



۱- اگر دمای یک میله فولادی را از $5^\circ F$ به $85^\circ F$ برسانیم، $0.6mm$ به طول اولیه آن افزوده می‌شود. طول اولیه میله چند متر است؟ (ضریب انبساط طولی فولاد $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ است.)

- ① ۱ ② $\frac{5}{9}$ ③ ۱٫۸ ④ ۱٫۱۲۵

۲- طول یک میله نازک و بلند فلزی در دمای $10^\circ C$ ، 50 متر است. اگر دمای این میله را از $10^\circ C$ به $30^\circ C$ برسانیم، طول آن ۲ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. اگر دمای میله را به $100^\circ C$ برسانیم، طول نهایی میله برحسب سانتی‌متر کدام گزینه خواهد بود؟

- ① ۵۰۰۰ ② ۵۰۰۳ ③ ۵۰۰۶ ④ ۵۰۰۹

۳- اگر دمای یک میله فلزی از $37^\circ C$ به $57^\circ C$ برسد، طول آن به اندازه d افزایش می‌یابد. اگر دمای اولیه آن $200K$ باشد و بخواهیم طول آن را به اندازه $4d$ افزایش دهیم، باید دمای آن را به چند کلوین برسانیم؟ (طول اولیه میله در هر دو حالت یکسان فرض شود.)

- ① ۳۴۰ ② ۲۴۰ ③ ۲۸۰ ④ ۳۸۰

۴- به دو مکعب توپُر مسی، یکی به ضلع a و دیگری به ضلع $2a$ گرمای یکسان می‌دهیم. درصد افزایش طول ضلع مکعب بزرگ‌تر چند برابر درصد افزایش طول ضلع مکعب کوچک‌تر است؟

- ① ۴ ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ ۱

۵- دماسنجی دمای ذوب و جوش آب را در فشار یک اتمسفر به ترتیب (-40) درجه و 200 درجه نشان می‌دهد. چنان‌چه دمای یک میله فلزی با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ طبق درجه‌بندی این دماسنج 60 درجه افزایش یابد، طول میله نسبت به حالت اول چند درصد تغییر می‌کند؟

- ① ۲٫۵ ② ۰٫۲۵ ③ ۰٫۶ ④ ۶

۶- تفاوت طول دو میله نازک هم‌جنس و هم‌دما، 30 سانتی‌متر است. دمای هر دو میله را $100^\circ C$ افزایش داده و دو میله را پشت سر هم قرار می‌دهیم. در این حالت مجموع طول میله‌ها 37009 متر می‌شود. اگر ضریب انبساط طولی ماده سازنده میله‌ها برابر $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$ باشد، طول میله کوتاه‌تر قبل از گرم شدن، برحسب متر کدام است؟

- ① ۱٫۵۰ ② ۱٫۴۵ ③ ۱٫۳۵ ④ ۱٫۲۵

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

- ① ۱٫۹۹۸ ② ۲ ③ ۲٫۰۰۲ ④ ۲٫۰۰۴

۸- دو میله فلزی در دمای صفر درجه سلسیوس دارای طول‌های یکسانی هستند. اگر دمای میله‌ها را به $200^\circ C$ برسانیم، اختلاف طول آن‌ها $1.8mm$ می‌شود. طول اولیه هر کدام از میله‌ها چند سانتی‌متر است؟ ($\alpha_1 = 3 \times 10^{-5} K^{-1}$ و $\alpha_2 = 12 \times 10^{-6} K^{-1}$)

- ① ۱۵۰ ② ۵۰ ③ ۹۰ ④ ۱۸۰



۹- دو نوار آلومینیومی و آهنی در اختیار داریم. طول نوار آهنی در دمای اتاق برابر 45 cm است. طول نوار آلومینیومی در همین دما چند سانتی متر باشد تا به ازای تغییر دمای یکسان اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند؟

$$\alpha_{\text{آهن}} = 8 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \quad \text{و} \quad \alpha_{\text{آلومینیوم}} = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

۱۲۵۰ (۴)

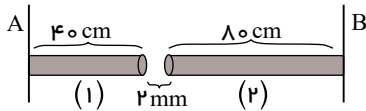
۳۰۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۱۵۰ (۱)

۱۰- مطابق شکل، دو میله هم‌دمای (۱) و (۲) به دیواره‌های A و B محکم بسته شده‌اند و فاصله دو میله از یکدیگر 2 میلی‌متر است. دمای دو میله حداقل

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



۳۷٫۵ (۲)

۵۰ (۱)

۶۲٫۵ (۴)

۲۵۰ (۳)

۱۱- 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

$$\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

۹ (۴)

۱۸ (۳)

۶ (۲)

۱۲ (۱)

۱۲- طول یک قطعه ریل در زمستان برابر 16 m است. برای این‌که در فاصله‌ی 800 m متری بین دو شهر در تابستان و در دمای $40^\circ C$ آسیبی به ریل‌ها نرسد، باید 500 تا از این ریل‌ها را پشت سر هم قرار داد. حداقل دمای زمستان چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ (ضریب انبساط طولی فلز ریل‌ها

$$2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

-۲۰ (۴)

صفر (۳)

-۵ (۲)

-۱۰ (۱)

۱۳- چهار میله هم‌طول و هم‌جرم A ($\alpha_A = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_A = 5\text{ kJ/kg} \cdot ^\circ C$)، B ($\alpha_B = 6 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_B = 6000\text{ J/kg} \cdot ^\circ C$)،

C ($\alpha_C = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_C = 9000\text{ J/kg} \cdot ^\circ C$) و D ($\alpha_D = 8 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_D = 7\text{ kJ/kg} \cdot ^\circ C$) در اختیار داریم. اگر به هر چهار میله

مقدار یکسانی گرما بدهیم، طول کدام میله بزرگ‌تر خواهد شد؟

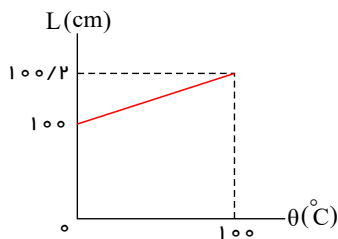
D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)

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



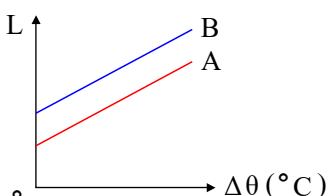
۱۰۰٫۰۰۲ (۱)

۱۰۰٫۲ (۲)

۱۰۰٫۰۲ (۳)

۱۰۰٫۱ (۴)

۱۵- نمودار طول دو میله A و B بر حسب تغییرات دما، به صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است. اگر ضریب انبساط طولی میله‌های



A و B به ترتیب α_A و α_B باشد، کدام گزینه‌ی زیر رابطه‌ی بین α_A و α_B را به درستی نشان می‌دهد؟

$\alpha_A = \alpha_B$ (۱)

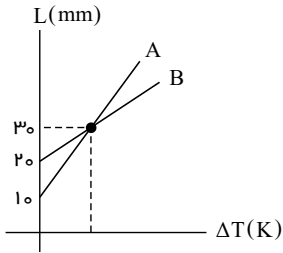
$\alpha_A > \alpha_B$ (۲)

$\alpha_A < \alpha_B$ (۳)

بسته به طول اولیه، هر سه حالت ممکن است. (۴)

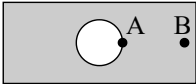


۱۶- با توجه به نمودار تغییرات طول میله‌های نازک A و B نسبت به تغییرات دما، نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله B کدام است؟



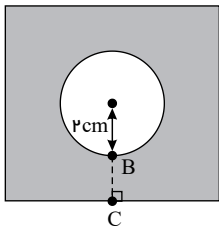
- ۱) ۲
- ۲) ۳
- ۳) ۴
- ۴) ۸

۱۷- در یک صفحه‌ی فلزی همگن، سوراخی مطابق شکل ایجاد کرده‌ایم. اگر صفحه را به طور یکنواخت گرم کنیم، قطر سوراخ می‌یابد و فاصله‌ی AB می‌یابد.



