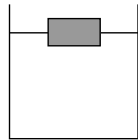


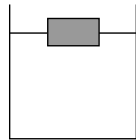


۱- در کدام یک از شکل‌های زیر مکعب چوبی یکسان کمتر داخل آب فرو رفته است؟ (دمای مکعب در همه شکل‌ها ^{رویش} برابر است.)



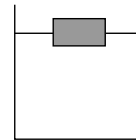
آب ۱°C

①



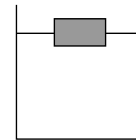
آب ۳°C

②



آب ۴°C

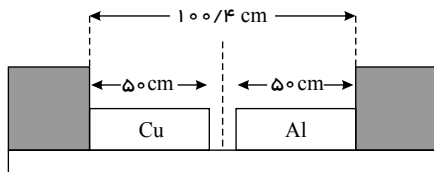
③



آب ۸°C

④

۲- دو میله مسی و آلومینیومی بین دو دیواره ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟ ($\alpha_{Al} = 2.3 \times 10^{-5} \text{ } 1/K$ و $\alpha_{مس} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ } 1/K$)



② ۳۴۷

① ۴۷۰

④ ۲۰۰

③ ۲۵۰

۳- m_1 گرم آب $20^\circ C$ را با m_2 گرم آب $60^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. در صورتی که در این فرایند 840 J انرژی تلف شود، 100 g آب $50^\circ C$ ایجاد می‌شود. m_2 و m_1 برحسب گرم به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ ($c_{آب} = 4200 \text{ J/kg} \cdot K$)

④ ۲۰ و ۸۰

③ ۸۰ و ۲۰

② ۳۰ و ۷۰

① ۷۰ و ۳۰

۴- اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب $50^\circ C$ سلسیوس از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ ($C_{آب} = 4200 \text{ J/kg} \cdot K$ و $L_f = 336000 \text{ J/kg}$)

④ ۴۵

③ ۵۰

② ۴۵۰

① ۵۰۰

۵- به دو کره فلزی، توپر و مشابه A و B گرمای یکسانی می‌دهیم. حجم کره A ، $3/5$ درصد و حجم کره B ، $5/8$ درصد افزایش می‌یابد. اگر ضریب انبساط طولی کره A نصف ضریب انبساط طولی کره B باشد، ظرفیت گرمایی کره A چند برابر ظرفیت گرمایی کره B است؟

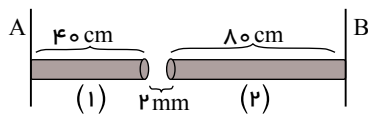
④ $\frac{6}{5}$ ③ $\frac{5}{6}$ ② $\frac{5}{2}$ ① $\frac{2}{5}$



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

- ① ۲۰۰ ② $\frac{800}{3}$ ③ ۳۰۰ ④ ۶۰۰

۷- مطابق شکل، دو میله همدمای (۱) و (۲) به دیواره های A و B محکم بسته شده اند و فاصله دو میله از یکدیگر ۲ میلی متر است. دمای دو میله حداقل چند درجه سلسیوس افزایش یابد تا دو میله به یکدیگر برسند؟



$$(\alpha_2 = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_1 = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$$

- ① ۵۰ ② ۳۷٫۵ ③ ۲۵۰ ④ ۶۲٫۵

۸- یک دماسنج که به صورت خطی مدرج شده در فشار یک اتمسفر، دمای ۲۰ درجه سلسیوس را ۱۵- و دمای ۸۰ درجه سلسیوس را ۶۰ نشان می دهد. اگر دمای جسمی بر حسب این دماسنج ۲۰ واحد افزایش یابد، دمای آن بر حسب درجه سلسیوس چند واحد افزایش یافته است؟

- ① ۱۲ ② ۱۶ ③ ۲۵ ④ ۴۸

۹- یک شمش آلومینیوم به حجم 200 cm^3 و چگالی $2,7 \frac{g}{\text{cm}^3}$ را که دمایش $100^\circ C$ است، درون 540 cm^3 آب $20^\circ C$ می اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، دمای آب تقریباً به چند درجه ی سلسیوس می رسد؟ (از مبادله ی گرمای بین آب و ظرف صرف نظر شود.)

$$(\text{چگالی آب } 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \text{ و گرمای ویژه آب و آلومینیوم به ترتیب } 4,2 \frac{J}{g \cdot K}, 0,9 \frac{J}{g \cdot K} \text{ است.})$$

- ① ۲۸ ② ۳۴ ③ ۴۶ ④ ۵۳

۱۰- یک میله فلزی نازک را به طور یکنواخت حرارت می دهیم. اگر طول میله $0,4$ درصد افزایش یابد و چگالی آن $59,4 \text{ kg/m}^3$ کاهش یابد، چگالی اولیه میله چند گرم بر سانتی متر مکعب بوده است؟

- ① ۱٫۶۵ ② ۶ ③ ۴٫۹۵ ④ ۱۶۵۰

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

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ ۱ ④ ۴



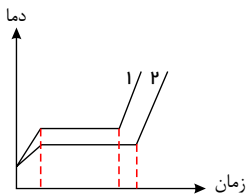
۱۲- اگر دمای میله‌ای فلزی را 50° درجه سلسیوس افزایش دهیم، افزایش طول آن نسبت به طول اولیه آن 10^{-2} درصد است. اگر دمای میله را به اندازه 50° درجه سلسیوس دیگر افزایش دهیم، افزایش طول آن در این تغییر دما چند درصد خواهد بود؟

- ① 10^{-2} درصد
 ② بیش تر از 10^{-2} درصد
 ③ کم تر از 10^{-2} درصد
 ④ نمی توان اظهار نظر قطعی کرد.

