند.

$$\frac{\Delta A}{A_1} = \alpha \frac{\Delta L}{L_1} \Rightarrow \frac{\Delta A}{1825} = \alpha \times \frac{10}{10} \Rightarrow \Delta A = 10^{-3} \times 1825 \Rightarrow \Delta A = 3/65 \text{ cm}^2$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۲۲

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\left(\frac{m}{V_2}\right)}{\left(\frac{m}{V_1}\right)} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_1(1 + \beta\Delta\theta)} = \frac{1}{1 + \beta\Delta\theta} = \frac{1}{1 + 3\alpha\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1 + 3 \times 2/9 \times 10^{-5} \times 200} = \frac{1}{1/0.174} \approx 0.98$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۲۲۳

$$L_{2,B} = L_{1,B} + L_{1,B}\alpha_B\Delta\theta \Rightarrow L_{2,B} = 80 + 80\alpha_B \times 50$$

$$L_{2,A} = L_{1,A} + L_{1,A}\alpha_A\Delta\theta \Rightarrow L_{2,A} = 82 + 82\alpha_A \times 50$$

$$L_{2,B} > L_{2,A} \Rightarrow 80 + 80\alpha_B \cdot 50 > 82 + 82\alpha_A \cdot 50$$

$$80\alpha_B \times 50 > 2 + 82 \times 5 \times 10^{-3} \times 50$$

$$80\alpha_B \times 50 > 22/5$$

$$\alpha_B > 5/625 \times 10^{-3}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مساحت صفحه را محاسبه می‌کنیم:

۲۲۴

$$A = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

حال با استفاده از رابطه‌ی انبساط سطحی، افزایش سطح صفحه را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta A = \alpha A_1 \Delta T = 2 \times 5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

حال این مقدار را برحسب میلی‌متر مربع محاسبه می‌کنیم:

$$10^{-4} \cancel{\text{m}^2} \times \frac{10^6 \text{ mm}^2}{1 \cancel{\text{m}^2}} = 10^2 \text{ mm}^2$$

۲۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خطکش در دمای صفر درجه سلسیوس مدرج است، ولی ما آن را در دمای $50^{\circ}C$ به کار می‌گیریم، پس خطکش منبسط شده و طول این خطکش افزایش یافته است؛ در نتیجه اعدادی که روی این خطکش نوشته شده واقعی نخواهد بود.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta T = 2 \times 10^{-5} \times 50 = 10^{-3}$$

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = 10^{-3} \times 100 = 0.1\%$$

از آنجا که ضریب انبساط طولی میز ناچیز است، طول میز در دماهای مختلف تغییر چندانی نمی‌کند و ثابت است. فرض کنید طول واقعی میز $100/1$ cm و طول خطکش در دمای صفر درجه سلسیوس 100 cm است. (در این دما عدد 100 روی خطکش واقعاً 100 cm را نشان می‌دهد.) طول خطکش در دمای $50^{\circ}C$ به

$100/1$ cm می‌رسد، ولی این مقدار از روی خطکش همان 100 خوانده می‌شود. اکنون اگر طول میز را با این خطکش اندازه‌گیری کنیم، 100 cm را نشان می‌دهد در حالی که مقدار واقعی آن $100/1$ cm است؛ پس طول واقعی میز به اندازه 0.1% درصد بیشتر از مقداری است که خطکش نشان می‌دهد.

۲۲۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا افزایش دمای دو میله را مقایسه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta\theta_A &= \frac{Q}{m_A c_A} = \frac{Q}{m_A \cdot 2 c_B} \\ \Delta\theta_B &= \frac{Q}{m_B c_B} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{m_A = m_B} \Delta\theta_B = 2 \Delta\theta_A$$

برای افزایش طول داریم:

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

$$\left. \begin{aligned} \Delta L_A &= L_{1A} \alpha_A \Delta\theta_A \\ \Delta L_B &= L_{1B} \alpha_B \Delta\theta_B \xrightarrow[L_{1A} = L_{1B}]{\alpha_A = 2 \alpha_B} \Delta L_B = L_{1A} \frac{\alpha_A}{2} \times 2 \Delta\theta_A = L_{1A} \alpha_A \Delta\theta_A \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta L_A = \Delta L_B$$

۲۲۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مقداری گرمایی که به واحد جرم جسم داده می‌شود تا در دمای ثابت ذوب شود را گرمای نهان ویژه ذوب می‌گوییم که با توجه به نمودار صورت سوال، این مقدار گرما در دمای ذوب $80^{\circ}C$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q = mL_F \Rightarrow (95 - 20) \times 10^3 = 0.5 \times L_F$$

$$\Rightarrow L_F = 1/5 \times 10^5 \frac{J}{kg}$$

$$\Delta V = \alpha V \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$$

دو کره همجنس پس $\alpha_A = \alpha_B$ و $c_A = c_B$ و هم حجم هستند، پس $V_A = V_B$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} \quad (۱)$$

اما چون جرم‌های دو کره متفاوت است، تغییر دما نیز متفاوت خواهد بود. حال $\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$ را یافته، جایگزین می‌کنیم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A = m_B c_B \Delta T_B$$

$$\xrightarrow{c_A = c_B} m_A \Delta T_A = m_B \Delta T_B$$

$$\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{۱}{۲} \xrightarrow{(۱)} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{۱}{۲}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون در فاصله ۸۰۰۸ متری بین دو شهر در تابستان تعداد ۵۰۰ ریل قرار گرفته است، ابتدا طول هر ریل را در دمای $۴۰^\circ C$ به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از رابطه تغییر طول، حداقل دمای زمستان را حساب می‌کنیم.

$$L_r = \frac{\text{فاصله بین دو شهر}}{\text{تعداد ریل‌ها}} \quad (L_r \text{ طول هر ریل در دمای } ۴۰^\circ C)$$

$$\Rightarrow L_r = \frac{۸۰۰۸}{۵۰۰} \Rightarrow L_r = ۱۶/۰۱۶ m$$

$$L_r = L_1 + L_1 \alpha \Delta T \xrightarrow{L_r = ۱۶/۰۱۶ m, L_1 = ۱۶ m} \alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K}$$

$$۱۶/۰۱۶ = ۱۶ + ۱۶ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta T$$

$$\Rightarrow ۰/۰۱۶ = ۳۲ \times ۱۰^{-۵} \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{۳۲ \times ۱۰^{-۵}} \Rightarrow \Delta T = ۵۰ K = ۵۰^\circ C$$

$$\Delta \theta = \Delta T = \theta_r - \theta_1 \xrightarrow{\theta_r = ۴۰^\circ C, \Delta \theta = ۵۰^\circ C}$$

$$۵۰ = ۴۰ - \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = -۱۰^\circ C$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow L_r = L_1 (1 + \alpha \Delta T) \quad \text{گزینه ۲ پاسخ صحیح است.}$$

چون تیرها از هر دو سر انبساط می‌یابند، باید طول آنها از هر سمت به اندازه نصف فاصله بین دو تیر افزایش یابد، پس در مجموع باید فاصله بین دو تیر به اندازه تغییر طول یک تیر باشد:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = ۱۰ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \times (۴۰ - (-۱۰)) = ۰/۰۰۶ m = ۶ mm$$

۲۳۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر دمای همه‌ی میله‌ها به اندازه‌ی $\Delta\theta$ تغییر کند و طول میله‌ها به ترتیب a' ، b' و c' شود، برای این که مثلث باز هم قائم‌الزاویه بماند باید رابطه‌ی فیثاغورث بین اضلاع آن برقرار باشد، داریم:

$$c'^2 = a'^2 + b'^2$$

و با توجه به رابطه‌ی تغییر طول برحسب تغییر دما $(L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta))$ داریم:

$$[c(1 + \alpha_c\Delta\theta)]^2 = [a(1 + \alpha_a\Delta\theta)]^2 + [b(1 + \alpha_b\Delta\theta)]^2$$

$$\xrightarrow{a=\frac{1}{\sqrt{2}}c, b=\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}c} c^2(1 + \alpha_c\Delta\theta)^2 = \frac{c^2}{2}(1 + \alpha\Delta\theta)^2 + \frac{2}{2}c^2(1 + \alpha\Delta\theta)^2$$

$$\Rightarrow \alpha_c = \alpha \Rightarrow \frac{\alpha_c}{\alpha} = 1$$

۲۳۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. رابطه‌ی بین افزایش حجم با تغییر دما به صورت زیر است که در آن $\beta = 3\alpha$ است:

$$\Delta V = V \cdot \beta \Delta T$$

اگر نسبت تغییر حجم دو کره را بنویسیم، داریم:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{\beta_1}{\beta_2} \times \frac{\Delta T}{\Delta T} \xrightarrow{V=\frac{4}{3}\pi r^3, \beta=3\alpha} \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 \times \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)$$

$$\xrightarrow{R_1=\frac{3}{2}R_2} 18 = \left(\frac{3}{2}\right)^3 \times \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \Rightarrow 18 = \left(\frac{27}{8}\right) \times \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{16}{3}$$

۲۳۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تغییر حجم فضای داخل ارلن و گلیسرین را بر اثر افزایش دما محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{گلیسرین}} = \beta_{\text{گلیسرین}} V_1 \Delta T = 5 \times 10^{-4} \times 200 \times (60 - 10) = 5 \text{ cm}^3$$

$$\beta_{\text{ارلن}} = 3\alpha_{\text{ارلن}} = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{ارلن}} = \beta_{\text{ارلن}} V_1 \Delta T = 3 \times 10^{-5} \times 200 \times (60 - 10) = 0.3 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{گلیسرین}} - \Delta V_{\text{ارلن}} = 5 - 0.3 = 4.7 \text{ cm}^3$$

۲۳۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دمای نقطه انجماد آب در فشار جو متعارف (1 atm) برابر 0°C است.

$$\Delta T = \Delta\theta \Rightarrow \Delta T = -60 K$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = F_2 - F_1 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 - \left(\frac{9}{5}\theta_1 + 32\right) \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}(\theta_2 - \theta_1) = \frac{9}{5}\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times (-60) = -108^\circ\text{F}$$

از محاسبات فوق نتیجه می‌شود که دمای این نقطه به میزان 60°K و 108°F کمتر از دمای نقطه انجماد آب است.

۲۳۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

وجود قسمت بریده شده اثری در مقدار انبساط سطحی قسمت توپر جسم ندارد.

$$A_1 = (30 \times 30) - \pi \times 10^2 = 900 - 300 = 600 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = A_1 \cdot (2\alpha) \cdot \Delta\theta = 600 \times 2 \times 4 \times 10^{-5} \times 150 = 600 \times 1200 \times 10^{-5} = 7.2 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow A_2 = A_1 + \Delta A = 600 + 7.2 = 607.2 \text{ cm}^2$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۳۶

$$\frac{\Delta L_{\text{آهن}}}{\Delta L_{\text{مس}}} = \frac{(\alpha L, \Delta \theta)_{\text{آهن}}}{(\alpha L, \Delta \theta)_{\text{مس}}}$$

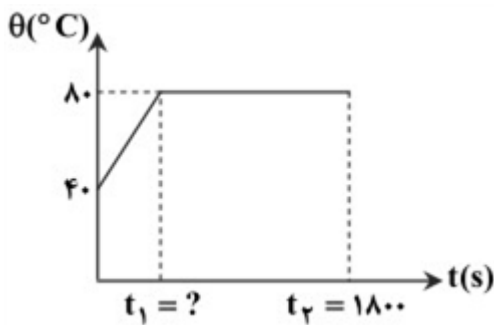
$$\frac{\Delta L_{\text{آهن}}}{\Delta L_{\text{مس}}} = \frac{(\alpha L, \Delta \theta)_{\text{آهن}}}{(\alpha L, \Delta \theta)_{\text{مس}}} = \frac{\alpha_{\text{آهن}}}{\alpha_{\text{مس}}} \times \frac{1}{2} \times \frac{170}{220} = \frac{11}{17} \times \frac{1}{2} \times \frac{170}{220}$$

$$\frac{\Delta L_{\text{آهن}}}{\Delta L_{\text{مس}}} = \frac{1}{4} = 0.25 \Rightarrow \Delta L_{\text{آهن}} = 0.25 \Delta L_{\text{مس}}$$

$$\frac{\Delta L_{\text{آهن}} - \Delta L_{\text{مس}}}{\Delta L_{\text{مس}}} \times 100 = \frac{0.25 \Delta L_{\text{مس}} - \Delta L_{\text{مس}}}{\Delta L_{\text{مس}}} \times 100 = -75\%$$

افزایش طول میله آهنی ۷۵ درصد کمتر از افزایش طول میله مسی است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۲۳۷



گرم شدن مایع: $Q_1 = Pt_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow 200t_1 = 0.4 \times 2500 \times 40 \Rightarrow t_1 = 200s$

تبخیر مایع: $Q_2 = P\Delta t \Rightarrow P(1800 - t_1) = mL_V \Rightarrow 200 \times 1600 = 0.4 \times L_V$

$$\Rightarrow L_V = 800000 \frac{J}{kg} = 800 \frac{kJ}{kg}$$

$$T_1 = 273 + 27 = 300 K$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۳۸

$$T_2 = 300 + 30 = 330 K$$

فشاری که فشارسنج نشان می‌دهد، فشار پیمانه‌ای است، پس برای محاسبه فشار گاز داریم:

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_{\text{}} \Rightarrow 6 \times 10^5 = P_{\text{گاز}} - 10^5 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 7 \times 10^5$$

$$\text{حجم مخزن تغییر نمی‌کند} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{7 \times 10^5}{300} = \frac{P_2}{330}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{7 \times 330 \times 10^5}{300} = 7/7 \times 10^5 \text{ Pa} = 770 \text{ kPa}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = 4 P_1 V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 4$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۳۹

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{m}{V_2}}{\frac{m}{V_1}} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 4$$

۲۴۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در صورتی که حجم ثابت بماند، طول میله با سطح مقطع میله رابطه‌ی عکس دارد.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}$$

با توجه به این که دمای مطلق و طول میله ۵۰ درصد افزایش دارند، پس داریم:

$$\begin{cases} L_2 = 1/5 L_1 \\ \Delta\theta_2 = 1/5 \Delta\theta_1 \end{cases}$$

آهنگ شارش گرما در واحد زمان طبق رابطه‌ی $P = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{L}$ ، با A (مساحت سطح مقطع) و $\Delta\theta$ (اختلاف دما)

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \frac{L_1}{L_2}$$

رابطه‌ی مستقیم و با L (طول میله) رابطه‌ی عکس دارد، پس:

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2 = 1/5 \times \left(\frac{1}{1/5}\right)^2 = \frac{1}{1/5} = \frac{5}{1}$$

۲۴۱

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

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

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

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

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

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

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.

$$m_{\text{ذوب شده}} L_F = 64 c_{\text{آب}} \xrightarrow{L_F = 80 c_{\text{آب}}} m_{\text{ذوب شده}} = \frac{64}{80} = \frac{4}{5} \text{ kg} = 800 \text{ g}$$

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

۲۴۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در فرایند تبدیل یخ به آب، جرم آن ثابت می‌ماند و چون طبق نمودار داده شده در مورد آب داده‌ها بیش‌تر از یخ است، بنابراین جرم آب را محاسبه می‌کنیم.

ضمناً برای سادگی محاسبات بهتر است گرمای ویژه‌ی آب را برحسب $\frac{\text{cal}}{g^\circ C}$ بنویسیم.

$$c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} = \frac{4200}{4/2 \times 1000} = 1 \frac{\text{cal}}{g^\circ C}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Leftrightarrow (29 - 25) \times 10^3 = m \times 1 \times (5 - 0) \Rightarrow m = 800 \text{ g} = 0/8 \text{ kg}$$

۲۴۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم اولیه‌ی مکعب را حساب می‌کنیم و سپس از رابطه‌ی $V_2 = V_1 + \Delta V$ حجم مکعب را در دمای $120^\circ C$ به دست می‌آوریم. دقت کنید $\Delta V_1 = V_1(\alpha) \Delta\theta$ است.

$$V_1 = a^3 \xrightarrow{a=5\text{cm}} V_1 = 5^3 \Rightarrow V_1 = 125 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1(\alpha) \Delta\theta \xrightarrow{\alpha=2 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \text{ و } \Delta\theta=120-20=100^\circ C}$$

$$\Delta V = 125 \times 2 \times 10^{-6} \times 100 \Rightarrow \Delta V = 0/025 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V = 125 + 0/025 \Rightarrow V_2 = 125/025 \text{ cm}^3$$

۲۴۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا اختلاف دما را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \theta + 237 \Rightarrow T_1 = 5 + 273 = 278K \\ T_2 &= 288K \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta T = 10K$$

با توجه به رابطه‌ی انبساط طولی می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \Delta L_A &= \alpha_A L_1 \Delta T \\ \Delta L_B &= \alpha_B L_1 \Delta T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta L_A - \Delta L_B = (\alpha_A - \alpha_B) L_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow 0.3 \times 10^{-3} = (15 - 10) \times 10^{-6} \times L_1 \times 10 \Rightarrow L_1 = 6m = 600cm$$

۲۴۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $F = \frac{9}{5} \theta + 32$ می‌توانیم θ_1 و θ_2 و سپس $\Delta \theta$ را محاسبه کنیم:

$$F_1 = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 \Rightarrow 50 = 1.8 \theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = 10^\circ C$$

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

$$F_2 = \frac{9}{5} \theta_2 + 32 \Rightarrow 86 = 1.8 \theta_2 + 32 \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ C$$

حال باید افزایش حجم مایع و افزایش گنجایش ظرف را به دست آوریم.

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \beta V_1 \Delta \theta = (50 \times 10^{-5})(200)(20) = 2cm^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = (3\alpha) V_1 \Delta \theta = (3 \times 8 \times 10^{-6})(200)(20) = 0.96cm^3$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = 2 - 0.96 = 1.04cm^3$$

حجم مایع سرریز شده از ظرف برابر است با:

۲۴۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمایی که بخار می‌تواند تا تعادل گرمایی به یخ بدهد:

$$\text{بخار } 100^\circ C \xleftarrow{Q_v} \text{آب } 100^\circ C \xleftarrow{Q} \text{آب صفر}$$

$$Q = -mL_v + mc\Delta\theta = -20(500 + 1 \times 100) \Rightarrow |Q| = 20 \times (500 + 100) = 600 \times 20 = 12000 \text{ cal}$$

گرمایی که یخ می‌گیرد آب $0^\circ C \rightarrow 0^\circ C \rightarrow 20^\circ C$ یخ $20^\circ C$

$$120 \left(\frac{1}{2} \times 20 + L_F \right) = 12000 \text{ cal} \Rightarrow L_F = 90 \frac{\text{cal}}{g}$$

آب $50^\circ C \xleftarrow{\quad} \text{آب } 0^\circ C \xleftarrow{\quad} \text{یخ } 0^\circ C \rightarrow 40^\circ C$

$$\text{آب } 50^\circ C \text{ گرما می‌دهد } Q = m \left(\frac{1}{2} \times 40 \right) = 60(L_F + 1 \times 50) = Q$$

$$20m = 60(90 + 50) \Rightarrow m = 420g$$

۲۴۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{آب } 50^\circ C \xleftarrow{\quad} \text{آب } 0^\circ C \rightarrow 10^\circ C \rightarrow 10^\circ C$$

$$200 \times 2100 \times 10 + (200 - 50) \times 336000 = m \times 4200 \times 50 \Rightarrow 200 \times \frac{1}{2} \times 10 + 150 \times 80$$

$$= m \times 1 \times 50 \Rightarrow 1000 + 12000 = 50m \Rightarrow m = 260g$$

$$m_{\text{کل}} = 260 + 150 = 410g$$

↓
یخ ذوب شده

۲۴۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_0}{V} \Rightarrow \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_0}{V_0(1 + 3\alpha\Delta\theta)} \Rightarrow \frac{0.94\rho_0}{\rho_0} = \frac{1}{1 + 3\alpha\Delta\theta} = \frac{94}{100} = \frac{1}{1 + 3\alpha\Delta\theta}$$

$$94 + 94 \times 3\alpha\Delta\theta = 100 \Rightarrow 94 \times 3\alpha\Delta\theta = 6 \Rightarrow \Delta\theta = \frac{6}{94 \times 3\alpha} = \frac{1}{47\alpha}$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به انبساط ظاهری مایع می‌توان تعیین کرد چه مقدار از حجم مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ۲۴۹

$$\Delta V'_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{واقعی}} \Rightarrow \Delta V' = V_1(\beta - \alpha) \Delta \theta$$

$$\xrightarrow{V_1 = 1 \text{ lit} = 10^3 \text{ cm}^3, \beta = 1/5 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} \Delta V' = 10^3 \times (1/5 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-5}) \times (50)$$

$$\Rightarrow \Delta V' = 50 \times 10^3 (15 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-5})$$

$$\Rightarrow \Delta V' = 50 \times 10^3 \times 12 \times 10^{-5} = 5 \times 10^4 \times 1/2 \times 10^{-4} \Rightarrow \Delta V' = 6 \text{ cm}^3$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی $L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta \theta)$ می‌توان نوشت: ۲۵۰

$$L_{2A} - L_{2B} = 0.12 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow L_{1A} + L_{1A} \alpha_A \Delta \theta - (L_{1B} + L_{1B} \alpha_B \Delta \theta) = 0.12 \text{ mm}$$

$$\xrightarrow{L_{1A} = L_{1B} = 150 \text{ mm} \text{ و } \alpha_A = 16 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ و } \alpha_B = 8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} 150 + 150 + 16 \times 10^{-6} \times \Delta \theta - 150 - 150 \times 8 \times 10^{-6} \times \Delta \theta = 0.12$$

$$\Rightarrow 24 \times 10^{-6} \times \Delta \theta - 12 \times 10^{-6} \times \Delta \theta = 0.12$$

$$\Rightarrow 12 \times 10^{-6} \times \Delta \theta = 12 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \Delta \theta \xrightarrow{\theta_1 = 0^\circ \text{C}} \theta_2 = 0 + 100 \Rightarrow \theta_2 = 100^\circ \text{C}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۲۵۱

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_A = \left(\frac{KA\Delta\theta}{L}\right)_A = \frac{K_A}{K_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \times \frac{L_B}{L_A} = 6 \times \frac{1}{3} \times 1 \times 1 = 2$$

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_B$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای لازم برای ذوب شدن یخ و تبدیل به آب صفر درجه‌ی سلسیوس را محاسبه می‌کنیم. ۲۵۲

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= mC\Delta\theta = 0.2 \times 2100 \times 5 = 2100 \text{ J} \\ Q_2 &= mL_f = 0.2 \times 336000 = 67200 \text{ J} \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 = 69300 \text{ J}$$

$$= mC\Delta\theta = m \times 4200 \times 100 \Rightarrow m = 0.165 \text{ kg} = 165 \text{ g}$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. چون دو صفحه به یکدیگر به صورت سری چسبیده‌اند، نرخ شارش گرما در هر دو صفحه فلزی یکسان است. ۲۵۳

$$Q = \frac{KA\Delta\theta}{d} \Rightarrow \text{نرخ شارش گرما} = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{d}$$