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

۱۸- در شکل زیر حفره‌ای به شعاع ۲cm دقیقاً در وسط صفحه وجود دارد و طول ضلع مربع ۱۰cm می‌باشد. دمای این صفحه فلزی را به صورت یکنواخت ۱۰۰°C افزایش می‌دهیم. فاصله لبه حفره تا لبه صفحه فلزی (BC) چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ ($\alpha = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$)



- ۱) ۰٫۰۶
- ۲) ۰٫۰۳
- ۳) ۰٫۰۰۶
- ۴) ۰٫۰۰۳

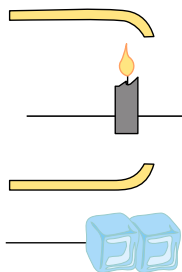
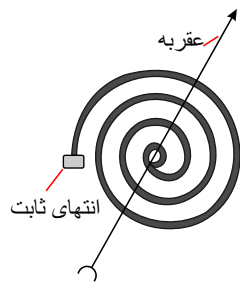
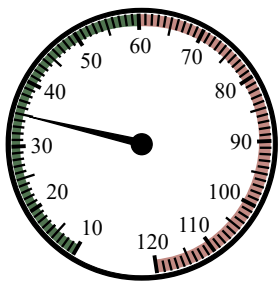
۱۹- با توجه به دماسنج شکل مقابل، چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

(الف) به این نوع دماسنج‌ها، دماسنج نواری دوفلزه (بی‌متال) می‌گویند.

(ب) این دماسنج از دو تیغه فلزی هم‌جنس، مانند برنج و یا آهن ساخته می‌شود.

(پ) هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود، نوار خم می‌شود.

(ت) این دماسنج، بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد.



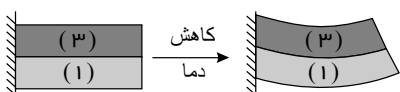
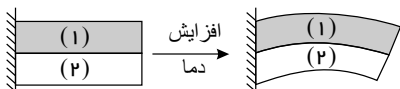
۴) ۴

۳) ۳

۲) ۲

۱) ۱

۲۰- در شکل‌های زیر نوارهای فلزی سرتاسری به یکدیگر جوش خورده‌اند، با تغییر دما در هر وضعیت، کدام مقایسه بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها صحیح است؟



۱) $\alpha_3 > \alpha_1 > \alpha_2$

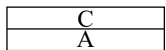
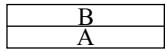
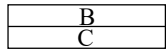
۲) $\alpha_1 > \alpha_3, \alpha_1 > \alpha_2$

۳) $\alpha_2 > \alpha_1, \alpha_2 > \alpha_3$

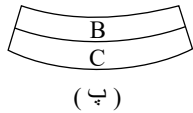
۴) $\alpha_2 > \alpha_1 > \alpha_3$



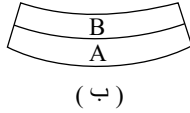
۲۱- شکل‌های زیر، تیغه‌های فلزی A، B و C را نشان می‌دهند که در دمای اولیه‌ی یکسان T_0 دارای طول‌های اولیه‌ی یکسانی هستند و دوبه‌دو به یکدیگر به طور سراسری جوش داده شده‌اند و سپس دمایشان تغییر داده شده است. اگر مقایسه‌ی بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$ باشد، در شکل‌های الف، ب و پ به ترتیب از راست به چپ نوع تغییر دمای تیغه‌ها نسبت به دمای T_0 چگونه بوده است؟



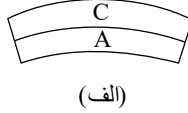
در دمای T_0



(پ)



(ب)



(الف)

① افزایش - افزایش - افزایش

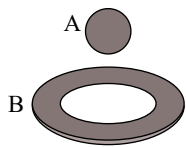
② کاهش - کاهش - افزایش

③ کاهش - افزایش - کاهش

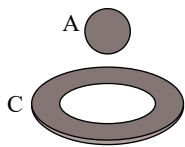
④ افزایش - افزایش - کاهش

۲۲- مطابق شکل توپ فلزی از جنس A و حلقه‌های فلزی از جنس B و C می‌باشد و قطر توپ از قطر داخلی حلقه‌ها بزرگ‌تر است. اگر در شکل (۱) توپ و حلقه تا دمای یکسانی سرد شوند، توپ از حلقه عبور می‌کند و در شکل (۲) اگر توپ و حلقه تا دمای یکسانی گرم شوند توپ از حلقه عبور می‌کند.

کدام مقایسه در مورد ضریب انبساط طولی صحیح است؟ (دمای اولیه هر سه قطعه یکسان است.)



شکل ۱



شکل ۲

① $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$

② $\alpha_B > \alpha_C > \alpha_A$

③ $\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$

④ $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$

⑤ $\alpha_B > \alpha_A > \alpha_C$

۲۳- دمای یک ورقه فلزی مستطیل شکل به ابعاد $4\text{cm} \times 5\text{mm}$ را از 500K به 527°C می‌رسانیم. اگر مساحت ورقه فلزی 27mm^2 افزایش یابد، ضریب انبساط سطحی فلز در SI کدام است؟

① $4,5 \times 10^{-7}$

② $2,25 \times 10^{-7}$

③ 5×10^{-6}

④ $2,5 \times 10^{-6}$

۲۴- دو صفحه دایره‌ای شکل a و b به ترتیب دارای شعاع‌های ۲۰ سانتی‌متر و ۴۰ سانتی‌متر در دمای صفر درجه سلسیوس در اختیار داریم. در چه دمایی

برحسب درجه سلسیوس مساحت صفحه b دو برابر مساحت صفحه a می‌شود؟ $(\alpha_b = 2 \times 10^{-3} \frac{1}{K}, \alpha_a = 6 \times 10^{-3} \frac{1}{K})$

① ۱۲۵

② ۲۵۰

③ ۵۰۰

④ ۶۲۵

۲۵- در اثر 20°C افزایش دما، طول یک میله فلزی به طول ۱ متر به اندازه ۱ سانتی‌متر زیاد می‌شود. در اثر 40°C افزایش دما مساحت صفحه‌ای از همین جنس به مساحت ۲ متر مربع تقریباً چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟

① ۲۰۰۰

② ۴۰۰

③ ۸۰۰

④ ۱۰۰۰

۲۶- از داخل یک ورقه مسی یک ورقه مربعی به طول ضلع 10cm درمی‌آوریم. اگر دمای ورقه مربعی را به اندازه $\Delta\theta$ افزایش و دمای ورقه مسی را به اندازه $\Delta\theta$ کاهش دهیم، در این حالت اختلاف مساحت ورقه مربعی و مساحت حفره، ۳۴ میلی‌متر مربع می‌شود. $\Delta\theta$ چند درجه سلسیوس است؟

$\frac{1}{K} = 17 \times 10^{-6}$ ضریب انبساط طولی (مس)

① ۵۰

② ۱۰۰

③ ۵۰۰

④ ۱۰۰۰

۲۷- اگر دمای یک صفحه فلزی را 400°C افزایش دهیم، به مساحت آن به اندازه $0,008$ مساحت اولیه اضافه می‌شود. ضریب انبساط سطحی فلز در SI کدام است؟

① 2×10^{-4}

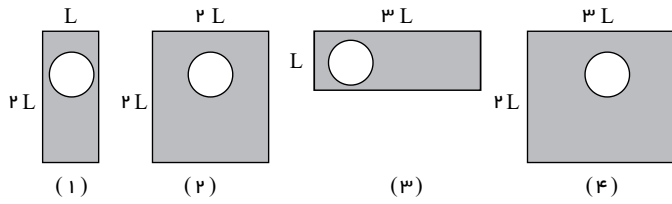
② 10^{-4}

③ 2×10^{-5}

④ 10^{-5}



۲۸- شکل‌های زیر چهار صفحه فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد که در هر چهارتای آن‌ها روزنه کوچک دایره‌ای شکل هم اندازه‌ای وجود دارد. اگر دمای همه آن‌ها را به اندازه یکسان افزایش دهیم، در کدام گزینه افزایش قطر چهار روزنه در اثر این افزایش دما به درستی مقایسه شده است؟



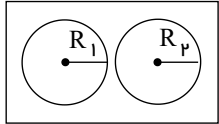
① $\Delta D_f = \Delta D_p > \Delta D_r = \Delta D_1$

② $\Delta D_f > \Delta D_p > \Delta D_r > \Delta D_1$

③ $\Delta D_f = \Delta D_p = \Delta D_r = \Delta D_1$

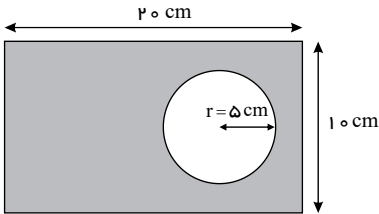
④ $\Delta D_f = \Delta D_p > \Delta D_r = \Delta D_1$

۲۹- مطابق شکل زیر، روی ورقه‌ای مسی توسط پرگار دو دایره‌ی مشابه به شعاع‌های $R_1 = R_p = R$ رسم می‌کنیم. سپس دایره‌ی R_p را از ورقه جدا می‌کنیم. با افزایش دمای ورقه می‌گردد.



