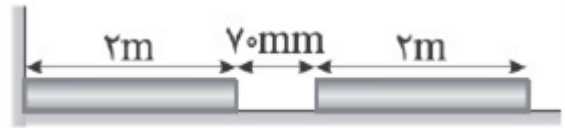


۱ کدامیک از عوامل زیر در میزان انبساط واحد حجم یک جسم بی‌اثر است؟

- ۱ تغییر دما ۲ جنس جسم ۳ شکل جسم ۴ ضریب انبساط

۲ مطابق شکل دو میله فلزی هم‌جنس با طول اولیه $2m$ در فاصله 70 mm از یکدیگر قرار دارند. اگر ضریب انبساط طولی میله‌ها $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ باشد و دمای میله‌ها را $100^\circ C$ افزایش دهیم، فاصله آنها چند میلی‌متر می‌شود؟



- ۱ صفر ۲ ۳۰ ۳ ۵۰ ۴ ۴۰

۳ ظرفی فلزی به طور کامل از مایعی پر شده است. اگر دمای ظرف و مایع را $40^\circ C$ بالا ببریم، 12 cm^3 از مایع، بیرون می‌ریزد. گنجایش ظرف چند لیتر است؟ $\left(\alpha_{\text{فلز}} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}, \beta_{\text{مایع}} = 1/2 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C} \right)$

- ۱ ۵ ۲ $\frac{2}{3}$ ۳ ۱۰ ۴ $12/5$

۴ 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 $4/5$ سانتی‌متر می‌شود. طول اولیه هر کدام از میله‌ها چند سانتی‌متر است؟ $\left(\alpha = 10 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \right)$

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

۵ چگالی و گرمای ویژه فلز A ، به ترتیب ۳ و ۴ 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 $\frac{1}{12}$

۶ یک ظرف از جنس برنج و حجم یک لیتر، از جیوه با دمای $20^\circ C$ پر شده است. اگر بر اثر دادن گرما به مجموعه، دمای مجموعه $50^\circ C$ افزایش یابد، چند سانتی‌متر مکعب جیوه از ظرف بیرون می‌ریزد؟

$$\left(\beta_{\text{جیوه}} = 1/8 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C}, \alpha_{\text{برنج}} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \right)$$

- ۱ ۱۲ ۲ ۱۰ ۳ ۶ ۴ ۸

۷

مساحت یک ورقه فلزی در اثر ۲۰۰ درجه سلسیوس کاهش دما، $\frac{0}{3}$ درصد کاهش می‌یابد. اگر دمای آن ورقه را مجدداً ۲۰۰ درجه سلسیوس کاهش دهیم، کاهش مساحت آن در حالت جدید چند درصد خواهد بود؟

۱ کمتر از $\frac{0}{3}$ درصد

۲ بیشتر از $\frac{0}{3}$ درصد

۳ $\frac{0}{3}$ درصد

۴ نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

۸

شکل زیر نوار دو فلزهای را در دمای θ_1 نمایش می‌دهد که از جنس مس و سرب ساخته شده است. کدام یک از گزینه‌های زیر شکل این نوار دو فلز را در دمای θ_2 به درستی نمایش می‌دهد؟ ($\alpha_{\text{مس}} < \alpha_{\text{سرب}}$)



۲ $\theta_2 < \theta_1$ ،



۱ $\theta_2 < \theta_1$ ،



۳ $\theta_2 > \theta_1$ ،



۴ گزینه‌های ۲ و ۳

۹

اگر دمای ورقه‌ای از جنس چدن را به اندازه $\Delta\theta$ افزایش دهیم، تغییرات مساحت آن ورقه $\frac{0}{6}$ برابر مساحت اولیه آن می‌شود. حال اگر از همان فلز، گلوله‌ای بسازیم و دما را به اندازه $2\Delta\theta$ افزایش دهیم، چگالی این گلوله چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱ ۱۸ درصد کاهش می‌یابد.

۲ ۱۸ درصد افزایش می‌یابد.

۳ ۱۲ درصد کاهش می‌یابد.

۴ ۱۲ درصد افزایش می‌یابد.

۱۰

از یک ورقه آلومینیمی که ضریب انبساط سطحی آن $\frac{1}{K} \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ می‌باشد، دایره‌ای به شعاع ۵۰ cm بریده و درمی‌آوریم. اگر ورقه را به آرامی گرم کنیم و دمای آن ۲۰۰ درجه سلسیوس افزایش یابد، شعاع حفره ایجاد شده چگونه تغییر می‌کند؟

۱ $\frac{4}{6}$ میلی‌متر کاهش می‌یابد.

۲ $\frac{4}{6}$ میلی‌متر افزایش می‌یابد.

۳ $\frac{2}{3}$ میلی‌متر کاهش می‌یابد.

۴ $\frac{2}{3}$ میلی‌متر افزایش می‌یابد.

۱۱

$\frac{3}{4}$ طول میله باریکی به طول L_1 از جنس مس و $\frac{1}{4}$ بقیه از جنس برنج می‌باشد. اگر دمای میله را 20°C افزایش دهیم، تغییر طول میله چند برابر طول اولیه (L_1) می‌باشد؟ (ضریب انبساط طولی مس و برنج به ترتیب $17 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ و $19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ است.)

۱ $\frac{0}{63} \times 10^{-3}$

۲ $\frac{0}{35} \times 10^{-3}$

۳ $\frac{0}{66} \times 10^{-3}$

۴ $\frac{0}{37} \times 10^{-3}$

۱۲

دمای جسمی فلزی با ضریب انبساط طولی $6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ را به اندازه 360°C درجه فارنهایت بالا می‌بریم. چگالی آن تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

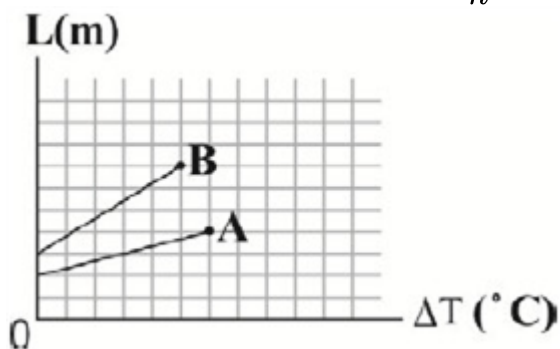
۱ $\frac{6}{48}$ درصد کاهش می‌یابد.

۲ $\frac{4}{32}$ درصد افزایش می‌یابد.

۳ $\frac{3}{6}$ درصد کاهش می‌یابد.

۴ $\frac{2}{4}$ درصد افزایش می‌یابد.

۱۳) نمودار طول دو میله A و B بر حسب تغییر دما مطابق شکل مقابل است. اگر در اثر افزایش دمای یکسان و با توجه به نمودار طول میله A، m درصد و طول میله B، n درصد افزایش یابد، نسبت $\frac{m}{n}$ کدام است؟



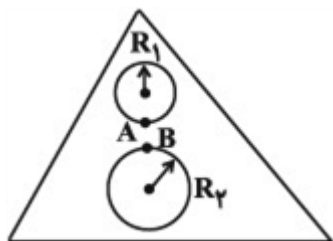
۴) $\frac{2}{5}$

۳) $\frac{5}{8}$

۲) $\frac{2}{3}$

۱) $\frac{5}{12}$

۱۴) مطابق شکل مقابل، از یک صفحه مثلثی فلزی دو حفره دایره‌ای شکل جدا کرده‌ایم و ضریب انبساط سطحی این صفحه $\alpha = \frac{1}{K} \times 10^{-5} / ^\circ C$ می‌باشد. اگر دمای مجموعه را ابتدا ۲۰ کلوین و سپس $54^\circ F$ افزایش دهیم، در پایان این افزایش دماها کدام مورد زیر صحیح می‌باشد؟



۱) مساحت حفره‌ها $56/0$ درصد افزایش می‌یابد.

۲) شعاع حفره‌ها $28/0$ درصد کاهش می‌یابد.

۳) فاصله بین دو نقطه A و B در شکل، $14/0$ درصد افزایش می‌یابد.

۴) فاصله بین مراکز دایره‌ها تغییر نخواهد کرد.

۱۵) دمای یک قطعه فلز را 90° درجه فارنهایت افزایش می‌دهیم. حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ $\left(\alpha = \frac{1}{K} \times 10^{-5} / ^\circ C \right)$

۴) $7/5$

۳) $3/75$

۲) $0/75$

۱) $0/375$

۱۶) طول میله‌های آلومینیومی و مسی به ترتیب $2m$ و $4m$ است. دمای آن‌ها را $200^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اختلاف طول آن‌ها چند میلی‌متر می‌شود؟ $\left(\alpha_{cu} = \frac{1}{K} \times 10^{-5} / ^\circ C, \alpha_{Al} = \frac{2}{K} \times 10^{-5} / ^\circ C \right)$

۴) 2004

۳) 2002

۲) 1998

۱) 1996

۱۷) یک ظرف آلومینیمی با حجم 500 cm^3 در دمای $20^\circ C$ به طور کامل از گلیسرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسرین به $40^\circ C$ برسد، چند سانتی‌متر مکعب گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط طولی آلومینیم $K^{-1} \times 10^{-6}$ و ضریب انبساط حجمی گلیسرین $K^{-1} \times 10^{-4}$ است.)

۴) 2

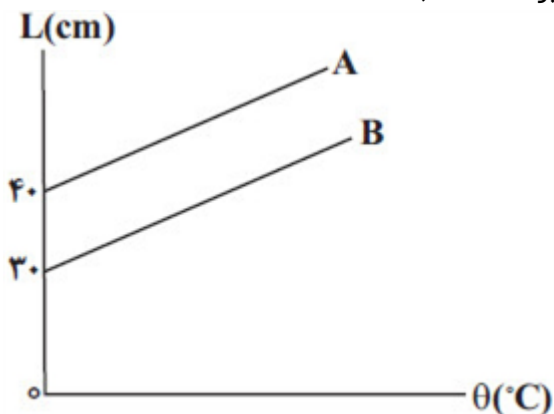
۳) 3

۲) $4/3$

۱) $4/77$

۱۸

نمودار طول برحسب دمای دو میله نازک فلزی با جرم و سطح مقطع یکسان A و B مطابق شکل مقابل است. اگر به دو کره فلزی توپر با حجم یکسان از جنس فلز A و فلز B گرمای یکسانی بدهیم، افزایش حجم کره A چند برابر افزایش حجم کره B است؟ (دو خط موازی اند و گرمای ویژه A، ۲ برابر گرمای ویژه B است.)



- ۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{9}{32}$ ۴) ۴

۱۹

کره‌های توخالی و هم‌دمای A و B با شعاع داخلی R و شعاع خارجی $R_A = 2R$ و $R_B = 3R$ را در اختیار داریم. چنانچه دمای دو کره را تا مقدار ثابت و معینی بالا ببریم، افزایش حجم کره B، ۲ برابر افزایش حجم کره A خواهد بود. نسبت ضریب انبساط طولی ماده سازنده کره B به کره A کدام است؟

- ۱) $\frac{13}{7}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{7}{13}$

۲۰

یک ظرف با ضریب انبساط خطی $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$ و گنجایش 500 cm^3 پر از مایعی به ضریب انبساط حجمی

$\frac{1}{C} \times 10^{-3}$ است. اگر دمای مجموعه ظرف و مایع را از 36°C به 56°C برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع بیرون از ظرف می‌ریزد؟

- ۱) $0/2$ ۲) $19/4$ ۳) $1/94$ ۴) $19/8$

۲۱

جرم دو کره فلزی A و B یکسان بوده و چگالی و گرمای ویژه کره A هر کدام دو برابر چگالی و گرمای ویژه کره B است. اگر به هر دو کره، گرمای یکسان بدهیم. تغییر حجم کره A چند برابر تغییر حجم کره B است؟

$$\left(\alpha_A = \frac{1}{2} \alpha_B \right)$$

- ۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{8}$

۲۲

طول اولیه دو میله فلزی A و B یکسان است. پس از چند درجه سلسیوس افزایش دما، اختلاف طول آنها $0/0014$

برابر طول اولیه آنها می‌شود؟ $\left(\alpha_A = 1/7 \times 10^{-5} \frac{1}{C}, \alpha_B = 3/1 \times 10^{-5} \frac{1}{C} \right)$

- ۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۳

دو میله A و B با جنس‌های متفاوت داریم. در دمای صفر درجه سلسیوس طول میله A، $1/5$ برابر طول میله B است.