۱۳- در دمای صفر درجه سلسیوس طول هر یک از نوارهای آلومینیومی و مسی 120 cm است. پس از رسیدن به دمای x طول نوار مسی $7,2\text{ cm}$ از طول نوار آلومینیومی کمتر است. دمای x برحسب درجه سلسیوس کدام است؟
 ($\alpha_{Cu} = 1,7 \times 10^{-5} K^{-1}$, $\alpha_{Al} = 2,3 \times 10^{-5} K^{-1}$)

- ① 80
 ② 75
 ③ 100
 ④ 110

۱۴- نمودار دما برحسب زمان دو جسم جامد هم جرم که هر کدام از یک منبع گرما با توان خروجی یکسان گرما می گیرند مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد گرمای ویژه و گرمای نهان ذوب آن ها صحیح است؟



- ① $L_{F1} < L_{F2}$, $c_1 > c_2$
 ② $L_{F1} > L_{F2}$, $c_1 < c_2$
 ③ $L_{F1} < L_{F2}$, $c_1 < c_2$
 ④ $L_{F1} > L_{F2}$, $c_1 > c_2$

۱۵- مایع A با دمای اولیه $20^\circ C$ را با مایع B با دمای اولیه $60^\circ C$ مخلوط می کنیم و دمای تعادل $30^\circ C$ می شود. اگر چگالی و حجم مایع A دو برابر چگالی و حجم مایع B باشد، گرمای ویژه مایع A چند برابر گرمای ویژه مایع B است؟ (تغییر حجم و اتلاف انرژی نداریم.)

- ① 2
 ② $\frac{4}{3}$
 ③ $\frac{3}{4}$
 ④ $\frac{1}{2}$

۱۶- دو گلوله رسانای مسی یکی توپُر و دیگری توخالی که هم اندازه و هم دما هستند، در اختیار داریم. در آزمایش اول دمای هر دو را به یک اندازه افزایش می دهیم و در آزمایش دوم به هر دو به یک اندازه گرما می دهیم. به ترتیب از راست به چپ در آزمایش اول و دوم حجم نهایی کدام گلوله بزرگ تر می شود؟

- ① توپُر - توپُر
 ② توخالی - توخالی
 ③ هر دو یک اندازه می شوند - توپُر
 ④ هر دو یک اندازه می شوند - توخالی

۱۷- دمای یک جسم فلزی را توسط گرم کنی با توان مفید ثابت 100 وات، در مدت زمان 2 دقیقه بدون تغییر فاز از $20^\circ C$ به $100^\circ C$ می رسانیم. اگر جرم جسم 6 kg باشد، گرمای ویژه فلز در SI ، کدام است؟

- ① 35
 ② 25
 ③ 250
 ④ 350



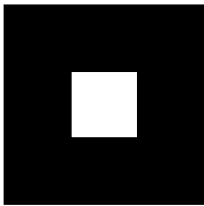
۱۸- دمای مقداری آب را از $41^{\circ}F$ به $50^{\circ}F$ می‌رسانیم. در این حالت چگالی آب چگونه تغییر می‌کند؟

- ① پیوسته افزایش می‌یابد. ② پیوسته کاهش می‌یابد.
 ③ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ④ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۹- یک دماسنج سلسیوس و یک دماسنج فارنهایت را درون یک ظرف حاوی الکل قرار می‌دهیم. عددی که دماسنج سلسیوس نشان می‌دهد ۸ واحد کم‌تر از عددی است که دماسنج فارنهایت نشان می‌دهد. دمای الکل چند درجه فارنهایت است؟

- ① -30 ② -14 ③ -22 ④ 14

۲۰- در شکل زیر بخش مربع شکل از صفحه بریده شده است. اگر صفحه را گرم کنیم، طول آن ۲ درصد افزایش می‌یابد. مساحت بخش مربع شکل چگونه تغییر می‌کند؟



- ① ۳ درصد زیاد می‌شود. ② ۴ درصد زیاد می‌شود.
 ③ ۳ درصد کم می‌شود. ④ ۴ درصد کم می‌شود.