① $\Delta R_1 > \Delta R_p$
 ② $\Delta R_1 < \Delta R_p$
 ③ $\Delta R_1 = \Delta R_p$
 ④ $\Delta R_p < \frac{\Delta R_1 + \Delta R_p}{2}$

۳۰- در شکل زیر، صفحه‌ای فلزی و نازک با حفره‌ای در آن نشان داده شده است. اگر ضریب انبساط طولی فلز برابر با $\frac{1}{100} \times 10^{-6} / ^\circ C$ باشد، با افزایش دمای صفحه به اندازه $100^\circ C$ مساحت حفره چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟



① افزایش ۰٫۱۲
 ② افزایش ۰٫۲۴
 ③ کاهش ۰٫۱۲
 ④ کاهش ۰٫۲۴

۳۱- اگر دمای یک کره‌ی فلزی را $40^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای این کره را $30^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند درصد افزایش خواهد یافت؟

① ۲۰ ② ۲۵ ③ ۳۷٫۵ ④ ۵۰

۳۲- دمای یک کره‌ی آهنی $5^\circ C$ است. دمای این کره را به چند درجه‌ی سلسیوس برسانیم تا به حجم آن $0٫۱۸$ درصد افزوده شود؟ (ضریب انبساط طولی آهن $12 \times 10^{-6} K^{-1}$ است.)

① ۴۵ ② ۵۵ ③ ۱۵۵ ④ ۱۴۵

۳۳- در یک روز گرم یک تانکر حامل سوخت با 30000 لیتر بنزین بارگیری می‌شود. هوا در محل تحویل سوخت $50^\circ C$ سردتر از محل بارگیری سوخت است. راننده چند لیتر سوخت تحویل می‌دهد؟ $(\frac{1}{100} \times 10^{-3} = \text{بنزین } \beta \text{ و از تبخیر صرف نظر شود})$

① ۳۰۰۰۰ ② ۲۸۵۰۰ ③ ۳۱۵۰۰ ④ ۲۹۵۰۰

۳۴- دو گلوله‌ی رسانای مسی یکی توپُر و دیگری توخالی که هم‌اندازه و هم‌دما هستند، در اختیار داریم. در آزمایش اول دمای هر دو را به یک اندازه افزایش می‌دهیم و در آزمایش دوم به هر دو به یک اندازه گرما می‌دهیم. به ترتیب از راست به چپ در آزمایش اول و دوم حجم نهایی کدام گلوله بزرگ تر می‌شود؟

① توپُر - توپُر ② توخالی - توخالی ③ هر دو یک اندازه می‌شوند - توپُر ④ هر دو یک اندازه می‌شوند - توخالی

۳۵- دو کره‌ی فلزی A و B داریم که شعاع آن‌ها R_A و $R_B = 2R_A$ است. دمای این دو کره را به یک اندازه افزایش می‌دهیم. اگر افزایش حجم کره A سه برابر افزایش حجم کره B باشد، ضریب انبساط خطی کره A چند برابر ضریب انبساط خطی کره B است؟

① $\frac{1}{8}$ ② ۱۶ ③ ۲۴ ④ ۸



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

- ① ۲ ② ۱ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{6}$

۳۷- اگر α ضریب انبساط طولی، γ ضریب انبساط سطحی و β ضریب انبساط حجمی یک ماده باشد، در این صورت بین α ، γ و β کدام یک از روابط زیر برقرار می باشد؟ (α ، γ و β در SI تعریف شده اند.)

- ① $\alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{\beta}{3}$ ② $\alpha = \gamma = \beta$ ③ $\alpha = 2\gamma = 3\beta$ ④ $\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{\beta}{2}$

۳۸- ضریب انبساط حجمی مایعی $\frac{1}{K} \times 10^{-3}$ است. چند لیتر از این مایع را به اندازه $20^\circ C$ سرد کنیم تا 40 سانتی متر مکعب از حجم آن کم گردد؟

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

۳۹- به کره فلزی توخالی با شعاع خارجی 2cm و چگالی اولیه $15000 \frac{kg}{m^3}$ و ظرفیت گرمایی ویژه $400 \frac{J}{kg^\circ C}$ ، به مقدار 6000J گرمای دهیم. اگر

شعاع کره 0.5 درصد افزایش یابد، حجم اولیه حفره درون کره چند سانتی متر مکعب است؟ ($\frac{1}{K} = 10^{-4}$ = ضریب انبساط طولی این فلز و $\pi = 3$)

- ① ۱۲ ② ۲۳٫۵ ③ ۱۵ ④ ۲۰

۴۰- اگر دمای الکل را 50 درجه سلسیوس افزایش دهیم، چگالی آن از $800 \frac{kg}{m^3}$ به $756 \frac{kg}{m^3}$ کاهش می یابد. ضریب انبساط حجمی الکل چند واحد SI است؟

- ① 10^{-3} ② 1.1×10^{-2} ③ 1.1×10^{-3} ④ 10^{-4}

۴۱- دمای مقداری جیوه را بدون آن که به بخار تبدیل شود، $100^\circ C$ افزایش می دهیم. در این حالت چگالی جیوه نسبت به حالت اولیه، تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می کند؟ ($\beta_{\text{جیوه}} = 18 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$)

- ① 1.8 درصد افزایش می یابد. ② 1.8 درصد کاهش می یابد. ③ 1.8 درصد افزایش می یابد. ④ 1.8 درصد کاهش می یابد.

۴۲- وقتی دمای یک جسم فلزی را مقدار معینی افزایش دهیم، طول آن 2.3% نسبت به طول اولیه اش افزایش می یابد. در اثر این تغییر دما، چگالی این فلز تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

- ① 6.9 درصد کاهش می یابد. ② 6.9 درصد افزایش می یابد. ③ 3.1 درصد افزایش می یابد. ④ 3.1 درصد کاهش می یابد.

۴۳- درون یک ظرف استوانه ای شکل مایعی با ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} \times 10^{-3}$ قرار دارد. اگر دمای مایع $20^\circ C$ افزایش یابد، ارتفاع مایع چند درصد تغییر می کند؟ (از انبساط ظرف صرف نظر کنید.)

- ① ۴ ② ۲ ③ 0.4 ④ 0.2

۴۴- مکعب مستطیلی از جنس فلز به ابعاد $3\text{cm} \times 4\text{cm} \times 12\text{cm}$ در اختیار داریم. درون این مکعب مستطیل یک حفره توخالی است. مکعب مستطیل را تا دمای مشخص گرم می کنیم. اگر قطر مکعب مستطیل 3.9mm و حجم قسمت فلزی آن 9720mm^3 افزایش یابد، حجم حفره توخالی پیش از افزایش دما چند سانتی متر مکعب است؟

- ① ۳۶ ② ۱۲ ③ ۵۴ ④ ۲۴

۴۵- درون ظرفی استوانه ای شکل به ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ می ریزیم. دمای مجموعه را چند کلون افزایش دهیم تا ارتفاع مایع درون ظرف 5 درصد افزایش یابد؟ (دمای ظرف و مایع درون آن همواره برابر است. مایع از ظرف بیرون نمی ریزد؛ تبخیر نمی شود.)

- ① ۱۰۰ ② ۲۰۰ ③ ۴۷۳ ④ ۳۷۳



۴۶- داخل دو ظرف استوانه‌ای مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} = 0.8 \times 10^{-3} K^{-1}$ ریخته‌ایم و فشار ناشی از مایع در کف ظرف‌ها یکسان است. اگر دمای مایع در ظرف‌ها به ترتیب برابر با $\theta_1 = 20^\circ C$ و $\theta_2 = 70^\circ C$ باشد، نسبت ارتفاع مایع در ظرف‌ها $\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$ برابر کدام است؟

- ① ۰٫۹۶ ② ۱٫۰۴ ③ ۱۰٫۴ ④ ۹٫۶

۴۷- ظرفی توسط ۲ لیتر مایع با ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} = 1.2 \times 10^{-4} K^{-1}$ به طور کامل پر شده است. اگر دمای ظرف و مایع را $60^\circ C$ افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط خطی ظرف $10^{-5} K^{-1} \times \frac{2}{3}$ است.)

