۱ ضریب انبساط حجمی فلزی $۹ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ F}$ است. ضریب انبساط طولی آن چند $\frac{۱}{K}$ است؟

۱) ۳×۱۰^{-۶} ۲) ۵×۱۰^{-۶} ۳) $\frac{۵}{۳} \times ۱۰^{-۶}$ ۴) $\frac{۳}{۵} \times ۱۰^{-۶}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا ضریب انبساط حجمی را از $\frac{۱}{^\circ F}$ به $\frac{۱}{K}$ تبدیل می‌کنیم. چون $\frac{۱}{K}$ برابر با $\frac{۱}{^\circ C}$ است، بهتر است مشخص کنیم تغییر دمای $۱^\circ F$ برابر با تغییر دمای چند درجهٔ سلسیوس است. داریم:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow \Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta \Rightarrow ۱^\circ F = \left(\frac{۹}{۵}\right)^\circ C$$

اکنون ضریب انبساط حجمی را از $\frac{۱}{^\circ F}$ به $\frac{۱}{^\circ C}$ تبدیل می‌کنیم:

$$\beta = ۹ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{^\circ F} \times \frac{۱^\circ F}{\left(\frac{۹}{۵}\right)^\circ C} = ۵ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{^\circ C} = ۵ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$$

با توجه به این‌که $\beta_{\text{جامد}} = ۳\alpha$ است، ضریب انبساط طولی فلز برابر است با:

$$\beta = ۳\alpha \xrightarrow{\beta = ۵ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}} ۵ \times ۱۰^{-۶} = ۳\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۵}{۳} \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$$

۲ دو کرهٔ فلزی A و B داریم که شعاع آن‌ها R_A و $R_B = ۲R_A$ است. دمای این دو کره را به یک اندازه افزایش می‌دهیم. اگر افزایش حجم کرهٔ A سه برابر افزایش حجم کرهٔ B باشد، ضریب انبساط خطی کرهٔ A چند برابر ضریب انبساط خطی کرهٔ B است؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۸

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به رابطهٔ مقایسه‌ای افزایش حجم دو کره داریم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{1A}}{V_{1B}} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\xrightarrow[\Delta\theta_A=\Delta\theta_B]{V=\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times 1 \xrightarrow[R_B=2R_A]{\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=3} 3 = \left(\frac{R_A}{2R_A}\right)^3 \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 24$$

۳ اگر دمای یک کره‌ی فلزی را ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن ۳ درصد افزایش می‌یابد. در این صورت ضریب انبساطی سطحی فلز در SI کدام است؟

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به رابطه‌ی افزایش حجم با افزایش دما برای یک ماده داریم:

$$\Delta V = V_1\beta\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta=200^\circ C]{\beta=3\alpha\ ,\ \frac{\Delta V}{V_1}=\frac{3}{100}} \frac{3}{100} = 200 \times 3\alpha \rightarrow \alpha = \frac{1}{2} \times 10^{-4}\frac{1}{^\circ C}$$

ضریب انبساط سطحی $= 2\alpha = 10^{-4}\frac{1}{^\circ C}$

۴ اگر دمای یک سکه را ۵۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی این فلز در SI کدام است؟

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به تعریف درصد تغییرات مساحت، ضریب انبساط خطی (طولی) را به‌دست می‌آوریم.

درصد تغییرات مساحت $= \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha\Delta\theta \times 100 \Rightarrow \frac{1}{100} = 2\alpha \times 500 \Rightarrow \alpha = 10^{-5}\frac{1}{^\circ C}$

ضریب انبساط حجمی سه برابر ضریب انبساط طولی است. پس:

ضریب انبساط حجمی $= 3\alpha = 3 \times 10^{-5}\frac{1}{K}$

۵ طول ضلع یک مکعب فلزی $5cm$ و دمای آن $20^\circ C$ است. اگر دمای این مکعب فلزی را به $120^\circ C$ برسانیم. حجم آن چند سانتی‌متر مکعب می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی فلز $2 \times 10^{-6}\frac{1}{^\circ C}$ است.)

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

پاسخ: ④ ③ ② ① ابتدا به روش هندسی حجم اولیه‌ی مکعب و سپس از رابطه‌ی $V_۲ = V_۱(۱ + ۳\alpha\Delta\theta)$ حجم مکعب را در دمای $۱۲۰^\circ c$ به‌دست می‌آوریم.

$$V_۱ = a^۳ \Rightarrow V_۱ = ۵^۳ = ۱۲۵ \Rightarrow V_۱ = ۱۲۵cm^۳$$

$$V_۲ = V_۱(۱ + ۳\alpha \times \Delta\theta) \Rightarrow V_۲ = ۱۲۵(۱ + ۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰) \Rightarrow V_۲ = ۱۲۵/۰۷۵cm^۳$$