در چه دمایی برحسب سلسیوس طول دو میله برابر یکدیگر می‌شود؟ $\left(\alpha_B = 3\alpha_A = 2 \times 10^{-3} \frac{1}{C} \right)$

- ۱) ۴۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

۲۴ اگر دمای یک میله فولادی به طول اولیه ۱۰ متر را $500^{\circ}C$ بالا ببریم، طول این میله چند سانتی‌متر تغییر می‌کند؟
 $\left(\alpha = 1/8 \times 10^{-5} = \frac{1}{^{\circ}F}\right)$

۴ ۶

۳ ۷/۲

۲ ۹

۱ ۱۶/۲

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

۲ ۰/۹ درصد افزایش می‌یابد.

۱ ۰/۹ درصد کاهش می‌یابد.

۴ ۰/۰۹ درصد افزایش می‌یابد.

۳ ۰/۰۹ درصد کاهش می‌یابد.

۲۶ اگر دمای یک صفحه‌ی نازک فلزی را $40^{\circ}C$ افزایش دهیم، مساحت آن $0/2$ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک کره‌ی توپُر به شعاع ۵cm از جنس همین فلز را $60^{\circ}C$ افزایش دهیم، حجم کره چند mm^3 افزایش می‌یابد؟
 $(\pi = 3)$

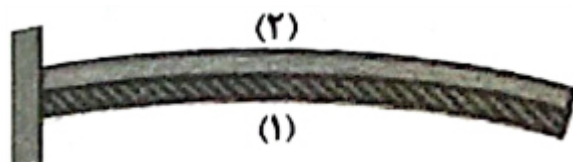
۴ ۳۰۰۰

۳ ۱۵۰۰

۲ ۷۵۰

۱ ۲۲۵۰

۲۷ در شکل زیر با کاهش دما، نوار دوفلزه به طرف پایین خم می‌شود. ضریب انبساط طولی کدام فلز بیشتر است و اگر نمودارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند؟



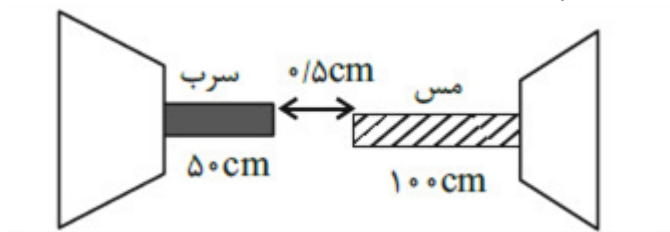
۴ ۲ و پایین

۳ ۲ و بالا

۲ ۱ و پایین

۱ ۱ و بالا

۲۸ مطابق شکل مقابل، فاصله بین دو میله مسی و سربی $0/5$ سانتی‌متر و دمای محیط نیز $3^{\circ}C$ است. تقریباً در چه دمایی برحسب فارنهایت این دو میله به فاصله $0/1$ سانتی‌متری هم می‌رسند؟



$$\left(\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{سرب}} = 29 \times 10^{-6} \frac{1}{K}\right)$$

۴ ۲۳۴°

۳ ۱۳۰°

۲ ۲۶۶°

۱ ۱۲۷°

۲۹ درون ظرفی استوانه‌ای در دمای $10^{\circ}C$ تا ارتفاع ۲۰ cm جیوه ریخته‌ایم. با چشم‌پوشی از انبساط ظرف، وقتی دمای ظرف و جیوه به $90^{\circ}C$ برسد، فشار جیوه در انتهای ظرف چند پاسکال تغییر می‌کند؟

$$\left(\beta_{\text{جیوه}} = 18 \times 10^{-5} K^{-1}, \rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{\text{cm}^3}, g = 10 \frac{N}{\text{kg}}\right)$$

۲ ۴۸۹۶۰ پاسکال افزایش می‌یابد.

۱ تغییر نمی‌کند.

۴ ۳۹۱۸ پاسکال افزایش می‌یابد.

۳ ۴۸۹۶۰ پاسکال کاهش می‌یابد.

۳۰ دو کره فلزی با قطر یکسان از یک جنس در اختیار داریم که در یک دما قرار دارند. کره A توپر و کره B توخالی است. حجم حفره درون کره B، ۵۰ درصد حجم کره را شامل می‌شود. به هر دو کره به یک اندازه گرما می‌دهیم. تغییر اندازه قطر کره B در اثر انبساط گرمایی چند برابر تغییر اندازه قطر کره A است؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۱ میله‌ای فلزی به طول ۳۰ cm را در دمای $20^\circ C$ مطابق شکل به صورت حلقه‌ای دایره شکل به قطر 1 cm در می‌آوریم. بین دو انتهای میله فاصله‌ای وجود دارد. دمای میله باید به چند درجه سلسیوس برسد، تا فاصله از بین برود؟ (ضریب انبساط طولی میله $10^{-6} K^{-1}$ و $\pi = 3$)



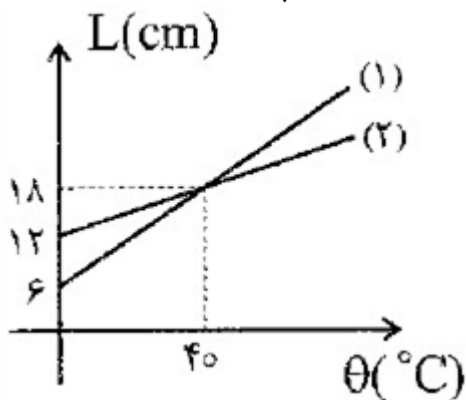
۱۰۲۰ (۴)

۱۰۰۰ (۳)

۵۲۰ (۲)

۵۰۰ (۱)

۳۲ نمودار طول بر حسب دما برای دو میله ۱ و ۲ به شکل مقابل است. ضریب انبساط طولی میله ۱ چند برابر میله ۲ است؟



۴ (۴)

$\frac{7}{8}$ (۳)

۳ (۲)

$\frac{5}{2}$ (۱)

۳۳ در دمای $20^\circ C$ ارلنی شیشه‌ای با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ و گنجایش 200 cm^3 ، حاوی 192 cm^3 گلیسرین است. اگر ضریب انبساط حجمی گلیسرین $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ باشد، دمای ارلن را تقریباً به چند درجه سلسیوس برسانیم تا گلیسرین در آستانه سرریز از ارلن باشد؟

۷۹/۹ (۴)

۹۹/۹ (۳)

۱۰۸/۹ (۲)

۸۸/۹ (۱)

۳۴ طول دو میله فلزی A و B در دمای صفر درجه سلسیوس به ترتیب 101 cm و 102 cm است. اگر در دمای $1000^\circ C$ طول دو میله برابر شود، ضریب انبساط خطی A چند برابر ضریب انبساط سطحی B است؟ ($\alpha_B = 10^{-5} K^{-1}$ و از تغییر حالت میله‌ها در اثر افزایش دما صرف نظر کنید.)

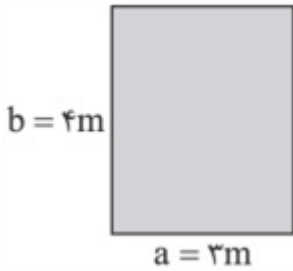
۴ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۰/۵ (۱)

۳۵ در شکل مقابل، دمای ورقه را $45^{\circ}C$ بالا می‌بریم. افزایش طول ضلع a چند برابر افزایش طول ضلع b است؟



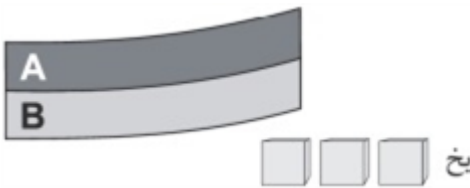
۲ $\frac{4}{3}$

۱ ۱

۳ $\frac{3}{4}$

۴ اطلاعات سوال کافی نیست.

۳۶ نوار دو فلزی A و B با ضریب انبساط طولی α_A و α_B را بالای مقداری یخ قرار می‌دهیم تا گرما از دست بدهند. اگر نوار دو فلزه مطابق شکل خمیده شود، کدام گزینه در مورد ضریب انبساط این دو فلز درست است؟



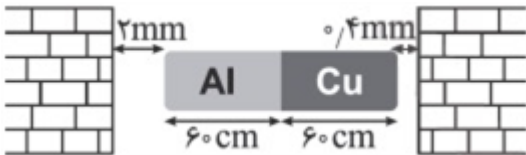
۲ $\alpha_A < \alpha_B$

۱ $\alpha_A > \alpha_B$

۴ اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۳ $\alpha_A = \alpha_B$

۳۷ دو قطعه فلز از جنس مس و آلومینیم به هم متصل شده‌اند و بین دو دیوار قرار گرفته‌اند. اگر طول هر قطعه 60 cm و فاصله‌ی قطعات از چپ و راست به ترتیب 2 mm و 4 mm باشد، دمای مجموعه را چند درجه افزایش دهیم تا فاصله‌ی بین دو دیوار کاملاً پر شود؟ $(\alpha_{\text{Al}} = 2/3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{مس}} = 1/7 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$



۴ $240^{\circ}C$

۳ $200^{\circ}C$

۲ $50^{\circ}C$

۱ $100^{\circ}C$

۳۸ یک بزرگراه از قطعه‌های بتونی به طول 20 متر ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای $10^{\circ}C$ ، بتون‌ریزی شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای $40^{\circ}C$ ، مهندسان باید چه فاصله‌ای برحسب میلی‌متر را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ $(\alpha_{\text{بتون}} = 1/4 \times 10^{-5} K^{-1})$

۴ $8/4$

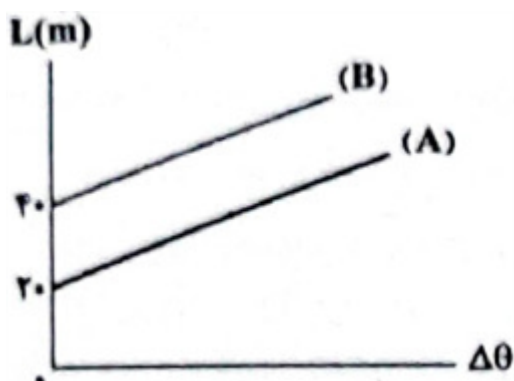
۳ $3/2$

۲ $5/6$

۱ $6/2$

۳۹

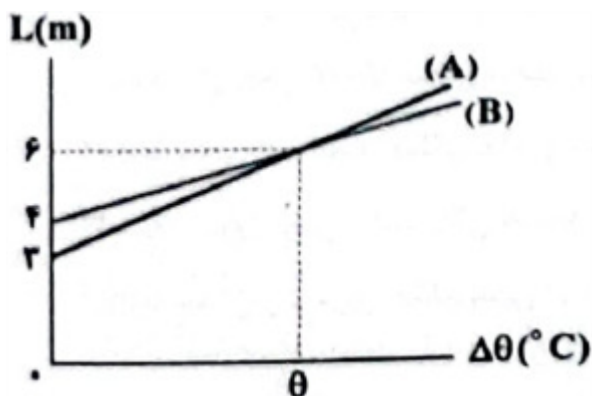
نمودار تغییرات طول برحسب تغییرات دمای دو میله A و B مطابق شکل مقابل به صورت دو خط موازی است. اگر ضریب انبساط طولی میله A برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-5} \times \frac{2}{4}$ باشد، ضریب انبساط طولی میله B برحسب SI در کدام گزینه به درستی آمده است؟



- ۱ $\frac{1}{2} \times 10^{-5}$ (۱) ۲ $\frac{2}{4} \times 10^{-5}$ (۲) ۳ $\frac{3}{6} \times 10^{-5}$ (۳) ۴ $\frac{7}{2} \times 10^{-5}$ (۴)

۴۰

نمودار تغییرات طول برحسب تغییرات دمای دو میله A و B مطابق شکل مقابل است. اگر ضریب انبساط طولی میله A برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-6} \times \frac{2}{4}$ باشد، ضریب انبساط طولی میله B چند واحد SI است؟



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

۴۱

در یک دماسنج الکلی مساحت داخلی لوله 5 mm^2 است. اگر حجم الکل درون مخزن دماسنج 2 cm^3 باشد، یک درجه سلسیوس در دماسنج چند میلی‌متر است؟ ($\beta = \frac{1}{k} \times 10^{-3}$ الکل و از انبساط لوله دماسنج صرف‌نظر کنید).