- ① 13.6×10^{-3} ② ۱۲ ③ ۱۳٫۶ ④ ۱۶٫۸

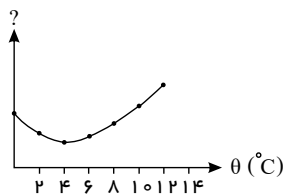
۴۸- بالنی شیشه‌ای را که حجم آن در دمای $0^\circ C$ برابر ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است، با جیوه با همان دمای بالن پر کرده‌ایم. اگر بالن و جیوه را تا دمای $100^\circ C$ گرم کنیم، 15.2 سانتی‌متر مکعب جیوه از بالن بیرون می‌ریزد. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $\frac{1}{K} = 18 \times 10^{-5} K^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه برحسب $\frac{1}{K}$ تقریباً کدام است؟

- ① 2.8×10^{-5} ② 6×10^{-5} ③ 9.3×10^{-6} ④ 8.4×10^{-6}

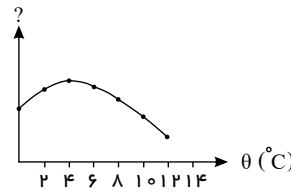
۴۹- مخزنی به شکل استوانه در اختیار داریم که ۹۸ درصد آن از بنزین پر شده است. مجموعه ابتدا در دمای $10^\circ C$ قرار دارد. دمای مجموعه تقریباً حداکثر به چند درجه سلسیوس می‌تواند برسد تا بنزین از مخزن بیرون نریزد؟ (ضریب انبساط طولی مخزن را $10^{-5} K^{-1}$ و ضریب انبساط حجمی بنزین را $10^{-3} K^{-1}$ در نظر بگیرید.)

- ① ۱ ② ۱۱ ③ ۲۱ ④ ۳۱

۵۰- با توجه به نمودارهای زیر، (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای آب و آب در دماهای نزدیک به صفر هستند. مقدار ثابتی آب درون یک ظرف را در نظر بگیرید.



(۱)



(۲)

- ① حجم - چگالی
② حجم - جرم
③ چگالی - حجم
④ چگالی - جرم

۵۱- اگر دمای آب درون سه ظرف (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب $39.2^\circ F$ ، $14^\circ C$ و $276K$ باشد و چگالی آب درون ظرف‌های (۱)، (۲) و (۳) را به ترتیب ρ_1 ، ρ_2 و ρ_3 بنامیم، کدام گزینه در مورد مقایسه چگالی آب درون این سه ظرف صحیح است؟

- ① $\rho_3 = \rho_2 = \rho_1$ ② $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$ ③ $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$ ④ $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$

۵۲- از 500 گرم آب $13^\circ C$ مقدار $21 kJ$ گرما می‌گیریم. چگالی آب چگونه تغییر می‌کند؟ $\left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}\right)$

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

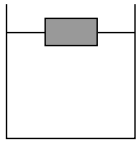
۵۳- فضای داخلی کره‌ی شیشه‌ای توخالی بدون منفذی، به طور کامل پر از آب است. اگر دمای این کره و آب داخل آن را از $4^\circ C$ به $0^\circ C$ برسانیم،

.....

- ① انبساط حجمی شیشه از آب بیش‌تر است و آسیبی به کره نمی‌رسد.
② چون تغییر دما کم است، تغییر در وضعیت کره مشاهده نمی‌شود.
③ کم شدن دمای آب داخل کره، سبب کاهش حجم آب و فشار بر جداره‌ی بیرونی کره شده و ممکن است سبب ترک برداشتن آن شود.
④ کم شدن دمای آب داخل کره، سبب افزایش حجم آب و فشار بر جداره‌ی داخلی کره شده و ممکن است سبب ترک برداشتن آن شود.

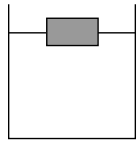


۵۴- در کدام یک از شکل‌های زیر مکعب چوبی یکسان کمتر داخل آب فرو رفته است؟ (دمای مکعب در همه شکل‌ها برابر است.)



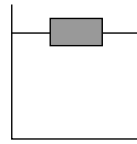
آب ۸۰°C

۱



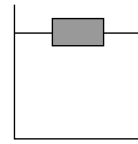
آب ۴°C

۲



آب ۱°C

۳



آب ۳۰°C

۴



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۱ چون تغییر طول میله مشخص است، برای محاسبه طول اولیه میله باید از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$ استفاده کنیم. در این رابطه چون یکای ضریب انبساط طولی (α) بر حسب $\frac{1}{^\circ C} K$ یا $\frac{1}{^\circ C}$ است، باید $\Delta \theta$ بر حسب K یا $^\circ C$ باشد. بنابراین ابتدا دما را از درجه فارنهایت به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow 85 - (-5) = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C = 50 K$$

اکنون طول اولیه میله را پیدا می‌کنیم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow L_1 = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta \theta} \xrightarrow[\Delta L = 0,6mm = 6 \times 10^{-4} m]{\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \Delta \theta = 50 K} L_1 = \frac{6 \times 10^{-4}}{1,2 \times 10^{-5} \times 50} \Rightarrow L_1 = 1 m$$

۲ - گزینه ۴ ابتدا ضریب انبساط طولی فلز میله را می‌یابیم:

$$\Delta L_1 = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \alpha \times 50 \times (30 - 10) \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

بنابراین طول میله در دمای $100^\circ C$ برابر است با:

$$L_p = L_1 + \Delta L_p \Rightarrow L_p = 50 + 2 \times 10^{-5} \times 50 \times (100 - 10) \Rightarrow L_p = 50,09 m = 50,09 cm$$

۳ - گزینه ۳ با توجه به رابطه‌ی افزایش طول میله در اثر افزایش دما و رابطه‌ی مقایسه‌ای آن داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{L'_1 \alpha \Delta \theta'}{L_1 \alpha \Delta \theta} \Rightarrow \frac{4d}{d} = \frac{L'_1 \alpha \Delta \theta'}{L_1 \alpha \times 20} \Rightarrow 4 = \frac{L'_1}{L_1} \times \frac{\Delta \theta'}{20}$$

$$L'_1 = L_1 \rightarrow \Delta \theta' = 80^\circ C \Rightarrow \Delta T = 80 K \Rightarrow T_p - 200 = 80 \Rightarrow T_p = 280 K$$

۴ - گزینه ۲ رابطه‌ی درصد افزایش طول به صورت $\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta \theta \times 100$ می‌باشد. با توجه به این که دو مکعب هم‌جنس‌اند و ضلع مکعب بزرگ‌تر ۲ برابر ضلع مکعب کوچک‌تر است داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_p}{\rho_1} = \frac{m_p}{m_1} \times \frac{V_1}{V_p} \Rightarrow 1 = \frac{m_p}{m_1} \times \frac{a^3}{8a^3} \Rightarrow m_p = 8m_1$$

از آن جایی که گرمای داده شده به دو مکعب یکسان است، داریم:

$$Q_1 = Q_p \Rightarrow m_1 C \Delta \theta_1 = m_p C \Delta \theta_p \Rightarrow \Delta \theta_1 = 8 \Delta \theta_p$$

برای درصد افزایش طول مکعب‌ها می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{درصد افزایش طول مکعب بزرگتر}}{\text{درصد افزایش طول مکعب کوچکتر}} = \frac{\Delta \theta_p}{\Delta \theta_1} = \frac{1}{8}$$

۵ - گزینه ۲ ابتدا تغییرات دما را برحسب کلونین یا درجه سلسیوس به دست می‌آوریم. با توجه به این که اختلاف دما در این دماسنج بین نقطه‌ی جوش و ذوب آب برابر با $(200 - (-40)) = 240$ درجه می‌باشد، بنابراین به ازای ۶۰ درجه تغییر دمای این دماسنج تغییر دمای فلز برحسب درجه سلسیوس برابر است با:

$$\Delta \theta = \frac{60}{240} \times 100 = 25^\circ C$$

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \xrightarrow[\alpha = 10^{-4} \frac{1}{^\circ C}]{\Delta \theta = 25^\circ C} \frac{\Delta L}{L_0} = 25 \times 10^{-4}$$

$$\text{درصد افزایش طول} = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 = 25 \times 10^{-2} = 0,25\%$$