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t} \Rightarrow \frac{K_1 A \Delta\theta_1}{d_1} = \frac{K_2 A \Delta\theta_2}{d_2} \Rightarrow \frac{90 \Delta\theta_1}{4/5 \times 10^{-2}} = \frac{200 \Delta\theta_2}{5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \Delta\theta_1 = 4 \Delta\theta_2$$

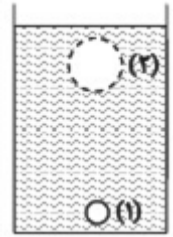
$$\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 = 100^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta\theta_2 = 20^\circ \text{C} \Rightarrow \text{دمای سطح مشترک} = 0^\circ \text{C} + \Delta\theta_2 = 20^\circ \text{C}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۲۵۴

دمای حباب گاز درست شده ثابت است. بنابراین برای این گاز می‌توان نوشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, V_2 = \frac{3}{4} V_1 \Rightarrow P_1 = \frac{3}{4} P_2$$

$$\begin{cases} P_1 = P_2 + \rho g h \\ P_1 = P_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{4} P_2 = P_2 + 1200 \times 10 \times h \Rightarrow h = \frac{\frac{3}{4} \times 10^5}{12000} = 20 \text{ m}$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با افزایش دما، حجم مایع افزایش یافته پس چگالی مایع کاهش می‌یابد، پس: ۲۵۵

$$\rho_2 = \frac{1}{8} \rho_1 \Rightarrow \frac{m}{V_2} = \frac{1}{8} \frac{m}{V_1} \Rightarrow V_2 = \frac{1}{8} V_1 \Rightarrow \Delta V = \frac{1}{4} V_1$$

$$V_1 \beta \Delta \theta = \frac{1}{4} V_1 \Rightarrow 2 \times 10^{-5} \times \Delta \theta = \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta \theta = 125 \Rightarrow \theta = 125^\circ \text{C}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون ضریب انبساط طولی مس بیش‌تر است پس افزایش طول میله‌ی مسی بیش‌تر است. ۲۵۶

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta L_{\text{مس}} - \Delta L_{\text{آهن}} = L \alpha \Delta \theta - L \alpha' \Delta \theta'$$

$$\frac{1}{2} = L \times 10 \times (17 \times 10^{-6} - 12 \times 10^{-6}) \Rightarrow L = 500 \text{ mm} = 50 \text{ cm}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۲۵۷

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow \Delta l = l_0 + l_0 \alpha \Delta \theta$$

$$l_B - l_A = 8 \times 10^{-3} \text{ m} = l_0 \Delta \theta (\alpha_B - \alpha_A) = 2 \Delta \theta (8 \times 10^{-6}) \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ \text{C}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به ثابت ماندن دما خواهیم داشت: ۲۵۸

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = (P_1 + 20\% P_1) V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = \frac{120}{100} P_1 V_2$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{100}{120} V_1 = \frac{5}{6} V_1$$

با توجه به ثابت ماندن سطح مقطع می‌توان گفت:

$$V_2 = \frac{5}{6} V_1 \Rightarrow h_2 = \frac{5}{6} h_1 = \frac{5}{6} \times 6 = 5 \text{ m} \quad \Delta h = 6 - 5 = 1 \text{ m}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۵۹

$$\Delta L_1' = \alpha_1 L_1 \Delta T, \Delta L_2' = \alpha_2 L_2 \Delta T, \Delta L_3' = \alpha_3 L_3 \Delta T$$

$$\Delta L_3' = \Delta L_1' + \Delta L_2' \Rightarrow \alpha_3 L_3 = \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2 \Rightarrow \alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ۲۶۰

$$\begin{cases} \text{جرم اولیه آب} = m \\ \text{جرم یخ ذوب شده} = 180 - 20 = 160 \text{ gr} = m' \end{cases}$$

$$mC |\Delta\theta| = m'Lf \Rightarrow m \times 4/2 \times 40 = 160 \times 336 \Rightarrow m = 320 \text{ gr}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. آهنگ شارش گرما در هر دو میله یکسان است: ۲۶۱

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{L}$$

$$K_{Fe} \times \frac{\Delta\theta_{Fe}}{L_{Fe}} = K_{Cu} \frac{\Delta\theta_{Cu}}{L_{Cu}} \rightarrow 80 \times \frac{100 - \theta}{16} = 400 \times \frac{\theta - 0}{20} \rightarrow \theta = 20^\circ C$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۲۶۲

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{273 + 0}{273 + 27} = \frac{273}{300} = \frac{91}{100}$$

$$P_2 = \frac{91}{100} P_1 \rightarrow P_2 - P_1 = \frac{91}{100} P_1 - P_1 \rightarrow \Delta P = \frac{9}{100} P_1$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با خارج کردن مقداری از هوای محفظه، فشار وارد بر سطح مایع کاهش می‌یابد و در نتیجه تبخیر سطحی آب افزایش می‌یابد. از طرفی با توجه به این‌که ظرف عایق حرارتی است، پس باید گرمای لازم برای تبخیر سطحی از خود مایع گرفته شود، بنابراین دمای مایع درون محفظه کاهش می‌یابد. ۲۶۳

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۲۶۴

$$\Delta l = l_1 \alpha \Delta\theta \text{ و } l_2 = l_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$R_2 = 10(1 + 2 \times 10^{-4} \times 100) = 10 \times 1/02 = 10/2 \text{ cm}$$

$$R_1' = 20(1 + 2 \times 10^{-4} \times 100) = 20 \times 1/02 = 20/4 \text{ cm}$$

$$A_2 = \pi(R_1'^2 - R_2^2) = \pi((20/4)^2 - (10/2)^2) = \pi(20/4 + 10/2)(20/4 - 10/2) = \pi \times 30/6 \times 10/2$$

$$\Rightarrow A_2 = 312/12 \pi \text{ cm}^2 = 312 \pi \text{ cm}^2$$

راه‌حل دیگر:

$$A_1 = \pi(20^2 - 10^2) = 300\pi$$

$$A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta) = 300\pi(1 + 2 \times 2 \times 10^{-4} \times 100) = 300\pi \times 1/04 = 312\pi \text{ cm}^2$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ۲۶۵

$$V_Z = V_{Z_0}(1 + 3\alpha\Delta\theta)$$

$$= 2000(1 + 3 \times 5 \times 10^{-5} \times 40)$$

$$= 2000(1 + 0/06) = 2000 + 12 = 2012 \text{ cm}^3$$

$$V_L = V_{L_0}(1 + \beta\Delta\theta) = 1800(1 + 10^{-3} \times 40)$$

$$= 1800(1 + 0/04) = 1800 + 72 = 1872 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_Z - V_L = 2012 - 1872 = 140 \text{ cm}^3$$

۲۶۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. باید آهنگ شارش گرما در دو قطعه برابر باشد یعنی:

$$\left[\frac{Q}{\Delta t} \right]_{\text{Cu}} = \left[\frac{Q}{\Delta t} \right]_{\text{Fe}} \Rightarrow \left[KA \frac{\Delta \theta}{L} \right]_{\text{Cu}} = \left[KA \frac{\Delta \theta}{L} \right]_{\text{Fe}}$$

$$\Rightarrow \frac{400}{8} \times \left[\frac{\theta_2 + \theta_1}{2} - \theta_1 \right] = \frac{100}{L} \times \left[\theta_2 - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \right]$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{\theta_2 + \theta_1 - 2\theta_1}{2} = \frac{1}{L} = \frac{2\theta_2 - \theta_1 - \theta_2}{2} \Rightarrow \frac{L}{2} (\theta_2 - \theta_1)$$

$$= (\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow L = 2 \text{ cm}$$

۲۶۷

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow m = \frac{Q}{c \cdot \Delta\theta} \Rightarrow m = \frac{8}{0.4 \times 100} = 0.2 \text{ kg}$$

$$Q_f = mL_f \Rightarrow L_f = \frac{Q_f}{m} = \frac{12}{0.2} = 60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۲۶۸

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. رفتار آب با افزایش و کاهش دما حالت خاصی دارد. از دمای 0°C تا 4°C با افزایش دما، حجم آب کاهش و در نتیجه چگالی آن افزایش می‌یابد و با افزایش دما از 4°C ، حجم آب افزایش و چگالی آب کاهش می‌یابد. بنابراین در این سؤال با کاهش دما چون چگالی آب ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است، بنابراین الزاماً $\theta > 4^\circ\text{C}$ است.

۲۶۹

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{27 + 173} = \frac{V_2}{273 + 42} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{315}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{315} \Rightarrow V_2 = \frac{31}{30} V_1 \Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = \frac{1}{30} V_1 \Rightarrow \text{درصد افزایش حجم گاز}$$

$$= \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{30} V_1}{V_1} \times 100 = 3.33\%$$

۲۷۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

مقدار گرمایی که آب 20° درجه می‌دهد = گرمایی که آن مقدار از یخ صفر + گرمایی که یخ 20° درجه می‌گیرد تا به آب صفر تبدیل شود.

$$MC [0 - (-20)] + (M - 50) L_F = mC (20 - 0) \Rightarrow M \times 2/1 \times 20 + (M - 50) \times 336 = 250 \times 4/2 \times (20)$$

از تقسیم طرفین بر $4/2$

$$\Rightarrow M \times 10 + (M - 50) \times 80 = 250 \times 20 \Rightarrow 10M + 80M - 4000 = 5000 \Rightarrow 90M = 9000 \Rightarrow M = 100 \text{ g}$$

۲۷۱

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دمای تعادل نقطه‌ی M دمایی است که آهنگ انتقال گرما از چشمه‌ی گرم به M با آهنگ انتقال گرما از M به چشمه‌ی سرد برابر شود.

$$\frac{k_1 A_1 (\theta_1 - \theta_M)}{l_1} = \frac{k_2 A_2 (\theta_M - \theta_2)}{l_2}$$

$$A_1 = A_2 \Rightarrow \frac{k_1 \times (120 - 80)}{0.2} = \frac{k_2 \times (80 - 20)}{0.4} \Rightarrow \frac{k_1 \times 40}{2} = \frac{k_2 \times 60}{4} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{60}{80} = \frac{3}{4}$$

۲۷۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی $L_2 - L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ می‌توان نوشت:

$$L_{2A} - L_{2B} = 0.12 \text{ mm} \Rightarrow L_{1A} + L_{1A}(\alpha_A \Delta\theta) - (L_{1B} + L_{1B}(\alpha_B \Delta\theta)) = 0.12 \text{ mm}$$

$$L_{1A} = L_{1B} = 150 \text{ mm} \text{ و } \alpha_A = 16 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} \text{ و } \alpha_B = 8 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$150 + 150 \times 16 \times 10^{-6} \times \Delta\theta - 150 - 150 \times 8 \times 10^{-6} \times \Delta\theta = 0.12$$

$$\Rightarrow 24 \times 10^{-6} \Delta\theta \times 12 \times 10^{-6} \times \Delta\theta = 0.12 \Rightarrow 12 \times 10^{-6} \times \Delta\theta = 12 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta \xrightarrow{\theta_1 = 0^\circ\text{C}} \theta_2 = 0 + 100 \Rightarrow \theta_2 = 100^\circ\text{C}$$

۲۷۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فشاری که بر گاز کامل وارد می‌شود ناشی از فشار هوا و وزن پیستون است و بنابراین

ثابت و برابر $P = P_0 + \frac{mg}{A}$ می‌باشد. اگر پیستون x متر دیگر بالا بیاید، حجم گاز کامل محبوس در زیر پیستون دو برابر می‌شود. اکنون از قانون گازهای کامل می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\xrightarrow{V_2 = 2V_1} \frac{T_2}{T_1} = 2 \Rightarrow T_2 = 600 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = 600 - 300 \Rightarrow \Delta T = 300 \text{ K} \Rightarrow \Delta\theta = 300^\circ\text{C}$$

۲۷۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون کره‌ها هم‌جنس هستند با استفاده از رابطه‌ی چگالی نسبت حجم اولیه‌ی آن‌ها

متناسب با نسبت جرم آن‌ها است و می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho = \rho'} \frac{m'}{m} = \frac{V'}{V} \quad (1)$$

چون به هر دو کره به مقدار یکسان گرما می‌دهیم پس برای محاسبه‌ی نسبت افزایش دمای آن‌ها می‌توان نوشت:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow[Q=Q']{c=\text{ثابت}} \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'} = \frac{m'}{m} \quad (2)$$

چون کره‌ها هم‌جنس هستند و ضریب انبساط حجمی یکسانی دارند برای محاسبه‌ی نسبت تغییر حجم دو کره می‌توان

نوشت:

$$\Delta V = V\beta\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V'}{\Delta V} = \frac{V'}{V} \times \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} \xrightarrow{(1)} \frac{\Delta V'}{\Delta V} = \frac{m'}{m} \times \frac{m}{m'} = 1$$

۲۷۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با بررسی قانون گازها برای ستون هوای محبوس می‌توان این تست را بررسی کرد.

در شکل (۱)، حجم هوای محبوس $V_1 = 14 \times A \text{ cm}^3$ است. فشاری که از طرف ستون جیوه و هوای خارج به نقطه‌ی A

وارد می‌شود، برابر $75 + 5 = 80 \text{ cm Hg}$ است و چون نقطه‌ی A با هوای محبوس در تماس است، فشار هوای محبوس

همان فشار در نقطه‌ی A خواهد بود.

در شکل (۲)، $P_2 = 5 + P_B$ و در نتیجه $P_B = 70 \text{ cm Hg}$ است. حجم هوای محبوس در حالت دوم $V_2 = (14 + x)A$

بوده و دمای گاز نیز با دمای محیط برابر و ثابت است، پس می‌توان نوشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 80 \times 14 A = 70 (14 + x) A \Rightarrow x = 2 \text{ cm}$$

۲۷۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta \theta) \rightarrow \Delta l = \alpha \Delta \theta l_0 \rightarrow 17 \times 10^{-4} = \alpha \times 100 \rightarrow \alpha = 1/7 \times 10^{-5}$$

$$A = A_0 (1 + Z \alpha \Delta \theta) \rightarrow \Delta A = Z \alpha \Delta \theta A_0 \rightarrow \Delta A = Z \times 1/7 \times 10^{-5} \times 100 A_0 = 0/0034 A_0$$

$$\Rightarrow A' = A_0 + \Delta A = A_0 + (0/0034) A_0 = (1/0034) A_0$$

۲۷۷

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

گرمای لازم برای به صفر رسیدن دمای یخ:

$$|Q| = |mC\Delta\theta| = 0/2 \times 2100 \times 20 = 8400 J$$

گرمای آزاد شده در صورت به صفر رسیدن دمای آب:

$$|Q'| = |m'C'\Delta\theta'| = 0/05 \times 4200 \times 20 = 4200 J$$

این مقایسه نشان می‌دهد که آب گرمای خود را از دست می‌دهد و به دمای صفر می‌رسد ولی تمام گرمای لازم برای تبدیل یخ $20^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تأمین نشده است و آب صفر درجه باز هم باید گرما از دست بدهد و در این صورت یخ می‌زند.

گرمایی که ۵۰ گرم آب صفر درجه در حین انجماد آزاد می‌کند برابر است با:

$$|Q''| = m' L_f = 0/05 \times 336000 = 16800 J$$

یخ زیر صفر درجه برای رسیدن به دمای صفر به تمام این مقدار گرما نیاز ندارد، پس تمام آب صفر درجه یخ نمی‌زند و یخ‌زدن قسمتی از آن گرمای مورد نیاز یخ برای رسیدن به صفر درجه را تأمین می‌کند و در آخر، دمای تعادل مجموعه صفر درجه است، در حالی‌که مقداری از آب یخ زده و جرم کلی یخ موجود از ۲۰۰ گرم بیشتر است.

۲۷۸

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به ثابت بودن حجم ظرف و مقدار گاز درون آن، چگالی گاز ثابت است.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ثابت / ثابت

از طرفی برای بررسی تغییرات فشار می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{V_1=V_2} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{327+273}{127+273} = \frac{3}{2} = 1/5$$

ضریب رسانندگی گرمایی

رسانش گرمایی

$$Q = \frac{KA\Delta\theta}{L}$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

۲۷۹

A : سطح مقطع میله
 L : طول میله
 t : زمان
 $\Delta\theta$: اختلاف دمای دو سر میله

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{t_2}{t_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{Q_2}{200} = \frac{2A}{A} \times \frac{2}{1} \times \frac{50^\circ C}{100^\circ C} \times \frac{L}{2L}$$

$$Q_2 = 200 J$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. روش اول: با استفاده از رابطه‌ی انبساط خطی، داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{0.1}{100} L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{0.1}{100} \quad (1)$$

بنابراین حجم میله در این دما برابر است با:

$$\stackrel{(1)}{\rightarrow} V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \Delta \theta) \Rightarrow V_2 = V_1 \left(1 + \frac{0.3}{100} \right) \Rightarrow V_2 = 1.003 V_1 \quad (2)$$

در نتیجه با استفاده از تعریف چگالی و در نظر گرفتن این نکته که جرم میله‌ی فلزی ثابت است، می‌توان نوشت:

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m}{1.003 V_1} \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{1.003}$$

بنابراین درصد تغییرات چگالی میله برابر است با:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{\frac{\rho_1}{1.003} - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{-0.3}{1.003} \approx (-0.3\%)$$

بنابراین چگالی میله تقریباً ۰/۳ درصد کاهش می‌یابد.

روش دوم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{0.1}{100} L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{0.1}{100} \quad (1)$$

$$\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta \theta \stackrel{(1)}{\rightarrow} \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{0.3}{100} \quad (2)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow[\text{از طرفین مشتق می‌گیریم}]{m \text{ ثابت است}} d\rho = -m \frac{dV}{V^2} \xrightarrow{\frac{m}{V} = \rho} \frac{d\rho}{\rho} = -\frac{dV}{V}$$

$$d \rightarrow \Delta \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\Delta} \approx -\frac{\Delta V}{V}$$

با تقریب می‌توان دیفرانسیل را به دلتا (تغییرات) تبدیل کرد، بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات: } \frac{-0.3}{100} \times 100 = -0.3\%$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. گرمایی که یخ صفر درجه را به آب صفر درجه تبدیل می‌کند + گرمایی که یخ ۲۰- درجه را به

یخ صفر درجه تبدیل می‌کند = کل گرما

$$\left\{ \begin{array}{l} C = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} = 2/1 \frac{KJ}{kg \cdot ^\circ C} \\ m = 500g = 0.5kg \end{array} \right.$$

$$63 \times t = mC(\Delta \theta) + mL_f \Rightarrow 63t = 0.5 \times 2/1 \times 20 + 0.5 \times 336$$

$$\Rightarrow 63t = 21 + 168 \Rightarrow t = \frac{189}{63} = 3 \Rightarrow t = 3 \text{ دقیقه}$$

۲۸۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از قسمت اول نمودار، جرم جسم را بدست می‌آوریم.

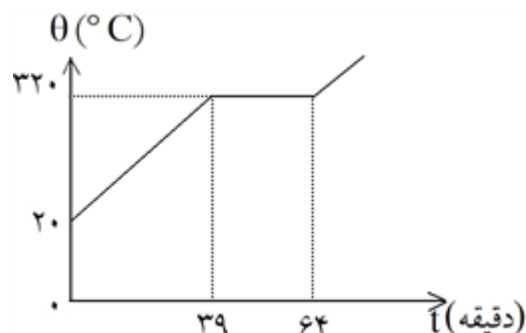
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 39 \times 10^4 = m \times 130 (320 - 20)$$

$$\Rightarrow 39 \times 10^4 = m \times 130 \times 300 \Rightarrow m = 10 \text{ kg}$$

برای فاصله زمانی ۳۹ دقیقه تا ۶۴ دقیقه که فرآیند ذوب صورت می‌گیرد، می‌توان نوشت:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow (64 - 39) \times 10^4 = 10 L_F$$

$$\Rightarrow 25 \times 10^4 = 10 L_F \Rightarrow L_F = 25 \times 10^4 \frac{J}{kg} = 25 \frac{J}{g}$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۸۳

$$m = \rho \cdot V = (10^3 \times 1/5 \times 10^{-3}) \text{ kg} = 1/5 \text{ kg}$$

$$\Delta\theta = (100 - 20)^\circ C = 80^\circ C$$

$$Ra = \frac{Q}{W} = \frac{mc\Delta\theta}{VIt} = \frac{1/5 \times 4/18 \times 10^3 \times 80}{220 \times 2 \times 20 \times 60} = \frac{20/9}{22}$$

$$Ra = 0/95 = \%95$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۲۸۴

$$C_1 = C_2 = 460 \text{ J/Kg}^\circ C, \Delta\theta_1 = \Delta\theta_2 = \Delta\theta = 20^\circ C$$

$$\begin{cases} Q_1 = m_1 c_1 \Delta\theta_1 \\ Q_2 = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 184 = m_1 \times 460 \times 20 \\ 644 = m_2 \times 460 \times 20 \end{cases} \Rightarrow 460 \times 20 (m_2 - m_1) = 644 - 184$$

$$\Rightarrow m_2 - m_1 = \frac{644 - 184}{460 \times 20} \Rightarrow \Delta m = \frac{1}{20} \text{ kg} = 50 \text{ gr}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۲۸۵

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho_{\text{یخ}} = \frac{m}{V + \frac{10}{11}V} = \frac{10 \cdot m}{11 \cdot V} \Rightarrow \rho_{\text{یخ}} \cong 0/91 \rho_{\text{آب}}$$

بنابراین چگالی یخ تقریباً ۹ درصد کمتر از آب است.