- ۱ 0.4 (۱) ۲ 0.6 (۲) ۳ 4 (۳) ۴ 6 (۴)

۴۲

دمای یک قالب یخ را از صفر به -10°C می‌رسانیم. اگر $\alpha = \frac{1}{k} \times 10^{-5}$ باشد، چگالی یخ چند درصد تغییر می‌کند؟

- ۱ 0.15 (۱) ۲ 0.2 (۲) ۳ 0.15 (۳) ۴ 0.2 (۴)

۴۳

چه تعداد از جملات زیر در مورد انبساط غیرعادی آب درست است؟
 الف) چگالی آب از دمای صفر تا 4°C کاهش می‌یابد.
 ب) حجم آب از دمای صفر تا 4°C افزایش می‌یابد.
 پ) آب دریاچه‌ها در زمستان از پایین به بالا یخ می‌زند.
 ت) رفتار غیرعادی آب را می‌توان با ساختار غیرعادی شبکه‌ی بلوری یخ توضیح داد.

- ۱ صفر (۱) ۲ ۱ (۲) ۳ ۲ (۳) ۴ ۳ (۴)

۴۴ طول یک پل معلق فولادی در دمای $50^{\circ}F$ برابر با $1500m$ است. در دمای $333K$ ، طول پل به چند متر می‌رسد؟
 (فولاد $\alpha = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}C}$)

۱۵۹۰ (۴)

۱۵۰۰/۹ (۳)

۱۵۰۰/۰۹ (۲)

۱۵۰۹ (۱)

۴۵ طول میله A در دمای صفر درجه دو برابر طول میله B و ضریب انبساط طولی آن $\frac{2}{3}$ ضریب انبساط طولی B است. اگر هر دو میله را یکسان و به اندازه صد درجه گرم‌تر کنیم انبساط آن‌ها با هم چه رابطه‌ای دارند؟

۱ انبساط هر دو میله با هم برابرند. (۱)
 ۲ انبساط میله A = $\frac{2}{3}$ انبساط میله B (۲)

۳ انبساط میله A = $\frac{3}{4}$ انبساط میله B (۳)
 ۴ انبساط میله B = $\frac{3}{4}$ انبساط میله A (۴)

۴۶ یک ورقه فلزی به شکل مربع با طول ضلع $5/0$ متر را 100 درجه سانتی‌گراد، گرم‌تر می‌کنیم. اگر ضریب انبساط خطی فلز $C^{\circ} / 10^{-5} \times 2$ باشد، افزایش نسبی سطح آن کدام است؟

4×10^{-3} (۴)

4×10^{-4} (۳)

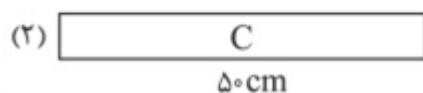
10^{-4} (۲)

5×10^{-4} (۱)

۴۷ چرا آب دریاچه‌ها از بالا به پایین، یخ می‌زند؟

- ۱ در دماهای کمتر از $4^{\circ}C$ دمای آب کف دریاچه‌ها افزایش می‌یابد و سطح آب یخ می‌زند.
- ۲ در دماهای کمتر از $4^{\circ}C$ حجم آب افزایش یافته و چگالی آن کم می‌شود و در سطح باقی می‌ماند و یخ می‌زند.
- ۳ در دماهای کمتر از صفر درجه حجم آب کاهش می‌یابد و چگالی آن کم می‌شود و سطح آب یخ می‌زند.
- ۴ در دماهای کمتر از $4^{\circ}C$ حجم آب کاهش می‌یابد و چگالی آن زیاد می‌شود و به عمق می‌رود و سطح آب یخ می‌زند.

۴۸ در دمای $0^{\circ}C$ مجموع طول میله‌های به هم چسبیده‌ی A و B با طول میله‌ی C برابر است. ضریب انبساط طولی میله‌های A و B به ترتیب $\alpha_A = 6 \times 10^{-6} K^{-1}$ و $\alpha_B = 4 \times 10^{-6} K^{-1}$ است. اگر در هر دمای بالاتر از $0^{\circ}C$ نیز طول میله‌های (۱) و (۲) با هم برابر باشند، ضریب انبساط طولی C در SI کدام است؟



$3/2 \times 10^{-6}$ (۴)

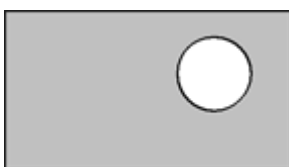
$6/4 \times 10^{-6}$ (۳)

$4/8 \times 10^{-6}$ (۲)

5×10^{-6} (۱)

۴۹ مطابق شکل، در یک صفحه‌ی فلزی و نازک، حفره‌ای ایجاد شده است. اگر ضریب انبساط خطی فلز برابر با

$\frac{1}{K} \times 10^{-6} \times 15$ باشد، با افزایش دمای صفحه به مقدار $360^{\circ}F$ ، مساحت حفره چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟



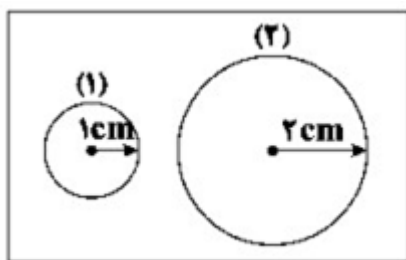
۰/۶ - کاهش (۴)

۱/۲ - افزایش (۳)

۱/۲ - کاهش (۲)

۰/۶ - افزایش (۱)

۵۰ شکل زیر، صفحه‌ای فلزی را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس نشان می‌دهد که حفره‌هایی درون آن وجود دارد. دمای فلز را با ۵ چند درجه‌ی سلسیوس برسانیم تا مساحت حفره‌ی (۲)، 18 cm^2 / ۰ بیشتر از مساحت حفره‌ی (۱) افزایش می‌یابد؟ ($\alpha = 4 \times 10^{-5} K^{-1}$, $\pi = 3$)



۶۲/۵ (۴)

۵۰۰ (۳)

۱۲۵ (۲)

۲۵۰ (۱)

۵۱ ضریب انبساط طولی یک میله فلزی $\frac{1}{C} \times 10^{-4}$ است. دمای آن را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا طول آن ۰/۰۰۴ مقدار اولیه افزایش یابد؟

۴۰۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

۵۲ طول یک پل معلق فولادی در سردترین موقع سال ۹۰۰ متر بوده و در آن سال بیشترین طول پل به ۹۰۰/۹ متر رسیده است. اختلاف بیشترین دما و کمترین دمای پل در آن سال، چند درجه سلسیوس است؟ ($\alpha = 1/25 \times 10^{-5} K^{-1}$)

۱۰۰ (۴)

۹۰ (۳)

۸۰ (۲)

۷۰ (۱)

۵۳ دمای یک قطعه فلزی را ۳۰۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم، چگالی آن ۴ درصد کاهش می‌یابد. ضریب انبساط طولی آن برحسب $\left(\frac{1}{C}\right)$ کدام گزینه زیر است؟

$2/44 \times 10^{-5}$ (۴)

$2/24 \times 10^{-5}$ (۳)

$4/22 \times 10^{-5}$ (۲)

$4/44 \times 10^{-5}$ (۱)

۵۴ دو کره از مس توپر و دیگری توخالی با شعاع مساوی را تا درجه معینی گرم می‌کنیم. نسبت حجم کره توپر به کره توخالی کدام است؟

۱ (۴)

$\frac{5}{3}$ (۳)

$\frac{4}{3}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

۵۵ یک ورقه فلزی به شکل مربع و به ضلع ۵۰ cm را، به مقدار $100^\circ C$ گرم‌تر می‌کنیم. اگر ضریب انبساط خطی آن $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$ باشد، افزایش نسبی سطح آن چقدر است؟

4×10^{-5} (۴)

10^{-4} (۳)

5×10^{-4} (۲)

4×10^{-3} (۱)

۵۶ 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؟

۰/۹۸۲ (۴)

۰/۹۴۲ (۳)

۰/۸۹۲ (۲)

۰/۴۹۲ (۱)

۵۷ یک صفحه دایره‌ای به شعاع ۲۰ cm و ضخامت ۵ mm در دمای صفر درجه سانتی‌گراد داریم. افزایش حجم صفحه در

$$\begin{cases} \alpha = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K^{\circ}} \\ \pi = 3 \end{cases}$$

دمای $50^{\circ}C$ چند سانتی‌متر مکعب است؟

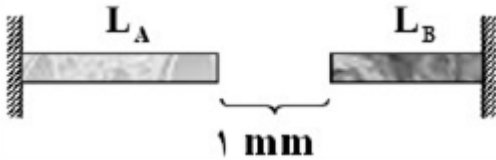
۲/۴ (۴)

۳/۶ (۳)

۴/۲ (۲)

۶/۳ (۱)

۵۸ دو میله فلزی A و B را مطابق شکل در امتداد هم قرار می‌دهیم. طول اولیه آن‌ها به ترتیب $4m$ و $2m$ و ضریب انبساط طولی آن‌ها به ترتیب $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ و $10^{-5} K^{-1}$ می‌باشد. دمای هریک از دو میله را به اندازه یکسان ΔF (برحسب درجه فارنهایت) افزایش می‌دهیم تا دو میله به هم برسند. ΔF چه اندازه است؟



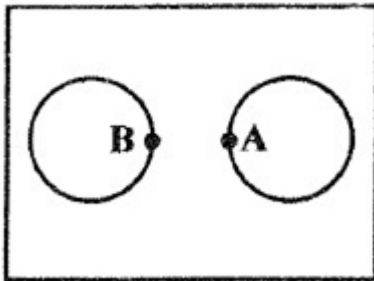
۱۸ (۴)

۱۰ (۳)

۹ (۲)

۵ (۱)

۵۹ بر روی یک صفحه فلزی مربع شکل دو سوراخ قرار دارد. اگر صفحه را به طور یکنواخت حرارت دهیم فاصله AB و قطر سوراخ‌ها:



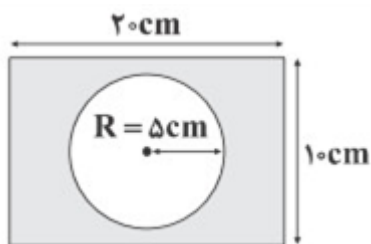
زیاد - زیاد (۴)

کم - زیاد (۳)

زیاد - کم (۲)

کم - کم (۱)

۶۰ در شکل زیر، صفحه‌ای فلزی با یک حفره در آن نشان داده شده است. اگر ضریب انبساط طولی فلز برابر $12 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C}$ باشد، با افزایش دمای صفحه به اندازه‌ی ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس، مساحت حفره چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟



۰/۲۴ - کاهش (۴)

۰/۱۲ - کاهش (۳)

۰/۲۴ - افزایش (۲)

۰/۱۲ - افزایش (۱)

۶۱ در دمای T حجم کره‌ای برابر $5m^3$ و محیط حلقه‌ای برابر ۲۹۴ سانتی‌متر می‌باشد. حداقل چند درجه سانتی‌گراد دمای حلقه و کره را هم‌زمان افزایش دهیم تا کره از حلقه عبور کند؟

$$\left(\pi = 3, \alpha_{\text{حلقه}} = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}C}, \alpha_{\text{کره}} = 9 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C} \right)$$