۶ - گزینه ۳ اگر L_1 را طول میله بلندتر و L_p را طول میله کوتاه‌تر در نظر بگیریم، داریم:

$$L_1 - L_p = 30 cm, L'_1 + L'_p = 370,09 m$$

$$L'_1 + L'_p = L_1(1 + \alpha \Delta L) + L_p(1 + \alpha \Delta L)$$

$$\Rightarrow L_1(1 + 3 \times 10^{-5} \times 100) + L_p(1 + 3 \times 10^{-5} \times 100) = 370,09 m$$

$$\Rightarrow 1,003L_1 + 1,003L_p = 370,09 \Rightarrow L_1 + L_p = 3$$

$$\begin{cases} L_1 + L_p = 3 \\ L_1 - L_p = 0,3 \end{cases} \Rightarrow L_1 = 1,65 m, L_p = 1,35 m$$

چون ضریب انبساط طولی میله آلومینیومی بیش تر از ضریب انبساط طولی میله آهنی است، هنگامی که دما 0.4°C افزایش پیدا می کند، افزایش طول آلومینیوم بیش تر از افزایش طول آهن است، لذا داریم:

$$\text{Fe } \overline{\hspace{2cm}} \xrightarrow{\text{در دمای } 0^\circ\text{C}} \text{Fe } \overline{\hspace{2cm}} \xrightarrow{0.4^\circ\text{C}}$$

$$\text{Al } \overline{\hspace{2cm}} \xrightarrow{\text{در دمای } 100^\circ\text{C}} \text{Al } \overline{\hspace{2cm}} \xrightarrow{0.4^\circ\text{C}}$$

$$0^\circ\text{C} : L_{\text{Fe}} - L_{\text{Al}} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (1)$$

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

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

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

$$24 \times 10^{-6} \times 100 L_{\text{Al}} - 12 \times 10^{-6} \times 100 L_{\text{Fe}} = 2.4 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 12 \times 10^{-6} (2L_{\text{Al}} - L_{\text{Fe}}) = 2.4 \times 10^{-3} \Rightarrow 2L_{\text{Al}} - L_{\text{Fe}} = 2 \text{ m} \quad (2)$$

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

۸ - گزینه ۲ با استفاده از رابطه انبساط طولی برحسب افزایش دما در یک میله، داریم:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \Rightarrow L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

چون $\alpha_1 > \alpha_2$ است، به ازای یک تغییر دمای یکسان در دو میله که دارای طول اولیه یکسان هستند، میله (۱) افزایش طول بیشتری خواهد داشت. بنابراین:

$$L_1 - L_2 = (L_0 (1 + \alpha_1 \Delta T))_1 - (L_0 (1 + \alpha_2 \Delta T))_2$$

$$\xrightarrow{L_{01}=L_{02}=L_0} L_1 - L_2 = L_0 \Delta T (\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$\Rightarrow 1.8 = L_0 \times 200 \times (3 \times 10^{-5} - 12 \times 10^{-6}) \Rightarrow L_0 = 500 \text{ mm} = 50 \text{ cm}$$

۹ - گزینه ۱ برای آنکه اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند باید تغییر طول دو نوار همواره برابر باشد، بنابراین:

$$\Delta L_{\text{آهن}} = \Delta L_{\text{آلومینیوم}} \Rightarrow \alpha_{\text{آهن}} L_1 \Delta T = \alpha_{\text{آلومینیوم}} L_2 \Delta T$$

$$\Rightarrow 24 \times 10^{-6} \times L_1 = 12 \times 10^{-6} \times 450 \Rightarrow L_1 = 150 \text{ cm}$$

۱۰ - گزینه ۱ مجموع افزایش طول دو میله برابر با 2 mm است. با توجه به رابطه تغییرات طول با دما داریم:

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

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

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

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

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:

$$\Delta \theta = 25^\circ\text{C}$$

با توجه به رابطه انبساط طولی می توان نوشت:

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

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

۱۲ - گزینه ۱ طول هر ریل را در دمای 40°C تابستان (L_2) در نظر می گیریم و داریم:

$$L_2 = \frac{\text{فاصله ی بین دو شهر}}{\text{تعداد ریل ها}} = \frac{8000 \text{ m}}{500} \Rightarrow L_2 = 16000 \text{ m}$$

اکنون با توجه به رابطه ی انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow (L_2 - L_1) = \alpha L_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow (16006 - 16) = 2 \times 10^{-5} \times 16 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 50 \text{ K} \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ\text{C}$$

س حداقل دمای زمستان برابر است با:

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 50 = 40 - \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = -10^\circ\text{C}$$

۱۲ - گزینه ۴ طول میله ای بزرگ تر خواهد شد که افزایش طول بیش تری داشته باشد.

$$\Delta \theta = \frac{Q}{mc}$$

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

سبب $\frac{\alpha}{c}$ را برای تمام میله ها به دست می آوریم:



علیرضا ایدل خانی

$$A: \frac{\alpha_A}{c_A} = \frac{4 \times 10^{-6}}{5000} = \frac{4}{5} \times 10^{-9} (kg/J)$$

$$B: \frac{\alpha_B}{c_B} = \frac{6 \times 10^{-6}}{6000} = 10^{-9} (kg/J)$$

$$C: \frac{\alpha_C}{c_C} = \frac{3 \times 10^{-6}}{9000} = \frac{1}{3} \times 10^{-9} (kg/J)$$

$$D: \frac{\alpha_D}{c_D} = \frac{8 \times 10^{-6}}{7000} = \frac{8}{7} \times 10^{-9} (kg/J)$$

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

۱۴ - گزینه ۳ ابتدا دما برحسب درجه فارنهایت را به درجه سلسیوس تبدیل می کنیم:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \xrightarrow{F=50^\circ F} 50 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = 10^\circ C \Rightarrow T = 10^\circ C$$

اکنون با استفاده از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ تغییر طول میله در حالت دوم را به دست می آوریم. با توجه به شکل در بازه دمایی $0^\circ C$ تا $T_1 = 10^\circ C$ تغییر طول میله برابر با $\Delta L = 100,2 - 100 = 0,2 \text{ cm}$ است. برای بازه دمایی $0^\circ C$ تا $T_1 = 10^\circ C$ چون ضریب انبساط طولی ثابت است می توان نوشت:

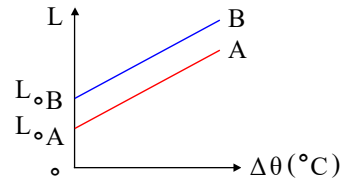
$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow{L_1, \alpha \text{ ثابت اند}} \frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{\Delta T'}{\Delta T} \xrightarrow{\Delta T' = 10 - 0 = 10^\circ C, \Delta L = 0,2 \text{ cm}} \frac{\Delta L'}{0,2} = \frac{10}{100} \Rightarrow \Delta L' = 0,2 \text{ cm}$$

بنابراین طول میله در دمای $10^\circ C$ برابر $50^\circ F$ برابر است با:

$$L'_\gamma = L_1 + \Delta L' \xrightarrow{L_1 = 100 \text{ cm}, \Delta L' = 0,2 \text{ cm}} L'_\gamma = 100 + 0,2 \Rightarrow L'_\gamma = 100,2 \text{ cm}$$

۱۵ - گزینه ۲ طبق رابطه $L_\gamma = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta$ شیب نمودار برابر با $L_1 \alpha$ است. چون دو خط موازی اند، شیب آن ها با هم برابر است، بنابراین می توان نوشت:

$$\begin{aligned} \text{شیب نمودار } A &= \text{شیب نمودار } B \Rightarrow L_{0A} \alpha_A = L_{0B} \alpha_B \\ \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} &= \frac{L_{0B}}{L_{0A}} \xrightarrow{L_{0B} > L_{0A}} \frac{\alpha_A}{\alpha_B} > 1 \Rightarrow \alpha_A > \alpha_B \end{aligned}$$



۱۶ - گزینه ۳ با استفاده از رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ داریم:

$$L_\gamma - L_1 = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow L_\gamma = \alpha L_1 \Delta T + L_1$$

می توان نتیجه گرفت که شیب نمودار $L - \Delta T$ برابر αL_1 می باشد:

$$\left. \begin{aligned} \Delta L_A &= 30 - 10 = 20 \text{ mm} \\ \Delta L_B &= 30 - 20 = 10 \text{ mm} \\ \Delta L &= \alpha L_1 \Delta T \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\Delta T_A = \Delta T_B} \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{\alpha_A L_{1A}}{\alpha_B L_{1B}}$$

از طرفی:

$$L_{1A} = 10 \text{ mm}, \quad L_{1B} = 20 \text{ mm}$$

بنابراین:

$$\frac{20}{10} = \frac{10}{20} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 4$$

۱۷ - گزینه ۱ در پدیده انبساط، تمام فاصله ها افزایش می یابد. با گرم کردن صفحه فلزی، صفحه و فضای شامل سوراخ منبسط می شوند.