۲۱- در چاله کوچکی $1/02$ کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی مقداری از آب تبخیر شود و بقیه آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم است؟

$$(L_F = 336 J/g, L_V = 2520 J/g)$$

- ① 120 ② 136 ③ 900 ④ 884

۲۲- مکعب مستطیلی از جنس فلز به ابعاد $12cm \times 4cm \times 3cm$ در اختیار داریم. درون این مکعب مستطیل یک حفره توخالی است. مکعب مستطیل را تا دمای مشخص گرم می‌کنیم. اگر قطر مکعب مستطیل $3/9mm$ و حجم قسمت فلزی آن $9720 mm^3$ افزایش یابد، حجم حفره توخالی پیش از افزایش دما چند سانتی‌متر مکعب است؟

- ① 36 ② 12 ③ 54 ④ 24

۲۳- فرض کنید کم‌ترین و بیش‌ترین دمای منطقه‌ای $14^{\circ}C$ و $36^{\circ}C$ باشد. ریل‌های 20 متری آهنی، در یک روز از سال که دما، میانگین کمینه و بیشینه دمای سالیانه است، به دنبال هم کار گذاشته می‌شوند، حداقل فضای خالی بین ریل‌ها

چند میلی‌متر باشد، تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیاوردند؟ $(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$

- ① 12 ② 6 ③ 18 ④ 9

۲۴- اگر دمای یک صفحه فلزی را $20^{\circ}C$ افزایش دهیم، مساحت آن $0/06$ درصد افزایش می‌یابد. چگالی آن چگونه تغییر می‌کند؟

- ① $0/9$ درصد کاهش می‌یابد. ② $0/12$ درصد افزایش می‌یابد.
 ③ $0/09$ درصد کاهش می‌یابد. ④ $0/12$ درصد کاهش می‌یابد.



۲۵- دو میله آلومینیومی A و B دارای سطح مقطع یکسان و ثابت هستند. چنانچه ظرفیت گرمایی میله A سه برابر ظرفیت گرمایی میله B بوده و دمای هر دو میله را به یک اندازه افزایش دهیم، تغییر طول میله A چند برابر تغییر طول میله B است؟

$$\textcircled{2} \frac{1}{3}$$

۱ $\textcircled{1}$

۴ اطلاعات مسئله کافی نیست.

۳ $\textcircled{3}$

۲۶- اگر دمای صفحه‌ای نازک و مربع شکل به ضلع 20 cm را 50°C افزایش دهیم، مساحت آن 40 mm^2 افزایش می‌یابد. چگالی صفحه چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۲ 1% درصد کاهش می‌یابد.

۱ 15% درصد افزایش می‌یابد.

۴ 1% درصد افزایش می‌یابد.

۳ 15% درصد کاهش می‌یابد.

۲۷- قطعه فلزی به جرم 2 کیلوگرم با دمای 80 درجه سلسیوس را درون مخلوطی شامل 50 گرم یخ و 150 گرم آب که در تعادل هستند، می‌اندازیم. اگر تا برقراری تعادل گرمایی، مجموعه آب و یخ به اندازه 33.6 کیلوژول گرما گرفته باشند، گرمای ویژه فلز چند واحد SI است؟ (اتلاف انرژی نداریم.)

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

۴ 270

۳ 540

۲ 280

۱ 560

۲۸- چهار میله هم طول و هم جرم A ($\alpha_A = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_A = 5\text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) ، B ($\alpha_B = 6 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_B = 6000\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) ، C ($\alpha_C = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_C = 9000\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) ، و D ($\alpha_D = 8 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_D = 7\text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) در اختیار داریم. اگر به هر چهار میله مقدار یکسانی گرما بدهیم، طول کدام میله بزرگ‌تر خواهد شد؟

۴ D

۳ C

۲ B

۱ A

۲۹- در دمای صفر درجه سلسیوس طول یک میله آهنی 2 mm بیش‌تر از میله آلومینیومی می‌باشد. اگر دمای هر دو را به اندازه 100 درجه سلسیوس افزایش دهیم، در این صورت طول میله آلومینیومی 0.4 mm بیش‌تر از طول میله آهنی می‌شود. طول اولیه میله آهنی چند متر است؟ (ضریب انبساط طولی آهن و آلومینیوم به ترتیب $12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ و $24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ می‌باشد.)

۴ $2,004$

۳ $2,002$

۲ 2

۱ $1,998$



۳۰- درون ظرفی استوانه‌ای شکل به ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ می‌ریزیم. دمای مجموعه را چند کلوین افزایش دهیم تا ارتفاع مایع درون ظرف ۵ درصد افزایش یابد؟ (دمای ظرف و مایع درون آن همواره برابر است. مایع از ظرف بیرون نمی‌ریزد و تبخیر نمی‌شود).

۳۷۳ (۴)

۴۷۳ (۳)

۲۰۰ (۲)

۱۰۰ (۱)



پاسخنامه تشریحی

۱- گزینه ۳ آب در $4^{\circ}C$ کمترین حجم خود و در نتیجه بیشترین چگالی خود را دارد، پس طبق اصل شناوری، حجم کمتری از مکعب چوبی داخل آب قرار می‌گیرد.

در فاصله‌های دمایی بیشتر نسبت به $4^{\circ}C$ حجم آب افزایش یافته و چگالی آن کاهش می‌یابد. به این ترتیب حجم بیشتری از چوب داخل آب قرار می‌گیرد.