۵۰۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

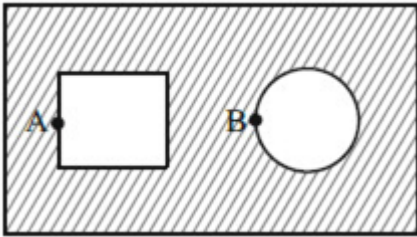
۱۰۰ (۲)

۱۰ (۱)

۶۲ کدام گزینه رابطه‌ی بین چگالی و دمای یک جسم را نشان می‌دهد؟

گزینه‌های ۱ و ۲ (۴) $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx 1 + \beta \Delta T$ (۳) $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx \frac{1}{1 + \beta \Delta T}$ (۲) $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx 1 - \beta \Delta T$ (۱)

۶۳ صفحه‌ای فلزی که دارای حفره‌هایی مطابق شکل مقابل است، در اختیار داریم. اگر دمای این صفحه را به طور یکنواخت کاهش دهیم، قطر سوراخ دایره‌ای و فاصله دو نقطه A و B به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می‌کند؟



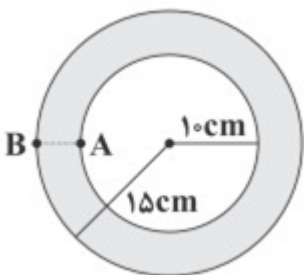
(۲) افزایش، افزایش

(۱) کاهش، کاهش

(۴) کاهش، افزایش

(۳) افزایش، کاهش

۶۴ در شکل زیر، دمای صفحه‌ی فلزی را از $60^\circ C$ به $90^\circ C$ می‌رسانیم، فاصله‌ی نقاط A و B چند ملی‌متر افزایش می‌یابد؟ $\left(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}\right)$



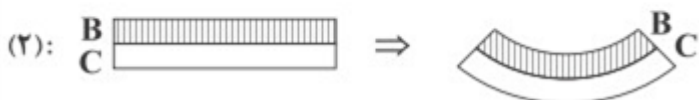
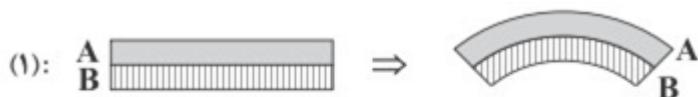
(۴) ۰/۰۰۳

(۳) ۰/۰۳

(۲) ۰/۰۰۶

(۱) ۰/۰۶

۶۵ در شکل‌های زیر، سه نوع تیغه‌ی فلزی A، B و C را در اختیار داریم که در یک دمای معین با تیغه‌ی هم‌طول خود پرچ شده‌اند. در شکل ۱ دمای مجموعه کاهش و در شکل ۲ دمای مجموعه افزایش یافته است. کدام رابطه بین ضرایب انبساط طولی این سه تیغه صحیح است؟



(۲) $\alpha_B > \alpha_A, \alpha_B > \alpha_C$

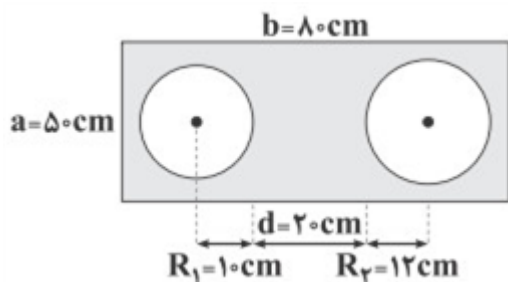
(۱) $\alpha_A < \alpha_B < \alpha_C$

(۴) $\alpha_B < \alpha_A, \alpha_B < \alpha_C$

(۳) $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$

۶۶

مطابق شکل زیر، در یک صفحه‌ی فلزی نازک، دو دایره را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی به $200^\circ C$ برسانیم، طول ضلع a به اندازه‌ی 1 cm افزایش می‌یابد. کدام گزینه صحیح است؟



۱ ضریب انبساط سطحی فلز برابر $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ است. ۲ طول d به اندازه‌ی 0.44 cm کاهش می‌یابد.

۳ شعاع R_1 به اندازه‌ی 0.4 cm افزایش می‌یابد. ۴ شعاع R_2 به اندازه‌ی 0.24 cm افزایش می‌یابد.

۶۷

کدام گزینه در مورد انبساط مایعات و آب صحیح است؟

۱ حجم بیشتر مایعات با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

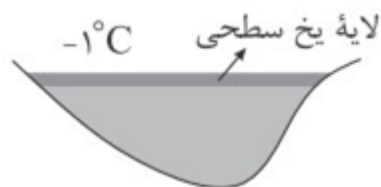
۲ چگالی آب با افزایش دما، همواره کاهش می‌یابد.

۳ آب در دمای $4^\circ C$ کم‌ترین چگالی خود را دارد.

۴ تغییر حجم غیرعادی آب، باعث می‌شود که آب دریاچه‌ها از بالا شروع به یخ زدن کند.

۶۸

شکل زیر برکه‌ای پر از آب را نشان می‌دهد که دمای هوای محیط برابر $1^\circ C$ - است. دمای آب در عمق برکه کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱۰°C ۴

3°C ۳

-2°C ۲

-1°C ۱

۶۹

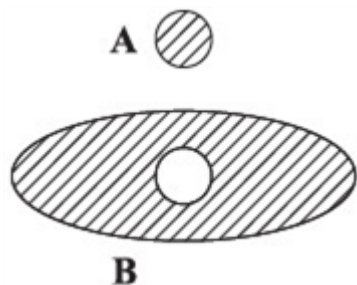
اندازه‌ی شعاع یک توپ فلزی از جنس A با شعاع یک حفره‌ی فلزی از جنس B یکسان است. برای این‌که توپ از حفره عبور کند، چه تعداد از گزاره‌های زیر می‌تواند راه‌حل مناسب باشد؟ ($\alpha_A > \alpha_B$)

• دمای هر دو را به یک اندازه زیاد کنیم.

• دمای هر دو را به یک اندازه کم کنیم.

• A را سرد و B را گرم کنیم.

• A را گرم و B را سرد کنیم.



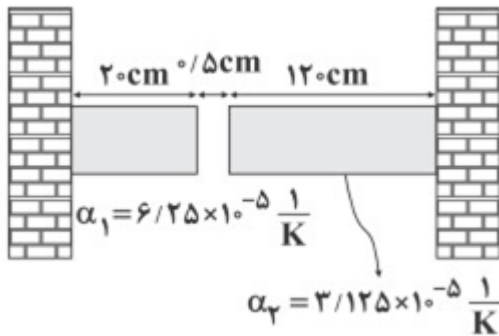
۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

۷۰ 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؟



۱۸۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۳۶۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۷۱ دمای یک لیتر از مایعی را به اندازه‌ی 12°C بالا می‌بریم. افزایش حجم واقعی مایع 6 cm^3 می‌شود. ضریب انبساط حجمی مطلق این مایع برابر است با:

$5 \times 10^{-1} \text{ K}^{-1}$ (۴)

10^{-3} K^{-1} (۳)

$2 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (۲)

$5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ (۱)

۷۲ دمای یک میله‌ی فلزی ۲ متری را چند کلوین افزایش دهیم تا ۴ میلی‌متر بر طول آن اضافه شود؟ (ضریب انبساط طولی برابر $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است.)

۴۰۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۷۳ اگر دمای آب درون ظرفی از 8°C تا 2°C به تدریج کاهش یابد، تغییرات حجم آب نسبت به دما چگونه تغییر می‌کند؟

۱ کاهش می‌یابد. (۲) ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.

۳ ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد. (۴) افزایش می‌یابد.

۷۴ درون ارلنی به ظرفیت 400 cm^3 گلیسرین می‌ریزیم تا ظرف پر شود. دمای مجموعه از 10°C به 210°C می‌رسانیم در این صورت چند گرم گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

$$\left(\rho = 5 \times 10^{-5} \text{ ظرف}, \alpha = \frac{1}{k}, \beta = 0.5 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{k} \right), \rho_{\text{گلیسرین}} = 1.3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

۴۶/۸ (۴)

۳۲ (۳)

۳۶/۴ (۲)

۲۸ (۱)

۷۵ چگالی آب در دمای 10°C ، $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است. چگالی آب در دمای 60°C تقریباً چند $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است؟

$$\left(\beta = 0.3 \times 10^{-3} \frac{1}{k} \right)$$

۹۴۰ (۴)

۹۵۵ (۳)

۹۷۰ (۲)

۹۸۵ (۱)

۷۶ در دمای 60°C درون ظرفی با ضریب انبساط طولی $2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ و حجم $1/2 \text{ L}$ ، به مقدار 1000 cm^3 مایعی با

ضریب انبساط حجمی $6/4 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ ریخته شده است. در چه دمایی بر حسب سلسیوس مایع شروع به لبریز شدن می‌کند؟ (از تبخیر سطحی مایع صرف نظر شود)

۴۰۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

۵۶۰ (۲)

۴۶۰ (۱)

- ۷۷ یک ظرف آلومینیومی به جرم 1 kg با گنجایش 500 cm^3 در دمای 20°C به طور کامل از گلیسرین پر شده است. اگر با دادن گرما به مجموعه $2/14 \text{ cm}^3$ گلیسرین سرریز شود، گرمایی که ظرف در این فرایند دریافت کرده چند کیلوژول است؟ $\left(\alpha_{\text{آلومینیم}} = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, c_{\text{آلومینیم}} = 900 \frac{J}{\text{kg}^\circ \text{C}}, \beta_{\text{گلیسرین}} = 0.5 \times 10^{-3} \frac{1}{K} \right)$
- ۱ ۹ ۲ ۹۰۰۰ ۳ ۴/۵ ۴ ۴۵۰۰

- ۷۸ ظرفی از آلیاژ آلومینیوم و سرب به حجم 800 cm^3 با ضریب انبساط طولی $25 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ در اختیار داریم که داخل آن مایع با ضریب انبساط حجمی $1/5 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$ می‌ریزیم. به طوری که 100 cm^3 از حجم ظرف خالی بماند. اگر دمای ظرف و مایع درون آن 180°F بالا رود، چند mL از آن مایع از ظرف سرریز می‌شود؟
- ۱ ۱ mL ۲ ۵ mL ۳ ۳ mL ۴ مایع سرریز نمی‌شود.

- ۷۹ ظرفی فلزی را تا نیمه از آب 0°C پر می‌کنیم. اگر دمای آب و ظرف را تا 10°C افزایش دهیم، چگالی آب و فشار وارد بر کف ظرف چگونه تغییر می‌کند؟ (از انبساط ظرف نمی‌توان صرف نظر کرد.)
- ۱ چگالی ابتدا افزایش سپس کاهش و فشار ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.
 ۲ چگالی افزایش و فشار کاهش می‌یابد.
 ۳ چگالی کاهش و فشار ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.
 ۴ چگالی ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد و فشار کاهش می‌یابد.

- ۸۰ یک شیشه آزمایش با گنجایش 400 cm^3 را در دمای 20°C با گلیسرین در همان دما پر می‌کنیم. اگر دمای ظرف و گلیسرین را به 40°C درجه سیلسیوس افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب گلیسرین بیرون می‌ریزد؟ $\left(\alpha_{\text{شیشه}} = 8 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}}, \beta_{\text{گلیسرین}} = 3 \alpha_{\text{گلیسرین}} = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ \text{C}} \right)$
- ۱ ۵/۲ ۲ ۲/۵ ۳ ۴/۸ ۴ ۸/۴

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در انبساط شکل جسم هیچ اهمیتی ندارد.

۲ 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:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta L = 2 \times 10^{-4} \times 100 = 0.2 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta x = \Delta L + \frac{1}{2} \Delta L = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

چون فاصله اولیه ۷۰ mm و کاهش فاصله ۳۰ mm است، پس فاصله نهایی ۴۰ mm می‌شود.

۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \beta V_1 \Delta \theta = 1/2 \times 10^{-4} \times V_1 \times 40 = 48 \times 10^{-4} V_1$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \alpha V_1 \Delta \theta = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times V_1 \times 40 = 24 \times 10^{-4} V_1$$

$$\text{مقدار مایع بیرون ریخته} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \Rightarrow 12 = V_1 (48 \times 10^{-4} - 24 \times 10^{-4})$$

$$\Rightarrow 12 = 24 \times 10^{-4} \times V_1 \Rightarrow V_1 = 5000 \text{ cm}^3 = 5 \text{ lit}$$

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فرض کنیم میله بلندتر دارای طول L_{1A} و میله کوتاه‌تر دارای طول L_{1B} باشد، می‌توان نوشت:

$$L_{1A} - L_{1B} = 5 \text{ cm} \quad (1)$$

از طرفی با توجه به افزایش طول دو میله با افزایش دما، داریم:

$$L_{2A} + L_{2B} = 50 / 4 \text{ cm} \xrightarrow[\Delta \theta = 80^\circ \text{C}]{L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)}$$

$$L_{1A} (1 + 10 \times 10^{-5} \times 80) + L_{1B} (1 + 10 \times 10^{-5} \times 80) = 50 / 4$$

$$L_{1A} (1 / 0.08) + L_{1B} (1 / 0.08) = 50 / 4 \Rightarrow L_{1A} + L_{1B} = 50 \text{ cm} \quad (2)$$

$$L_{1A} = 27 / 5 \text{ cm} \quad \text{با حل معادلات ۱ و ۲ خواهیم داشت:}$$

$$L_{1B} = 23 / 5 \text{ cm}$$

۵ 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:

$$m = \rho V \Rightarrow \rho_A V_A c_A \Delta \theta_A = \rho_B V_B c_B \Delta \theta_B \xrightarrow[c_A = 4 c_B]{\rho_A = 3 \rho_B} 3 \rho_B V_A \times 4 c_B \Delta \theta_A$$

$$= \rho_B V_B c_B \Delta \theta_B \Rightarrow 12 V_A \Delta \theta_A = V_B \Delta \theta_B$$

با توجه به اینکه ضریب انبساط سطحی فلز A دو برابر ضریب انبساط سطحی فلز B است، داریم:

$$2 \alpha_A = 2 (2 \alpha_B) \Rightarrow \alpha_A = 2 \alpha_B$$

با استفاده از رابطه انبساط حجمی می‌توان نسبت تغییر حجم دو فلز را به دست آورد:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A 3 \alpha_A \Delta \theta_A}{V_B 2 \alpha_B \Delta \theta_B} \xrightarrow{\alpha_A = 2 \alpha_B} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{2 \alpha_B}{\alpha_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{2 V_A \Delta \theta_A}{12 V_A \Delta \theta_A} = \frac{1}{6}$$

۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم:

افزایش حجم ظرف - افزایش حجم مایع = حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف
که در این سؤال چون ظرف از جیوه پر شده است، حجم قسمت خالی ظرف برابر صفر می‌باشد.

$$\beta_{\text{برنج}} \simeq 3\alpha \simeq 6 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\text{حجم جیوه بیرون ریخته} = \beta_{\text{جیوه}} V_1 \Delta T - \beta_{\text{برنج}} V_1 \Delta T \xrightarrow{\beta_{\text{برنج}} \simeq 3\alpha \simeq 6 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}}$$

$$(1/8 \times 10^{-4} - 0/6 \times 10^{-4}) \times 1000 \times 50 = 6 \text{ cm}^3$$

۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه $\Delta A = A_1 \gamma \alpha \Delta T$ می‌توان نشان داد:

$$\left(\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 \right) = \gamma \alpha \Delta T \times 100$$

که همان‌طور که از رابطه فوق پیداست، این درصد تغییر سطح، به مقدار اولیه آن بستگی ندارد، پس چون همان مقدار تغییر دما دارد، در حالت جدید نیز $0/3$ درصد تغییر مساحت خواهد داشت. (گزینه ۳)
همچنین می‌توان نشان داد: $\alpha \Delta T \times 100 = \text{درصد تغییر طول}$

$$\text{درصد تغییر سطح} = \gamma \alpha \Delta T \times 100$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = \beta \Delta T \times 100$$

$$\approx -\beta \Delta T \times 100 \quad (\text{رابطه تقریبی با داشتن شرایط})$$

۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم وقتی ضریب انبساط طولی ماده‌ای بیشتر می‌باشد، تغییر طول آن از مواد دیگر با

همان طول بیشتر خواهد بود؛ یعنی اگر گرم شود $(\theta_2 > \theta_1)$ طول آن بیشتر افزایش پیدا کرده و اگر سرد شود $(\theta_2 < \theta_1)$ طول آن بیشتر کاهش پیدا خواهد کرد.

۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با تغییر دمای جسم جامد، مساحت آن طبق رابطه $\Delta A = A_1 \gamma \alpha \Delta T$ تغییر خواهد کرد،

$$\frac{\Delta A}{A_1} = \frac{6}{100} = \gamma(\alpha)(\Delta \theta) \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{3}{100} \quad (*)$$

پس داریم:

همچنین با تقریب مناسبی چگالی یک جسم با تغییر دما به صورت $\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta T$ رابطه دارد، پس اگر دما $\Delta \theta$ افزایش یابد، داریم:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -\beta \Delta T - \underbrace{(3\alpha)(\gamma \Delta \theta)}_{\text{به کمک (*)}} = -6\alpha \Delta \theta = -\frac{18}{100}$$

$$\text{درصد تغییر چگالی} = \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = -18\%$$

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون تغییر شعاع حفره، انبساطی طولی می‌باشد، باید ابتدا ضریب انبساط طولی (α) را به

دست آورد و سپس از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ استفاده کرد:

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

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta T = 50 \times 2/3 \times 10^{-5} \times 200 = 2/3 \times 10^{-1} \text{ cm} = 2/3 \text{ mm}$$

بدیهی است چون دما افزایش پیدا کرده، طول جسم (یا حفره) نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

۱۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم برای انبساط میله باریک از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ باید استفاده کنیم، اما باید به دو نکته توجه کرد:

چون میله از دو ماده تشکیل شده، تغییر طول آن برابر مجموع تغییر طول هر یک از مواد است:

$$\Delta L = \Delta L_{\text{مس}} + \Delta L_{\text{برنج}} = L_1 \alpha_{\text{مس}} \Delta T + L_1 \alpha_{\text{برنج}} \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta L = \left(\frac{3}{4} L_1\right) \times (17 \times 10^{-6}) \times (20) + \left(\frac{1}{4} L_1\right) \times (19 \times 10^{-6}) \times (20)$$

$$\Rightarrow \Delta L = 350 \times 10^{-6} L_1 \text{ یا } \frac{\Delta L}{L_1} = 0.35 \times 10^{-3}$$

۱۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا چون یکای ضریب انبساط بر حسب K داده شده، باید تغییر دما را برحسب K یا $^{\circ}C$ به دست آوریم:

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

به کمک رابطه چگالی بر حسب دما می‌توان نوشت:

$$\rho_2 \simeq \rho_1 (1 - \beta \Delta T), \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \simeq -\beta \Delta T$$

$$\text{درصد تغییر چگالی} \simeq -\beta \Delta T \simeq -(18 \times 10^{-5}) \times (200) \times 100 \simeq -3.6\%$$

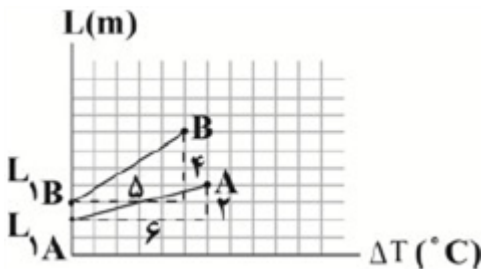
۱۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $L_2 = L_1 + \alpha L_1 \Delta T$ در می‌یابیم، عرض از مبدأ نمودار طول میله برحسب تغییر دما برابر با طول اولیه میله (L_1) و شیب آن برابر با حاصل ضرب طول اولیه میله در ضریب انبساط طولی (αL_1) است. بنابراین از روی داده‌های نمودار داریم:

$$A \text{ شیب خط} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$B \text{ شیب خط} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{A \text{ شیب خط}}{B \text{ شیب خط}} = \frac{\alpha_A L_{1A}}{\alpha_B L_{1B}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{L_{1A}}{L_{1B}} \xrightarrow{L_{1A}=2m, L_{1B}=3m}$$



$$\frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{5}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{5}{12} \times \frac{3}{2} = \frac{5}{8}$$

اکنون با استفاده از رابطه درصد تغییر طول، نسبت $\frac{m}{n}$ را می‌یابیم:

$$\text{درصد تغییر طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 \xrightarrow{\Delta L = \alpha L_1 \Delta T} \text{درصد تغییر طول} = \frac{\alpha L_1 \Delta T}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

$$\frac{\text{درصد تغییر طول میله A}}{\text{درصد تغییر طول میله B}} = \frac{\alpha_A \Delta T_A \times 100}{\alpha_B \Delta T_B \times 100} \xrightarrow{\Delta T_A = \Delta T_B, \text{ درصد تغییر طول میله B} = n, \text{ درصد تغییر طول میله A} = m}$$

$$\frac{m}{n} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{m}{n} = \frac{5}{8}$$

۱۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون دما افزایش یافته است و ضریب انبساط سطحی مثبت است، تمام ابعاد صفحه افزایش می‌یابد. (رد گزینه ۲)

همچنین بر اثر انبساط، تمام ابعاد جسم و حفره‌های آن افزایش می‌یابند. بنابراین فاصله میان مرکز دایره‌ها نیز افزایش می‌یابد. (رد گزینه ۴)

برای بررسی سایر گزینه‌ها ابتدا باید تغییرات دما را در کل فرایند گرم کردن بر حسب کلویین به دست آوریم:

$$\Delta T_1 = 20\text{ K}, \Delta F_2 = \frac{9}{5}\Delta T_2 \Rightarrow \Delta T_2 = \frac{5}{9}(54) = 30\text{ K}$$

$$\Delta T_{\text{کل}} = \Delta T_1 + \Delta T_2 = 20 + 30 = 50\text{ K}$$

$$2\alpha = 5/6 \times 10^{-5} \Rightarrow \alpha = 2/8 \times 10^{-5} \left(\frac{1}{K} \right) \quad \text{با استفاده از روابط انبساط طولی و سطحی داریم:}$$

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100 = 2/8 \times 10^{-5} \times 50 \times 100 = 0/14\%$$

$$\Delta A = A_0 (2\alpha) \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_0} \times 100 = (2\alpha) \Delta T \times 100 = 5/6 \times 10^{-5} \times 50 \times 100 = 0/28\%$$

بنابراین تمام فاصله‌ها ۰/۱۴٪ و مساحت تمام سطح‌ها ۰/۲۸٪ افزایش یافته است.