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta - mL_v - mc\Delta\theta + mL_f + mc\Delta\theta = 0$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۲۸۶

$$9000 - 13500 + (-1500) + 80m + 40m = 0 \Rightarrow m = \frac{6000}{120} = 50 \text{ gr}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم، دمای تعادل $\theta^\circ C$ باشد:

$$\begin{aligned} 0^\circ C \xrightarrow[\text{ذوب}]{Q_1} 0^\circ C \text{ آب } 0/2 \text{ kg} &\xrightarrow[\text{افزایش}]{Q_1} \theta^\circ C \text{ آب } 0/2 \text{ kg} \\ 55^\circ C \text{ آب } 0/4 \text{ kg} &\xrightarrow[\text{کاهش دما}]{Q_2} \theta^\circ C \text{ آب } 0/4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= m_1 L_f = 0/2 \times 3/36 \times 10^5 \Rightarrow Q_1 = 67200 \text{ J} \\ Q_2 &= m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0/2 \times 4200 \times (\theta - 0) \Rightarrow Q_2 = 840\theta \\ Q_3 &= m_3 c_3 \Delta\theta_3 = 0/4 \times 4200 (\theta - 55) \Rightarrow Q_3 = 1680\theta - 1680 \times 55 \end{aligned} \right\}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow 67200 + 840\theta + 1680\theta - 92400 = 0 \Rightarrow 2520\theta = 25200 \Rightarrow \theta = 10^\circ C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آب فقط می‌تواند تا دمای صفر درجه سرد شود و این گرمای گرفته شده از آب فقط

قسمتی از یخ را ذوب می‌کند. حال اگر جرم مقدار ذوب شده یخ را m' فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$mC\Delta\theta = m' L_f \rightarrow 0/100 \times 4200 \times 20 = m' \times 336000$$

$$\rightarrow 8400 = 336000 m' \rightarrow m' = \frac{84}{3360} \text{ kg} = 25 \text{ gr}$$

$$\rightarrow \text{جرم کل آب} = 100 + 25 = 125 \text{ gr}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta l = l_1 \alpha \cdot \Delta\theta \Rightarrow \alpha \cdot \Delta\theta = \frac{\Delta L}{L_1} = \frac{0/01 L_1}{L_1} = 0/01$$

$$\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = (3\alpha) \Delta\theta = 3(\alpha \cdot \Delta\theta) = 3 \times 0/01 = 0/03$$

راه تستی: چون ضریب انبساط حجمی جامدات، تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی آن‌هاست، پس حجم آن تقریباً (سه برابر دفعه‌ی قبل) ۳ درصد افزایش می‌یابد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گاز هیدروژن دو اتمی است، پس $C_V = \frac{5}{2} R$

$$U = nC_V T \Rightarrow 100 \times 10^3 = n \left(\frac{5}{2} \times 8 \right) (127 + 273) \Rightarrow n = 12/5 \text{ mol}$$

$$\left. \begin{aligned} PV &= nRT \\ n &= 12/5 \text{ mol} \\ V &= 25 \text{ lit} \\ T &= 400 \text{ K} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{12/5 \times 8 \times 400}{25 \times 10^{-3}} = 16 \times 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow P = 16 \text{ atm}$$

۲۹۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. باید دمای تعادل را تعیین کنیم تا مشخص شود حداکثر تغییر دما مربوط به کدام جسم است.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0$$

$$\begin{array}{c} 126 \qquad \qquad \qquad 168 \\ \underbrace{0.25 \times 504} \quad \underbrace{0.18 \times 210} \quad \underbrace{2 \times 2200} (\theta - 10) = 0 \\ \Rightarrow 0.25 \times 504 (\theta - 10) + 0.18 \times 210 (\theta - 61) + 2 \times 2200 (\theta - 10) = 0 \end{array}$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم بر ۴۲}} 3(\theta - 10) + 4(\theta - 61) + 2 \times 100(\theta - 10) = 0$$

$$207\theta - 240 - 244 - 2000 = 0$$

$$207\theta = 2484 \Rightarrow \theta = 12^\circ C$$

بیشترین تغییر دما مربوط به گلوله‌ی فلزی است.

$$\Delta\theta_{\max} = |\theta - \theta_1| = |12 - 10| = 2^\circ C$$

۲۹۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. رابطه‌ی بین هر دو درجه‌بندی دلخواه ما، همواره خطی است:

$$X = \alpha\theta + b$$

هر دو دما را برحسب X می‌نویسیم:

$$\begin{array}{l} \theta = 5^\circ C \rightarrow 50 = 5a + b \quad (1) \\ \theta = -2^\circ C \rightarrow 10 = -20a + b \quad (2) \end{array} \xrightarrow{(1)-(2)} 40 = 25a$$

از معادله‌ها a و b را به دست می‌آوریم تا معادله‌های X به دست آید:

$$a = \frac{40}{25} = \frac{8}{5} \quad \xrightarrow{\text{جایگذاری در (۱)}} b = 42$$

حالا کافیست $X = \theta$ را محاسبه کنیم (دماسنج مجهول باید عددش برحسب سلسیوس باشد):

$$\frac{8}{5}\theta + 42 = \theta \Rightarrow \frac{3}{5}\theta = -42 \Rightarrow \theta = -70^\circ C$$

۲۹۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمایی که $120g$ 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:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \underbrace{-mL_V + mc\Delta\theta}_{\text{گرمایی که آب می‌گیرد}} + \underbrace{m'c\Delta\theta'}_{\text{گرمایی که بخار می‌دهد}} = 0$$

$$\Rightarrow -120 \times 540 + 120 \times (\theta - 100) + 200 \times (\theta - 52) = 0$$

$$\Rightarrow -540 + \theta - 100 + 20(\theta - 52) = 0 \Rightarrow -640 + 21\theta - 1040 = 0 \Rightarrow 21\theta = 1680 \Rightarrow \theta = 80^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دمای محیط را برحسب درجه‌ی سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} 273 + \rho = T \\ \frac{9}{5}\theta + 32 = F \end{cases}$$

$$273 + \theta = \frac{9}{5}\theta + 32 + 141$$

دما برحسب کلونین ۱۴۱ واحد بیش‌تر از دما برحسب فارنهایت است.

حال دما را برحسب درجه‌ی سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$273 + \theta = \frac{9}{5}\theta + 173 \Rightarrow \frac{4}{5}\theta = 100 \Rightarrow \theta = 125^\circ C$$

دمای این محیط $125^\circ C$ است که در این دما و فشار ۱ اتمسفر، حالت فیزیکی آب، بخار می‌باشد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مقدار گرمایی که باید ۱ kg آب $20^\circ C$ از دست بدهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل

شود، برابر است با:

$$Q_{\text{آب}} = mc_{\text{آب}} \Delta\theta = 1 \times 2 c_{\text{یخ}} \times (0 - 20) = -40 c_{\text{یخ}}$$

مقدار گرمایی که باید ۲/۵ kg یخ $20^\circ C$ بگیرد تا به یخ $0^\circ C$ تبدیل شود:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} \Delta\theta' = 2/5 \times c_{\text{یخ}} \times (0 - (-20)) = 50 c_{\text{یخ}}$$

یخ $Q_{\text{آب}} < Q_{\text{یخ}}$ است، در نتیجه پس از رسیدن به دمای صفر آب شروع به یخ زدن می‌کند، بنابراین داریم:

m'' = جرم آب یخ زده

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow [mc\Delta\theta - m''L_F] + [mc\Delta\theta]_{\text{یخ}} = 0$$

$$\Rightarrow [1 \times 2 c_{\text{یخ}} \times (0 - 20) - m'' \times 160 c_{\text{یخ}}] + [2/5 \times c_{\text{یخ}} \times (0 - (-20))] = 0$$

$$\Rightarrow -40 c_{\text{یخ}} - 160 m'' c_{\text{یخ}} + 50 c_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow 160 m'' = 10 \Rightarrow m'' = \frac{1}{16} \text{ kg}$$

$$\text{درصد افزایش جرم یخ} = \frac{m''}{m'} \times 100 = \frac{\frac{1}{16}}{\frac{5}{2}} \times 100 = \frac{1}{8 \times 5} \times 100 = 2.5\%$$

بنابراین جرم یخ ۲/۵٪ افزایش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون از تبادل گرما با محیط صرف‌نظر شده است، هنگامی که قطعه یخ $5^\circ C$ را در داخل

استخر پُر از آب $0^\circ C$ می‌اندازیم، دمای تعادل $0^\circ C$ می‌شود. قطعه یخ از آب گرما گرفته تا دمای خود را به صفر درجه

سلسیوس برساند، بنابراین مقداری از آب $0^\circ C$ استخر به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود و جرم یخ افزایش می‌یابد. داریم:

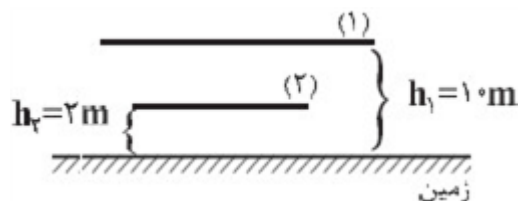
$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow -m' L_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} (0 - (-5)) = 0$$

$$\Rightarrow m' L_F = 5 m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = \frac{5 m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}}}{L_F} = \frac{5 \times 2100 \times m_{\text{یخ}}}{350 \times 10^3} \Rightarrow m' = 0.3 m_{\text{یخ}}$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta m}{m_{\text{یخ}}} \times 100 = \frac{0.3 m_{\text{یخ}}}{m_{\text{یخ}}} \times 100 = 3\%$$

۲۹۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نقطه (۱) که همان لحظه شروع حرکت می‌باشد، به علت رها شدن جسم در این نقطه انرژی جنبشی صفر است و در نقطه (۲) که همان پایان حرکت است، به علت این که جسم از این نقطه بالاتر نرفته، انرژی جنبشی صفر است.



$$E_2 - E_1 = mgh_2 - mgh_1$$

$$\Rightarrow \text{انرژی تلف شده} = mg(h_2 - h_1) = 0.5 \times 10 \times (2 - 1) = -40 J$$

این انرژی تلف شده صرف گرم کردن جسم و افزایش دمای آن می‌شود، لذا داریم:

$$| \text{انرژی تلف شده} | = mc\Delta\theta \Rightarrow 40 = \frac{1}{4} \times 80 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1^\circ C$$

۲۹۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون ظرف آب، بزرگ فرض شده است، بنابراین دمای تعادل در هر دو حالت برابر دمای آب یعنی $100^\circ C$ است. در ادامه می‌توان در مقایسه‌ی دو حالت به موارد زیر اشاره کرد:

حالت اول: با قرار دادن قطعه‌ی مس در داخل آب $100^\circ C$ ، مقداری از آب بخار شده است. بنابراین دمای مس بیشتر از $100^\circ C$ است و می‌توان نوشت:

$$| \text{گرمای گرفته شده توسط آب} | = | \text{گرمای از دست داده شده توسط مس} |$$

رابطه‌ی (۱):

$$\Rightarrow |mc\Delta\theta|_{\text{مس}} = (m' L_V)_{\text{آب}} \Rightarrow (mc)(\theta - 100) = 5 \times L_V$$

حالت دوم: با قرار دادن قطعه فلز دیگر با ظرفیت گرمایی و دمای اولیه‌ی داده شده در صورت سؤال، می‌توان نوشت:

$$| \text{گرمای گرفته شده توسط آب} | = | \text{گرمای از دست داده شده توسط فلز} |$$

$$\Rightarrow |mc\Delta\theta|_{\text{فلز}} = m' L_V \Rightarrow 2(mc)(2\theta - 100) = m' L_V \quad \text{رابطه‌ی (II):}$$

با تقسیم کردن دو رابطه‌ی I و II می‌توان نوشت:

$$\frac{m' L_V}{5 L_V} = \frac{2mc(2\theta - 100)}{mc(\theta - 100)} \Rightarrow \frac{m'}{5} = \frac{4(\theta - 50)}{\theta - 100}$$

عددی بزرگ‌تر از یک

بیش‌تر از $20g$ از آب بخار می‌شود.

$$\Rightarrow m' = 20 \cdot \frac{\theta - 50}{\theta - 100} \Rightarrow m' > 20g \Rightarrow$$

۲۹۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمایی که به فلز می‌رسد، را حساب می‌کنیم:

$$Q_1 = Pt = 2000t \xrightarrow{10\% \text{ درصد تلف می‌شود}} Q_2 = Q_1 - \frac{10}{100} Q_1 = \frac{9}{10} Q_1$$

$$\xrightarrow{\text{گرمایی که صرف تغییر دمای قطعه شده برابر } Q_2 \text{ است}} Q_2 = \frac{9}{10} \times 2000t = 1800t$$

با این گرما تغییر دمای فلز را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1800t = 1 \times 900 \times \Delta\theta \Rightarrow 2t = \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta\theta}{t} = 2 \frac{^\circ C}{s}$$

دقت کنید: آهنگ هر متغیر یعنی تقسیم کردن آن متغیر بر زمان، پس آهنگ افزایش دما منظور $\frac{\Delta\theta}{t}$ است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا برای تعیین وضعیت نهایی مجموعه مقادیر $|Q_1|$ و $|Q_2|$ را محاسبه می‌کنیم:

$$|Q_1| = m_1 c_{\text{آب}} \Delta\theta = 0.17 \times 4200 \times 30 = 21420 \text{ J}$$

گرمایی که آب 30°C را به آب 0°C تبدیل می‌کند:

$$|Q_2| = m_2 L_f = 0.08 \times 336000 = 26880 \text{ J}$$

به دلیل این‌که $|Q_2| > |Q_1|$ است، آب نمی‌تواند کل یخ را ذوب کند و دمای تعادل برابر صفر درجه‌ی سلسیوس است و مخلوطی از آب و یخ داریم، اما اندازه‌ی گرمای مبادله‌شده برای هر دو جسم یکسان بوده و چون دمای نهایی صفر است، مقدار این گرما برای آب همان عدد $|Q_1|$ است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمایی که برای ذوب 5g یخ 0°C نیاز است را به دست می‌آوریم و آن را برابر گرمای خارج شده از اتم‌های آهن می‌گذاریم:

$$Q_1 = mL_F = 5 \times 10^{-3} \times 336000 = 1680 \text{ J}$$

$$Q_2 = nc\Delta\theta = n \times 24 \times 10$$

$$\xrightarrow{Q_1=Q_2} n = 7 \text{ mol}$$

مقدار آهن مورد نیاز 7mol است، حالا تعداد اتم‌های آهن را به دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد اتم‌های آهن} = 7 \text{ mol} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 \text{ mol}} = 42/14 \times 10^{23}$$

$$\text{تعداد اتم‌های آهن} = 4/214 \times 10^{24} \text{ اتم}$$

دقت کنید: در هر مول از آهن به تعداد عدد آووگادرو (6.02×10^{23}) اتم آهن وجود دارد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای نهان تبخیر را در این دما (θ) محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mL_v \Rightarrow 5700 = 3 \times L_v \Rightarrow L_v = 1900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

رابطه‌ی گرمای نهان تبخیر با دما خطی است: (گرمای نهان تبخیر را در دمای 0°C و 50°C جای‌گذاری می‌کنیم.)

$$L_v = a\theta + b \begin{cases} \xrightarrow{\theta=0^\circ\text{C}} 2000 = b \\ \xrightarrow{\theta=50^\circ\text{C}} 1700 = a \times 50 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = 2000 \\ a = -6 \end{cases}$$

حال رابطه‌ی گرمای نهان تبخیر با دما را می‌نویسیم: (ضرایب به دست آمدند)

$$\Rightarrow L_v = -6\theta + 2000$$

گرمای نهان تبخیر در دمای θ برابر $1900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است، بنابراین داریم:

$$1900 = -6\theta + 2000 \Rightarrow \theta = 16/66^\circ\text{C} \approx 17^\circ\text{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای این‌که دمای تعادل را در گرماسنج تعیین کنیم، همان گرمایی را که از دست داده بود، به آن برمی‌گردانیم.

$$|Q| = m_1 c_1 \Delta\theta + m_2 c_2 \Delta\theta$$

تلف شده

$$3600 = 2/5 \times 400 \Delta\theta + 4 \times 200 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 2^\circ\text{C}$$

واضح است که در حالت جدید دما 2°C بالاتر از حالت قبلی است:

$$\theta_e = 34 + 2 = 36^\circ\text{C}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فلز را با اندیس ۱ و آب را با اندیس ۲ در نظر بگیریم، برای محاسبه‌ی دمای تعادل (θ_e) ، می‌توان نوشت:

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow A(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow 50 \times (\theta_e - 86) + 0.5 \times 4200 \times (\theta_e - 0) = 0 \Rightarrow \theta_e = 2^\circ C$$

بنابراین گرمای مبادله شده برابر است با:

$$Q = |Q_1| = mc(\theta_e - \theta_2) \Rightarrow Q = 0.5 \times 4200 \times (2 - 0) \Rightarrow Q = 4200 J$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} Q = m_A c_A (\Delta\theta) \\ Q = m_B c_B (\Delta\theta) \end{cases} \Rightarrow m_A c_A = m_B c_B$$

برای حالت دوم، می‌توان نوشت:

$$Q = m_A c_A \Delta\theta + m_B c_B \Delta\theta$$

در این رابطه به جای Q و $m_A c_A$ ، مقادیر مشخص شده در بالا را قرار می‌دهیم.

$$m_B c_B (\Delta\theta) = m_A c_A \Delta\theta + m_B c_B \Delta\theta$$

طرفین را به $m_B c_B$ تقسیم می‌کنیم.

$$60 = 2\Delta\theta + \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta = 0.3 \times 400 (80 - 20) J = 120 \times 60 J$$

$$\bar{A} \text{ هنگ گرمای دریافتی} = \frac{Q}{\Delta t} = \left(\frac{120 \times 60}{60 - 0} \right) \frac{J}{s} = 120 \frac{J}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون پیستون متحرک است پس در هر دو حالت فشار گاز در هر دو قسمت استوانه برابر

$$\text{است. یعنی } P_1 = P'_1 \text{ و } P_2 = P'_2 \text{ و در نتیجه } \frac{P_2}{P_1} = \frac{P'_2}{P'_1} \text{ است.}$$

پس:

$$\left. \begin{array}{l} \text{مقایسه ی دو حالت گاز سمت چپ: } \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{P_2 (A \times 40)}{P_1 (A \times 30)} = \frac{T_2}{273 + 7} \\ \text{مقایسه دو حالت گاز سمت راست: } \xrightarrow{T \text{ ثابت}} \frac{P'_2}{P'_1} = \frac{V'_1}{V'_2} \Rightarrow \frac{P'_2}{P'_1} = \frac{A \times 15}{A \times 5} = 3 \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow 3 \times \frac{4}{3} = \frac{T_2}{380}$$

$$\Rightarrow T_2 = 1120 K \Rightarrow \Delta\theta = \Delta T = 1120 - (273 + 7) = 840 K \Rightarrow \Delta T = 840^\circ C$$

۳۰۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مقدار گرمایی که دستگاه گرماده با توان مفید P در مدت t می‌دهد برابر با $Q = pt$ است، حال برای جرم معینی از آب که از دستگاه گر ماده به مدت t گرما دریافت کرده می‌توان نوشت:

$$\frac{Q=mc\Delta\theta \text{ و } Q=pt}{\theta_1=20^\circ \text{ C و } \theta_2=60^\circ \text{ C}} \rightarrow Pt = mc(60^\circ - 20^\circ) \Rightarrow pt = 40 \cdot mc_{\text{آب}} \quad (1)$$

در حالت دوم اگر m' جرم یخ ذوب شده با گرمای دریافتی از دستگاه گرماده در مدت $\frac{t}{3}$ باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{Q'=p\frac{t}{3}}{Q'=m'c_f} \rightarrow p\frac{t}{3} = m' \times 80 \cdot c \Rightarrow pt = 240 \cdot m' c_{\text{آب}} \quad (2)$$

$$L_f \text{ یخ} = 80 \cdot c_{\text{آب}}$$

با مساوی قرار دادن طرف دوم رابطه‌های (۱) و (۲) نتیجه می‌شود:

$$240 \cdot m' v = 40 \cdot mc \Rightarrow \text{جرم یخ ذوب شده} = m' = \frac{1}{6} m$$

$$\text{جرم یخ ذوب نشده} = m'' = m - \frac{1}{6} m = \frac{5}{6} m$$

توجه: جرم یخ گرما داده شده با جرم آب برابر بوده است.

۳۰۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فشار گاز درون بادکنک با فشار هوا برابر است. با افزایش ارتفاع، فشار هوا کم می‌شود بنابراین فشار گاز درون بادکنک نیز کاهش می‌یابد.

۳۱۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر جنس دو کره یکسان باشد، ظرفیت گرمایی ویژه‌ی دو کره یکسان است، پس از آن جایی که به هر دو، گرمای یکسان داده‌ایم، می‌توان نوشت:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \xrightarrow{c_A=c_B} \frac{m_A}{m_B} = \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{8}{7}$$

$$m = \rho v \xrightarrow{\rho_A=\rho_B} \frac{V_A}{V_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{8}{7} \xrightarrow{V=\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{\frac{4}{3}\pi \times 2.7}{\frac{4}{3}\pi (2.7 - R^3)} = \frac{8}{7}$$

$$\Rightarrow 7 \times 8.000 = 8 \times (8.000 - R^3) \Rightarrow R = 1.0 \text{ cm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۳۱۱

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

$$\left. \begin{aligned} Q &= mc \Delta\theta = 20 \cdot mc \\ Q_2 &= mL_f = m \times 80 \times 2c = 160 \cdot mc \\ q_2 &= mc' \Delta\theta = m(2c) \times 20 = 40 \cdot mc \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_2 = 8Q_1, Q_3 = 2Q_1$$

$$Q = P \cdot \Delta t, P: \text{ثابت} \begin{cases} \Delta t_2 = 8\Delta t_1 = 16 \text{ min} \Rightarrow t_1 = 16 \text{ min} \\ \Delta t_3 = 2\Delta t_1 = 4 \text{ min} \Rightarrow t_2 = 22 \text{ min} \end{cases}$$

۳۱۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در پایان، داخل ظرف هم آب و هم یخ داریم، پس دمای تعادل صفر درجه سلسیوس است.

آب صفر درجه سلسیوس $\rightarrow 2\text{kg}$ آب 50°C

یخ صفر درجه سلسیوس $\rightarrow m$ کیلوگرم یخ -20°C

آب صفر درجه سلسیوس $\rightarrow (m - 0/1)$ کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow 2 \times 4/2 \times (0 - 50) + m \times \frac{4/2}{1} \times (0 - (-20)) + (m - 0/1) \times 4/2 \times 80 = 0$$

$$\Rightarrow -100 + 10m + 80m - 8 = 0 \Rightarrow m = \frac{108}{90} = 1/2\text{kg} = 120\text{g}$$

۳۱۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$0/2 \times c_{\text{آب}} \times (\theta - 22/5) + 0/15 \times c_{\text{آب}} \times (\theta - 40) + 0/3 \times c_{\text{آب}} (\theta - 30) = 0$$

$$\Rightarrow 0/65\theta - (4/5 + 6 + 9) = 0 \Rightarrow \theta = \frac{19/5}{0/65} = 30^\circ\text{C}$$

۳۱۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\text{آب } 40^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 100^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{بخار } 100^\circ\text{C}$$

$$\text{آب } 40^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{آب } 100^\circ\text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow -m_1 L_V + m_1 c \Delta\theta_1 + m_2 c \Delta\theta_2 = 0$$

$$\Rightarrow -m_1 \times 2248 \times 10^3 - m_1 \times 4200 \times 60 + 0/5 \times 4200 \times 30 = 0$$

$$-m_1 \times 2248 - 252m_1 + 63 = 0 \Rightarrow 2500m_1 = 63 \Rightarrow m_1 \cong 0/025\text{kg} = 25\text{g}$$

۳۱۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر دما برحسب درجه سلسیوس θ باشد، برحسب درجه فارنهایت $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ و برحسب

کلوین $T = \theta + 273$ است و چون دماسنج‌های کلوینی و فارنهایتی یک مقدار نشان داده‌اند، پس:

$$\frac{9}{5}\theta + 32 = \theta + 273$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5}\theta = 241 \Rightarrow \theta = 301/25^\circ\text{C}$$

از طرفی اگر θ_1 و θ_2 دو دما برحسب درجه سلسیوس باشند، می‌توان نوشت:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32$$

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

$$F_2 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32$$

بنابراین $\theta_1 = 100^\circ\text{C}$ (دمای جوش آب) و $\theta_2 = 301/25^\circ\text{C}$ در نظر می‌گیریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \times (301/25 - 100) = 362/25^\circ\text{F} \Rightarrow \Delta F = 362^\circ\text{F}$$

۳۱۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول مایع (۱) و مایع (۲) را با هم مخلوط می‌کنیم تا به تعادل برسند. پس:

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) = -m_2 c_2 (\theta - \theta_2) \quad (۱)$$

همچنین در حالت دوم، مایع (۱) و مایع (۳) را با هم مخلوط می‌کنیم تا به تعادل برسند. داریم:

$$\frac{m_1}{2} c_1 (\theta - \theta_1) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} c_1 (\theta - \theta_1) = -m_3 c_3 (\theta - \theta_3) \quad (۲)$$

اگر معادله‌ی (۱) را بر معادله‌ی (۲) تقسیم کنیم:

$$\frac{m_1 c_1 (\theta - \theta_1)}{\frac{m_1}{2} c_1 (\theta - \theta_1)} = \frac{-m_2 c_2 (\theta - \theta_2)}{-m_3 c_3 (\theta - \theta_3)} \xrightarrow{\theta_2 = \theta_3} \frac{m_2 c_2}{m_3 c_3} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{3 \times c_2}{5 \times c_3} = 2 \Rightarrow \frac{c_2}{c_3} = \frac{10}{3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گرمایی که بخار آب از دست می‌دهد تا به آب $100^\circ C$ تبدیل شود:

$$Q_V = mL_V = (2256m) \text{ kJ}$$

گرمای لازم برای ذوب یخ:

$$Q_F = mL_F = (340m) \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow Q_V > Q_F \Rightarrow \text{تمام یخ ذوب می‌شود.}$$

اختلاف Q_V و Q_F ، صرف افزایش دمای یخ ذوب شده می‌شود.