۲- گزینه ۴

$$\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = 100.4 \text{ cm} - 2(50 \text{ cm}) = 0.4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow (\ell_1 \alpha \Delta \theta)_{Cu} + (\ell_2 \alpha \Delta \theta)_{Al} = 0.4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow (50 \text{ cm} \times 1.7 \times 10^{-5} \times \Delta \theta)_{Cu} + (50 \text{ cm} \times 2.3 \times 10^{-5} \times \Delta \theta)_{Al} = 0.4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow (185 + 115)(10^{-5} \times \Delta \theta) = 0.4 \text{ cm} \rightarrow \Delta \theta = \frac{0.4 \text{ cm}}{0.002 \text{ cm}} = 200^{\circ}C$$

$$\Delta T = \Delta \theta \rightarrow \boxed{\Delta T = 200^{\circ}K}$$

۳- گزینه ۳ مقدار گرمایی که آب $6^{\circ}C$ از دست می‌دهد بخشی از آن به آب $20^{\circ}C$ داده می‌شود و بخشی از آن هدر می‌رود تا به دمای تعادل برسد، در این صورت مجموع گرماهای مبادله‌شده با در نظر گرفتن گرمای اتلافی صفر می‌باشد:

$$Q_1 + Q_2 + 840 = 0$$

$$m_1 c_1 \Delta \theta_1 + m_2 c_2 \Delta \theta_2 = -840 \xrightarrow{c_1 = c_2 = 4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}} 4.2 (m_1 \times (50 - 20) + m_2 \times (50 - 60)) = -840$$

$$30m_1 - 10m_2 = -200 \Rightarrow 3m_1 - m_2 = -20 \quad (1)$$

از طرفی مجموع جرم مایع‌ها برابر 100 گرم می‌باشد، لذا داریم:

$$m_1 + m_2 = 100 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2),(1)} \begin{cases} m_1 + m_2 = 100 \\ 3m_1 - m_2 = -20 \end{cases} \Rightarrow m_1 = 20 \text{ g}, m_2 = 80 \text{ g}$$

۲- گزینه ۲

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

$$151200 \text{ J} = m L_F = m \times 336000 \rightarrow m = \frac{151200}{336000} = 0.45 \text{ kg} = 450 \text{ g}$$



۴۵۰g یخ صفر را می‌تواند ذوب کند.

۵- گزینه ۳

$$\Delta V = \alpha V_1 \Delta \theta \rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{V_{1A}}{V_{1B}} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B}$$

$$\Rightarrow \frac{0.3}{0.5} = \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{6}{5}$$

$$Q = C \Delta \theta \rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{6}{5} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{5}{6}$$

۶- گزینه ۳ چون در نهایت یخ صفر درجه هم باقی مانده بنابراین دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. گرمایی که آب $20^\circ C$ هنگام تبدیل به آب صفر درجه از دست می‌دهد سبب ذوب $\frac{2}{3}$ جرم قطعه یخ صفر درجه خواهد شد. بنابراین:

$$0.8 \times 4200 \times 20 = \frac{2}{3} m \times 336000 \Rightarrow 0.8 \times 21 \times 2 = 112m \Rightarrow m = 0.3kg = 300g$$

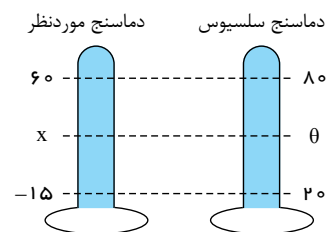
۷- گزینه ۱ مجموع افزایش طول دو میله برابر با ۲mm است. با توجه به رابطه تغییرات طول با دما داریم:

$$\Delta L = L_{01} \alpha_1 \Delta \theta + L_{02} \alpha_2 \Delta \theta \Rightarrow 0.2 = 40 \times 2 \times 10^{-5} \Delta \theta + 80 \times 4 \times 10^{-5} \times \Delta \theta$$

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

۸- گزینه ۲

ابتدا رابطه خطی بین این دماسنج و دماسنج سلسیوس را می‌یابیم، مطابق شکل داریم:



$$\frac{x - (-15)}{60 - (-15)} = \frac{\theta - 20}{80 - 20} \Rightarrow \frac{x + 15}{75} = \frac{\theta - 20}{60} \Rightarrow x = \frac{5}{4}(\theta - 20) - 15$$

$$\Rightarrow x = \frac{5}{4}\theta - 40 \Rightarrow \Delta x = \frac{5}{4}\Delta \theta \xrightarrow{\Delta x=20} 20 = \frac{5}{4} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 16^\circ C$$

پس دمای جسم بر حسب درجه سلسیوس ۱۶ واحد افزایش یافته است.