۱۵

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow 90 = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ\text{C}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\Delta V}{V_0} \times 100 = \frac{V_0 3\alpha \Delta\theta}{V_0} \times 100 = 3(2/5 \times 10^{-5}) \times 50 \times 100 = 0/375$$

۱۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$L_{\text{Al}} = L_{0\text{Al}} + \Delta l_{\text{Al}} = 2000 + 2000(2/5 \times 10^{-5}) \times 200 = 2010\text{ mm}$$

$$L_{\text{Cu}} = L_{0\text{Cu}} + \Delta l_{\text{Cu}} = 4000 + 4000(1/5 \times 10^{-5}) \times 200 = 4012\text{ mm}$$

$$\Delta l = 4012 - 2010 = 2002\text{ mm}$$

۱۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V = (\beta - 3\alpha)V_0 \Delta\theta = (5 \times 10^{-4} - (3 \times 0/23 \times 10^{-4}))(500)(20) = 4/31\text{ cm}^3$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت ضریب انبساط خطی دو میله A و B را به دست می‌آوریم:

$$L = L_0 + L_0 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \text{شیب خط} = \alpha L_0 \Rightarrow \alpha_A L_{0A} = \alpha_B L_{0B} \Rightarrow 40 \alpha_A = 30 \alpha_B$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{3}{4}$$

اکنون مطابق رابطه تغییر حجم داریم:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\beta_A}{\beta_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \xrightarrow{\Delta \theta = \frac{Q}{mc}, Q_A = Q_B} \frac{\beta_A = \frac{\alpha_A}{\beta_B} = \frac{3}{4}}{\frac{c_B}{c_A} = \frac{1}{2}}$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{3}{4} \times \frac{\frac{Q_A}{m_A c_A}}{\frac{Q_B}{m_B c_B}} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{3}{4} \times \frac{m_B}{m_A} \times \frac{c_B}{c_A} \xrightarrow{m = \rho V}$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{\rho_B V_B}{\rho_A V_A} = \frac{3}{8} \frac{\rho_B}{\rho_A} \quad (*)$$

اکنون نسبت چگالی جسم A به جسم B را به دست می‌آوریم:

$$m_A = m_B \xrightarrow{m = \rho V} \rho_A A_A L_A = \rho_B A_B L_B \xrightarrow{A_A = A_B, L_A = 40 \text{ cm}, L_B = 30 \text{ cm}}$$

$$\rho_A \times 40 = \rho_B \times 30 \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{4}{3} \xrightarrow{(*)} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{3}{8} \times \frac{4}{3} = \frac{1}{2}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. رابطه بین افزایش حجم با تغییر دما به صورت زیر است که در آن $\beta = 3\alpha$ است:

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

اگر نسبت تغییر حجم دو کره را بنویسیم، داریم:

$$\frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{V_{0B}}{V_{0A}} \times \frac{\beta_B}{\beta_A} \times \frac{\Delta T}{\Delta T} \xrightarrow{V = \frac{4}{3} \pi r^3, \beta = 3\alpha} \frac{\Delta V_B}{\Delta V_A} = \frac{R_B^3 - R_A^3}{R_A^3 - R_B^3} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \xrightarrow{\Delta V_B = 2 \Delta V_A, R_B = 3R, R_A = 2R}$$

$$2 = \frac{(3R)^3 - R^3}{(2R)^3 - R^3} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \Rightarrow 2 = \frac{26}{7} \times \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \Rightarrow \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{7}{13}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. میزان حجمی از مایع که بیرون می‌ریزد، اختلاف انبساط مایع و ظرف است.

$$\Delta V = V_0 (\beta - 3\alpha) \Delta \theta \Rightarrow \Delta V = 500 \times (2 \times 10^{-5} - 6 \times 10^{-5}) \times (56 - 36)$$

$$\Delta V = 500 \times 20 \times (10^{-5}) (200 - 6) \Rightarrow \Delta V = 194 \times 10^{-1} = 19.4 \text{ cm}^3$$

$$m_A = m_B$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\rho_A = 2 \rho_B, c_A = 2 c_B, \alpha_A = \frac{1}{2} \alpha_B$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow \cancel{m_A} c_A \Delta \theta_A = \cancel{m_B} c_B \Delta \theta_B \Rightarrow 2 c_B \times \Delta \theta_A = \Delta \theta_B \times c_B \Rightarrow \Delta \theta_B = 2 \Delta \theta_A$$

$$\Delta V = V_0 (3\alpha) \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{\frac{m_A}{\rho_A}}{\frac{m_B}{\rho_B}} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

۲۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون طول اولیه برابر است:

$$L_{\cdot A} = L_{\cdot B} = L$$

$$L_B - L_A = ۱۴ - ۱۰^{-۴} L$$

$$L(۱ + \alpha_B \Delta\theta) - L(۱ + \alpha_A \Delta\theta) = ۱۴ \times ۱۰^{-۴} L$$

$$\Delta\theta(\alpha_B - \alpha_A) = ۱۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \Delta\theta(۱/۴ \times ۱۰^{-۵}) = ۱۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \Delta\theta = ۱۰۰^\circ C$$

۲۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} L_A = L_{\cdot A}(۱ + \alpha_A \theta) \\ L_B = L_{\cdot B}(۱ + \alpha_B \theta) \end{cases} \Rightarrow L_A = L_B \Rightarrow L_{\cdot A}(۱ + \alpha_A \theta) = L_{\cdot B}(۱ + \alpha_B \theta)$$

$$\Rightarrow ۱/۵ L_{\cdot B}(۱ + \alpha_A \theta) = L_{\cdot B}(۱ + \alpha_B \theta)$$

$$۱/۵ + ۱/۵ \alpha_A \theta = ۱ + \alpha_B \theta \Rightarrow ۰/۵ = \theta(\alpha_B - ۱/۵ \alpha_A) \Rightarrow ۰/۵ = \theta(۳\alpha_A - ۱/۵ \alpha_A) = \theta(۱/۵ \alpha_A)$$

$$\theta = \frac{۰/۵}{۱/۵ \alpha_A} = \frac{۰/۵}{۱/۵ \times \frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۳}} = ۵۰۰^\circ C$$

۲۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: از رابطه تغییر طول یعنی $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ استفاده می‌کنیم و دقت کنید چون ضریب انبساط طولی برحسب $\frac{۱}{F}$ است باید تغییر دما را برحسب درجه فارنهایت در نظر بگیریم:

$$\Delta F = ۱/۸ \Delta\theta = ۱/۸ \times ۵۰۰ = ۹۰۰^\circ F$$

$$\Delta L = ۱۰ \times ۱/۸ \times ۱۰^{-۵} \times ۹۰۰ = ۰/۱۶۲ m = ۱۶/۲ cm$$

۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بنا به رابطه $\rho_2 = \rho_1(۱ - \beta \Delta t)$ ، رابطه تغییر چگالی جیوه برابر است با:

$$\rho_2 = \rho_1 = \rho_1 \beta \Delta T \Rightarrow \Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -\beta \Delta T \xrightarrow[\beta = ۱۸ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{C}]{\Delta T = ۵۰^\circ C} \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -۱۸ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -۹ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow{\text{محاسبه ی درصد تغییرات}} \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times ۱۰۰ = -۹ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰۰ = -۰/۹\%$$

علامت منفی نشان می‌دهد چگالی جیوه کاهش یافته است.

۲۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

ضریب انبساط سطحی ۲ برابر ضریب انبساط طولی است.

$$\Delta A = ۲\alpha A_0 \Delta T \Rightarrow \frac{۰/۲}{۱۰۰} = ۸۰\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۱۰^{-۴}}{۴} \frac{۱}{^\circ C}$$

با توجه به این‌که ضریب انبساط حجمی سه برابر ضریب انبساط طولی است داریم:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta T = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۵^۳ \times ۳ \times \frac{۱۰^{-۴}}{۴} \times ۶۰$$

$$\Rightarrow \Delta V = ۲/۲۵ cm^۳ = ۲۲۵۰ mm^۳$$

۲۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با کاهش دما، طول فلز ۱ بیشتر کاهش یافته و نوار به سمت پایین خم شده است، بنابراین ضریب انبساط طولی فلز ۱ بیشتر است. با گرم کردن نوار و افزایش دمای آن، طول فلز ۱ بیشتر افزایش می‌یابد و نوار به سمت بالا خم می‌شود.

۲۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر بخواهیم فاصله $۰/۵ \text{ cm}$ به $۰/۱ \text{ cm}$ برسد، یعنی دو میله باید مجموعاً $۰/۴ \text{ cm}$ انبساط پیدا کنند:

$$d = ۰/۴ \text{ cm}$$

$$\Delta L_{\text{سرب}} + \Delta L_{\text{مس}} = d \Rightarrow L_{\text{سرب}} \alpha_{\text{سرب}} \Delta \theta + L_{\text{مس}} \alpha_{\text{مس}} \Delta \theta = d$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{d}{L_{\text{سرب}} \alpha_{\text{سرب}} + L_{\text{مس}} \alpha_{\text{مس}}}$$

$$= \frac{۰/۴ \times ۱۰^{-۲}}{(۵۰ \times ۱۰^{-۲} \times ۲۹ \times ۱۰^{-۶}) + (۱۰۰ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶})} \simeq ۱۲۷^{\circ} \text{C}$$

$$\Delta \theta = \theta - \theta_0 \Rightarrow ۱۲۷ = \theta - ۳ \Rightarrow \theta = ۱۳۰^{\circ} \text{C} \Rightarrow F = \frac{9}{5} \theta + ۳۲ = ۲۶۶^{\circ} \text{F}$$

۲۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T) \Rightarrow A h_2 = A h_1 (1 + \beta \Delta T) \Rightarrow h_2 = h_1 (1 + \beta \Delta T)$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T}$$

$$P_2 = \rho_2 g h_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \times g \times h_1 (1 + \beta \Delta T) \Rightarrow P_2 = \rho_1 g h_1 = P_1$$

۳۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$V_B = \frac{1}{2} V_A \Rightarrow m_B = \frac{1}{2} m_A$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c \Delta T_A = m_B c \Delta T_B \Rightarrow \Delta T_A = \frac{1}{2} \Delta T_B$$

$$\frac{\Delta L_B}{\Delta L_A} = \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A} = 2$$

۳۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$r = \frac{۱۰/۱}{2} = ۵/۰۵ \text{ cm}$$

$$\text{محیط دایره} = 2\pi r = 2 \times 3 \times ۵/۰۵ = ۳۰/۳ \text{ cm}$$

$$\Delta L = ۳۰/۳ - ۳۰ = ۰/۳ \text{ cm}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \Rightarrow ۰/۳ = ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۳۰ \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = ۵۰۰^{\circ} \text{C}$$

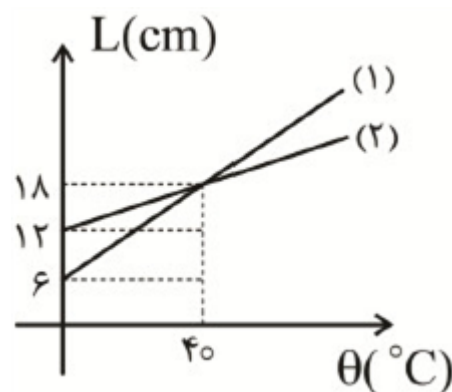
$$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow T_2 = ۵۲۰^{\circ} \text{C}$$

$$L = L_0 + \Delta L = L_0 + L_0 \alpha \Delta \theta$$

شیب نمودار داده شده برابر $L_0 \alpha$ است.

$$\frac{\text{شیب خط ۱}}{\text{شیب خط ۲}} = \frac{L_{01} \alpha_1}{L_{02} \alpha_2} \Rightarrow \frac{\frac{12}{40}}{\frac{6}{40}} = \frac{6 \times \alpha_1}{12 \times \alpha_2}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{\alpha_1}{2 \alpha_2} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 4$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وقتی گلیسرین در آستانه سرریز شدن از ارلن است، یعنی حجمش (V_{g2}) برابر است با

$$V_{g2} = V_{E2} \quad \text{حجم ارلن } (V_{E2}):$$

با استفاده از رابطه انبساط حجمی داریم:

$$V_{E2} = V_{E1} (1 + 3 \alpha \Delta T), V_{g2} = V_{g1} (1 + \beta \Delta T) \Rightarrow 200 (1 + 3 \times 10^{-5} \Delta T)$$

$$= 192 (1 + 5 \times 10^{-4} \Delta T) \Rightarrow 200 + 6 \times 10^{-2} \Delta T = 192 + 96 \times 10^{-3} \Delta T$$

$$\Rightarrow 8 = 90 \times 10^{-3} \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{8000}{90} \simeq 88/9^\circ C$$

بنابراین دمای نهایی تقریباً باید به $10.8/9^\circ C$ به $20 + 88/9$ برسد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا ضریب انبساط خطی A را به دست می‌آوریم. با توجه به رابطه انبساط خطی داریم:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$L_A = L_B \Rightarrow \Delta L_A = \Delta L_B + 1 \text{ (cm)} \Rightarrow 1.1 \times \alpha_A \times 1000 = (1.2 \times 10^{-5} \times 1000) + 1$$

$$\Rightarrow \alpha_A \times 1/0.1 \times 10^5 = 1/0.2 + 1 \Rightarrow \alpha_A = \frac{2/0.2}{1/0.1 \times 10^5} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} = 2 \times 10^{-5} K^{-1}$$