گرمای لازم برای تبدیل یخ ذوب شده به آب $100^\circ C$:

$$Q = m \times 4200 \times 100 = (420m) \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow (Q_V - Q_F) > Q \Rightarrow$$

بنابراین دمای یخ ذوب شده به $100^\circ C$ می‌رسد.

پس دمای تعادل $100^\circ C$ است.

۳۱۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که هوایی به سرنگ وارد نمی‌شود و هوای درون سرنگ نیز خارج نمی‌شود،

مقدار هوای درون سرنگ ثابت می‌ماند. با گرم شدن ظرف و آب درون آن، دمای سرنگ و هوای داخل آن نیز به تدریج

افزایش می‌یابد.

از طرفی با توجه به قانون گازهای آرمانی (ثابت $\frac{PV}{nT}$) و با توجه به ثابت ماندن n و افزایش T ، تغییرات P و V باید به

گونه‌ای باشد که حاصل $\frac{PV}{nT}$ ثابت بماند. با گرم شدن تدریجی ظرف و در نتیجه سرنگ و هوای درون آن، و با توجه به

این‌که پیستون سرنگ می‌تواند آزادانه حرکت کند با حرکت پیستون، فشار هوای درون سرنگ در مقدار ثابتی حفظ

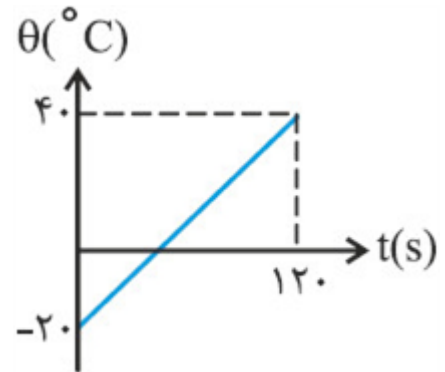
می‌شود. بنابراین با حرکت پیستون حجم درون سرنگ تغییر (افزایش) یافته و فشار آن ثابت می‌کند.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، دمای جم در مدت ۱۲۰s از $-20^{\circ}C$ به $40^{\circ}C$ رسیده است لذا با استفاده از رابطه مبادله گرما داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow[m=\frac{1}{10}g=\frac{1}{10}kg \text{ و } c=400 \frac{J}{kg.^{\circ}C}]{\Delta\theta=40-(-20)=60^{\circ}C}$$

$$Q = \frac{1}{10} \times 400 \times 60 = 2400 J$$

جسم این مقدار گرما را در مدت ۱۲۰ s دریافت کرده است لذا به طور متوسط در هر ثانیه $20 J$ گرما دریافت کرده است.



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. آب و گرماسنج در ابتدا در تعادل گرمایی هستند، پس دمای اولیه هر دو همان $30^{\circ}C$ است.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}} + (C\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} \times 4200 \times (35 - 30) + \frac{1}{2} \times 700 \times (35 - 90) + C \times (35 - 30) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{5} \times 4200 - \frac{11}{5} \times 700 + 5C = 0 \Rightarrow 5C = 1400 \Rightarrow C = \frac{1400}{5} = 280 \frac{J}{^{\circ}C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} Q_v &= mL_v = 2256m \\ Q_f &= mL_f = 340m \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_v > Q_f \Rightarrow \text{یخ کامل ذوب می شود.}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \text{گرمای مانده} &= 1916 \text{ mkj} \\ Q_{\Delta\theta} &= mc\Delta\theta = 420 \text{ mkj} \Rightarrow \text{گرمای مانده} > Q_{\Delta\theta_{\text{یخ}}} \Rightarrow \Delta\theta = 100^{\circ}C \\ &\text{یخ } 0^{\circ}C \rightarrow 100^{\circ}C \end{aligned} \right.$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{A_2}{A_1} \quad (1) \quad \text{گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی } F = PA \text{ می‌توان نوشت:}$$

از طرف دیگر چون دما ثابت است، فشار گاز با حجم آن، رابطه‌ی وارون دارد. بنابراین:

$$P_2 V_2 = P_1 V_1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (2)$$

اگر طول ضلع مکعب را برابر a در نظر بگیریم، $V = a^3$ و $A = a^2$ است. می‌توان نوشت:

$$\xrightarrow{(1) \text{ و } (2)} \frac{F_2}{F_1} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \times \frac{a_2^2}{a_1^2}$$

$$\xrightarrow{F_2 = \frac{1}{8} F_1} \frac{\frac{1}{8} F_1}{F_1} = \frac{a_1}{a_2} \Rightarrow a_2 = 8 a_1$$

بنابراین اگر طول ضلع مکعب ۲ برابرشود، در دمای ثابت، نیروی وارد از طرف گاز بر یک وجه مکعب نصف می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جسم در هر دقیقه ۳kJ گرما دریافت کرده است، پس:

$$P = \frac{Q}{t} \quad \xrightarrow{Q=3\text{kJ}=3000\text{J}, t=1\text{min}=60\text{s}} P = \frac{3000}{60} = 50 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 50\text{W}$$

با توجه به نمودار، دمای جسم در مدت زمان ۱۸۰s از 10°C به 35°C رسیده است، بنابراین برای محاسبه جرم جسم داریم:

$$P \cdot t = mc(\theta_2 - \theta_1) \quad \xrightarrow{P=50\text{W}, t=180\text{s}, c=500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, \theta_1=10^\circ\text{C}, \theta_2=35^\circ\text{C}} \\ 50 \times 180 = m \times 500 \times (35 - (10)) \Rightarrow m = 0.4\text{kg} = 400\text{g}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا توان گرمایی ثابت گرمکن را با استفاده از اطلاعات سؤال به دست می‌آوریم:

$$P \cdot t = mL_F \quad \xrightarrow{t=10\text{min}=10 \times 60=600\text{s}, m=0.1\text{kg}, L_F=334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \\ P \times 600 = 0.1 \times 334000 \Rightarrow P = \frac{167}{3}\text{W}$$

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

$$P \cdot t' = mc(\theta_2 - \theta_1) + mL_V \\ \xrightarrow{m=0.1\text{kg}, c=4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, \theta_2=100^\circ\text{C}, \theta_1=0^\circ\text{C}, P=\frac{167}{3}\text{W}, L_V=2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \\ \frac{167}{3} \times t' = 0.1 \times 4200 \times (100 - 0) + 0.1 \times 2256000 \\ \Rightarrow t' = 480.7\text{s} \Rightarrow t' \approx 8\text{min}$$

۳۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای به دست آوردن مقدار گرمای داده شده به آب باید از رابطه $Q = mc\Delta T$ استفاده کنیم. پس ابتدا باید مقدار جرم آب را از روی چگالی آن به دست آوریم:

$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{m^3} \xrightarrow{1m^3 = 10^3 L} 1000 \frac{\text{kg}}{m^3} \times \frac{1m^3}{10^3 L} = 1 \frac{\text{kg}}{L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=1} 1 = \frac{m}{1} \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow Q = 1 \times 4200 \times 30 = 126000 \text{ J} = 126 \text{ kJ}$$

$$4/2 = \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

۳۲۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با سه فرایند زیر مواجهیم:

$$\begin{array}{ccccccc} & Q_1 & & Q_2 & & Q_3 & \\ -10^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & 0^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & 0^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & 50^\circ\text{C} \\ \text{یخ} & & \text{یخ} & & \text{آب} & & \text{آب} \end{array}$$

ابتدا مقدار گرما در هر فرایند را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta = 2 \times 2100 \times 10 = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = mL_F = 2 \times 336 = 672 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta = 2 \times 4200 \times 50 = 420000 \text{ J} = 420 \text{ kJ}$$

حال گرماهای به دست آمده را با هم جمع می‌کنیم:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 42 + 672 + 420 = 1130 \text{ kJ}$$

۳۲۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا مراحل را که یخ طی می‌کند، رسم می‌کنیم:

$$\begin{array}{ccccccc} & Q_1 & & Q_2 & & Q_3 & \\ \text{یخ} & \xrightarrow{\quad} & \text{یخ} & \xrightarrow{\quad} & \text{آب} & \xrightarrow{\quad} & \text{آب} \\ -10^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & 0^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & 0^\circ\text{C} & \xrightarrow{\quad} & \theta^\circ\text{C} \end{array}$$

Q_1 باعث تغییر دمای یخ، Q_2 باعث تغییر حالت یخ به آب و Q_3 باعث تغییر دمای آب می‌شود.

حال باید ببینیم مقدار گرمای داده شده، کدام یک از مراحل بالا را می‌تواند صورت دهد.

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta = 1 \times 2100 \times 10 = 21000 \text{ J} = 21 \text{ kJ}$$

این مقدار بسیار کمتر از گرمای داده شده است، پس به سراغ مرحله بعد می‌رویم:

$$Q_2 = mL_F = 1 \times (336 \times 10^3) = 336000 \text{ J} = 336 \text{ kJ}$$

$$Q_1 + Q_2 = 336 + 21 = 357 \text{ kJ}$$

این میزان هنوز کمتر از مقدار گرمای داده شده است، یعنی همه‌ی یخ ذوب می‌شود. حال باید ببینیم گرمای باقی‌مانده،

آب را تا چند درجه می‌رساند:

$$Q_3 = 424/2 - 357 = 67/2 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow 67200 = 1 \times 4200 \times (\theta - 0) \Rightarrow \theta = 16^\circ\text{C}$$

۳۲۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. باید میزان بخاری را به دست بیاوریم که اگر تمام گرمایش را از دست بدهد، $-۳۲g$ یخ را ذوب می‌کند، پس:

$$\text{بخار آب } ۱۰۰^{\circ}\text{C} \xleftarrow{Q_2} \text{آب } ۱۰۰^{\circ}\text{C} \xleftarrow{Q_1} \text{یخ } ۰^{\circ}\text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 L_F + m_2 c \Delta\theta + m_3 L_V = 0$$

$$\Rightarrow (۳۲ \times ۳۳۶) + (m_2 \times ۴/۲ \times (۰ - ۱۰۰)) - (m_2 \times ۲۲۶۸) = 0 \quad \text{هر سه پرانتز را بر ۴/۲ تقسیم می‌کنیم}$$

$$۲۵۶۰ - ۱۰۰m_2 - ۵۴۰m_2 = 0 \Rightarrow ۶۴۰m_2 = ۲۵۶۰ \Rightarrow m_2 = ۴g$$

۳۲۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرایند تبدیل آب ۵۰°C به بخار آب ۱۰۰°C به صورت زیر است:

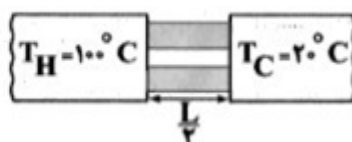
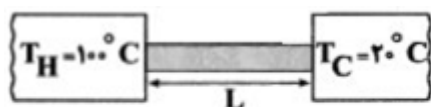
$$m = ۲۰۰g = ۰/۲ \text{ kg}, \theta_1 = ۵۰^{\circ}\text{C}, \theta_2 = ۱۰۰^{\circ}\text{C}, c = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, L_V = ۲/۳ \times ۱۰^۶ \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\begin{array}{c} \text{آب } ۵۰^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } ۱۰۰^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{بخار آب } ۱۰۰^{\circ}\text{C} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_1 = mc\Delta\theta = ۰/۲ \times ۴۲۰۰ \times (۱۰۰ - ۵۰) = ۴۲۰۰۰ J \\ Q_2 = mL_V = ۰/۲ \times ۲/۳ \times ۱۰^۶ = ۴۶۰۰۰۰ J \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 = ۴۲۰۰۰ + ۴۶۰۰۰۰ = ۵۰۲۰۰۰ J = ۵/۰۲ \times ۱۰^۵ J \simeq ۵ \times ۱۰^۵ J$$

۳۳۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در مقایسه‌ی دو حالت داریم:



$$\text{حالت اول: } \left\{ \begin{array}{l} L_1 = L \\ A_1 = A \\ \Delta\theta_1 = (۱۰۰ - ۲۰) = ۸۰^{\circ}\text{C} \\ t_1 = t \\ Q_1 = Q \end{array} \right.$$

$$\text{حالت دوم (دو میله آهنی): } \left\{ \begin{array}{l} L_2 = \frac{1}{2}L \\ A_2 = A \\ \Delta\theta_2 = (۱۰۰ - ۲۰) = ۸۰^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1 \\ t_2 = t \\ Q'_2 = ? \text{ (عبوری از یک میله آهنی)} \end{array} \right.$$

دقت شود که در حالت دوم، گرمای رسانش شده، دو برابر گرمای عبوری از هر میله است.

$$Q = k \frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{t_2}{t_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{Q'_2}{Q} = \frac{A}{A} \times ۱ \times ۱ \times \frac{۱}{\frac{1}{2}L} = ۲$$

$$\Rightarrow Q'_2 = ۲Q \xrightarrow{\text{گرمای کل عبوری در حالت دوم}} Q_2 = ۲Q'_2 = ۴Q$$

۳۳۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تمام گرما درون گرماسنجی بین ظرف، قطعه و آب تبادل می‌شود.

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

$$\Rightarrow \frac{50}{1000} \times C_{\text{آب}} \times (52 - 30) + \frac{100}{1000} \times C_{\text{آب}} \times (52 \times 74) + 3 \frac{80}{1000} \times C_{\text{قطعه}} \times (52 - 30) + \frac{200}{1000} \times C_{\text{مس}} \times (52 - 30) = 0$$

$$C_{\text{مس}} = \frac{C_{\text{آب}}}{10} \text{ است و داریم:}$$

$$\frac{5C_{\text{آب}}}{100} - \frac{10C_{\text{آب}}}{100} + \frac{8C_{\text{قطعه}}}{100} + \frac{2C_{\text{آب}}}{100} = 0 \Rightarrow \frac{8C_{\text{قطعه}}}{100} = \frac{3C_{\text{آب}}}{100}$$

$$C_{\text{قطعه}} = \frac{3}{8} \times 4000 = 1500 \frac{J}{\text{kg } K}$$

۳۳۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بازده سماور ۹۰٪ است، بنابراین:

$$P_{\text{مفید}} = P_{\text{کل}} \times \frac{90}{100} = 8000 \times \frac{90}{100} = 7200 \text{ W}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} \Rightarrow 7200 = \frac{m_l f + m C \Delta \theta}{t} = \frac{90 \times 80 \times C + 9 \times C \times 80}{t}$$

$$t = \frac{720 \times C + 720 \times C}{7200} \Rightarrow t = 2 \times 420 \text{ s} \Rightarrow t = 2 \times 7 \text{ min} = 14 \text{ min}$$

۳۳۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جرم هریک لیتر آب برابر یک کیلوگرم است.

$$m_1 c \Delta \theta_1 + m_2 c \Delta \theta_2 = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c (42 - 10) + 40 c (42 - 90) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 (32) + 40 (-48) = 0 \Rightarrow m_1 = \left(\frac{40 \times 48}{32} \right) \text{ kg} = 60 \text{ kg}$$

۳۳۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا رابطه بین دمای x و دمای سلسیوس θ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{x - (-30)}{120 - (-30)} = \frac{\theta - 0}{100 - 0} \Rightarrow \frac{x + 30}{150} = \frac{\theta}{100} \Rightarrow 150\theta = 100x + 3000$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{2}{3}x + 20 \text{ (I)}$$

حال از رابطه بین مقیاس فارنهایت و مقیاس سلسیوس کمک می‌گیریم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 5F = 9\theta + 160 \Rightarrow 9\theta = 5F - 160$$

رابطه (I) را در عدد ۹ ضرب می‌کنیم:

$$9\theta = 6x + 180$$

بنابراین:

$$5F - 160 = 6x + 180 \Rightarrow 5F = 6x + 340 \Rightarrow F = \frac{6}{5}x + 68$$

۳۳۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای محاسبه درصد تغییرات متغیر x از رابطه $\frac{\Delta x}{x_1} \times 100$ استفاده می‌کنیم. در نتیجه برای

محاسبه درصد تغییرات دما در مقیاس فارنهایت (F) به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \begin{cases} \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = \frac{9}{5} \times 20 = 36^\circ F \\ F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 = \frac{9}{5} \times \left(\frac{200}{9}\right) + 32 = 72^\circ F \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{36}{72} \times 100 = 50$$

بنابراین دما در مقیاس فارنهایت ۵۰ درصد افزایش یافته است.

۳۳۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. روش اول: با استفاده از رابطه میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلونین داریم:

$$T = \theta + 273$$

$$\Rightarrow T_{\min} = \theta_{\min} + 273 \Rightarrow 184 = \theta_{\min} + 273 \Rightarrow \theta_{\min} = -89^\circ C$$

$$\Rightarrow T_{\max} = \theta_{\max} + 273 \Rightarrow 344 = \theta_{\max} + 273 \Rightarrow \theta_{\max} = 71^\circ C$$

با استفاده از رابطه میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت داریم:

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

$$\Rightarrow F_{\min} = \frac{9}{5} \times (-89) + 32 = -128/2^\circ F$$

$$\Rightarrow F_{\max} = \frac{9}{5} \times 71 + 32 = 159/8^\circ F$$

$$\Rightarrow \Delta F = 159/8 - (-128/2) = 288^\circ F$$

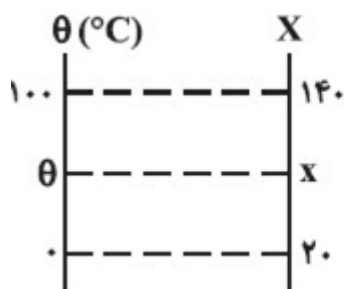
روش دوم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta F = \frac{9}{5}\Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times (344 - 184) = 288^\circ F$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۳۷



$$\Rightarrow \frac{\theta - 0}{100 - 0} = \frac{x - 20}{140 - 20}$$

$$\theta = x \Rightarrow \frac{\theta}{100} = \frac{\theta - 20}{120} \Rightarrow 120\theta = 100\theta - 2000 \Rightarrow \theta = -100^\circ C$$

$\theta (^{\circ}C)$	X	
$\theta_2 = 24$	$x_2 = 86$	
θ	x	
$\theta_1 = 20$	$x_1 = 80$	

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \Rightarrow \frac{\theta - 20}{24 - 20} = \frac{x - 80}{86 - 80}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta - 20}{4} = \frac{x - 80}{6} \Rightarrow 6\theta - 120 = 4x - 320$$

$$\Rightarrow 4x = 6\theta + 200 \Rightarrow x = \frac{3}{2}\theta + 50$$

$$\theta = 100^{\circ}C \Rightarrow x = \frac{3}{2} \times 100 + 50 = 200$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی تعادل گرمایی می‌توان نوشت:

$$[m_{\text{گرماسنج}} c_{\text{گرماسنج}} + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}}] (\theta_c - \theta_1) = m_{\text{گلوله}} c_{\text{گلوله}} (\theta_2 - \theta_c)$$

$$m_{\text{گرماسنج}} c_{\text{گرماسنج}} + m_{\text{آب}} = A_{\text{گرماسنج}} = 560 \frac{L}{K}, \theta_c = 60^{\circ}C, \theta_2 = 200^{\circ}C$$

$$\Rightarrow \left[560 + \frac{2}{10} \times 4200 \right] (60 - \theta_1) = 1 \times 400 \times (200 - 60) \Rightarrow 1400 \times (60 - \theta_1) = 56000$$

$$\Rightarrow 60 - \theta_1 = 40 \Rightarrow \theta_1 = 20^{\circ}C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای حل، ابتدا مقدار گرمایی که یخ می‌گیرد تا به آب صفر درجه تبدیل شود را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta + mL_f = 15 \times 2/1 \times 10 + 15 \times 336 = 5355 J$$

در ادامه مقدار گرمایی که بخار از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود را به‌دست می‌آوریم:

$$|Q_2| = mL_v + mc_{\text{آب}} \Delta\theta = 2 \times 2310 + 2 \times 4/2 \times 100 = 5460 J$$

با توجه به بزرگ‌تر بودن Q_2 از Q_1 ، تمام یخ ذوب شده و برای محاسبه‌ی دمای تعادل مجموعه کافی است مقدار گرمای از دست داده شده (Q_2) و مقدار گرمای گرفته شده (Q_1) را از یک‌دیگر کم کرده و بنویسیم:

$$(Q_2 - Q_1) = m_{\text{مجموع}} C_{\text{آب}} \theta_e$$

$$\Rightarrow 105 = (15 + 2) \times 4/2 \times \theta_e \Rightarrow \theta_e \cong 1/5^{\circ}C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا میزان گرمای مبادله شده از منبع گرم به منبع سرد را در مدت ۳ دقیقه محاسبه می‌کنیم:

$$Q = \frac{KA\Delta\theta}{L} = \frac{80 \times (2 \times 10^{-2})^2 \pi \times 180 \times 100}{0.36} = 4800 J$$

در ادامه میزان یخ ذوب شده عبارت است از:

$$Q = mL_f \Rightarrow 4800 = m \times 300 \Rightarrow m = 16 \text{ gr}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای لازم جهت ذوب تمام یخ را به دست می‌آوریم: ۳۴۲

$$L_F = 336 \frac{J}{g}$$

$$Q = m \cdot L_F = 20 \times 336 = 67200 J$$

اگر آب $20^\circ C$ تمام گرمای خود را از دست بدهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس برسد، این مقدار گرما برابر است با:

$$Q = mc(\Delta\theta) = 320 \times 4/2 \times 20 = 26880 J$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید این مقدار گرما برای ذوب تمامی یخ کافی نمی‌باشد، بنابراین مقداری یخ صفر در مجاورت آب صفر باقی می‌ماند.