۹- گزینه ۲

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \begin{cases} m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 2.7 \times 200 = 540g \\ m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \times 540 = 540g \end{cases}$$

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\xrightarrow{m_1=m_2} 0.9(\theta - 100) = -4.2(\theta - 20)$$

$$0.9\theta - 90 = -4.2\theta + 84 \Rightarrow 5.1\theta = 174 \Rightarrow \theta = \frac{174}{5.1} \simeq 34^\circ C$$



۱۰- گزینه ۳

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 0,4 \times 10^{-2} \rightarrow \alpha \Delta \theta = 4 \times 10^{-3}$$

$$\rho = \rho_0 (1 - \beta \Delta \theta) \xrightarrow{\beta=3\alpha} 3\alpha \Delta \theta = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}$$

$$\frac{\rho_0 - \rho = 59,4 \text{ kg/m}^3}{\alpha \Delta \theta = 4 \times 10^{-3}} \rightarrow \rho_0 = \frac{59,4}{12 \times 10^{-3}} = 4950 \text{ kg/m}^3 = 4,95 \text{ g/cm}^3$$

۱۱- گزینه ۱

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

$$Q_A = Q_B$$

$$m_A C_A \Delta \theta_A = m_B C_B \Delta \theta_B$$

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

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

۱۲- گزینه ۱ طبق رابطه زیر، درصد افزایش طول به طول اولیه بستگی ندارد در نتیجه با همان تغییر دما همان درصد تغییر طول را خواهد داشت.

$$\text{درصد افزایش طول} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta T}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

۱۳- گزینه ۳

$$\Delta L_{Cu} = \alpha_{Cu} L_{1,Cu} \Delta \theta_{Cu} \Rightarrow 120 \times 1,7 \times 10^{-5} \times x = 204 \times 10^{-5} x$$

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_{1,Al} \Delta \theta_{Al} \Rightarrow 120 \times 2,3 \times 10^{-5} \times x = 276 \times 10^{-5} x$$

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_{Cu} = 7,2 \times 10^{-2} m \Rightarrow 276 \times 10^{-5} x - 204 \times 10^{-5} x = 72 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 72 \times 10^{-5} x = 72 \times 10^{-3} \rightarrow x = 100^\circ C$$

۱۴- گزینه ۳ قسمت افقی نمودار ذوب شدن ماده را نشان می‌دهد. در نتیجه در یک شرایط یکسان جسم (۱) زودتر ذوب شده است و گرمای نهان ذوب آن کمتر است.

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = m_1 L_{F1} \\ Q_2 = m_2 L_{F2} \end{array} \right\} \xrightarrow[m_1=P_1 t_1, Q_2=P_2 t_2]{m_1=m_2, t_1 < t_2} Q_1 < Q_2 \Rightarrow m_1 L_{F1} < m_2 L_{F2} \Rightarrow L_{F1} < L_{F2}$$

$$Q = mc\Delta \theta \xrightarrow{Q=Pt} \Delta \theta = \frac{P}{mc} t \xrightarrow[\text{شیب خط (۲)} > \text{شیب خط (۱)}]{P_1} \frac{P_1}{m_1 c_1} > \frac{P_2}{m_2 c_2} \xrightarrow[m_1=m_2]{P_1=P_2} c_1 < c_2$$

در قسمت ابتدایی با توجه به تغییر زمان یکسان تا نقطه ذوب شیب نمودار (۱) بیشتر است؛ به عبارتی جسم (۱) با گرفتن همان گرما تغییر دمای بیشتری داده است. در نتیجه گرمای ویژه آن کمتر است.



۱۵ - گزینه ۳ با توجه به رابطه مربوط به دمای تعادل داریم:

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A + m_B c_B \Delta\theta_B = 0$$

$$\Delta\theta_A = 30 - 20 = 10^\circ C, \Delta\theta_B = 30 - 60 = -30^\circ C$$

$$\xrightarrow{m_A = \rho_A V_A, m_B = \rho_B V_B} 4\rho_B V_{BCA} \times 10 = \rho_B V_{BCB} \times 30 \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{3}{4}$$

۱۶ - گزینه ۴ طبق رابطه $\Delta V = V_1 \beta \Delta T$ ، با ثابت بودن پارامترهای V_1 (حجم ظاهری) و β برای هر دو گلوله، گلوله‌ای که افزایش دمای بیش‌تری داشته باشد، بیش‌تر منبسط می‌شود. بنابراین در آزمایش اول که افزایش دمای هر دو گلوله یکسان است، هر دو به یک میزان منبسط می‌شوند. اما در آزمایش دوم چون به هر دو به یک اندازه گرما می‌دهیم، طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، افزایش دمای گلوله سبک‌تر (توخالی) بیش‌تر می‌شود، پس انبساط آن نیز بیش‌تر خواهد بود.

۱۷ - گزینه ۳ ابتدا گرمای دریافتی توسط جسم را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$\left. \begin{array}{l} t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s} \\ P = 100 \text{ W} \end{array} \right\} \Rightarrow Q = P \cdot t \rightarrow Q = 100 \times 120 = 12000 \text{ J}$$

حال طبق رابطه گرمای مبادله شده توسط جسم، داریم:

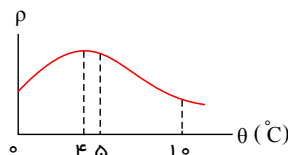
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 12000 = 0.6 \times c \times (100 - 20) \Rightarrow c = \frac{12000}{48} = 250 \text{ J/kg} \cdot ^\circ C$$

۱۸ - گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه، دمای آب را از درجه فارنهایت به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 41^\circ F \Rightarrow 41 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \theta_1 = 5^\circ C \\ F_2 = 50^\circ F \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \Rightarrow \theta_2 = 10^\circ C \end{cases}$$

از طرف دیگر می‌دانیم وقتی دمای آب از $5^\circ C$ افزایش یابد، در گستره دمایی $5^\circ C$ تا $4^\circ C$ ، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد و از $4^\circ C$ به بعد، با افزایش دما، حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت، در بازه دمایی $41^\circ F$ تا $50^\circ F$ ($5^\circ C$ تا $10^\circ C$) چگالی آب پیوسته کاهش می‌یابد.