سپس نسبت ضریب انبساط خطی A به ضریب انبساط سطحی B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\alpha_A}{2 \alpha_B} = \frac{2 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 1$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\Delta L_a}{\Delta L_b} = \frac{3 \times \alpha \Delta \theta}{4 \times \alpha \Delta \theta} = \frac{3}{4}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. میله‌ای که ضریب انبساط بیشتری دارد تغییر طول آن بیشتر خواهد بود. چون دما کاهش

یافته پس طول میله‌ها نیز کاهش می‌یابد. کاهش طول میله‌ی A بیشتر از کاهش طول میله‌ی B بوده بنابراین

$\alpha_A > \alpha_B$ است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۳۷

$$\Delta L_{Al} + \Delta L_{Cu} = 2/4 \text{ mm}$$

$$L_1 \alpha_{Al} \Delta \theta + L_1 \alpha_{Cu} \Delta \theta = 2/4 \text{ mm}$$

$$L_1 \Delta \theta (\alpha_{Al} + \alpha_{Cu}) = 2/4 \times 10^{-3}$$

$$60 \times 10^{-2} \Delta \theta (2/3 \times 10^{-5} + 1/7 \times 10^{-5}) = 2/4 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{2/4 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-5}} = 100^\circ C$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 20 \times 1/4 \times 10^{-5} \times 30 = 8/4 \text{ mm}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۳۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انبساط طولی ($L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$) شیب خط نمودار $L - \Delta \theta$ برابر $L_1 \alpha$ است، بنابراین برای میله A داریم:

$$\text{شیب خط نمودار A} = L_1 \alpha_A = 20 \times 2/4 \times 10^{-5} = 48 \times 10^{-5}$$

با توجه به این که خطوط موازی هستند، بنابراین دارای شیب برابر هستند. در نتیجه:

$$\text{شیب خط نمودار B} = L_1 \alpha_B \Rightarrow 48 \times 10^{-5} = 40 \times \alpha_B \Rightarrow \alpha_B = \frac{48}{40} \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \alpha_B = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انبساط طولی و برابر بودن طول دو میله در دمای θ داریم:

$$\begin{cases} L_{2A} = L_{1A} (1 + \alpha_A \Delta \theta_A) \\ L_{2B} = L_{1B} (1 + \alpha_B \Delta \theta_B) \end{cases} \xrightarrow{L_{2A} = L_{2B}} L_{1A} (1 + \alpha_A \Delta \theta_A) = L_{1B} (1 + \alpha_B \Delta \theta_B)$$

$$\Rightarrow 3(1 + 2/4 \times 10^{-5} \times \theta) = 4(1 + \alpha_B \theta) \Rightarrow 3 + 7/2 \times 10^{-5} \theta = 4 + 4\alpha_B \theta$$

$$\Rightarrow 7/2 \times 10^{-5} \theta - 4\alpha_B \theta = 4 - 3 \Rightarrow 7/2 \times 10^{-5} \theta - 4\alpha_B \theta = 1 \quad (1)$$

از طرفی می دانیم شیب خط نمودار $L - \theta$ برابر با $L_1 \alpha$ است، بنابراین:

$$\begin{cases} \text{شیب نمودار A} = \frac{4-3}{\theta} \\ \text{شیب نمودار A} = L_{1A} \alpha_A = 4 \times 2/4 = 10^{-5} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\theta} = 2 \times 2/4 \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{1}{3 \times 2/4 \times 10^{-5}} = \frac{1}{2/4 \times 10^{-5}} C \quad (2)$$

با توجه به روابط ۱ و ۲ داریم:

$$7/2 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2/4 \times 10^{-5}} - 4\alpha_B \times \frac{1}{2/4 \times 10^{-5}} = 1 \Rightarrow 3 - \frac{\alpha_B}{0/4 \times 10^{-5}} = 1 \Rightarrow 2 = \frac{\alpha_B}{0/4 \times 10^{-5}}$$

$$\Rightarrow \alpha_B = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Delta V = V \beta \Delta \theta = 2000 \times 10^{-3} \times 1 = 2 \text{ mm}^3$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۴۱

$$h = \frac{V}{A} = \frac{2}{0/5} = 4 \text{ mm}$$

۴۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_0} \times 100 = \frac{-\rho_0 \beta \Delta \theta}{\rho_0} \times 100 = -\beta \Delta \theta \times 100 = -(15 \times 10^{-5} \times (-10)) \times 100$$

$$= 15 \times 10^{-2} = \%0.15$$

۴۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم که از دمای صفر تا $4^\circ C$ ، چگالی آب افزایش و حجم آن کاهش می‌یابد (نادرستی الف و ب)
 آب دریاچه‌ها در زمستان به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا منجمد می‌شوند. در واقع در فصل‌های سرد در حالی که آب در عمق دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه‌ی سلسیوس دارد، فقط سطح آب یخ می‌زند.
 (نادرستی پ) رفتار غیرعادی آب را می‌توان با ساختار غیرعادی شبکه‌ی بلوری یخ توضیح داد. (درستی ت)

۴۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. براساس رابطه‌ی میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت می‌توان نوشت:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 18 = \frac{9}{5}\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 10^\circ C$$

براساس رابطه‌ی میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین می‌توان نوشت:

$$T_2 = \theta_2 + 273 \Rightarrow 323 = \theta_2 + 273 \Rightarrow \theta_2 = 323 - 273 = 50^\circ C \Rightarrow \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$= 50 - 10 = 40^\circ C$$

بنابر رابطه‌ی تغییرات طولی می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta = 1/2 \times 10^{-5} \times 1500 \times 50 = 0.375 m \Rightarrow L_2 = L_1 + \Delta L$$

$$= 1500 + 0.375 = 1500.375 m$$

۴۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} \frac{A \text{ انبساط}}{B \text{ انبساط}} &= \frac{L \alpha \Delta \theta}{L \alpha \Delta \theta} \Rightarrow \frac{A \text{ انبساط}}{B \text{ انبساط}} = \frac{L_B \times \alpha_B \times 100}{2 L_B \times \frac{2}{3} \alpha_B \times 100} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} \\ B \text{ انبساط} &= \frac{3}{4} A \text{ انبساط} \end{aligned}$$

۴۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta A = A_1 \times 2 \alpha \times \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3}$$

۴۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۴۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

برای آنکه این تساوی همواره برقرار باشد، باید تغییر طول میله‌ی C با مجموع تغییرات طول میله‌های A و B برابر باشد.

$$\Delta l_C = \Delta l_A + \Delta l_B \Rightarrow \alpha_C l_C \Delta \theta = \alpha_A l_A \Delta \theta + \alpha_B l_B \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \alpha_C = \frac{\alpha_A l_A + \alpha_B l_B}{l_C} \Rightarrow \alpha_C = \frac{6 \times 10^{-6} \times 20 + 4 \times 10^{-6} \times 30}{50}$$

$$\alpha_C = 120 + \frac{120}{50} \times 10^{-6} \Rightarrow \alpha_C = 4/8 \times 10^{-6}$$

۴۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

اگر دمای صفحه افزایش پیدا کند، دچار انبساط شده و مساحت حفره نیز افزایش می‌یابد. در این صورت برای محاسبه تغییرات سطح حفره می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \Delta A = A_1 (\alpha) \Delta \theta \\ \Delta F = \frac{1}{5} \Delta \theta \Rightarrow 360 = \frac{1}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 200^\circ C \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100$$

$$= 200 (15 \times 10^{-6}) (\% 200)$$

$$= 60 \times 10^4 \times \% 10^{-6} = \% 0.6$$

۵۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مساحت اولیه حفره‌ها برابر است با:

$$A_1 = \pi r_1^2 \approx 3 \text{ cm}^2, A_2 = \pi r_2^2 \approx 3 \times 2^2 = 12 \text{ cm}^2$$

اختلاف افزایش مساحت دو حفره برابر است با:

$$\Delta A_2 - \Delta A_1 = 0.18 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_2 \times \alpha \times \Delta \theta - A_1 \times \alpha \times \Delta \theta = 0.18$$

$$\Rightarrow (A_2 - A_1) \times \alpha \Delta \theta = 0.18 \Rightarrow 9 \times 2 \times 4 \times 10^{-5} \Delta \theta = 0.18$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = 250^\circ C$$

۵۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \alpha = 2 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C} \\ L = L_0 \\ \Delta L = 0.04 L_0 = 4 \times 10^{-3} L_0 \end{cases}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{\Delta L}{\alpha L_0} = \frac{4 \times 10^{-3} L_0}{2 \times 10^{-4} \times L_0} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^1 = 20^\circ C$$

۵۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 0.9 = 900 \times 125 \times 10^{-6} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 80$$

۵۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \alpha \Delta \theta)$$

$$0.96 \rho = \rho (1 - 900 \alpha) \rightarrow 0.96 = 1 - 900 \alpha$$

$$0.04 = 900 \alpha$$

$$\alpha = \frac{40 \times 10^{-3}}{9 \times 10^2}$$

$$\alpha = 4/44 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho \\ \rho_2 = 0.96 \rho \\ \Delta \theta = 300^\circ C \end{cases}$$

۵۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

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

$$\left. \begin{aligned} \Delta V &= \frac{4}{3} \pi R_1^3 \times \alpha \Delta \theta \\ V_1 &= \frac{4}{3} \pi R_1^3 \end{aligned} \right\}$$

چون شعاع R_1 و ضریب انبساط حجمی α و تغییرات دما $\Delta \theta$ برای هر دو کره یکی است. نسبت حجم دو کره پس از گرم کردن برابر یک است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۵۵

$$\Delta A = A_1 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۵۶

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_2 = \rho_1 (1 - \alpha \Delta \theta) \\ \Delta \theta = \Delta T \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = (1 - \alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = (1 - 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 200)$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \left(1 - \frac{0.0008}{1000} \right) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 0.9992$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حجم اولیه را به دست می‌آوریم: ۵۷

$$V_1 = \pi r^2 \cdot h \Rightarrow V_1 = 2 \times (20)^2 \times 0.5 = 2 \times 400 \times 0.5 = 400 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 (\alpha \Delta \theta) \quad \text{حال تغییر حجم:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta V = 400 \times (2 \times 4 \times 10^{-5}) \times 50 \\ \Delta \theta = \Delta K = 50 \end{array} \right. \Rightarrow \Delta V = 400 \times 12 \times 10^{-5} \times 50 \Rightarrow \Delta V = 36000 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \Delta V = 3/6 \text{ cm}^3$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. باید جمع تغییر طول دو میله ۱ mm شود: ۵۸

$$\Delta L_A + \Delta L_B = 1 \text{ mm} \Rightarrow L_A \cdot \alpha_A \Delta \theta + L_B \cdot \alpha_B \Delta \theta = 10^{-3} \text{ m}$$

$$4 \times 2 \times 10^{-5} \times \Delta \theta + 2 \times 10^{-5} \times \Delta \theta = 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow 10 \times 10^{-5} \Delta \theta = 10^{-3} \Rightarrow \Delta \theta = 10^\circ \text{ C}$$

$$\Delta F = 1/8 \Delta \theta = 1/8 \times 10 \Rightarrow \Delta F = 1.25^\circ \text{ F}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر صفحه به طور یکنواخت گرم شود فاصله AB و قطر سوراخ‌ها زیاد می‌شود. ۵۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای محاسبه درصد افزایش مساحت فضای خالی، آن را مانند یک صفحه‌ی دایره‌ای پر ۶۰

فرض می‌کنیم، بنابراین:

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{2 \times \alpha \times A_1 \times \Delta T}{A_1} \times 100 = 2 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 0.24$$

پس مساحت حفره ۰/۲۴ درصد افزایش می‌یابد.