$$\Delta Q = 67200 - 26880 = 40320 J$$

$$\Delta Q = (\Delta m)L_F \Rightarrow 40320 = (\Delta m) \times 336000$$

$$\Delta m = 0/12 kg = 120 g$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مجموع گرمای مبادله شده بین آلومینیوم و آب برابر با صفر می‌باشد. ۳۴۳

$$(m_{Al}c_{Al}\Delta\theta_{Al}) + m_Wc_W\Delta\theta_W = 0$$

$$\begin{array}{l} m_{Al}=? \quad c_{Al}=900 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \quad \Delta\theta_{Al}=20-80=-60^\circ C \\ m_W=90g=0/9 kg \quad c_W=4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \quad \Delta\theta_W=20-25=-5^\circ C \end{array}$$

$$m_{Al} \times 900 \times (-60) + 0/9 \times 4200 \times (-5) = 0 \Rightarrow m_{Al} = 0/42 kg = 42 g$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون پس از تعادل گرمایی، مقداری یخ در ظرف باقی مانده است، بنابراین دمای تعادل یخ و آب برابر با صفر درجه‌ی سلسیوس است و مقدار یخ ذوب شده (m') برابر است با: ۳۴۴

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + (m'I_F)_{\text{یخ}} = 0$$

$$\Rightarrow 0/2 \times 4200 \times (0 - 24) + m' \times 336 \times 10^3 = 0 \Rightarrow m' = 0/6 kg \Rightarrow m' = 60 g$$

بنابراین جرم قطعه یخ اولیه برابر است با:

$$m = 60 + 15 = 75 g$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. رابطه‌ی شارش گرما با بقیه‌ی کمیت‌های مؤثر در رسانش گرما به شکل ۳۴۵

$Q = k \frac{A\Delta\theta}{l}$ است (A سطح تماس، ضخامت و $\Delta\theta$ اختلاف دما بین دو محیط می‌باشند). و آهنگ شارش از رابطه‌ی $\frac{Q}{t} = K \frac{A\Delta\theta}{l}$ محاسبه می‌شود. برای تعیین ضخامت پشم شیشه معادل داریم:

$$\begin{array}{l} \frac{Q}{t} = K \frac{A\Delta\theta}{l} \\ K=0/04 \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \end{array} \rightarrow 3400 = 0/04 \times \frac{15 \times 40}{l} \Rightarrow l \cong 0/007 m = 7 mm$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $I = \frac{P}{A}$ ، داریم: ۳۴۶

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} \Rightarrow E = IAt$$

با توجه به این‌که بازدهی آب گرم‌کن ۲۰ درصد است، داریم:

$$\frac{20}{100} \times E = mc\Delta\theta \xrightarrow{E=IAt} \frac{20}{100} \times IAt = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{20}{100} \times 84 \times 10 \times t = 10 \times 4200 \times 80 \Rightarrow t = 2 \times 10^3 s$$

۳۴۷

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. چون مجموعه عایق‌بندی شده است اتلاف انرژی نداریم. بنابراین هنگامی‌که قطعه یخ با دمای $-20^{\circ}C$ را داخل مقدار زیادی آب صفر درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم، قطعه‌ی یخ از آب گرما گرفته تا دمای خود را به صفر درجه‌ی سلسیوس برساند، بنابراین مقداری آب صفر درجه‌ی سلسیوس به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌شود و جرم یخ افزایش می‌یابد. داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \Rightarrow -m' L_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} (0 - (-20)) = 0$$

$$\Rightarrow m' L_F = 20 c_{\text{یخ}} m_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = \frac{20 \times 2100}{350 \times 10^3} m_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = 0.12 m_{\text{یخ}}$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta m}{m_{\text{یخ}}} \times 100 = \frac{0.12 m_{\text{یخ}}}{m_{\text{یخ}}} \times 100 = 12\%$$

۳۴۸

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار در مرحله‌ای که نمودار افقی شده، در مدت $1000s - 300 = 700s$ ، جسم جامد در دمای ثابت گرمای نهان ذوب خود را می‌گیرد تا به حالت مایع تبدیل شود. بنابر رابطه‌ی $Q = P \cdot t$ ، گرمای مورد نیازی که جسم برای تغییر حالت (ذوب) نیاز دارد را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = P \cdot t = 100 \times 1000 = 10^5 J$$

$$Q = mL_F \Rightarrow 10^5 = 1 \times L_F \Rightarrow L_F = 10^5 \frac{J}{kg} = 100 \frac{kJ}{kg}$$

۳۴۹

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر فلز را با اندیس ۱ و آب را با اندیس ۲ در نظر بگیریم، برای محاسبه‌ی دمای تعادل (θ_e) می‌توان نوشت:

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow A(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow 50 \times (\theta_e - 86) + 0.5 \times 4200 \times (\theta_e - 0) = 0 \Rightarrow \theta_e = 2^{\circ}C$$

بنابراین گرمای مبادله شده برابر است با:

$$Q = |Q_1| = Q_2 = mc(\theta_e - \theta_2) \Rightarrow Q = 0.5 \times 4200 \times (2 - 0) \Rightarrow Q = 4200 J$$

۳۵۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بعد از جابه‌جایی پیستون و تعادل دوباره‌ی آن، فشار گاز در ظرف‌های A و B با هم برابر می‌شود. با توجه به این‌که جرم و تغییر حجم گاز در هر دو ظرف یکسان است، می‌توان نوشت:

$$\frac{P_{VA} V_{VA}}{T_{VA}} = \frac{P_{VB} V_{VB}}{T_{VB}} \xrightarrow{P_{VA}=P_{VB}} \frac{T_{VA}}{V_{VA}} = \frac{T_{VB}}{V_{VB}}$$

$$\frac{T_{VA}=273+27=300K}{T_{VB}=273-27=250K} \xrightarrow{300} \frac{300}{110 + \Delta V} = \frac{250}{110 - \Delta V}$$

$$\Rightarrow \frac{6}{110 + \Delta V} = \frac{5}{110 - \Delta V} \Rightarrow 660 - 6\Delta V = 550 + 5\Delta V \Rightarrow 110 = 11\Delta V \Rightarrow \Delta V = 10 \text{ cm}^3$$

از طرف دیگر می‌دانیم $\Delta V = A \cdot \Delta x$ است، بنابراین داریم:

$$\Delta V = A \cdot \Delta x \xrightarrow{A=1 \text{ cm}^2} 10 = 1 \Delta x \Rightarrow \Delta x = 10 \text{ cm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم جسم را از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ حساب می‌کنیم. در اینجا $\Delta\theta$ تغییر دمای فلز تا دمای نقطه‌ی ذوب آن است.

$$\Delta\theta = 327^\circ - 27^\circ = 300^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{c=130 \frac{J}{kg.K} \text{ و } Q=4290J} 4290 = m \times 130 \times 300$$

$$\Rightarrow m = 0.11 kg = 110g$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=10 \text{ cm}^3} \rho = \frac{110}{10} = 11 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{l}, Q = mL_F$$

در هر دقیقه ۱۲ گرم یخ ذوب می‌شود.

$$\frac{mL_F}{t} = \frac{kA(\theta - 0)}{l} \Rightarrow \frac{12 \times 300}{60} = \frac{120 \times 40 \times 10^{-4} \theta}{60 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{60 \times 10^{-2} \times 12 \times 300}{60 \times 120 \times 40 \times 10^{-4}} = \frac{3}{4 \times 10^{-2}} = 75^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{273}{300} = 0.91$$

چون چگالی گاز ۹۱٪ مقدار اولیه‌ی آن است در نتیجه چگالی ۹٪ کاهش یافته است. $\frac{\rho_2}{\rho_1} = 91\%$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$|Q_V| = |-mL_V| = |-100 \times 2256| = 225600J < 234000J$$

یعنی گرما بیش‌تر از مقدار لازم برای میعان بخار است.

$$234000 - 225600 = 8400J = |Q_W|$$

$$\Rightarrow 8400 = |mc\Delta\theta| = |100 \times 4/2 \times (\theta - 100)|$$

$$\Rightarrow |\theta - 100| = 20 \Rightarrow \theta - 100 = -20 \Rightarrow \theta = 80^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا کل جرم اولیه‌ی آب سپس جرم آب تبخیر شده را به‌دست می‌آوریم.

$$\text{جرم اولیه آب} = m_1 = \rho v = 1 \times 400 \times 20 = 8000g = 8kg$$

$$\text{جرم آب تبخیر شده} = m_2 = \rho v' = \rho Ah' = 1 \times 400 \times 5 = 2000g = 2kg$$

و حالا می‌توانیم گرمای مورد نیاز را محاسبه کنیم.

$$Q = m_1 c\Delta\theta + m_2 L_v = 8 \times 4000 \times 20 + 2 \times 2200 \times 1000$$

$$\Rightarrow Q = 504000J \Rightarrow Q = 504kJ$$

۳۵۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گرمایی که آب از دست می‌دهد تا به دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برسد بیش‌تر از گرمایی است که یخ می‌گیرد تا به دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برسد بنابراین یخ به نقطه‌ی ذوب خود می‌رسد و شروع به ذوب شدن می‌کند.

$$|mC_W(\cdot - \theta)| > mc_i(\cdot - (-\theta))$$

ولی با توجه به این که θ حداکثر می‌تواند $100^\circ C$ باشد گرمایی که آب از دست می‌دهد به اندازه‌ای نیست که بتواند تمام یخ را ذوب کند.

$$|mC_W(\cdot - \theta)| < mc_i(\cdot - (-\theta)) + mL_F$$

پس بخشی از یخ ذوب می‌شود و در نتیجه الزاماً مخلوط آب و یخ است که یخ آن کم‌تر و آب آن بیش‌تر است.

$$\frac{1}{1.0} |\Delta K| = Q$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۳۵۸

$$\frac{1}{1.0} |K_2 - K_1| = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{1.0} \left| \frac{1}{2} mV_2^2 - \frac{1}{2} mV_1^2 \right| = mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1.0} \left| \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} (10000 - 40000) \right| = 20 \times 10^{-3} \times 300 \times \Delta\theta$$

$$30 = 6\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 5^\circ C$$

اگر همه‌ی اختلاف انرژی جنبشی سبب گرم شدن جسم شود: $|\Delta K| = Q$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۳۵۹

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{mC\Delta\theta}{t} \Rightarrow \frac{3000}{1 \times 60} = \frac{m \times 500 \times (35 - (-10))}{180} \Rightarrow m = 0.4 \text{ kg} = 400 \text{ g}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۳۶۰

$$W = \Delta K \rightarrow W_{fk} = 0 - K_1 = -\frac{1}{2} \times 55/5 \times 6^2 = (-18 \times 55/5) J$$

$$Q = mL_f \rightarrow 18 \times 55/5 = m \times 333 \times 10^3 \rightarrow m = 3 \times 10^{-3} \text{ kg} = 3 \text{ g}$$

$$Q = mC\Delta\theta \rightarrow \begin{cases} 1200 = m_1 \times 400 \times 30 \\ 300 = m_2 \times 400 \times 30 \end{cases} \rightarrow \text{گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۳۶۱}$$

$$(1200 - 300) = (m_1 - m_2) \times 400 \times 30 \rightarrow 900 = \Delta m \times 12000 \rightarrow \Delta m = 75 \times 10^{-3} \text{ kg} = 75 \text{ g}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۳۶۲

مقدار گرمایی که از یک جسم جامد شارش می‌شود در مدت زمان t ثانیه با رابطه‌ی $Q = \frac{KA\Delta\theta}{l}$ به‌دست می‌آید که K ضریب رسانندگی گرما برای این جسم می‌باشد و $\Delta\theta$ اختلاف دمای دو محیطی است که جسم جامد فوق بین این دو محیط قرار گرفته است. اختلاف دمای بین اتاق با دمای هوای بیرون در این مورد برابر $50^\circ C$ است.

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{l} \Rightarrow 5000 = \frac{0.8 \times 5 \times 4 \times 50}{l} \Rightarrow l = 0.16 \text{ (m)} = 16 \text{ (cm)}$$

توجه: در مورد یک میله‌ی جامد A سطح مقطع میله و l بلندی میله است و در مورد یک دیوار یا شیشه‌ی پنجره، A مساحت شیشه (دیوار) و l ضخامت دیوار یا شیشه است.

۳۶۳

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. پس از تعادل جرم یخ زیاد شده است بنابراین دمای یخ اولیه زیر صفر بوده است. از آب صفر درجه‌ی سلسیوس اگر گرما گرفته شود، آب صفر به یخ صفر تبدیل می‌شود، این گرمای گرفته شده توسط یخ با دمای منفی گرفته می‌شود و سبب می‌شود تا یخ فوق به دمای صفر برسد. چون جرم یخ از ۸ کیلوگرم به ۱۰ کیلوگرم رسیده، بنابراین ۲ کیلوگرم آب صفر به یخ صفر تبدیل شده است. همچنین نیازی به تبدیل یکای $\frac{J}{kg}$ به $\frac{J}{g}$ نیست چون دو طرف رابطه را باید تبدیل کنید.

یخ θ — یخ صفر $\rightarrow$ آب صفر

$$Q_F = Q \Rightarrow m' L_F = m C \Delta \theta \Rightarrow 2 \times 336 = 8 \times 2 / 1 \times (-\theta) \Rightarrow \theta = -40^\circ C$$

۳۶۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون در نهایت بخار آب $100^\circ C$ باقی مانده است، بنابراین دمای تعادل $100^\circ C$ است:

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

آب $100^\circ C \xrightarrow{Q_2}$ آب $55^\circ C$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -m L_V + M c \Delta \theta = 0 \Rightarrow -(100 - 55) \times 2250 + M \times 4 / 2 \times (100 - 55) = 0$$

$$\Rightarrow 42 \times 2250 = M \times 4 / 2 \times 45 \Rightarrow M = 500g$$

۳۶۵

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جرم آب اولیه را m_1 و جرم یخ را m_2 فرض می‌کنیم.

گرمایی که آب $40^\circ C$ از دست می‌دهد برابر گرمایی است که باعث ذوب یخ می‌شود.

$$Q = Q \Rightarrow m_1 C \Delta \theta = m_2 L_F \Rightarrow m_1 \times 4200 \times 40$$

$$= m_2 \times 336000 \Rightarrow m_1 = 2m_2$$

از طرف دیگر پس از برقراری تعادل $12kg$ آب صفر درجه داشته‌ایم:

$$m_1 + m_2 = 12 \Rightarrow 2m_2 + m_2 = 12 \Rightarrow m_2 = 4kg \Rightarrow m_1 = 8kg$$

۳۶۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌توان گفت آهنگ شارش گرما از سمت ورقه‌ی فلزی با دمای θ_2 به سمت ورقه با دما θ_1

است و از آنجا که آهنگ‌ها با هم برابر است، داریم:

$$\left(\left(\frac{Q}{t} \right)_r = \left(\frac{Q}{t} \right)_l, \frac{Q}{t} = \frac{k A \Delta \theta}{L} \right) \frac{k_2 A (90 - \theta_{\text{اتصال}})}{L} = \frac{k_1 A (\theta_{\text{اتصال}} - 0)}{L}$$

$$\Rightarrow 80(90 - \theta_{\text{اتصال}}) = 400(\theta_{\text{اتصال}} - 0) \Rightarrow 90 - \theta_{\text{اتصال}} = 5\theta_{\text{اتصال}} \Rightarrow \theta_{\text{اتصال}} = 15^\circ C$$

۳۶۷

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. یخ صفر درجه ذوب می‌شود و به آب صفر درجه تبدیل می‌شود.

فلز $10.5^\circ C \xleftarrow{Q_3}$ آب $5^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_1}$ یخ صفر
آب صفر قبلی

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$m L_F + m' c \Delta \theta = m' c' \Delta \theta$$

$$m \times 336000 + 400 \times 4200 \times 5 = 200 \times 840 \times 100 \Rightarrow m = 25g$$

۳۶۸

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به آن که $Q = mc \Delta \theta$ است، داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \xrightarrow{Q_A=Q_B=Q, m_A=2g, m_B=2g} 1 = \frac{3}{2} \times \frac{C_A}{C_B} \times \frac{5}{3}$$

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{2}{5} = 0.4$$

۳۶۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمایی که از ته قابلمه وارد می‌شود، صرف بخار کردن آن جوش می‌شود.

$$m = \rho \cdot V = (1 \times 180)g = 180g = 0.18kg \text{ و } r = \frac{30}{4}cm = 15cm = 0.15m$$

$$\frac{K \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t}{L} = mL_v \Rightarrow \frac{240 \times (\pi \times 0.15^2)(\theta - 100)(60)}{4/8 \times 10^{-2}} = 0.18 \times 2250 \times 10^3$$

$$240 \times 60 \times \pi \times 0.15^2 (\theta - 100) = 4/8 \times 0.18 \times 2250$$

$$240 \times 60 \times 3 \times 0.15^2 (\theta - 100) = 48 \times 0.18 \times 225$$

$$\theta - 100 = \frac{48 \times 0.18 \times 225}{240 \times 60 \times 3 \times 0.15^2} = 2 \Rightarrow \theta = 102^\circ C$$

۳۷۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به تبادل‌های گرمایی صورت گرفته در این سؤال داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_{+Q_2} = 0 \Rightarrow (A_1 + m_w C_w) \Delta \theta + A_2 \times \Delta \theta' + Q_2 = 0$$

$$\Rightarrow (350 + 0.5 \times 4200) \times 5 + A_2 (-50) + 750 = 0 \Rightarrow A_2 = 260J$$

توجه: 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 می‌گیرد ($Q_2 > 0$).

۳۷۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گرمای لازم برای رساندن دمای آب به $100^\circ C$ و تبخیر آن:

$$Q_1 = mc \Delta \theta + mL_v = 0.3 \times 4200 \times (100 - 40) + 0.3 \times 540 \times 4200 =$$

$$0.3 \times (60 + 540) \times 4200 = 18 \times 4200 J$$

$$P = \frac{Q_1}{t} = \frac{18 \times 4200}{6 \times 60} = 3 \times 70 = 210 W$$

$$Q_2 = mL_f = 0.6 \times 80 \times 4200 = 48 \times 4200 J$$

گرمای لازم برای ذوب یخ:

$$Q_2 = Pt' \Rightarrow 48 \times 4200 = 210 \times t' \Rightarrow t' = \frac{48 \times 4200}{210} = 16 \times 60 s = 16 \text{ min}$$

۳۷۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$|Q_1| = |Q_2| \Rightarrow$$

آجر و بیرون چوب و اتاق

$$\frac{k_1 A_1 \Delta \theta_1}{L'} = \frac{k_2 A_2 \Delta \theta_2}{L} \Rightarrow \frac{0.8 \times (20 - 10)}{L'} = \frac{0.5 \times (10 - (-30))}{L} \Rightarrow L = 25 L'$$

$$L + L' = 26 \Rightarrow \begin{cases} L' = 1 \text{ cm} \\ L = 25 \text{ cm} \end{cases}$$

۳۷۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} \text{فلز } 10^\circ C \rightarrow \text{فلز } 60^\circ C \\ \text{آب } 10^\circ C \rightarrow \text{آب } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } 0^\circ C \rightarrow \text{یخ } -30^\circ C \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \sum Q = 0 \Rightarrow A(10 - 60) + 2 \times 400 \times 30 + 300 \times 400 + 4 \times 400 \times 10 = 0$$

$$\Rightarrow 50 A = 400 \times (60 + 300 + 40) \Rightarrow A = 3200 \frac{J}{K} = 3/2 \frac{kJ}{K}$$

۳۷۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر در دو کره همجنس با شعاع خارجی برابر (یکی با حفره و یکی توپر) تغییر دمای برابر داشته باشند طبق رابطه $\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta$ ، تغییرات شعاع آنها برابر می‌شود یعنی وجود حفره در میزان انبساط کره‌ها تأثیری ندارد. ولی طبق رابطه $Q = mc\Delta \theta$ چون جرم کره توخالی کمتر است پس گرمای کمتری برای تغییر دما و انبساط نیز دارد.