شکل روبرو موضوع را نشان می‌دهد.



۱۹ - گزینه ۳ با استفاده از رابطه $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ و با توجه به این که $\theta = F - 8$ می‌باشد، به صورت زیر دما برحسب فارنهایت را پیدا می‌کنیم.

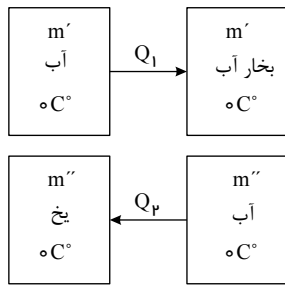
$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{\theta = F - 8} F = \frac{9}{5}(F - 8) + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}F - \frac{72}{5} + 32$$

$$\Rightarrow F - \frac{9}{5}F = -\frac{72}{5} + 32 \Rightarrow \frac{-4F}{5} = \frac{-72 + 160}{5} \Rightarrow -4F = 88 \Rightarrow F = -22^\circ F$$

۲۰ - گزینه ۲

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta\theta \xrightarrow{\frac{\Delta L}{L_1} = 0.02} \alpha \Delta\theta = 0.02$$

$$\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \Delta\theta \xrightarrow{\alpha \Delta\theta = 0.02} \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 0.02 = 0.04$$



انرژی مورد نیاز برای تبخیر سطحی قسمتی از آب، از طریق گرمایی که مابقی آب می دهد تا به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، تأمین می شود، لذا داریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m' L_V - m'' L_F = m'' L_F \Rightarrow m' L_V = m'' L_F$$

$$\frac{L_V = 2520 J/g}{L_F = 336 J/g} \rightarrow 2520 m' = 336 m'' \Rightarrow m'' = 7.5 m' \quad (1)$$

از طرفی مجموع جرم آب تبخیر شده و آب یخ زده برابر $1020g = 1.02kg$ است لذا داریم:

$$m' + m'' = 1020 \xrightarrow{(1)} m' + 7.5 m' = 1020$$

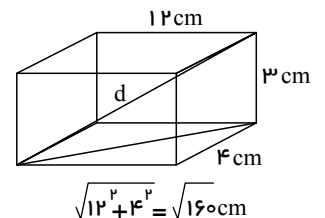
جرم آب بخار شده برابر است با:

$$\Rightarrow 8.5 m' = 1020 \Rightarrow m' = 120g$$

جرم آب یخ زده برابر است با:

$$m'' = 1020 - 120 = 900g$$

$$d^2 = (\sqrt{160})^2 + 3^2 = 169 \Rightarrow d = 13cm$$



ابتدا با استفاده از رابطه ضریب انبساط طولی قطر مکعب، حاصل $\alpha \Delta \theta$ را به دست می آوریم:

$$\Delta d = d \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\frac{\Delta d = 3.9mm}{d = 13cm = 130mm}} \frac{3.9}{130} = \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{3}{100}$$

اکنون با استفاده از رابطه انبساط حجمی، تغییر حجم قسمت فلزی را به دست می آوریم:

$$\Delta V = V_{فلز} \times 3\alpha \times \Delta \theta \xrightarrow{\frac{\alpha \Delta \theta = \frac{3}{100}}{\Delta V = 9720mm^3}} V_{فلز} = \frac{9720 \times 100}{3 \times 3} = 108000mm^3$$

$$V_{خلی} = V_{ظاهری} - V_{فلز} \xrightarrow{V_{ظاهری} = 12 \times 4 \times 3 = 144cm^3 = 144 \times 10^3 mm^3} V_{خلی} = 144000 - 108000$$

$$\Rightarrow V_{خلی} = 36000mm^3 = 36cm^3$$

۲۲ - گزینه ۲ بیش ترین تغییر دمایی که این منطقه دارد برابر است با:

$$\Delta \theta = 36 - (-14) = 50^\circ C$$

چون ریل ها در روزی از سال که دمای آن میانگین کمینه و بیشینه دمای سالیانه است، کار گذاشته می شوند پس بیش ترین تغییر دمایی که ریل ها در طول سال خواهند داشت برابر است با:



$$\Delta\theta = 25^\circ C$$

با توجه به رابطه انبساط طولی می توان نوشت:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta L = 20 \times 12 \times 10^{-6} \times 25 = 6 \times 10^{-3} m = 6 mm$$

۲۴ - گزینه ۳

$$\frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha\Delta\theta = 0.06 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha\Delta\theta = 3 \times 10^{-4} (*)$$