۱۸ - گزینه ۲ فاصله لبه حفره تا لبه صفحه فلزی در ابتدا 3 cm است. طبق رابطه انبساط طولی در اثر تغییر دما داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = 3 \times 10^{-6} \times 100 = 3 \times 10^{-3} \text{ cm} = 0,3 \text{ mm}$$

۱۹ - گزینه ۲ موارد «ب» و «ت» نادرست هستند:

«ب»: این دماسنج از دو تیغه فلزی متفاوت مانند آهن و برنج ساخته می شود که سرتاسر به هم جوش داده و یا پرچ می شوند.

«ت»: ثبت بیشینه و کمینه دما، از ویژگی های دماسنج بیشینه-کمینه است.

۲۰ - گزینه ۱ باتوجه به این که تغییر طول فلزها از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ به دست می آید. با افزایش دما، فلزی که α بزرگ تری دارد طولش بیشتر افزایش می یابد و نوار دو فلزه به سمت فلزی که α کم تری دارد خم می شود. با کاهش دما فلزی که α بزرگ تری دارد طولش بیشتر کاهش می یابد و نوار دو فلزه به سمت آن خم می شود. بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{حالت اول: } \alpha_1 &> \alpha_2 \Rightarrow \alpha_3 > \alpha_1 > \alpha_2 \\ \text{حالت دوم: } \alpha_3 &> \alpha_1 \end{aligned}$$

۲۱ - گزینه ۳ رفتار این تیغه ها شبیه به پدیده ای است که در دماسنج نواری دو فلزه اتفاق می افتد. در این دماسنج ها، یک نوار دو فلزه با افزایش یا کاهش دما خم می شود. این خم شدن طوری

ست که:

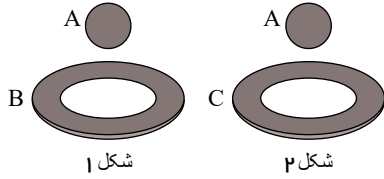
افزایش دما: تیغه با ضریب انبساط بیشتر، کمان خارجی و تیغه دیگر کمان داخلی را تشکیل می دهند.

کاهش دما: تیغه با ضریب انبساط کمتر، کمان خارجی و تیغه دیگر کمان داخلی را تشکیل می دهند.

۲۲ - گزینه ۴ در شکل (۱) با کاهش دمای یکسان، توپ وارد حلقه می شود یعنی کاهش قطر توپ بیشتر است یعنی ضریب انبساط طولی A از بیشتر است. در شکل (۲) با افزایش دمای یکسان،



توپ از حلقه عبور می‌کند پس افزایش قطر حلقه C بیشتر است یعنی ضریب انبساط طولی بیشتری دارد.



۲۳ - گزینه ۴ با استفاده از رابطه انبساط سطحی، داریم:

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T \Rightarrow 2\alpha = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta T} = \frac{27 \times 10^{-3}}{40 \times 5 \times (527 + 273 - 500)}$$

$$\Rightarrow 2\alpha = \frac{27 \times 10^{-3}}{2 \times 10^2 \times 3 \times 10^2} = 4.5 \times 10^{-7} K^{-1}$$

۲۴ - گزینه ۲ با استفاده از رابطه مساحت دایره ($A = \pi r^2$) و رابطه انبساط سطحی جسم جامد و با توجه به اینکه $A_{pb} = 2A_{pa}$ است، دمای T_p را به دست می‌آوریم:

$$A_{pb} = 2A_{pa} \xrightarrow{A_p = A_1(1+2\alpha\Delta T)} A_{1b}(1+2\alpha_b\Delta T) = 2 \times A_{1a}(1+2\alpha_a\Delta T)$$

$$\xrightarrow{A = \pi r^2} \pi r_{1b}^2(1+2\alpha_b\Delta T) = 2 \times \pi r_{1a}^2(1+2\alpha_a\Delta T)$$

$$\xrightarrow{r_{1a} = 2.0 \text{ cm}, r_{1b} = 4.0 \text{ cm}} 1600 \times (1+2\alpha_b\Delta T) = 2 \times 400 \times (1+2\alpha_a\Delta T)$$

$$\Rightarrow 2(1+2\alpha_b\Delta T) = 1+2\alpha_a\Delta T \Rightarrow 2+4\alpha_b\Delta T = 1+2\alpha_a\Delta T$$

$$\Rightarrow 4\alpha_b\Delta T - 2\alpha_a\Delta T = 1-2 \Rightarrow \Delta T(4\alpha_b - 2\alpha_a) = -1$$

$$\xrightarrow{\alpha_a = 6 \times 10^{-7} \frac{1}{K}} \Delta T(4 \times 2 \times 10^{-7} - 2 \times 6 \times 10^{-7}) = -1 \Rightarrow \Delta T \times (-4 \times 10^{-7}) = -1$$

$$\alpha_b = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{1}{4 \times 10^{-7}}$$

$$\Delta T = \frac{10^7}{4} = \frac{10000}{4} \Rightarrow \Delta T = 2500 K = 2500^\circ C \Rightarrow \theta_p - 0 = 2500 \Rightarrow \theta_p = 2500^\circ C$$

۲۵ - گزینه ۳ ضریب انبساط سطحی فلزها را به دست می‌آوریم. داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow 10^{-2} = 1 \times \alpha \times 20 \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \Delta A = 2 \times 2 \times 5 \times 10^{-4} \times 40 = 8 \times 10^{-2} m^2 = 800 cm^2$$

۲۶ - گزینه ۱ هنگامی که یک ورقه فلزی به طول ضلع 10 cm را از ورقه مسی استخراج می‌کنیم و دمای آن را افزایش می‌دهیم. مساحت آن برابر می‌شود با:

$$A_p = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$$

حال اگر دمای ورقه‌ای که شامل حفره می‌باشد را کاهش دهیم، مساحت حفره برابر می‌شود با:

$$A'_p = A_1(1-2\alpha\Delta\theta)$$

حال اختلاف مساحت حفره و ورقه اصلی برابر است با:

$$A_p - A'_p = A_1(1+2\alpha\Delta\theta) - A_1(1-2\alpha\Delta\theta)$$

$$A_p - A'_p = A_1(1+2\alpha\Delta\theta - 1 + 2\alpha\Delta\theta) = 4A_1\alpha\Delta\theta$$

$$\xrightarrow{A_p - A'_p = 34 mm^2 = 34 \times 10^{-6} m^2} 34 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-2} \times 17 \times 10^{-6} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, A_1 = 1000 cm^2 = 10^{-2} m^2$$

۲۷ - گزینه ۲ طبق رابطه انبساط سطحی در اثر تغییر دما داریم:

$$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T \xrightarrow{\Delta T = 400^\circ C, \Delta A = 0.008 A_1} 0.008 A_1 = A_1(2\alpha) \times 400$$

$$\Rightarrow 8 \times 10^{-3} = 8 \times 10^2 \alpha \Rightarrow \alpha = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

۲۸ - گزینه ۳ چون جنس ورقه‌ها و قطر روزنه داخل آن‌ها یکسان است، در اثر افزایش دمای یکسان آن‌ها طبق رابطه انبساط سطحی $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T$ ، افزایش مساحت روزنه‌ها یکسان

$$2\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

۲۸ - گزینه ۳ چون جنس ورقه‌ها و قطر روزنه داخل آن‌ها یکسان است، در اثر افزایش دمای یکسان آن‌ها طبق رابطه انبساط سطحی $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T$ ، افزایش مساحت روزنه‌ها یکسان



است، لذا افزایش قطر همه آن‌ها با یکدیگر برابر است و به ابعاد صفحه فلزی بستگی ندارد.

۲۹ - گزینه ۳ چون تغییر دما، شعاع و جنس هر دو دایره یکسان می‌باشد، در نتیجه باتوجه به رابطه $\Delta R = R_0 \alpha \Delta \theta$ افزایش شعاع برای هر دو دایره یکسان می‌باشد.

نکته: جدا کردن دایره با شعاع R_p از ورقه، تأثیری در افزایش شعاع فضای خالی ورقه ندارد.