اما در این سؤال شعاع خارجی دو کره برابر بوده، همجنس بوده و گرمای برابری نیز به آنها داده شده است پس آنچه مسلم است کره توخالی به دلیل داشتن جرم کمتر تغییر دمای بیشتری خواهد داشت که نسبت تغییر دمای دو کره باید بیش‌تر از ۱۱ باشد پس گزینه ۱ غلط است. از طرفی طبق روابط داریم:

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

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B} \frac{m_A}{m_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi(2.0^3)}{\frac{4}{3}\pi(2.0^3 - 1.0^3)} = \frac{8}{7} = \frac{\Delta \theta_B}{\Delta \theta_A}$$

۳۷۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای نهایی آب را به دست می‌آوریم.

$$Q = mc\Delta \theta \rightarrow -294000 = 2 \times 4200 \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = -35^\circ C$$

$$\theta - 40 = -35 \rightarrow \theta = 5^\circ C$$

یعنی در نهایت آب $5^\circ C$ خواهیم داشت.

$$\text{آب } 40^\circ C \xleftarrow{m} 5^\circ C \xrightarrow{m'} 0^\circ C \xrightarrow{m'} 0^\circ C \xrightarrow{m'} 5^\circ C$$

$$m' C_{\Delta \theta} + m' L_f + m' C_w \Delta \theta + mc\Delta \theta = 0 \Rightarrow m' \times 2100(5) + m'(336000) + m'(4200)(5) - 294000 = 0 \Rightarrow m' = 0.8 \text{ kg} = 800 \text{ g}$$

۳۷۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{راندمان} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کار مصرفی}} \times 100$$

طبق رابطه‌ی بالا برای به‌دست آوردن راندمان به کار مفید و کار مصرفی نیاز داریم: گرمای مفید

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \text{آب } m = 1 \times 4 \times 1000 = 4000 \text{ g} = 4 \text{ kg}$$

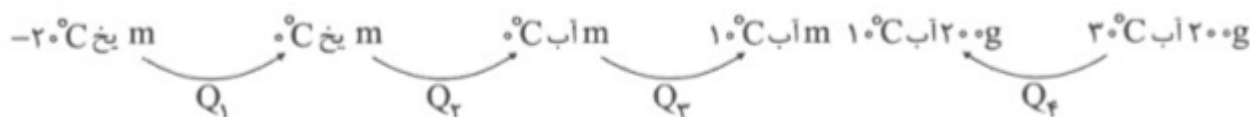
$$\Rightarrow Q = 4 \times 4200 \times (80 - 20) = 100/8 \times 10^4 \text{ J}$$

$$Q' = P \cdot t = 700 \times 30 \times 60 = 126 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \text{راندمان} = \frac{100/8 \times 10^4}{126 \times 10^4} \times 100 = 0.8/8 \times 100 = 80\%$$

۳۷۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$|Q_1| + |Q_2| + |Q_3| = |Q_4|$$

برای این که محاسبات این سؤال کمی ساده شود مقادیر ثابت را به صورت تجزیه شده نوشته ایم. (اگر این اعداد را حفظ باشید ضرر نمی کنید.)

$$c_{\text{یخ}} = 2100 = 3 \times 7 \times 100$$

$$c_{\text{آب}} = 4200 = 6 \times 7 \times 100$$

$$L_F = 33600 = 6 \times 7 \times 8 \times 1000$$

$$\Rightarrow m(\cancel{7} \times \cancel{7} \times \cancel{100})(\cancel{2}) + m(\cancel{7} \times \cancel{7} \times \cancel{8} \times \cancel{1000}) + m(\cancel{7} \times \cancel{7} \times \cancel{100})(\cancel{1}) = 200(\cancel{7} \times \cancel{7} \times \cancel{100})(\cancel{2})$$

$$m + 8m + m = 400 \Rightarrow m = 40g$$

دقت کنید که از طرفین ۶، ۷ و ۱۰۰۰ را ساده کردیم و داریم:

۳۷۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گرمایی که قسمتی از یخ را ذوب می کند + گرمایی که یخ را $0^\circ C$ می کند = گرمایی که آب $5^\circ C$ می دهد تا به آب $0^\circ C$ برسد.

$$MC |\Delta\theta| = M'C'\Delta\theta' + \Delta M'I_F$$

$$2/5 \times 4200 \times 5 = 0/5 \times 2100 \times 10 + \Delta M' \times 33600$$

طرفین را تقسیم بر ۲۱۰۰ می کنیم

$$5 \times 5 = 5 + \Delta M' \times 160 \Rightarrow 20 = 160 \Delta M' \Rightarrow \Delta M' = \frac{1}{8} \text{ kg} \Rightarrow \Delta M = \frac{1000}{8} g = 125g$$

$$\text{جرم یخ باقی مانده} = (500 - 125)g = 375g$$

۳۷۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالتی که گرما از دو لایه متوالی با طول و جنس های متفاوت در حال رسانش باشد،

داریم:

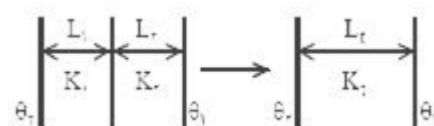
$$\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{A\Delta\theta_1}{\frac{L_1}{K_1}} \quad \left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{A\Delta\theta_2}{\frac{L_2}{K_2}}$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 &= \Delta\theta_t \\ \left(\frac{Q}{t}\right)_1 &= \left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \left(\frac{Q}{t}\right)_t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left(\frac{Q}{t}\right)_1 \times \frac{L_1}{K_1} + \left(\frac{Q}{t}\right)_2 \times \frac{L_2}{K_2} = \left(\frac{Q}{t}\right)_t \times \frac{L_t}{K_t}$$

$$\Rightarrow \frac{L_t}{K_t} = \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} \Rightarrow \left(\frac{Q}{t}\right)_t = \left\{ \frac{A\Delta\theta}{\frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2}} \right\}$$

و حالا با استفاده از رابطه به دست آمده می توان نوشت:

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{A\Delta\theta}{\frac{0.3}{0.6}} = 2A\Delta\theta \quad \left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{A\Delta\theta}{\frac{0.1}{0.8} + \frac{0.3}{0.6}} = 1/6 A\Delta\theta \Rightarrow \frac{1/6 A\Delta\theta}{2A\Delta\theta} = \frac{1}{12}$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون اتلاف انرژی نداریم، می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned}\Sigma Q &= 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \\ \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) &= 0 \\ 0/25 \times c_{\text{جسم}} \times (21 - 5) + 0/5 \times 4200 \times (21 - 25) &= 0 \\ \Rightarrow 4 c_{\text{جسم}} = 4 \times 2100 \Rightarrow c_{\text{جسم}} &= 2100 \frac{J}{\text{kg}^\circ C}\end{aligned}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون جرم میله ثابت است، با تغییر طول میله، سطح مقطع آن نیز تغییر خواهد کرد، زیرا:

$$\begin{aligned}m' &= m \xrightarrow{m=\rho V} \rho' V' = \rho V \xrightarrow{\rho=\rho'} V' = V \xrightarrow{V=AL} \\ A' L' &= AL \Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{A}{A'}\end{aligned}$$

از طرف دیگر طبق رابطه $Q = K \frac{A \Delta \theta}{L}$ می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned}\frac{Q'}{Q} &= \frac{K'}{K} \times \frac{A'}{A} \times \frac{t'}{t} \times \frac{\Delta \theta}{\Delta \theta} \times \frac{L}{L'} \xrightarrow{K'=K \text{ و } t'=t \text{ و } L'=3L} \\ \frac{A}{A'} &= \frac{L}{L'} = \frac{1}{3} \text{ و } \Delta \theta' = 2 \Delta \theta \\ \frac{Q'}{Q} &= 1 \times \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{2 \Delta \theta}{\Delta \theta} \times \frac{L}{3L} \Rightarrow \frac{Q'}{Q} = \frac{2}{9}\end{aligned}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم در فشار یک اتمسفر و به هنگام ذوب شدن یخ، دمای تعادل به صفر درجه‌ی سلسیوس می‌رسد و گرمای نهان ذوب یخ با گرمایی که جسم روی آن از دست می‌دهد تا به دمای $0^\circ C$ برسد برابر است پس خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}\text{صفحه مسی: } mL_F &= m_1 c_1 |\Delta \theta_1| \quad (1) \\ \text{صفحه آلومینیومی: } m' L_F &= m_2 c_2 |\Delta \theta_2| \quad (2)\end{aligned}$$

از تقسیم رابطه‌های بالا داریم:

$$\begin{aligned}\frac{m}{m'} &= \frac{m_1 c_1 |\Delta \theta_1|}{m_2 c_2 |\Delta \theta_2|} \\ \frac{m=2m'}{c_1=400 \frac{J}{\text{kg}^\circ C} \text{ و } c_2=900 \frac{J}{\text{kg}^\circ C}} &\xrightarrow{|\Delta \theta_1|=150^\circ C \text{ و } |\Delta \theta_2|=200^\circ C} 2 = \frac{m_1 \times 400 \times 150}{m_2 \times 900 \times 200} \Rightarrow m_1 = 6m_2\end{aligned}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned}\text{آب: } Q &= mc\Delta t = 2 \times 10^{-2} \times 42 \times 10^3 \times (-54) = -4536 J \\ \text{یخ: } Q'_1 &= m' c' \Delta T' = m' \times 2100 \times 20 = 42000 m' \\ Q'_2 &= m' L_f = m' \times 336000 \Rightarrow |Q| = Q'_1 + Q'_2 \Rightarrow 4536 = 378000 m' \\ \Rightarrow m' &= 0/012 \text{ kg} = 12 g\end{aligned}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. موارد (الف)، (د) و (و) از نمونه‌های همرفت طبیعی هستند.

(ج) انتقال گرما به روش تابش است.

موارد (ب) و (ه) نمونه‌های همرفت واداشته است.

پس سه مورد از همرفت طبیعی نیست.

۳۸۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. موارد الف، ب و پ درست هستند.
مورد ت نادرست است. تابش گرمایی سطوح تیره بیشتر از سطوح روشن است.

۳۸۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی سایر گزینه‌ها:
(۱) ترموکوپل جزء دماسنج‌های معیار نیست و دماسنج‌های معیار شامل دماسنج مقاومت پلاتینی و گازی و تفسنج است.
(۳) در ترموکوپل جرم محل اتصال کوچک است.
(۴) دماسنج نشان داده شده در سؤال، ترموکوپل است و کمیت دماسنجی در آن ولتاژ است.

۳۸۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در طول روز، زمین با تابش آفتاب زودتر از آب گرم می‌شود و بر اثر پدیده همرفت جهت وزش نسیم از دریا به ساحل است. موارد الف، ب و ت درست هستند و پ نادرست است.

۳۸۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$P \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}, T_1 = 55 + 273 = 328K$$

$$V_2 = V_1 - 0.45V_1 = 0.55V_1 \Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 \Rightarrow \Delta V = 0.55V_1 - V_1 = -0.45V_1$$

$$\Rightarrow \frac{-0.45V_1}{V_1} = \frac{\Delta T}{328} \Rightarrow \Delta T = -147/6(K)$$

$$PV = nRT \Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T$$

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T = -2 \times 8 \times -147/6 = 2361/6(J) \Rightarrow W = 2361/6(J)$$

۳۹۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دمای آب از $20^\circ C$ تا $0^\circ C$ کاهش می‌یابد و گرما به اتاق می‌دهد:

$$|Q| = mc|\Delta\theta| = 120 \times 4200 \times 20 = 10080000J \Rightarrow Q = 10080 kJ$$

۳۹۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه ظرفیت گرمایی $C = \frac{Q}{\Delta T}$ ، یکای ظرفیت گرمایی $\frac{J}{K}$ است. از طرف دیگر، یکای

فرعی ژول (J) برابر $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ است. بنابراین، یکای فرعی ظرفیت گرمایی برابر است با:

$$[C] = \frac{[Q]}{[\Delta T]} \Rightarrow [C] = \frac{J}{K} \xrightarrow{J=kg \cdot \frac{m^2}{s^2}} [C] = \frac{kg \cdot m^2}{K \cdot s^2}$$

دقت کنید، گزینه ۲ یکای فرعی ظرفیت گرمایی ویژه است.

$$[c] = \frac{[Q]}{[m][\Delta T]} \Rightarrow [c] = \frac{J}{kg \cdot K} = \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{kg \cdot K} = \frac{m^2}{K \cdot s^2}$$

۳۹۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف) درست

ب) نادرست - برای تفسنج نیازی به تماس دماسنج با جسم نیست.

پ) نادرست - این دماسنج برای دماهای بالا کاربرد دارد.

ت) درست

۳۹۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: از رابطه تغییر طول یعنی $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ استفاده می‌کنیم و دقت کنید چون ضریب انبساط طولی برحسب $\frac{1}{^\circ F}$ است باید تغییر دما را برحسب درجه فارنهایت در نظر بگیریم:

$$\Delta F = 1/8 \Delta \theta = 1/8 \times 500 = 900^\circ F$$

$$\Delta L = 10 \times 1/8 \times 10^{-5} \times 900 = 0/162 m = 16/2 \text{ cm}$$

۳۹۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$m = \rho V = 1 \times 200 = 200 g = 0/2 \text{ kg}$$

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + c_3 \theta_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + c_3} \Rightarrow 50 = \frac{0/2 \times 4200 \times 80 + m_2 \times 4200 \times 0 + 420 \times 80}{0/2 \times 4200 + m_2 \times 4200 + 420}$$

$$\Rightarrow 50 = \frac{160 + 80}{2 + 10 m_2 + 1} \Rightarrow 150 + 500 m_2 = 240 \Rightarrow 500 m_2 = 90 \Rightarrow m_2 = 0/18 \text{ kg} = 180 g$$

$$V_2 = 180 \text{ cm}^3$$

۳۹۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی موارد نادرست:

مورد ب) در تعادل گرمایی ممکن است چند جسم گرما بدهند و چند جسم گرما بگیرند، نه لزوماً یک جسم؛ پس نادرست است.

مورد پ) هر کدام گرمای ویژه بیشتری داشته باشد، گرمای بیشتری به پارافین می‌دهد و پارافین بیشتری ذوب می‌کند، پس نادرست است.

۳۹۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تعادل گرمایی را بین m گرم آب $^\circ C$ با مثلاً m' گرم آب $^\circ C$ در نظر بگیرید که

دمای تعادل آن برابر $50^\circ C$ شده است و سپس برای حالت دوم می‌توان فرض کرد که دمای تعادل بین $2m$ گرم آب $^\circ C$ و m' گرم آب $^\circ C$ برابر $40^\circ C$ شده است:

$$mc(50 - \theta) = m'c(80 - 50) \quad (1)$$

$$2mc(40 - \theta) = m'c(80 - 40) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{50 - \theta}{2(40 - \theta)} = \frac{30}{40} \Rightarrow \theta = 20^\circ C \Rightarrow T = 20 + 273 = 293 K$$

۳۹۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی $40 g$ آب درون کتری باقی می‌ماند که $160 g$ از آن بخار شود. بنابراین داریم:

$$50^\circ C \text{ آب } 200 g \xrightarrow{Q_1} 100^\circ C \text{ آب } 200 g \xrightarrow{Q_2} 100^\circ C \text{ بخار آب } 160 g$$

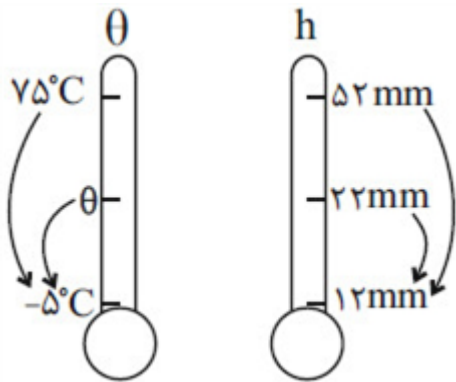
$$Q_T = (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} + m' L_V = 0/2 \times 4200 \times 50 + 0/16 \times 2256000$$

$$\Rightarrow Q_T = 42000 + 360960 = 402960 J$$

$$t = \frac{Q_T}{P} = \frac{402960}{460} = 876 s$$

با جای‌گذاری در معادله توان داریم:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۳۹۸



$$\frac{\theta - (-\Delta)}{75 - (-\Delta)} = \frac{22 - 12}{52 - 12} \Rightarrow \frac{\theta + \Delta}{75 - (-\Delta)} = \frac{10}{40}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta + \Delta}{75} = 10 \Rightarrow \theta = 15^\circ C$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(15) + 32 = 27 + 32 = 59^\circ F$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۳۹۹

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(-40^\circ C) + 32 \Rightarrow F = -40^\circ$$

(الف) درست:

(ب) غلط: کمترین دمای ممکن $-273/15^\circ C$ یا همان صفر کلوین است.

(پ) غلط: کمیت دماسنجی دماسنج ترموکوپل، ولتاژ است.

(ت) درست: توضیح بیشتر: نوع ویژه‌ای از این دماسنج‌ها، دماسنج بیشینه کمینه نام دارد که از جیوه و الکل روغنی کریئوزوت استفاده می‌شود.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نمودار $P - V$ متناظر با یک فرایند انبساط هم‌فشار را رسم می‌کنیم. با توجه به معادله ۴۰۰

$$T = \frac{PV}{nR}$$

حالت و رابطه T در فشار ثابت با افزایش حجم دما افزایش می‌یابد.

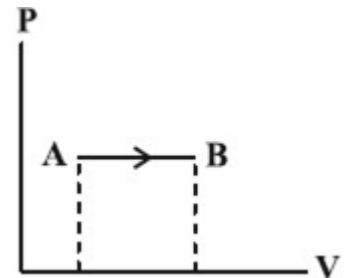
$$\Delta U > 0$$

بنابراین انرژی درونی افزایش می‌یابد.

$$\Delta U = Q + W$$

با توجه به قانون اول ترمودینامیک داریم:

با توجه به این‌که در فرایند انبساطی W ، کار روی گاز منفی است و $\Delta U > 0$ است. بنابراین $Q > 0$ خواهد بود. یعنی گاز در این فرایند گرما گرفته است. از آنجایی که کار روی گاز منفی است بنابراین کاری که گاز روی محیط انجام داده مثبت است. بنابراین گزاره‌های الف و پ درست هستند.



$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \begin{cases} c_A = \frac{300}{2 \times 50} = 3 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \right) \\ c_B = \frac{200}{2 \times 50} = 2 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ C} \right) \end{cases}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۰۱

$$Q_A + Q_B + Q_{\text{ظرف}} = 0 \Rightarrow m \times 3000 \times (\theta_e - 60) + 2m \times 2000 \times (\theta_e - 30) + 1000m(\theta_e - 0) = 0$$

$$\Rightarrow 3\theta_e - 180 + 4\theta_e - 120 + \theta_e = 0 \Rightarrow 8\theta_e = 300 \Rightarrow \theta_e = 37.5^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن، مثالی از انتقال گرما به روش همرفت طبیعی است. ۴۰۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد. ۴۰۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۰۴

$$Q = Q_{\text{بخار}} + Q_{\text{آب}} + Q_{\text{ذوب}} + Q_{\text{یخ}}$$

$$\Rightarrow Q = mc\Delta\theta + mL_f + mc\Delta\theta + mL_v$$

$$\Rightarrow Q = 1000 \times 0.5 \times 20 + 1000 \times 80 + 1000 \times 1 \times 100 + 1000 \times 540$$

$$\Rightarrow Q = 10000 + 80000 + 100000 + 540000 = 730000 \text{ cal} = 730 \text{ kcal}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا برای تعیین نسبت جرم آب و یخ، گرمایی که آب از دست می‌دهد را برابر گرمایی قرار می‌دهیم که یخ برای ذوب کامل نیاز دارد. ۴۰۵

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow m_1 c \Delta\theta = m_2 L_F$$

$$\Rightarrow m_1 \times 4200 \times 40 = m_2 \times 336000 \Rightarrow m_1 = 2m_2$$

در این حالت، دمای آب 40°C کاهش یافته به 15°C رسیده و یخ تبدیل به آب صفر درجه شده است. حال می‌توان دمای تعادل آب 15°C و 0°C را محاسبه کرد.

$$\theta_T = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2} \xrightarrow{m_2 = \frac{m_1}{2}} \theta_T = \frac{m_1 \times 15 + m_2 \times 0}{m_1 + \frac{m_1}{2}} = \frac{15m_1}{\frac{3}{2}m_1} \Rightarrow \theta_T = 10^\circ\text{C}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دماسنج بیشینه - کمینه است. ۴۰۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون $T_1 = 0 + 273 = 273\text{K}$, $T_2 = 273 + 273 = 546\text{K}$ و فشار ثابت است ۴۰۷

$(P_1 = P_2)$ ، با استفاده از رابطه زیر، نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ را به دست می‌آوریم.

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{273} = \frac{V_2}{546} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{546}{273} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۴۰۸

ابتدا اندازه‌ی گرمای لازم برای تبدیل m گرم آب 20°C به آب 0°C را محاسبه می‌کنیم.

$$|Q_1| = |mc\Delta\theta| = m \times c \times 20 = 20mc$$

حال اندازه‌ی گرمای لازم برای تبدیل m گرم آب 40°C به یخ صفر درجه را حساب می‌کنیم.

$$Q_2 = |mc\Delta\theta| + |mL_f| = m \times c \times 40 + m \times 80c = 120mc$$

$\frac{20 \text{ mc}}{120 \text{ mc}}$	$\frac{5 \text{ min}}{t = ?}$	$t = 6 \times 5 = 30 \text{ min}$
--	-------------------------------	-----------------------------------

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای آب به 100 درجه سانتی‌گراد می‌رسد و سپس بخار می‌شود. ۴۰۹

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 331 - 273 = 58^\circ\text{C}$$

$$Q = mc\Delta\theta + m' L_v = 1 \times 4200 \times (100 - 58) + 0.2 \times 2268000 = 176400 + 453600 = 630000 \text{ J}$$

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{630000}{1050} = 600 \text{ s} = 10 \text{ min}$$

۴۱۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا محاسبه می‌کنیم که گرمای داده‌شده توسط گرمکن چه جرمی از یخ موجود در ظرف را ذوب می‌کند.

$$Q = mL_F \frac{Q=840 \text{ kJ}}{L_F=336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \rightarrow m = \frac{Q}{L_F} = \frac{840}{336} = 2/5 \text{ kg}$$

در نتیجه ۲/۵ کیلوگرم از کل ۳ کیلوگرم یخ موجود در ظرف ذوب شده و به آب تبدیل شده است، بنابراین با توجه به رابطه‌ی چگالی داریم:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \begin{cases} V_{\text{یخ}} = \frac{2/5}{900} m \xrightarrow{\times 1000} V_{\text{یخ}} = \frac{25}{9} L \\ V_{\text{آب}} = \frac{2/5}{1000} m \xrightarrow{\times 1000} V_{\text{آب}} = 2/5 L \end{cases}$$

بنابراین پس از ذوب کردن ۲/۵ kg یخ، حجم یخ داخل مخلوط از $\frac{25}{9}$ لیتر به ۲/۵ لیتر خواهد رسید، در نتیجه داریم:

$$\Delta V = V_{\text{یخ}} - V_{\text{آب}} = \frac{25}{9} - \frac{25}{10} \Rightarrow \Delta V = \frac{10 \times 25 - 9 \times 25}{90} = \frac{25}{90} = \frac{5}{18} L$$

پس حجم مخلوط $\frac{5}{18}$ لیتر کاهش می‌یابد.

۴۱۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ابتدا حجم فلزی که مکعب از آن ساخته شده را حساب می‌کنیم.

$$\text{حجم فلز} = \text{حجم مکعب} - \text{حجم حفره} = a^3 - \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\Rightarrow V_{\text{فلز}} = 40^3 - 4 \times 10^3 \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 64000 - 4000 = 60000 \text{ cm}^3$$

اکنون جرم فلز را حساب می‌کنیم.

$$m = \rho V = 8 \times 60000 = 480000 \text{ g} \Rightarrow m = 480 \text{ kg}$$

و در گام آخر افزایش دما را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 240 \times 10^3 = 480 \times 400 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1/25^\circ C$$

۴۱۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر مقیاس دمای فارنهایت را با F و مقیاس دمای سلسیوس را با θ نشان دهیم، داریم:

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

حال برای دو دمای θ_1 و θ_2 خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \\ F_2 &= \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_2 - F_1 = \frac{9}{5}(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta F} = \frac{5}{9}$$

۴۱۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\frac{c}{5} = \frac{F - 32}{9} \Rightarrow \frac{c}{5} = \frac{c - 32}{9} \Rightarrow 9c - 5c = (-32) \times 5 \Rightarrow 4c = -160 \Rightarrow c = -40$$

۴۱۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۲۰۰ گرم آب $40^{\circ}C$ هنگامی که به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می شود، مقدار $33600 J$ گرما از دست می دهد و اگر 150 گرم یخ $0^{\circ}C$ تبدیل شود، باید $50400 J$ گرما بگیرد. چون $33600 < 50400$ است، پس تمام یخ ذوب نمی شود.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta + m' L_F = 0 \Rightarrow \frac{1}{5} \times 4200 \times (-40) + m' \times 33600 = 0$$

$$\Rightarrow -33600 = -m' \times 33600 \Rightarrow m' = 0/1 kg = 100 g \Rightarrow \text{جرم باقی مانده} = 150 - 100 = 50 g$$

۴۱۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} C_1 = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \\ m_1 = 1/5 kg \\ \theta_1 = 30^{\circ}C \end{cases} \quad \begin{cases} C_2 = 840 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \\ m_2 = ? \\ \theta_2 = 300^{\circ}C \end{cases} \quad \theta_e = 50^{\circ}C$$

$$m_1 C_1 (\theta_e - \theta_1) = m_2 C_2 (\theta_2 - \theta_e) \Rightarrow \frac{1/5 \times 4200 (50 - 30)}{6300} = \frac{m_2 \times 840 (300 - 50)}{250}$$

$$6300(20) = m_2 \times 210000 \Rightarrow m_2 = \frac{126000}{210000} = 0/6 kg \Rightarrow m_2 = 600 g$$

۴۱۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ابتدا که 600 گرم آب با دمای $20^{\circ}C$ درون گرماسنج قرار دارد، دمای گرماسنج نیز $20^{\circ}C$ می باشد. در ادامه با اضافه کردن آب جدید مجموعه گرماسنج و آب موجود در آن گرما گرفته و آب جدید گرما از دست می دهد. بنابراین تا رسیدن به تعادل داریم:

$$Q_W + Q_G = Q_{W'} \Rightarrow mc\Delta\theta + C\Delta\theta = m'c\Delta\theta' \Rightarrow \Delta\theta(mc + C) = m'c\Delta\theta'$$

$$\Rightarrow (36 - 20) [(0/6 \times 4200) + C] = 0/4 \times 4200 \times (80 - 36) \Rightarrow C = 2100 \frac{J}{^{\circ}C}$$

۴۱۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2$$

گرمای لازم برای رسیدن به نقطه ذوب

گرمای لازم برای ذوب

$$Q_{\text{کل}} = mc\Delta\theta + mL_F$$

$$Q_{\text{کل}} = 1/5 \times 400 \times (320 - 20) + 1/5 \times 24 \times 10^3$$

$$Q_{\text{کل}} = 180000 + 36000 = 216000 J = 216 J$$

۴۱۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر سرب بدون ذوب شدن دمایش به $525^{\circ}C$ برسد گرمایی که می گیرد:

$$Q = mc\Delta\theta = 0/1 \times 10^3 \times 0/3 \times 500 \Rightarrow Q = 15000 cal = 15 kcal$$

ولی سرب در دمای $325^{\circ}C$ با گرفتن گرمای ml_v ذوب می شود. پس کل گرمایی که می گیرد از $15 kcal$ بیشتر است.