۶۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا شعاع اولیه کره و حلقه را حساب می‌کنیم:

$$V_{\text{کره}} = \frac{4}{3}\pi R_1^3 \xrightarrow{V_{\text{کره}} = 0.5m^3} \frac{4}{3}\pi R_1^3 = 0.5 \Rightarrow R_1^3 = \frac{0.5 \times 3}{4\pi} \Rightarrow R_1^3 = \frac{1}{8} \Rightarrow R_1 = \frac{1}{2}m$$

$$R_{\text{کره}} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{محیط حلقه} = 2\pi R_{\text{حلقه}} \xrightarrow{\text{محیط حلقه} = 294 \text{ cm}} 2\pi R_{\text{حلقه}} = 294 \text{ cm} \Rightarrow R_{\text{حلقه}} = 49 \text{ cm}$$

می‌بینیم شعاع حلقه کوچکتر از شعاع کره است. لذا در ابتدا کره از حلقه عبور نمی‌کند. بنابراین برای این‌که کره از حلقه عبور کند، باید $R_{\text{حلقه}} \geq R_{\text{کره}}$ باشد. در این حالت حداقل مقدار آن برابر است با:

$$R_{\text{کره}} = R_{\text{حلقه}} \xrightarrow{R = R_1(1 + \alpha \Delta T)} R_{\text{کره}}(1 + \alpha_{\text{کره}} \Delta T) = R_{\text{حلقه}}(1 + \alpha_{\text{حلقه}} \Delta T)$$

$$\alpha_{\text{کره}} = 9 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} \rightarrow 50 \times (1 + 9 \times 10^{-6} \Delta T) = 49 \times (1 + 5 \times 10^{-5} \Delta T)$$

$$\alpha_{\text{حلقه}} = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow 50 + 45 \times 10^{-5} \Delta T = 49 + 49 \times 5 \times 10^{-5} \Delta T \Rightarrow 1 = 200 \times 10^{-5} \Delta T \Rightarrow 1 = 2 \times 10^{-3} \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} = 500^\circ\text{C}$$

۶۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۶۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ ، با کاهش دما، فاصله هر دو نقطه دلخواه روی این صفحه کاهش خواهد یافت.

۶۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فاصله‌ی نقاط A و B وابسته به انبساط طولی است، بنابراین:

$$L_{AB} = 15 - 10 = 5 \text{ cm}$$

$$\Delta L_{AB} = \alpha L_{AB} \Delta T \xrightarrow{\Delta T = \Delta \theta} \Delta L_{AB} = 2 \times 10^{-5} \times 5 \times (90 - 60)$$

$$\Rightarrow \Delta L_{AB} = 3 \times 10^{-3} \text{ cm} = 0.3 \text{ mm}$$

۶۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی انبساط طولی $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ ، هر فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتر داشته باشد، هنگام افزایش یا کاهش دمای آن تغییرات طول بیشتری از خود نشان می‌دهد، بنابراین در شکل (۱) که دما کاهش یافته است و فلز B کاهش طول بیشتری داشته است، می‌توان فهمید که $\alpha_A < \alpha_B$ است و در شکل (۲) چون دما افزایش یافته و افزایش طول فلز C بیشتر بوده است، می‌توان فهمید که $\alpha_B < \alpha_C$ است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

(۱) با افزایش دمای صفحه‌ی فلزی به اندازه‌ی $200^\circ C$ ، طول ضلع a از 50 cm به اندازه‌ی 1 cm افزایش می‌یابد و به 51 cm می‌رسد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 1 = 50 \times \alpha \times 200 \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \frac{1}{K}$$

بنابراین ضریب انبساط سطحی فلز برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-4} \times 2 = 2 \times 10^{-4}$ است و گزینه‌ی (۱) نادرست است.

(۲) با افزایش دمای صفحه‌ی فلزی، همه‌ی طول‌ها افزایش می‌یابند، بنابراین فاصله‌ی d هم زیاد می‌شود و گزینه‌ی (۲) نیز نادرست است.

$$\Delta L = R_1 \alpha \Delta \theta = 10 \times 10^{-4} \times 200 = 0.2\text{ cm}$$

(۳) برای محاسبه‌ی افزایش طول R_1 می‌توان نوشت:

بنابراین گزینه‌ی (۳) هم نادرست است.

(۴) برای محاسبه‌ی افزایش طول R_2 می‌توان نوشت:

$$\Delta L = R_2 \alpha \Delta \theta = 12 \times 10^{-4} \times 200 = 0.24\text{ cm}$$

بنابراین گزینه‌ی (۴) صحیح است و شعاع R_2 به اندازه‌ی 0.24 cm افزایش می‌یابد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. حجم بیشتر مایع‌ها با کم شدن دما، کاهش و در نتیجه چگالی آن‌ها افزایش می‌یابد، ولی رفتار آب در محدوده‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ متفاوت است، یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد.

در بازه‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ با افزایش دما، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. پس از دمای $4^\circ C$ مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش می‌یابد. همین تغییر غیرعادی حجم آب است که موجب می‌شود دریاچه‌ها به جای این‌که از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند. وقتی دمای سطح آب مثلاً از $10^\circ C$ اندکی کمتر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش می‌یابد و این آب، پایین می‌رود. این رفتار تا رسیدن به دمای $4^\circ C$ ادامه می‌یابد، ولی همان‌طور که دیدیم در دمای پایین‌تر از $4^\circ C$ ، حجم آب افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد، یعنی سرد شدن بیشتر آب موجب می‌شود که چگالی آب سطح دریاچه نسبت به آب زیر آن کمتر شود و در نتیجه در سطح باقی بماند تا این‌که یخ بزند، بنابراین در حالی که آب زیر دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه‌ی سلسیوس دارد، سطح آب یخ می‌زند. اگر آب دریاچه‌ها از پایین به بالا یخ می‌زد، اثرات زیست‌محیطی زیانباری در پی داشت و حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه‌ها از بین می‌رفت. مطابق این توضیحات، گزینه‌ی (۴) صحیح است. سایر عبارات‌ها با توجه به متن کتاب درسی نادرست هستند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به انبساط غیر عادی آب، آب در $4^\circ C$ دارای بیشترین چگالی است و در عمق دریاچه، دما می‌تواند بین $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ باشد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون $\alpha_A > \alpha_B$ می‌باشد، کاهش دمای این دو جسم باعث می‌شود جسم A کاهش قطر بیش‌تری داشته باشد. هم‌چنین سرد کردن جسم A و گرم کردن جسم B منجر به کوچک شدن جسم A و بزرگ شدن حفره B می‌گردد، در نتیجه توپ از حفره عبور می‌کند. بنابراین ۲ مورد درست است.

۷۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای آن که میله‌ها به هم برسند، مجموع افزایش طول آن‌ها باید برابر 0.5 cm شود.

$$\begin{cases} \Delta L_1 = L_1 \alpha_1 \Delta \theta \\ \Delta L_2 = L_2 \alpha_2 \Delta \theta \end{cases} \Rightarrow \overbrace{\Delta L_1 + \Delta L_2}^{0.5 \text{ cm}} = (L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = (20 \times 6 / 25 \times 10^{-5} + 120 \times 3 / 125 \times 10^{-5}) \times \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = (125 \times 10^{-5} + 275 \times 10^{-5}) \times \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 0.5 = 5 \times 10^{-3} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta = \frac{9}{5} \times 100 = 180^\circ \text{F}$$

$$\Delta V = V_1 \times \Delta \theta \times K$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot \Delta \theta} = \frac{6}{1000 \times 12} = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

۷۱

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

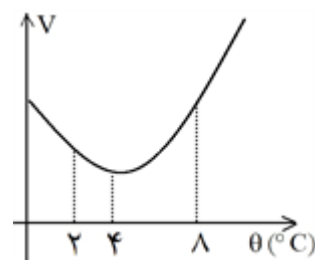
۷۲

$$\Delta I = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta I = I_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow 4 \times 10^{-3} = 2(2 \times 10^{-5}) \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. آب بین دمای 0°C تا 4°C دارای انبساط غیرعادی است. بنابراین از 4°C تا 8°C حجم آب کاهش و از 4°C تا 2°C حجم آن افزایش می‌یابد.

۷۳



$$\Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_{\text{بیرون ریخته شده}}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۷۴

$$400 \times 50 \times 10^{-5} \times 200 - 400 \times 15 \times 10^{-5} \times 200 = 400 \times 200 \times 10^{-5} \times (50 - 15) = 28 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 28 \times 1 / 3 = 36 / 4 \text{ g}$$

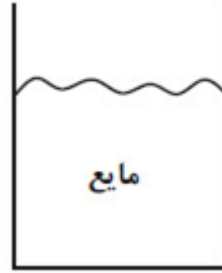
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۷۵

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta \theta) = 1000 (1 - 0.3 \times 10^{-3} \times 50) = 1000 - 15 = 985 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۷۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با افزایش دما حجم ظرف و مایع افزایش می‌یابد و زمانی که افزایش حجم مایع با مجموع افزایش حجم ظرف و حجم قسمت خالی ظرف برابر شود، مایع شروع به بیرون ریختن از ظرف می‌کند.



$$V_{\text{خالی}} = 1/2 - 1 = 0/2 L$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{ظرف}} + V_{\text{خالی ظرف}} \Rightarrow V_{\text{مایع}} \beta \Delta \theta$$

$$= V_{\text{ظرف}} (\alpha) \Delta \theta + V_{\text{خالی}}$$

$$1 \times 6/4 \times 10^{-4} \times \Delta \theta = 1/2 \times 3 \times \frac{2}{3} \times 10^{-4} \Delta \theta + 0/2 \Rightarrow (6/4 \times 10^{-4} - 2/4 \times 10^{-4}) \Delta \theta = 0/2$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-4} \Delta \theta = 0/2 \Rightarrow \Delta \theta = \frac{0/2}{4 \times 10^{-4}} = 500^\circ C \xrightarrow{\theta_1 = 60^\circ C} \theta_2 = 560^\circ C$$

سؤال مقدار θ_2 را می‌خواهد نه مقدار $\Delta \theta$!

۷۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به مایع سرریز شده، افزایش دما را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{سرریز شده}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_1 \beta \Delta \theta - V_1 (\alpha) \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 2/14 = 500 \times 0/5 \times 10^{-3} \times \Delta \theta - 500 \times 24 \times 10^{-6} \times 3 \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 10^\circ C$$

اکنون گرمای داده شده به ظرف را حساب می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta \theta \Rightarrow Q = 1 \times 900 \times 10 = 9000 J = 9 kJ$$

۷۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\Delta \theta}{\Delta F} = \frac{5}{9} = \frac{?}{180} \Rightarrow ? = 100^\circ C$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} = 700 \times \left(1/5 \times 10^{-3} \right) \times 100 = 105 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = V_1 \times \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 800 \times 3 \times 25 \times 10^{-6} \times 100 = 6 \text{ cm}^3$$

در نتیجه حجم ظرف به 806 cm^3 می‌رسد، اما حجم مایع به 805 cm^3 خواهد رسید، پس مایع بیرون نمی‌ریزد.

۷۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به دلیل انبساط غیرعادی آب از دمای $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ چگالی آب افزایش می‌یابد، زیرا حجم کاهش می‌یابد. اما از $4^\circ C$ تا $10^\circ C$ با افزایش دما حجم افزایش و چگالی کاهش می‌یابد. همچنین با توجه به اینکه جرم آب با تغییر دما، تغییر نمی‌کند، اما با افزایش دما، سطح مقطع ظرف افزایش می‌یابد، پس داریم:

$$\downarrow P = \frac{mg}{A \uparrow}$$

۸۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اول افزایش حجم شیشه:

$$\Delta V_1 = V_1 \times \alpha \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta V_1 = 400 \times 3 \times 8 \times 10^{-5} \times 50 = 480000 \times 10^{-5} = 4/8 \text{ cm}^3$$

حال افزایش حجم گلیسیرین:

$$\Delta V_2 = V_2 \times \beta \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta V_2 = 400 \times 5 \times 10^{-4} \times 50 = 1000000 \times 10^{-4} = 10 \text{ cm}^3$$

$$V' = \Delta V_2 - \Delta V_1 = 5/2 \text{ cm}^3$$

مقدار گلیسیرین که بیرون می‌ریزد.

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