۳۰ - گزینه ۲ مساحت حفره افزایش می‌یابد زیرا در اثر انبساط، تمام ابعاد صفحه افزایش پیدا می‌کند، لذا طبق رابطه انبساط سطحی در اثر دما داریم:

$$\Delta A = A_1 (\alpha) \Delta T$$

$$\text{درصد افزایش مساحت حفره} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{A_1 (\alpha) \Delta T}{A_1} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \rightarrow \text{درصد افزایش مساحت} = 2 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 0.24\%$$

$$\Delta T = 100^\circ C$$

۳۱ - گزینه ۲ با استفاده از رابطه‌ی بین افزایش دما و افزایش سطح و حجم یک جسم جامد (انبساط)، داریم:

$$\frac{\Delta A}{\Delta V} = \frac{A_1 (\alpha) \Delta \theta}{V_1 (\alpha) \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta V} = \frac{A_1 \times 2 \times 30}{V_1 \times 3 \times 40} \Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta V} = \frac{1}{4} = 25\%$$

۳۲ - گزینه ۲ با استفاده از رابطه $\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$ و باتوجه به این که $\beta = 3\alpha$ است، می‌توان نوشت:

$$\beta = 3\alpha, \Delta V = \frac{0.18}{100} V_1$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \rightarrow \frac{0.18}{100} V_1 = V_1 (3\alpha) \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \frac{0.18}{100} = 3 \times 12 \times 10^{-6} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{18 \times 10^{-2}}{36 \times 10^{-4}} = 50^\circ C$$

$$\theta_1 = 5^\circ C$$

$$\theta_p = \theta_1 + \Delta \theta \rightarrow \theta_p = 5 + 50 = 55^\circ C$$

۳۳ - گزینه ۲ چون V_1 ، β و ΔT معلوم‌اند، با استفاده از رابطه $\Delta V = V_1 \beta \Delta T$ ، تغییر حجم سوخت را به دست می‌آوریم و سپس با حجم اولیه جمع می‌کنیم. دقت کنید چون دمای هوا $50^\circ C$ سردتر شده است، $\Delta T = -50^\circ C$ است.

$$\Delta T = -50^\circ C, V_1 = 3 \times 10^4 L$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T \rightarrow \Delta V = 3 \times 10^4 \times 10^{-3} \times (-50) \Rightarrow \Delta V = -1500 L$$

$$\beta = 10^{-3} \frac{1}{^\circ C}$$

$$V_p = V_1 + \Delta V \rightarrow V_p = 30000 - 1500 \Rightarrow V_p = 28500 L$$

$$\Delta V = -1500 L$$

۳۴ - 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.

۳۵ - گزینه ۳ باتوجه به رابطه مقایسه‌ای افزایش حجم دو کره داریم:

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

$$\frac{V = \frac{4}{3} \pi R^3}{\Delta \theta_A = \Delta \theta_B} \rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times 1 \rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{R_A^3}{R_B^3} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 3 \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{R_A^3}{R_B^3} = \frac{27}{8} = 3.375$$

۳۶ - گزینه ۳

$$\Delta V = \alpha V_1 \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\alpha_A V_{1A}}{\alpha_B V_{1B}} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$$

دو کره هم‌جنس هستند پس $\alpha_A = \alpha_B$ و $c_A = c_B$ و هم‌حجم هستند، پس $V_{1A} = V_{1B}$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} \quad (1)$$

اما چون جرم‌های دو کره متفاوت است، تغییر دما نیز متفاوت خواهد بود. حال $\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$ را یافته، جایگزین می‌کنیم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A = m_B c_B \Delta T_B \xrightarrow{c_A = c_B} m_A \Delta T_A = m_B \Delta T_B$$

$$\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{1}{2} \xrightarrow{(1)} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{1}{2}$$

۳۱ - گزینه ۱ ضریب انبساط سطحی تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی و ضریب انبساط حجمی تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی می‌باشد.

$$\gamma = 2\alpha, \beta = 3\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{\beta}{3}$$

۳۸ - گزینه ۳ طبق رابطه انبساط حجمی مایعات، داریم:



$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \xrightarrow{\Delta V = -40 \text{ cm}^3 = -40 \times 10^{-3} \text{ L}, \Delta \theta = -20^\circ \text{C}} -40 \times 10^{-3} = V_1 \times 2 \times 10^{-3} \times -20 \Rightarrow V_1 = 1 \text{ L}$$

$$\beta = 2 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$$

۳۹ - گزینه ۱ ابتدا مقدار افزایش دمای کره را به دست می آوریم، با توجه به رابطه افزایش طول و ضریب انبساط طولی داریم:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\frac{\Delta R}{R_1} = 0,5 \times 10^{-2}} 0,5 \times 10^{-2} = 10^{-2} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ \text{C}$$

$$\alpha = 10^{-2} \frac{1}{\text{K}}$$

با کمک رابطه گرمای مبادله شده، حجم فلز به کار رفته در کره را به دست می آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{m=\rho V} Q = \rho Vc\Delta\theta$$

$$\rho = 15000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, c = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ \text{C}} \xrightarrow{\Delta \theta = 50^\circ \text{C}, Q = 6000 \text{ J}} 6000 = 15000 \times V \times 400 \times 50$$

$$\Rightarrow V = \frac{6000}{15000 \times 400 \times 50} = \frac{1}{1000 \times 50} \text{ m}^3 = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^4} \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{کره}} - V_{\text{فلز}} \xrightarrow{V_{\text{کره}} = \frac{4}{3}\pi r^3, V_{\text{فلز}} = 20 \text{ cm}^3} V_{\text{حفره}} = \frac{4}{3} \times 3 \times 2^3 - 20 = 12 \text{ cm}^3$$

$$r = 2 \text{ cm}$$

۴۰ - گزینه ۳ با استفاده از رابطه $\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$ ، ضریب انبساط حجمی الکل را به دست می آوریم.

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T) \xrightarrow{\rho_1 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_2 = 756 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \Delta T = 50^\circ \text{C}} 756 = 800 (1 - \beta \times 50) \Rightarrow 756 = 800 - 800 \times 50 \beta$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^4 \beta = 800 - 756 \Rightarrow 4 \times 10^4 \beta = 44 \Rightarrow \beta = 1,1 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$$

۴۱ - گزینه ۴ مطابق رابطه $\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$ تغییر چگالی جیوه برابر است با:

$$\rho_2 = \rho_1 - \rho_1 \beta \Delta T \xrightarrow{\Delta T = 100^\circ \text{C}} \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = -\beta \Delta T$$

$$\beta = 18 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}} \xrightarrow{\times 100} \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -1,8\%$$

بنابراین چگالی جیوه تقریباً ۱,۸ درصد کاهش می یابد.

۴۲ - گزینه ۱

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} (\%) = \alpha \Delta \theta \times 100 \xrightarrow{\frac{\Delta L}{L_1} (\%) = 2,3} \alpha \Delta \theta = 0,023$$

حال رابطه تغییر چگالی را می نویسیم:

$$\rho_2 \simeq \rho_1 (1 - \beta \Delta \theta) \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} (\%) \simeq -\beta \Delta \theta \times 100$$

$$\beta = 3\alpha \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} (\%) \simeq -3\alpha \Delta \theta \times 100 \xrightarrow{\alpha \Delta \theta = 0,023} \frac{\Delta \rho}{\rho_1} (\%) \simeq -3 \times 0,023 \times 100 = -6,9\%$$

بنابراین چگالی تقریباً ۶,۹٪ کاهش می یابد.