۴۲۰

۴۲۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مطابق رابطه‌ی $\rho_2 = \rho_1(1 - \rho\Delta T)$ ، چالی جیوه برابر است با:

$$\rho_2 = \rho_1 - \rho_1 \beta \Delta T \xrightarrow[\beta = 18 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}]{\Delta T = 100^\circ C} \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = -\beta \Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -18 \times 10^{-5} \times 100 = -0.018 \xrightarrow{\times 100} \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -1.8\%$$

بنابراین چگالی جیوه تقریباً ۱/۸ درصد کاهش می‌یابد.

۴۲۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم جرم آب $30^\circ C$ برابر با m گرم باشد. پس جرم مخلوط نهایی پس از تعادل $(m + 300)$ گرم خواهد بود که ۷۵ درصد آن یخ صفر درجه سلسیوس و ۲۵ درصد آن آب صفر درجه سلسیوس است.

$$\text{جرم یخ نهایی} = 0.75 \times (m + 300) = (0.75m + 225)$$

$$\text{جرم یخ ذوب شده} = 300 - (0.75m + 225) = 75 - 0.75m$$

$$L_F = m_{\text{آب}} c \Delta \theta \quad \text{یخ ذوب شده} \quad m_{\text{یخ}} c \Delta \theta + Q_{\text{گرمای داده شده}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{گرمای گرفته شده}} + Q_{\text{گرمای داده شده}} = 0$$

$$\Rightarrow 300 \times 20 \times 2/1 + (75 - 0.75m) \times 336 \Rightarrow m \times 30 \times 4/2 \Rightarrow 300 \times 20 + (75 - 0.75m) \times 160$$

$$= m \times 30 \times 2 \Rightarrow 6000 - 120m + 12000 = 60m \Rightarrow 180m = 18000 \Rightarrow m = 100g$$

۴۲۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که فلزات، رسانای خوب گرما هستند و در بین گزینه‌ها تنها آهن، فلز است و در نتیجه رسانای خوب گرما است.

۴۲۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم آبی که در هر ساعت (۳۶۰۰ ثانیه) به رادیاتور وارد شده و از آن خارج می‌شود را حساب می‌کنیم:

$$m = \rho V \Rightarrow m = 1000 \times 3600 \times 0.04 \times 10^{-3} = 144 \text{ kg}$$

گرمایی که این مقدار آب در رادیاتور از دست می‌دهد، برابر است با:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 144 \times 4200 \times (80 - 60) = 12096 \text{ kJ}$$

۴۲۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اتلاف گرما نداریم، بنابراین:

$$\begin{array}{c} \text{آب سرد} \quad \text{گرماسنج} \quad \text{آب گرم} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ [Q_1] + [Q_2] + [Q_3] \end{array} = 0 \Rightarrow m_1 c_{\text{آب}} \Delta\theta_1 + C \Delta\theta_2 + m_3 C_{\text{آب}} \Delta\theta_3 = 0$$

$$\Rightarrow 400 \times 4/2 \times (7 - 10) + C \times (7 - 10) + 200 \times 4/2 \times (7 - 0) = 0$$

$$\Rightarrow -5040 - 3C + 5880 = 0 \Rightarrow 3C = 840 \Rightarrow C = 280 \frac{J}{K}$$

۴۲۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گرمای نهان تبخیر یا L_V برای آب، با افزایش دما کاهش می‌یابد.

۴۲۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جمع جبری گرماهای مبادله شده برابر صفر است. اگر گرما به محیط داده نشده باشد:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta_e - \theta_3) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{100}{1000} c (\theta_e - 20) + \frac{200}{1000} c (\theta_e - 30) + \frac{200}{1000} c (\theta_e - 40) = 0$$

c از طرفین ساده می‌شود، پس:

$$\Rightarrow 0/1 (\theta_e - 20) + 0/2 (\theta_e - 30) + 0/2 (\theta_e - 40) = 0 \Rightarrow 0/1 \theta_e - 2 + 0/2 \theta_e - 6 + 0/2 \theta_e - 8 = 0$$

$$\Rightarrow 0/5 \theta_e = 16 \Rightarrow \theta_e = 32^\circ C$$

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

$$\Delta Q = mc\Delta\theta = \frac{500}{1000} \times 4200 \times (32 - 28) = 2 \times 4200 = 8400 J$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تغییر حجم مکعب در فشار ثابت رخ داده است.

$$\Delta V = V_1 (\beta \Delta\theta) \Rightarrow \Delta V = (0/20)^3 \times 3 \times 5 \times 10^{-6} \times 250$$

$$\Delta V = 8 \times 10^{-3} \times 15 \times 10^{-6} \times 250 \Rightarrow \Delta V = 30 \times 10^{-6} m^3$$

کار انجام‌شده توسط مکعب:

$$W' = P\Delta V = 10^5 \times 30 \times 10^{-6} = 3 J$$

۴۲۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. براساس رابطه افزایش طول میله در اثر افزایش دما داریم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{n}{100} = \alpha \Delta\theta (1)$$

حالا براساس رابطه تغییر چگالی در اثر افزایش دما داریم:

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \rho \Delta\theta) = \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta\theta) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1 - 3\alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1 - \frac{3n}{100}$$

۴۳۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید مقدار تغییر حجم واقعی جیوه را به دست بیاوریم:

$$\Delta V_{\text{واقعی}} = \beta V_1 \Delta T = 1/8 \times 10^{-4} \times 1000 \times 50 = 9 \text{ cm}^3$$

این مقدار برابر مجموع حجم جیوه‌ی سرریز شده و تغییر حجم ظرف است، بنابراین:

$$\Delta V_{\text{واقعی}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + \Delta V_{\text{ظاهری}} \Rightarrow 9 - \Delta V_{\text{ظرف}} + 6 \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \text{ cm}^3$$

از طرفی:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_1 \Delta T \Rightarrow 3 = 3\alpha \times 1000 \times 50 \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

۴۳۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق قانون پایستگی انرژی داریم (Q_3 ، گرمای مبادله شده با محیط است):

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta + m_2 c_2 \Delta\theta_2 + Q_3 = 0 \xrightarrow{c_1=c_2=c_{\text{آب}}}$$

$$c(m_1 \Delta\theta_1 + m_2 \Delta\theta_2) + Q_3 = 0 \Rightarrow 4/2 (100 \times (\theta_e - 80) + 300 \times (\theta_e - 20)) - 42 \times 10^3 = 0$$

$$\Rightarrow 42 \times 10^3 = 42(40\theta_e - 800 - 600) \Rightarrow 40\theta_e - 1400 = 1000 \Rightarrow 40\theta_e = 2400 \Rightarrow \theta_e = 60^\circ C$$

$$\Delta\theta = 200^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۴۳۲

$$\begin{cases} \alpha = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \\ \beta = 3\alpha = 9 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \end{cases}$$

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta\theta) \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 (1 - 9 \times 10^{-5} \times 200)$$

$$\rho_2 = \rho_1 \left(1 - \frac{1/8 \times 10^{-2}}{1800 \times 10^{-5}}\right) \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 (1 - 1/8 \times 10^{-2}) \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 (0.982)$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 0.982$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر L_1 را برابر با ۱۰۰ در نظر بگیریم، آنگاه ΔL به درصد به دست می‌آید: ۴۳۳

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow[L_1=100]{\Delta T=\Delta\theta} \Delta L = 3 \times 10^{-5} \times 100 \times 20 \Rightarrow \Delta L = 0.06$$

پس طول میله ۰/۰۶ درصد افزایش می‌یابد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تمام مواد به‌جز چند مورد استثنا با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند. ۴۳۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از رابطه‌ی مقیاس دمای فارنهایت (F) و سلسیوس (θ) داریم: ۴۳۵

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 = \frac{9}{5} \times 30 + 32 = 86^\circ F$$

رابطه‌ی سلسیوس و کلون به شکل زیر است:

$$T = \theta + 273 = 30 + 273 = 303K$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای انبساط حجمی جامدات داریم: ۴۳۶

$$\Delta V = (3\alpha) V_1 \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = 3 \times 1/5 \times 10^{-5} \times 200 \times (80 - 20) \Rightarrow \Delta V = 0.54 \text{ cm}^3$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $Q_1 + Q_2 + \dots = 0$ ۴۳۷

$$1 \times 0.5 \times 10 + 1 \times 80 + 1 \times 1 \times 5 - m \times 1 \times 15 = 0 \Rightarrow m = 6$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۳۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آهنگ تبخیر سطحی با فشار وارد بر سطح مایع نسبت وارون دارد؛ بنابراین با افزایش فشار ۴۳۹

محیط بر سطح مایع، آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر دمای اولیه برابر با θ درجه‌ی سلسیوس و T کلون باشد، طبق اطلاعات داده شده در ۴۴۰

صورت سؤال، با پنج برابر شدن دما برحسب درجه‌ی سلسیوس و رسیدن آن به 5θ ، دما برحسب کلون دو برابر شده و به

$2T$ می‌رسد. اکنون با استفاده از رابطه‌ی میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلون، داریم:

$$2T = 5\theta + 273 \xrightarrow{T=\theta+273} 2(\theta + 273) = 5\theta + 273 \Rightarrow 2\theta + (2 \times 273) = 5\theta + 273$$

$$\Rightarrow 3\theta = 273 \Rightarrow \theta = 91^\circ C$$

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. ۴۴۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ داریم:
 $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 120 \times 30 = 4/32 \times 10^{-2} m \Rightarrow \Delta L = 4/32 \text{ cm}$ ۴۴۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
 $\Delta L = (L\alpha_r \Delta T) - (L\alpha_s \Delta T) = L\Delta T(\alpha_r - \alpha_s) \Rightarrow 2/3 \times 10^{-3} = 4 \times \Delta T \times 11/5 \times 10^{-6}$
 $\Rightarrow \Delta T = 50^\circ$ ۴۴۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
 $F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \begin{cases} \theta = 0^\circ C \Rightarrow F = 32^\circ F \\ \theta = 100^\circ C \Rightarrow F = 212^\circ F \end{cases}$ ۴۴۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
 گرمایی که مایع با دمای θ از دست می‌دهد را مایع با دمای θ گرفته و دمای تعادل $40^\circ C$ شده است.
 $Q_1 = |Q_C| \Rightarrow m_1 c_1 (40 - \theta) = m_2 c_2 (3\theta - 40)$
 $\xrightarrow{m=\rho V} 2\rho \times x \times c(40 - \theta) = \rho \times \frac{x}{2} \times 4c \times (3\theta - 40)$
 $\Rightarrow 40 - \theta = 3\theta - 40 \Rightarrow 4\theta = 80 \Rightarrow \theta = 20^\circ C$ ۴۴۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
 گرماسنج بمبی برای تعیین ارزش غذایی استفاده می‌شود و گزینه (۱) درست است.
 بمب این گرماسنج حاوی گاز اکسیژن است. با عبور جریان الکتریکی نمونه، داخل بمب سوزانده می‌شود و گزینه‌های ۲ و ۳ نادرست است. ۴۴۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی دو جسم کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند، اگر اختلاف دما داشته باشند، بین آن‌ها گرما مبادله می‌شود. ۴۴۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. این فرآیند، انبساط هم‌فشار می‌باشد. ۴۴۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. عامل انتقال گرما، اختلاف دما است و چون بین دو جسم اختلاف دما وجود ندارد، پس هیچ اتفاقی رخ نمی‌دهد. ۴۴۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از دمانگار استفاده می‌شود و اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی را تفسنجی می‌نامند و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش، تفسنج می‌گویند. ۴۵۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها: ۴۵۱

(۱) هوا رسانای خوب گرما نیست. $\times$

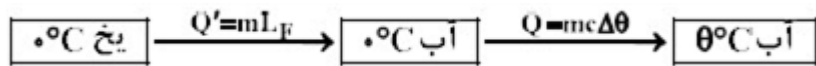
(۲) اجسام در هر دمایی تابش الکترومغناطیس گسیل می‌کنند. $\times$

(۳) تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^\circ C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است. $\checkmark$

(۴) تابش فروسرخ، تابشی نامرئی است که برای آشکارسازی آن از دمانگار استفاده می‌کنیم. $\times$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق طرح‌واره‌ی زیر کل گرمایی که به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس داده شده تا به آب $\theta^\circ C$ تبدیل شود، برابر با $Q_t = mL_F + mc\Delta\theta$ است.

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



$$Q' = \frac{80}{100} Q_t \Rightarrow mL_F = \frac{80}{100} (mL_F + mc\Delta\theta) \Rightarrow mL_F = \frac{80}{100} mL_F + \frac{80}{100} mc\Delta\theta$$

$$\frac{80}{100} mL_F = \frac{80}{100} mc (\theta - 0) \Rightarrow L_F = c\theta \xrightarrow[c = \frac{4}{2} \frac{J}{g \cdot ^\circ C}]{L_F = \frac{336}{9} \frac{J}{g}} 336 = 4 \times 4 / 2 \times \theta \Rightarrow \theta = 20^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فقط مورد «پ» نادرست است.

در پدیده‌ی همرفت قسمت‌های گرم شاره رو به بالا و قسمت‌های سرد شاره رو به پایین حرکت می‌کنند و این فرایند ناشی از کاهش چگالی شاره بر اثر افزایش دما است. بنابراین هرچه ضریب انبساط حجمی شاره‌ها بزرگ‌تر باشد، افزایش حجم بر اثر افزایش دمای یکسان، بیش‌تر و کاهش چگالی بیش‌تر می‌شود و جریان‌های همرفتی به سهولت بیش‌تری ظاهر می‌شوند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای لازم برای آن‌که دمای ۵ کیلوگرم آب را، $80^\circ C$ بالا ببریم، محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 4200 \times 80 = 168 \times 10^4 J$$

حال باید ببینیم این انرژی معادل سوختن چند گرم زغال سنگ است:

$$m = \frac{168 \times 10^4}{33 / 6 \times 10^3} = 50 g$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بعضی از اجسام مانند یخ که هنگام ذوب شدن کاهش حجم می‌یابند، وجود دارند که اگر فشار وارد بر آن‌ها را افزایش دهیم، نقطه‌ی ذوب آن‌ها، کاهش می‌یابد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta A = \alpha A_1 \Delta T = 2 \times 2 / 3 \times 10^{-2} \times 50 \times 80 \Rightarrow \Delta A = 0 / 184 cm^2 \Rightarrow A_2 = 50 + 0 / 184 = 50 / 184 cm^2$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

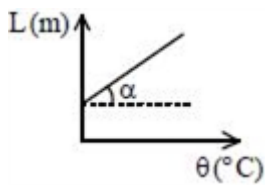
افزایش طول از رابطه‌ی $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ به دست می‌آید. به $\frac{\Delta L}{L_1}$ نسبت افزایش طول به طول اولیه گفته می‌شود و اگر آن را در ۱۰۰ ضرب نماییم درصد افزایش طول به دست می‌آید.

$$\text{درصد افزایش طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100 = \left(12 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \right) (100 K) \times 100 \Rightarrow \text{درصد افزایش طول} = 0 / 12 \%$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دقت کنید که سه قانون تجربی گازها را با هم اشتباه نگیرید، برای مثال گزینه‌ی ۲ قانون گی‌لوساک است. طبق قانون بریل (ماریوت) در دمای ثابت، فشار مقدار معینی گاز با حجم آن نسبت وارون دارد.

$$PV = \text{ثابت} \Rightarrow P \propto \frac{1}{V}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۵۹



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta L}{\Delta \theta} = L_1 \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha_A = \operatorname{tg} \alpha_B \Rightarrow L_{1A} \alpha_A = L_{1B} \alpha_B \xrightarrow{L_{1A} > L_{1B}} \alpha_B > \alpha_A$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ ، افزایش طول میله را به دست می‌آوریم: ۴۶۰

$$\Delta L = L_1 \alpha (T_2 - T_1) \xrightarrow{T_2 = 50^\circ \text{C} \text{ و } T_1 = 20^\circ \text{C}} \xrightarrow{L_1 = 10 \text{ cm}, \alpha = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}}$$

$$\Delta L = 10 \times 11 \times 10^{-6} \times (50 - 20)$$

$$\Rightarrow \Delta L = 33 \times 10^{-6} \text{ cm} = 3/3 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی تغییر سطح با تغییر دما داریم: ۴۶۱

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

بنابراین:

$$\text{درصد افزایش سطح: } \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha \Delta T \times 100$$

$$= 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 50 \times 100 = 0/2\%$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در روش تابش، گرما به صورت امواج مغناطیسی منتقل می‌شود و سرعت امواج ۴۶۲

الکترومغناطیسی برابر سرعت نور است.

با مثال‌های عینی، مانند گرم شدن تدریجی میله‌های فلزی که یک سر آن در آتش قرار دارد و یا گرم شدن تدریجی آب درون قابلمه‌ای که روی اجاق قرار دارد، می‌توانیم نتیجه بگیریم که سرعت انتقال گرما در روش‌های رسانش و همرفت، به اندازه‌ی تابش نیست و کمتر است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در شکل «ب» دمای نوار دوفلزه افزایش یافته و کمان بیرونی مربوط به فلزی است که ۴۶۳

بیشتر منبسط می‌شود، یعنی فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد. ($\alpha_A > \alpha_B$)

در شکل «پ» دمای نوار دوفلزه کاهش یافته است و کمان داخلی مربوط به فلزی است که بیشتر منقبض می‌شود، یعنی فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد. ($\alpha_B > \alpha_C$)

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمای شارش شده از رابطه‌ی $Q = \frac{KA\Delta\theta}{K} t$ به دست می‌آید. با ثابت ماندن جرم، حجم ۴۶۴

میله ثابت می‌ماند: ($A_2 L_2 = A_1 L_1$) بنابراین با چهار برابر شدن طول میله، سطح مقطع میله $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{4} \times 3 \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۴۶۵

$$\begin{cases} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ T_1 = T_2 \\ V_2 = V_1 + 0/2 V_1 = 1/2 V_1 \end{cases} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 \times 1/2 V_1 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{1/2} = \frac{5}{6} P_1$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۴۶۶

$$H_B = H_A \Rightarrow \frac{k_B A_B \Delta T_B}{L_B} = \frac{k_A A_A \Delta T_A}{L_A}$$

$$\Rightarrow \frac{400(8-T)}{2} = \frac{80(T-1)}{1} \Rightarrow 40 - 5T = 2T - 2 \Rightarrow 7T = 42^\circ C \Rightarrow T = 6^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{v}$ و با توجه به این که m ثابت است، می‌توان نوشت:

$$V_2 = V_1 + 0.25V_1 = 1.25V_1$$

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{m=\text{ثابت}} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{1.25V_1} = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = 0.8\rho_1$$

$$\text{درصد تغییرات: } \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{0.8\rho_1 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = -20\%$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۶۸

$$2 \frac{J}{g \cdot K} = 2 \frac{kJ}{kg \cdot K}, 320 \frac{J}{g} = 320 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q = mc\Delta\theta + mL_F + mc'\Delta\theta' = 0.5 [2 \times 30 + 320 + 4 \times 5] = 200 \text{ kJ}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۴۶۹

$$P = \frac{Q_{\text{کل}}}{t} \Rightarrow 750 = \frac{Q_{\text{کل}}}{122/5} \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 91875 J$$

$$Ra = 0.8 = \frac{Q_{\text{مفید}}}{Q_{\text{کل}}} = \frac{Q_{\text{مفید}}}{91875} \Rightarrow Q_{\text{مفید}} = 73500 J \rightarrow \text{توسط یخ جذب می‌شود}$$

$$Q_{\text{مفید}} = mC\Delta\theta + mL_f \Rightarrow 73500 = \frac{1}{2} \times 2100 \times 6 + m \times 336000$$

$\downarrow$
کل

$\downarrow$
آب شده

$$\Rightarrow m \text{ آب شده} = 0.2 \text{ kg} = 200 g$$

$$m \text{ باقیمانده} = 500 - 200 = 300 g$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۷۰

$$(mL_F)_{\text{یخ}} = (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}} \rightarrow 200 \times 336000 = m \times 400 \times 250 \rightarrow m = 2 \times 336 = 672 g$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۴۷۱

$$\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta\theta \Rightarrow \Delta A = A_1 (2 \times 10^{-5}) (100) = 2 \times 10^{-2} A_1$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 10^{-2} = 0.2 \times 10^{-2} = 0.2\%$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۷۲

$$\Delta V = V_0 \cdot \alpha' \cdot \Delta \theta \Rightarrow 1 = 1000 \times 25 \times \alpha' \Rightarrow \alpha' = 40 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$$

ضریب انبساط ظاهری

$$\alpha' = \beta - 3\alpha \Rightarrow \beta = \alpha' + 3\alpha = 40 \times 10^{-6} + 3 \times 5 \times 10^{-6} = 55 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۷۳

$$Q = mC_1 \Delta \theta_1 + mL_f + mC_2 \Delta \theta_2$$

$$777 = 2(2/1)(15) + 2 \times 336 + 2 \times 4/2(\theta - 0) \Rightarrow 777 = 63 + 672 + 8/4\theta \Rightarrow \theta = 5^\circ C$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۴۷۴

$$\Delta A = A_1 \cdot 2\alpha \cdot \Delta \theta \Rightarrow 0/01 A_1 = A_1 \times 2\alpha \times 250 \Rightarrow 10^{-2} = 500\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{10^{-2}}{500} = \frac{10^{-2}}{5 \times 10^2} = \frac{1}{5} \times 10^{-4}$$

$$= 0/2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5} ^\circ C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در اثر افزایش دمای ورقه‌ی فلزی، تمام فاصله‌ها افزایش می‌یابند. برای مثال شعاع هر دو سوراخ به یک میزان افزایش می‌یابد، فاصله‌ی دو سوراخ زیاد می‌شود، طول و عرض مستطیل زیاد می‌شود و کلاً می‌توان گفت فاصله‌ی هر دو مولکول (یا اتم) مجاور هم افزایش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. انتقال انرژی گرمایی بین دو جسم، پیوسته در جهت ایجاد تعادل دمایی است. ۴۷۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۴۷۷

$$Q = mC\Delta\theta, P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \Rightarrow \frac{2 \times 4200 \times (100 - 25)}{30} = \frac{6 \times 4200 \times 25}{t_2}$$

$$t_2 = \frac{6 \times 4200 \times 25 \times 30}{2 \times 4200 \times 75} = 3 \text{ min}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. آب ۱۰ → آب صفر → یخ صفر → یخ ۲۰- ۴۷۸