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta\Delta\theta) \Rightarrow \text{درصد تغییرات چگالی} = \frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = -100\beta\Delta\theta = -300\alpha\Delta\theta$$

$$(*) \rightarrow -300 \times 3 \times 10^{-4} = -0.09\% \text{ درصد تغییرات چگالی}$$

۲۵ - گزینه ۳ ظرفیت گرمایی به صورت حاصل ضرب mc می باشد که با جایگذاری $m = \rho V = \rho AL$ به صورت ρALc تبدیل می شود. چون هر دو میله آلومینیومی هستند، پس چگالی و گرمای ویژه یکسانی دارند و با توجه به ثابت و برابر بودن سطح مقطع دو میله، از آن جا که ظرفیت گرمایی میله A سه برابر ظرفیت گرمایی میله B بوده است، پس حتماً طول اولیه میله A نیز سه برابر طول اولیه میله B بوده است.

$$C_A = 3C_B \Rightarrow \rho_A A_A L_A c_A = 3\rho_B A_B L_B c_B \Rightarrow L_A = 3L_B$$

اکنون براساس رابطه انبساط طولی می توان نوشت:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{(L_1)_A}{(L_1)_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} \Rightarrow \Delta L_A = 3\Delta L_B$$

۲۶ - گزینه ۳

$$\Delta A = A_1 2\alpha\Delta T \xrightarrow[A_1=20 \times 20=400 \text{ cm}^2, \Delta T=50^\circ C]{\Delta A=40 \text{ mm}^2=4 \times 10^{-1} \text{ cm}^2} 4 \times 10^{-1} = 400 \times 2\alpha \times 50 \Rightarrow \alpha = 10^{-5} \frac{1}{K}$$

تغییر چگالی از رابطه $\rho = \rho_0 (1 - \beta\Delta T)$ به دست می آید:

$$\rho = \rho_0 (1 - \beta\Delta T) \Rightarrow \rho - \rho_0 = -\rho_0 \times 3\alpha \times \Delta T \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_0 \times 3\alpha \times \Delta T \rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_0} = -3\alpha \times \Delta T$$

$$\xrightarrow[\alpha=10^{-5} \frac{1}{^\circ C}]{\Delta T=50^\circ C} \frac{\Delta\rho}{\rho_0} = -3 \times 10^{-5} \times 50 = -15 \times 10^{-4} \rightarrow \text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta\rho}{\rho_0} \times 100 = -0.15\%$$

۲۷ - گزینه ۲ ابتدا به کمک گرمای گرفته شده توسط آب و یخ، دمای تعادل را به دست می آوریم. ابتدا بررسی کنیم آیا کل یخ با گرفتن گرما ذوب شده است و یا مقداری یخ باقی خواهد ماند. اگر مقداری یخ باقی خواهد ماند. اگر مقداری یخ در مجموعه باقی بماند، دمای تعادل صفر خواهد بود. گرمای لازم برای ذوب ۵۰ گرم یخ چنین خواهد بود:

$$Q = mL_F \Rightarrow Q = 0.05 \times 336000 = 16800 J$$

این گرما کم تر از گرمای داده شده به مجموعه آب و یخ بوده، پس کل یخ ذوب شده و دمای تعادل مثبت است. از ۳۳۶۰۰ ژول گرمای داده شده، ۱۶۸۰۰ آن صرف ذوب یخ و مابقی آن صرف افزایش دمای آب و یخ شده است. پس داریم:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow 33600 - 16800 = 0.2 \times 4200 \Delta T$$

$$\xrightarrow{T_1=0} \Delta T = 20^\circ C \rightarrow T_2 = 20^\circ C \Rightarrow \theta_e = 20^\circ C$$

کنون می توان به کمک گرمای از دست داده فلز، گرمای ویژه آن را به دست آورد:

$$|Q_{\text{فلز}}| = |Q_{\text{آب و یخ}}| \Rightarrow Q_{\text{فلز}} = -33600 J$$



$$Q_{\text{فلز}} = mc\Delta T \Rightarrow -33600 = 2 \times c_{\text{فلز}} \times (20 - 80) \Rightarrow c_{\text{فلز}} = 280 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C}$$

۲۸- گزینه ۴ طول میله‌ای بزرگ‌تر خواهد شد که افزایش طول بیش‌تری داشته باشد.