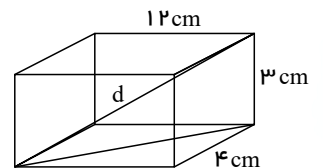
۴۳ - گزینه ۲ طبق رابطه انبساط حجمی مایع و با فرض ثابت بودن A، داریم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \xrightarrow{V_1 = A \cdot h_1} A \cdot \Delta h = \beta A \cdot h_1 \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta h}{h_1} = \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر ارتفاع} = \frac{\Delta h}{h_1} \times 100 = \beta \Delta T \times 100 = 10^{-2} \times 20 \times 100 = 2\%$$

۴۴ - گزینه ۱

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



$$\sqrt{12^2 + 4^2} = \sqrt{160} \text{ cm}$$

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



علیرضا ایدل خانی

$$\Delta d = d\alpha\Delta\theta \xrightarrow[\substack{d=13cm=130mm \\ \Delta d=3,9mm}]{\frac{3,9}{130}} = \alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{3}{100}$$

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

$$\Delta V = V_{ظرف} \times 3\alpha \times \Delta\theta \xrightarrow[\substack{\Delta V=9720mm^3 \\ \alpha\Delta\theta=\frac{3}{100}}]{\frac{9720 \times 100}{3 \times 3}} = 108000mm^3$$

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

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

۴۵ - گزینه ۲ در هر دمایی ارتفاع مایع درون ظرف از رابطه زیر به دست می آید:

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

بنابراین برای قبل و بعد از افزایش دمای مجموعه داریم:

قبل از دما:

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

بعد از افزایش دما:

$$h_2 = \frac{V_2}{A_2}$$

که:

$$V_2 = V_1(1 + \beta\Delta\theta) \text{ و } A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta)$$

$$h_2 = \frac{V_2}{A_2} = \frac{V_1(1 + \beta\Delta\theta)}{A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta)} = \frac{V_1}{A_1} \times \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + 2\alpha\Delta\theta)} = h_1 \times \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + 2\alpha\Delta\theta)} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{(1 + \beta\Delta\theta)}{(1 + 2\alpha\Delta\theta)}$$

ارتفاع مایع درون ظرف ۵ درصد زیاد شده است، بنابراین کسر $\frac{h_2}{h_1}$ باید برابر ۱,۰۵ باشد. در این صورت داریم:

$$\frac{h_2}{h_1} = 1,05 \Rightarrow \frac{1 + \beta\Delta\theta}{1 + 2\alpha\Delta\theta} = 1,05 \Rightarrow \frac{1 + (3,55 \times 10^{-5})\Delta\theta}{1 + 2 \times (5 \times 10^{-5})\Delta\theta} = 1,05$$

$$\Rightarrow 1 + (3,55 \times 10^{-5})\Delta\theta = 1,05 + (1,05 \times 10^{-4})\Delta\theta$$

$$\Rightarrow (2,5 \times 10^{-5})\Delta\theta = 0,05 \Rightarrow \Delta\theta = 200^\circ C \Rightarrow \Delta T = 200K$$

۴۶ - گزینه ۲ چون فشار مایع در کف ظرفها یکسان است، می توان نوشت:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (1)$$

ولی چون دمای مایع در ظرفها یکسان نیست، پس چگالی آنها با هم متفاوت است. با توجه به رابطه چگالی با تغییر دما داریم:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta\Delta T} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 1 + \beta\Delta T \quad (2)$$

در نتیجه:

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{h_2}{h_1} = 1 + \beta\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = 1 + 0,8 \times 10^{-3} \times 50 = 1 + 0,04 = 1,04$$

۴۷ - گزینه ۲

با استفاده از رابطه‌ی بین دما و افزایش حجم مایع و ظرف، می توان نوشت:

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_1(\beta - 3\alpha)\Delta\theta$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = 2 \times 10^3 \times (1,2 \times 10^{-5} - 3 \times \frac{2}{3} \times 10^{-5}) \times 60 \Rightarrow \Delta V_{\text{ظاهری}} = 12cm^3$$

۴۸ - گزینه ۳

$$\Delta V = V \cdot (\beta_{\text{جوهر}} - 3\alpha_{\text{بالن}})\Delta T \Rightarrow \beta_{\text{جوهر}} - 3\alpha_{\text{بالن}} = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta T} \Rightarrow 3\alpha_{\text{بالن}} = \beta_{\text{جوهر}} - \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta T}$$

$$3\alpha_{\text{بالن}} = 18 \times 10^{-5} - \frac{15,2}{1000 \times 100} = 2,8 \times 10^{-5} \Rightarrow \alpha \approx 9,3 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

۴۹ - گزینه ۲ بنزین زمانی از مخزن بیرون می ریزد که حجم آن با حجم مخزن در دمای خاصی برابر شود. پس:



$$V_{\text{مخزن}} = V_{\text{بنزین}} \Rightarrow \underbrace{V_1(3\alpha\Delta T + 1)}_{\text{مخزن}} = \underbrace{V_1(\beta\Delta T + 1)}_{\text{بنزین}}$$

$$\frac{V_1 \text{ بنزین} = \frac{98}{100} V_1 \text{ مخزن}}{\text{بنزین}} \rightarrow 1 + 3\alpha\Delta T = \frac{98}{100}(1 + \beta\Delta T)$$

$$1 + 3\alpha\Delta T = \frac{98}{100} + \frac{98}{100}\beta\Delta T \Rightarrow \frac{2}{100} = \left(\frac{98}{100}\beta - 3\alpha\right)\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{0,02}{0,98 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-5}} = \frac{0,02}{0,95 \times 10^{-3}} = \frac{2000}{95} = \frac{400}{19} \approx 21K = 21^\circ C$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \xrightarrow[\theta_1 = -10^\circ C]{\Delta\theta = 21^\circ C} \theta_2 = 21 - 10 = 11^\circ C$$

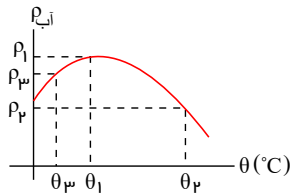
۵۰ - گزینه ۱ رفتار آب در دماهای نزدیک به صفر غیرعادی است (با کاهش دمای آب). از دماهای بالا تا $4^\circ C$ حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد اما پس از آن حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد.

۵۱ - گزینه ۳ دمای آب درون سه ظرف را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow 39,2 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \Rightarrow \frac{9}{5}\theta_1 = 7,2 \Rightarrow \theta_1 = 4^\circ C$$

$$\theta_2 = 14^\circ C$$

$$T_3 = \theta_3 + 273 \Rightarrow 276 = \theta_3 + 273 \Rightarrow \theta_3 = 3^\circ$$



آب در دمای $\theta = 4^\circ C$ بیشترین چگالی را دارد و در بازه صفر تا چهار درجه سلسیوس چگالی آب افزایش و بعد از چهار درجه سلسیوس چگالی آب کاهش می‌یابد:

$$\Rightarrow \rho_1 > \rho_3, \rho_1 > \rho_2$$

بنابراین با توجه به گزینه‌ها، گزینه ۳، صحیح است.

۵۲ - گزینه ۴ ابتدا دمای آب را پس از این که گرما از دست می‌دهد، به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$-21000 = 0,5 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = -10^\circ C$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \xrightarrow[\Delta\theta = -10^\circ C]{\theta_1 = 13^\circ C} -10 = \theta_2 - 13 \Rightarrow \theta_2 = 3^\circ C$$

چون دمای آب از $13^\circ C$ به $3^\circ C$ رسیده است، حجم آب ابتدا کاهش (از $13^\circ C$ تا $4^\circ C$ حجم آب کم می‌شود) و سپس افزایش می‌یابد (از $4^\circ C$ تا $3^\circ C$ حجم آب زیاد می‌شود). بنابراین طبق رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ ، چگالی که با حجم رابطه‌ی عکس دارد، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۵۳ - گزینه ۴ حجم آب در اثر کاهش دما از $4^\circ C$ به $0^\circ C$ ، با توجه به رفتار غیر عادی آب، افزایش می‌یابد. با افزایش حجم آب داخل کره، فشار بر جداره‌ی داخلی کره افزایش می‌یابد و ممکن است سبب ترک برداشتن آن شود.

۵۴ - 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.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۱	۹ - ۱	۱۷ - ۱	۲۵ - ۳	۳۳ - ۲	۴۱ - ۴	۴۹ - ۲
۲ - ۴	۱۰ - ۱	۱۸ - ۲	۲۶ - ۱	۳۴ - ۴	۴۲ - ۱	۵۰ - ۱
۳ - ۳	۱۱ - ۲	۱۹ - ۲	۲۷ - ۲	۳۵ - ۳	۴۳ - ۲	۵۱ - ۳
۴ - ۲	۱۲ - ۱	۲۰ - ۱	۲۸ - ۳	۳۶ - ۳	۴۴ - ۱	۵۲ - ۴
۵ - ۲	۱۳ - ۴	۲۱ - ۳	۲۹ - ۳	۳۷ - ۱	۴۵ - ۲	۵۳ - ۴
۶ - ۳	۱۴ - ۳	۲۲ - ۴	۳۰ - ۲	۳۸ - ۳	۴۶ - ۲	۵۴ - ۳
۷ - ۴	۱۵ - ۲	۲۳ - ۴	۳۱ - ۲	۳۹ - ۱	۴۷ - ۲	
۸ - ۲	۱۶ - ۳	۲۴ - ۲	۳۲ - ۲	۴۰ - ۳	۴۸ - ۳	