چون حداکثر مقدار آب مطرح است، پس باید دمای تعادل آب به صفر برسد ولی از آب صفر عبور نکند.

$$m\left(\frac{c}{2}\right)(20) + m(80c) + m'c(-10) = 0$$

$$10m + 80m - 10m' = 0 \Rightarrow m' = 9m$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۴۷۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نصف انرژی جنبشی گلوله موقع برخورد، صرف گرم کردن خود گلوله می‌شود. پس: ۴۸۰

$$\frac{1}{2}k = Q \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} mV^2 = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{4} \times \frac{20}{1000} \times 400^2 = \frac{20}{1000} \times 125 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 320^\circ C = 320 K$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دقت دماسنج پزشکی یک دهم درجه‌ی سلسیوس و دقت دماسنج جیوه‌ای معمولی یک درجه‌ی سلسیوس است، دماسنج ترموکوپل از دو سیم فلزی غیر هم‌جنس (مانند مس و آهن) ساخته شده است. ۴۸۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۸۲

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 2100 = \frac{1}{4} \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1^\circ C$$

با توجه به رفتار غیرعادی آب در محدوده صفر تا ۴ درجه سلسیوس، حجم آب کاهش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، اگر رابطه تغییر دما برحسب تغییر طول را خطی در نظر بگیریم، داریم:

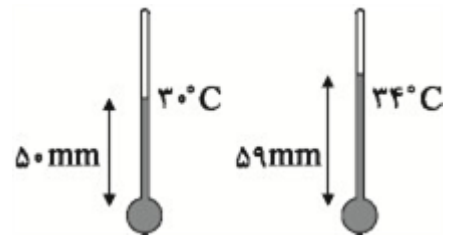
$$\theta = al + b$$

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

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

$$\xrightarrow{(1)-(2)} a = \frac{4}{9}, b = \frac{70}{9} \Rightarrow \theta = \frac{4}{9}I + \frac{70}{9}$$

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



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۴۸۳

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\theta-5}{-20-5} = \frac{x-50}{10-50} \\ x = \theta \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\theta-5}{5} = \frac{\theta-50}{40} \Rightarrow 4\theta-20 = \theta-50 \Rightarrow 3\theta = -30 \Rightarrow \theta = -10^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta = -10^\circ C \Rightarrow T = 273 + (-10) = 263 K$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۴۸۴

$$1 \times 4200 \times 20 + 1 \times 420 \times (-50) + mc_{\text{گرماسنج}} (-42) = 0$$

$$C = 1500 \frac{J}{K} = \text{ظرفیت گرمایی گرماسنج}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۴۸۵

$$\frac{K_1(420 - T)}{3d} = \frac{K_2(T - 300)}{d} \Rightarrow T = 380 K = 107^\circ C$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۴۸۶

(آب صفر $\rightarrow 8 kg$ آب $30^\circ C$) و (آب صفر $\rightarrow m$ کیلوگرم یخ صفر) و (یخ صفر $\rightarrow 4 kg$ یخ $10^\circ C$)

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow 4 \times 2/1 \times (0 \times (10)) + m \times 336 + 8 \times 4/2 \times (0 - 30) = 0$$

$$\xrightarrow{\frac{4}{2}=2 \times \frac{2}{1}} 40 + 160m - 480 = 0 \Rightarrow 160m = 440 \Rightarrow m = \frac{44}{16} = \frac{11}{4} kg$$

$$\xrightarrow{336=80 \times 4/2} m = 4 - \frac{11}{4} = \frac{5}{4} kg$$

$$m = 4 - \frac{11}{4} = \frac{5}{4} kg$$

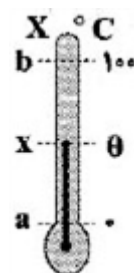
۴۸۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بین دماسنج به کار رفته و دماسنج جیوه‌ای سلسیوس تناسب می‌بندیم:

$$\frac{x - a}{b - a} = \frac{\theta - 0}{100 - 0}$$

در این مسئله $a = 10$ و $b = 90$ است:

$$\frac{30 - 10}{90 - 10} = \frac{\theta}{100} \Rightarrow \theta = \frac{20 \times 100}{80} = 25^\circ C$$



۴۸۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. انرژی لازم برای این قسمت از ۸۴۰۰ بیش‌تر است. پس مقدار آب و یخ با دمای تعادل صفر درجه داریم.

$$Q = P \times t = 1 / 0.5 \times 12 = 12 / 6 \text{ kJ}$$

۱۲۶۰۰ J $\begin{matrix} \text{یخ} & \rightarrow & \text{یخ} \\ -10^\circ C & & 0^\circ C \\ Q = mc\Delta\theta \\ Q = 0.2 \times 2100 \times 10 \\ Q = 4200 \end{matrix}$	۸۴۰۰ J $\begin{matrix} \text{یخ} & \rightarrow & \text{آب} \\ 0^\circ C & & 0^\circ C \\ Q = 0.2 \times 336000 \\ Q = 67200 \text{ J} \\ \times \end{matrix}$
--	--

۴۹۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل داریم:

۳۵۰° x
۱۰۰° C

۵۰° x
۱۰° C

$$\Delta x = 350^\circ x - 50^\circ x = 300^\circ x$$

$$100^\circ C = 300^\circ x \Rightarrow 1^\circ C = 3^\circ x$$

۴۹۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمای جسم اول را با Q_1 ، گرمای جسم دوم را با Q_2 و گرمای تلف شده را با Q_3 نشان می‌دهیم. جمع جبری این گرماها برابر با صفر است:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + Q_3 = 0$$

$$\left[\frac{1}{2} \times 600 \times (60 - 80) \right] + [1 \times 400 \times (60 - 40)] + Q_3 = 0 \Rightarrow -6000 + 8000 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow Q_3 = -2000 \text{ J} = -2 \times 10^3 \text{ J}$$

۴۹۲

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = P \cdot t \end{cases} \Rightarrow mc\Delta\theta = Pt \Rightarrow 5 \times 4200 \times 20 = 1000 \times 60 \times t \Rightarrow t = 7 \text{ min}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ۴۹۳

$$\boxed{\text{یخ } -30^{\circ}\text{C}} \leftarrow \boxed{\text{یخ } 0^{\circ}\text{C}} \Rightarrow \boxed{\text{آب } 0^{\circ}\text{C}} \Rightarrow \boxed{\text{آب } 10^{\circ}\text{C}}$$

$$m_1 c_1 \Delta\theta + m_1 L_f = m_2 c_2 \Delta\theta$$

$$0/1 \times 4200 (10) + 0/1 \times 336000 = m \times 2100 (30) \Rightarrow m = 0/6 \text{ kg} = 600 \text{ g}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. برای حل، رابطه‌ی خطی دمای محیط نسبت به ارتفاع جیوه را به دست می‌آوریم: ۴۹۴

$$\theta = ah + b$$

$$\begin{cases} 0 = a \times 1 + b \\ 35 = a \times 4/5 + b \end{cases} \Rightarrow a = 10, b = -10 \Rightarrow \theta = 10h - 10$$

$$h = 4 \text{ cm} \Rightarrow \theta = 10 \times 4 - 10 = 30^{\circ}\text{C}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون گازها و تعریف چگالی داریم: ۴۹۵

$$\begin{cases} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} \\ \rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{m=\text{ثابت}} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_2 = 2P_1}{\theta_1 = 91^{\circ}\text{C}, \theta_2 = 182^{\circ}\text{C}} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{2P_1}{P_1} \times \frac{91 + 273}{182 + 273} = 2 \times \frac{4 \times 91}{5 \times 91} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{8}{5}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ۴۹۶

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ۴۹۷

$$-10^{\circ}\text{C} \text{ یخ} \rightarrow 0^{\circ}\text{C} \text{ یخ} \rightarrow 0^{\circ}\text{C} \text{ آب} \rightarrow 10^{\circ}\text{C} \text{ آب}$$

$$Q = mc\Delta\theta + mL_f + mc'\Delta\theta = 100 \times (2 \times 10 + 300 + 4 \times 10) = 36000 \text{ J}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 36000 = 1000 \times 4 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 9^{\circ}\text{C} \text{ آب: برای یک کیلوگرم آب}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ۴۹۸

$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{70}{100} = \frac{P_{\text{مفید}}}{100} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 70 \text{ W}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Pt}{mc}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{700 \times 600}{4 \times 4200} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 25 = \theta_2 - 10 \Rightarrow \theta_2 = 35^{\circ}\text{C}$$

$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}$$

نکته‌ی درسی: بازده در وسایل گرمایی به صورت مقابل است:

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. انتقال گرما از طریق تابش، تنها راه انتقال گرما در خلأ است. ۴۹۹

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در این فرآیند، حجم گاز ثابت می‌ماند، پس چگالی آن نیز تغییر نمی‌کند. ۵۰۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. گرما از جسمی که دمایش بیش‌تر است به جسم با دمای کم‌تر منتقل می‌شود. ۵۰۱

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4
41	1	2	3	4
42	1	2	3	4
43	1	2	3	4
44	1	2	3	4
45	1	2	3	4
46	1	2	3	4
47	1	2	3	4
48	1	2	3	4
49	1	2	3	4
50	1	2	3	4
51	1	2	3	4
52	1	2	3	4
53	1	2	3	4
54	1	2	3	4
55	1	2	3	4
56	1	2	3	4
57	1	2	3	4
58	1	2	3	4
59	1	2	3	4
60	1	2	3	4
61	1	2	3	4
62	1	2	3	4
63	1	2	3	4
64	1	2	3	4

65	1	2	3	4
66	1	2	3	4
67	1	2	3	4
68	1	2	3	4
69	1	2	3	4
70	1	2	3	4
71	1	2	3	4
72	1	2	3	4
73	1	2	3	4
74	1	2	3	4
75	1	2	3	4
76	1	2	3	4
77	1	2	3	4
78	1	2	3	4
79	1	2	3	4
80	1	2	3	4
81	1	2	3	4
82	1	2	3	4
83	1	2	3	4
84	1	2	3	4
85	1	2	3	4
86	1	2	3	4
87	1	2	3	4
88	1	2	3	4
89	1	2	3	4
90	1	2	3	4
91	1	2	3	4
92	1	2	3	4
93	1	2	3	4
94	1	2	3	4
95	1	2	3	4
96	1	2	3	4

97	1	2	3	4
98	1	2	3	4
99	1	2	3	4
100	1	2	3	4
101	1	2	3	4
102	1	2	3	4
103	1	2	3	4
104	1	2	3	4
105	1	2	3	4
106	1	2	3	4
107	1	2	3	4
108	1	2	3	4
109	1	2	3	4
110	1	2	3	4
111	1	2	3	4
112	1	2	3	4
113	1	2	3	4
114	1	2	3	4
115	1	2	3	4
116	1	2	3	4
117	1	2	3	4
118	1	2	3	4
119	1	2	3	4
120	1	2	3	4
121	1	2	3	4
122	1	2	3	4
123	1	2	3	4
124	1	2	3	4
125	1	2	3	4
126	1	2	3	4
127	1	2	3	4
128	1	2	3	4

129	1	2	3	4
130	1	2	3	4
131	1	2	3	4
132	1	2	3	4
133	1	2	3	4
134	1	2	3	4
135	1	2	3	4
136	1	2	3	4
137	1	2	3	4
138	1	2	3	4
139	1	2	3	4
140	1	2	3	4
141	1	2	3	4
142	1	2	3	4
143	1	2	3	4
144	1	2	3	4
145	1	2	3	4
146	1	2	3	4
147	1	2	3	4
148	1	2	3	4
149	1	2	3	4
150	1	2	3	4
151	1	2	3	4
152	1	2	3	4
153	1	2	3	4
154	1	2	3	4
155	1	2	3	4
156	1	2	3	4
157	1	2	3	4
158	1	2	3	4
159	1	2	3	4
160	1	2	3	4

161	1	2	3	4
162	1	2	3	4
163	1	2	3	4
164	1	2	3	4
165	1	2	3	4
166	1	2	3	4
167	1	2	3	4
168	1	2	3	4
169	1	2	3	4
170	1	2	3	4
171	1	2	3	4
172	1	2	3	4
173	1	2	3	4
174	1	2	3	4
175	1	2	3	4
176	1	2	3	4
177	1	2	3	4
178	1	2	3	4
179	1	2	3	4
180	1	2	3	4
181	1	2	3	4
182	1	2	3	4
183	1	2	3	4
184	1	2	3	4
185	1	2	3	4
186	1	2	3	4
187	1	2	3	4
188	1	2	3	4
189	1	2	3	4
190	1	2	3	4
191	1	2	3	4
192	1	2	3	4

193	1	2	3	4
194	1	2	3	4
195	1	2	3	4
196	1	2	3	4
197	1	2	3	4
198	1	2	3	4
199	1	2	3	4
200	1	2	3	4
201	1	2	3	4
202	1	2	3	4
203	1	2	3	4
204	1	2	3	4
205	1	2	3	4
206	1	2	3	4
207	1	2	3	4
208	1	2	3	4
209	1	2	3	4
210	1	2	3	4
211	1	2	3	4
212	1	2	3	4
213	1	2	3	4
214	1	2	3	4
215	1	2	3	4
216	1	2	3	4
217	1	2	3	4
218	1	2	3	4
219	1	2	3	4
220	1	2	3	4
221	1	2	3	4
222	1	2	3	4
223	1	2	3	4
224	1	2	3	4

225	1	2	3	4
226	1	2	3	4
227	1	2	3	4
228	1	2	3	4
229	1	2	3	4
230	1	2	3	4
231	1	2	3	4
232	1	2	3	4
233	1	2	3	4
234	1	2	3	4
235	1	2	3	4
236	1	2	3	4
237	1	2	3	4
238	1	2	3	4
239	1	2	3	4
240	1	2	3	4
241	1	2	3	4
242	1	2	3	4
243	1	2	3	4
244	1	2	3	4
245	1	2	3	4
246	1	2	3	4
247	1	2	3	4
248	1	2	3	4
249	1	2	3	4
250	1	2	3	4
251	1	2	3	4
252	1	2	3	4
253	1	2	3	4
254	1	2	3	4
255	1	2	3	4
256	1	2	3	4

257	1	2	3	4
258	1	2	3	4
259	1	2	3	4
260	1	2	3	4
261	1	2	3	4
262	1	2	3	4
263	1	2	3	4
264	1	2	3	4
265	1	2	3	4
266	1	2	3	4
267	1	2	3	4
268	1	2	3	4
269	1	2	3	4
270	1	2	3	4
271	1	2	3	4
272	1	2	3	4
273	1	2	3	4
274	1	2	3	4
275	1	2	3	4
276	1	2	3	4
277	1	2	3	4
278	1	2	3	4
279	1	2	3	4
280	1	2	3	4
281	1	2	3	4
282	1	2	3	4
283	1	2	3	4
284	1	2	3	4
285	1	2	3	4
286	1	2	3	4
287	1	2	3	4
288	1	2	3	4

289	1	2	3	4
290	1	2	3	4
291	1	2	3	4
292	1	2	3	4
293	1	2	3	4
294	1	2	3	4
295	1	2	3	4
296	1	2	3	4
297	1	2	3	4
298	1	2	3	4
299	1	2	3	4
300	1	2	3	4
301	1	2	3	4
302	1	2	3	4
303	1	2	3	4
304	1	2	3	4
305	1	2	3	4
306	1	2	3	4
307	1	2	3	4
308	1	2	3	4
309	1	2	3	4
310	1	2	3	4
311	1	2	3	4
312	1	2	3	4
313	1	2	3	4
314	1	2	3	4
315	1	2	3	4
316	1	2	3	4
317	1	2	3	4
318	1	2	3	4
319	1	2	3	4
320	1	2	3	4

321	1	2	3	4
322	1	2	3	4
323	1	2	3	4
324	1	2	3	4
325	1	2	3	4
326	1	2	3	4
327	1	2	3	4
328	1	2	3	4
329	1	2	3	4
330	1	2	3	4
331	1	2	3	4
332	1	2	3	4
333	1	2	3	4
334	1	2	3	4
335	1	2	3	4
336	1	2	3	4
337	1	2	3	4
338	1	2	3	4
339	1	2	3	4
340	1	2	3	4
341	1	2	3	4
342	1	2	3	4
343	1	2	3	4
344	1	2	3	4
345	1	2	3	4
346	1	2	3	4
347	1	2	3	4
348	1	2	3	4
349	1	2	3	4
350	1	2	3	4
351	1	2	3	4
352	1	2	3	4

353	1	2	3	4
354	1	2	3	4
355	1	2	3	4
356	1	2	3	4
357	1	2	3	4
358	1	2	3	4
359	1	2	3	4
360	1	2	3	4
361	1	2	3	4
362	1	2	3	4
363	1	2	3	4
364	1	2	3	4
365	1	2	3	4
366	1	2	3	4
367	1	2	3	4
368	1	2	3	4
369	1	2	3	4
370	1	2	3	4
371	1	2	3	4
372	1	2	3	4
373	1	2	3	4
374	1	2	3	4
375	1	2	3	4
376	1	2	3	4
377	1	2	3	4
378	1	2	3	4
379	1	2	3	4
380	1	2	3	4
381	1	2	3	4
382	1	2	3	4
383	1	2	3	4
384	1	2	3	4

۳۸۵	۱	۲	۳	۴
۳۸۶	۱	۲	۳	۴
۳۸۷	۱	۲	۳	۴
۳۸۸	۱	۲	۳	۴
۳۸۹	۱	۲	۳	۴
۳۹۰	۱	۲	۳	۴
۳۹۱	۱	۲	۳	۴
۳۹۲	۱	۲	۳	۴
۳۹۳	۱	۲	۳	۴
۳۹۴	۱	۲	۳	۴
۳۹۵	۱	۲	۳	۴
۳۹۶	۱	۲	۳	۴
۳۹۷	۱	۲	۳	۴
۳۹۸	۱	۲	۳	۴
۳۹۹	۱	۲	۳	۴
۴۰۰	۱	۲	۳	۴
۴۰۱	۱	۲	۳	۴
۴۰۲	۱	۲	۳	۴
۴۰۳	۱	۲	۳	۴
۴۰۴	۱	۲	۳	۴
۴۰۵	۱	۲	۳	۴
۴۰۶	۱	۲	۳	۴
۴۰۷	۱	۲	۳	۴
۴۰۸	۱	۲	۳	۴
۴۰۹	۱	۲	۳	۴
۴۱۰	۱	۲	۳	۴
۴۱۱	۱	۲	۳	۴
۴۱۲	۱	۲	۳	۴
۴۱۳	۱	۲	۳	۴
۴۱۴	۱	۲	۳	۴
۴۱۵	۱	۲	۳	۴
۴۱۶	۱	۲	۳	۴

۴۱۷	۱	۲	۳	۴
۴۱۸	۱	۲	۳	۴
۴۱۹	۱	۲	۳	۴
۴۲۰	۱	۲	۳	۴
۴۲۱	۱	۲	۳	۴
۴۲۲	۱	۲	۳	۴
۴۲۳	۱	۲	۳	۴
۴۲۴	۱	۲	۳	۴
۴۲۵	۱	۲	۳	۴
۴۲۶	۱	۲	۳	۴
۴۲۷	۱	۲	۳	۴
۴۲۸	۱	۲	۳	۴
۴۲۹	۱	۲	۳	۴
۴۳۰	۱	۲	۳	۴
۴۳۱	۱	۲	۳	۴
۴۳۲	۱	۲	۳	۴
۴۳۳	۱	۲	۳	۴
۴۳۴	۱	۲	۳	۴
۴۳۵	۱	۲	۳	۴
۴۳۶	۱	۲	۳	۴
۴۳۷	۱	۲	۳	۴
۴۳۸	۱	۲	۳	۴
۴۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۴۰	۱	۲	۳	۴
۴۴۱	۱	۲	۳	۴
۴۴۲	۱	۲	۳	۴
۴۴۳	۱	۲	۳	۴
۴۴۴	۱	۲	۳	۴
۴۴۵	۱	۲	۳	۴
۴۴۶	۱	۲	۳	۴
۴۴۷	۱	۲	۳	۴
۴۴۸	۱	۲	۳	۴

۴۴۹	۱	۲	۳	۴
۴۵۰	۱	۲	۳	۴
۴۵۱	۱	۲	۳	۴
۴۵۲	۱	۲	۳	۴
۴۵۳	۱	۲	۳	۴
۴۵۴	۱	۲	۳	۴
۴۵۵	۱	۲	۳	۴
۴۵۶	۱	۲	۳	۴
۴۵۷	۱	۲	۳	۴
۴۵۸	۱	۲	۳	۴
۴۵۹	۱	۲	۳	۴
۴۶۰	۱	۲	۳	۴
۴۶۱	۱	۲	۳	۴
۴۶۲	۱	۲	۳	۴
۴۶۳	۱	۲	۳	۴
۴۶۴	۱	۲	۳	۴
۴۶۵	۱	۲	۳	۴
۴۶۶	۱	۲	۳	۴
۴۶۷	۱	۲	۳	۴
۴۶۸	۱	۲	۳	۴
۴۶۹	۱	۲	۳	۴
۴۷۰	۱	۲	۳	۴
۴۷۱	۱	۲	۳	۴
۴۷۲	۱	۲	۳	۴
۴۷۳	۱	۲	۳	۴
۴۷۴	۱	۲	۳	۴
۴۷۵	۱	۲	۳	۴
۴۷۶	۱	۲	۳	۴
۴۷۷	۱	۲	۳	۴
۴۷۸	۱	۲	۳	۴
۴۷۹	۱	۲	۳	۴
۴۸۰	۱	۲	۳	۴

۴۸۱	۱	۲	۳	۴
۴۸۲	۱	۲	۳	۴
۴۸۳	۱	۲	۳	۴
۴۸۴	۱	۲	۳	۴
۴۸۵	۱	۲	۳	۴
۴۸۶	۱	۲	۳	۴
۴۸۷	۱	۲	۳	۴
۴۸۸	۱	۲	۳	۴
۴۸۹	۱	۲	۳	۴
۴۹۰	۱	۲	۳	۴
۴۹۱	۱	۲	۳	۴
۴۹۲	۱	۲	۳	۴
۴۹۳	۱	۲	۳	۴
۴۹۴	۱	۲	۳	۴
۴۹۵	۱	۲	۳	۴
۴۹۶	۱	۲	۳	۴
۴۹۷	۱	۲	۳	۴
۴۹۸	۱	۲	۳	۴
۴۹۹	۱	۲	۳	۴
۵۰۰	۱	۲	۳	۴
۵۰۱	۱	۲	۳	۴