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\Delta \theta = \frac{Q}{mc}} \Delta L = \frac{L_0 \alpha Q}{mc} \xrightarrow{m_A=m_B=m_C=m_D, L_{0A}=L_{0B}=L_{0C}=L_{0D}} \Delta L \propto \frac{\alpha}{c}$$

نسبت $\frac{\alpha}{c}$ را برای تمام میله‌ها به دست می‌آوریم:

$$A: \frac{\alpha_A}{c_A} = \frac{4 \times 10^{-5}}{5000} = \frac{4}{5} \times 10^{-8} (\text{kg/J})$$

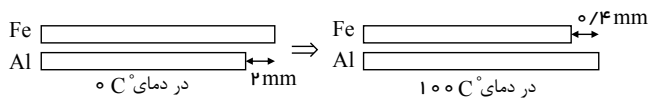
$$B: \frac{\alpha_B}{c_B} = \frac{6 \times 10^{-4}}{6000} = 10^{-7} (\text{kg/J})$$

$$C: \frac{\alpha_C}{c_C} = \frac{3 \times 10^{-5}}{9000} = \frac{1}{3} \times 10^{-8} (\text{kg/J})$$

$$D: \frac{\alpha_D}{c_D} = \frac{8 \times 10^{-4}}{7000} = \frac{8}{7} \times 10^{-7} (\text{kg/J})$$

$$\Rightarrow \Delta L_D > \Delta L_B > \Delta L_A > \Delta L_C \Rightarrow L_D > L_B > L_A > L_C$$

۲۹- گزینه ۴



چون ضریب انبساط طولی میله آلومینیومی بیش‌تر از ضریب انبساط طولی میله آهنی است، هنگامی که دما افزایش پیدا می‌کند، افزایش طول آلومینیوم بیش‌تر از افزایش طول آهن است، لذا داریم:

$$L_{Fe} - L_{Al} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (1)$$

$$L = L_0 + L_0 \alpha \Delta T \quad \text{در دمای } 100^\circ \text{C}: L_{Al} - L_{Fe} = 0.4 \times 10^{-3} \xrightarrow{L=L_0+L_0\alpha\Delta T} L_{0Al} + L_{0Al}\alpha_{Al}\Delta T_{Al} - (L_{0Fe} + L_{0Fe}\alpha_{Fe}\Delta T_{Fe}) = 0.4 \times 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{\Delta T_{Fe} = \Delta T_{Al} = 100^\circ \text{C}} L_{0Al} - L_{0Fe} + L_{0Al}\alpha_{Al}\Delta T_{Al} - L_{0Fe}\alpha_{Fe}\Delta T_{Fe} = 0.4 \times 10^{-3}$$

$$\alpha_{Al} = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_{Fe} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \quad \xrightarrow{-2 \times 10^{-3}} L_{0Al} - L_{0Fe} = 0.4 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 12 \times 10^{-6} (2L_{0Al} - L_{0Fe}) = 0.4 \times 10^{-3} \Rightarrow 2L_{0Al} - L_{0Fe} = 2 \text{ m} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} L_{0Al} = 2.002 \text{ m}, L_{0Fe} = 2.004 \text{ m}$$

۳۰- گزینه ۲ در هر دمایی ارتفاع مایع درون ظرف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{ارتفاع مایع} = \frac{\text{حجم مایع}}{\text{سطح مقطع ظرف}}$$

بنابراین برای قبل و بعد از افزایش دمای مجموعه داریم:

۴
فیزیک دهم فصل ۴
نیل از دما:

$$h_1 = \frac{V_1}{A_1}$$

فیزیک دهم فصل ۴
نیل از دما:
عد از افزایش دما:



$$h_p = \frac{V_p}{A_p}$$

که:

$$V_p = V_1(1 + \beta\Delta\theta) \text{ و } A_p = A_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$h_p = \frac{V_p}{A_p} = \frac{V_1(1 + \beta\Delta\theta)}{A_1(1 + \alpha\Delta\theta)} = \frac{V_1}{A_1} \times \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + \alpha\Delta\theta)} = h_1 \times \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + \alpha\Delta\theta)} = \frac{h_p}{h_1} = \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + \alpha\Delta\theta)}$$

ارتفاع مایع درون ظرف ۵ درصد زیاد شده است، بنابراین کسر $\frac{h_p}{h_1}$ باید برابر $1.05 = \frac{105}{100}$ باشد. در این صورت داریم:

$$\frac{h_p}{h_1} = 1.05 \Rightarrow \frac{1 + \beta\Delta\theta}{1 + \alpha\Delta\theta} = 1.05 \Rightarrow \frac{1 + (3.55 \times 10^{-4})\Delta\theta}{1 + 2 \times (5 \times 10^{-5})\Delta\theta} = 1.05$$

$$\Rightarrow 1 + (3.55 \times 10^{-4})\Delta\theta = 1.05 + (1.05 \times 10^{-4})\Delta\theta$$

$$\Rightarrow (2.5 \times 10^{-4})\Delta\theta = 0.05 \Rightarrow \Delta\theta = 200^\circ C \Rightarrow \Delta T = 200 K$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳	۶ - ۳	۱۱ - ۱	۱۶ - ۴	۲۱ - ۳	۲۶ - ۳
۲ - ۴	۷ - ۱	۱۲ - ۱	۱۷ - ۳	۲۲ - ۱	۲۷ - ۲
۳ - ۳	۸ - ۲	۱۳ - ۳	۱۸ - ۲	۲۳ - ۲	۲۸ - ۴
۴ - ۲	۹ - ۲	۱۴ - ۳	۱۹ - ۳	۲۴ - ۳	۲۹ - ۴
۵ - ۳	۱۰ - ۳	۱۵ - ۳	۲۰ - ۲	۲۵ - ۳	۳۰ - ۲