۶ اگر ضریب انبساط حجمی گلیسرین برابر $۵ \times ۱۰^{-۴}\frac{۱}{K}$ باشد، دمای آن را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم آن ۳ درصد افزایش یابد؟

① ۲۰ ② ۲۹۳ ③ ۲۷۳/۲ ④ ۶۰

پاسخ: ④ ③ ② ① در مورد درصد انبساط حجمی می‌توان گفت:

$$\text{درصد انبساط حجمی} = \frac{\Delta V}{V_۱} \times ۱۰۰ = B\Delta t \Rightarrow ۳ = ۵ \times ۱۰^{-۴} \times \Delta T \times ۱۰۰ \Rightarrow \Delta T = ۶۰K$$

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta T \Rightarrow$$

۷ اگر دمای الکل را ۵۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، چگالی آن از $۸۰۰\frac{kg}{m^۳}$ به $۷۵۶\frac{kg}{m^۳}$ کاهش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی الکل چند واحد SI است؟

① $۱۰^{-۳}$ ② $۱/۱ \times ۱۰^{-۲}$ ③ $۱/۱ \times ۱۰^{-۳}$ ④ $۱۰^{-۴}$

پاسخ: ④ ③ ② ① با استفاده از رابطهٔ $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T)$، ضریب انبساط حجمی الکل را به‌دست می‌آوریم.

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) \xrightarrow[\Delta T = ۵۰^\circ C]{\rho_۱ = ۸۰۰\frac{kg}{m^۳},\ \rho_۲ = ۷۵۶\frac{kg}{m^۳}} ۷۵۶ = ۸۰۰(۱ - \beta \times ۵۰) \Rightarrow ۷۵۶ = ۸۰۰ - ۸۰۰ \times ۵۰\beta$$

$$\Rightarrow ۴ \times ۱۰^۴\beta = ۸۰۰ - ۷۵۶ \Rightarrow ۴ \times ۱۰^۴\beta = ۴۴ \Rightarrow \beta = ۱/۱ \times ۱۰^{-۳}\frac{۱}{K}$$

۸ جسم جامدی در دمای $۲۵۰^\circ C$ دارای چگالی $۴\frac{g}{cm^۳}$ است. اگر ضریب انبساط طولی این جسم $۴ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ باشد، در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس تقریباً چگالی آن $۲۴\frac{kg}{m^۳}$ افزایش می‌یابد؟

① ۴۰۰ ② ۱۰۰ ③ ۳۰۰ ④ ۲۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ رابطهٔ چگالی با تغییر دما به صورت $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T)$ است. در نتیجه تغییر چگالی با دما دارای رابطه‌ای به صورت $\Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta T$ خواهد بود. کاهش دما باعث افزایش چگالی خواهد شد:

$$\Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta T \Rightarrow ۲۴ = -۴ \times ۱۰^{۳} \times ۳ \times ۴ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = -۵۰K$$

$$\Delta\theta = \Delta T = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow -۵۰ = \theta_۲ - ۲۵۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۲۰۰^{\circ}C$$

۹ یک میلهٔ فلزی نازک را به‌طور یکنواخت حرارت می‌دهیم. اگر طول میله ۰٫۴ درصد افزایش یابد و چگالی آن $۵۹٫۴kg/m^{۳}$ کاهش یابد، چگالی اولیهٔ میله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است؟

۱) ۱٫۶۵ ۲) ۶ ۳) ۴٫۹۵ ۴) ۱۶۵۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

$$\Delta L = L_۰\alpha\Delta\theta \xrightarrow{\frac{\Delta L}{L_۰} = ۰٫۴ \times ۱۰^{-۲}} \alpha\Delta\theta = ۴ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\rho = \rho_۰(۱ - \beta\Delta\theta) \xrightarrow{\beta = ۳\alpha} ۳\alpha\Delta\theta = \frac{\rho_۰ - \rho}{\rho_۰}$$

$$\xrightarrow[\alpha\Delta\theta = ۴ \times ۱۰^{-۳}]{\rho_۰ - \rho = ۵۹٫۴kg/m^{۳}} \rho_۰ = \frac{۵۹٫۴}{۱۲ \times ۱۰^{-۳}} = ۴۹۵۰kg/m^{۳} = ۴٫۹۵g/cm^{۳}$$

۱۰ دو گلولهٔ 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 می دهیم 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 بزرگ‌تر می‌شود؟

۱) توپُر - توپُر ۲) توخالی - توخالی

۳) هر دو یک اندازه می‌شوند - توپُر ۴) هر دو یک اندازه می‌شوند - توخالی

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق رابطهٔ $\Delta V = V_۱\beta\Delta T$ ، با ثابت بودن پارامترهای $V_۱$ (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 رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$، افزایش دمای گلولهٔ سبک‌تر (توخالی) بیش‌تر می‌شود، پس انبساط آن نیز بیش‌تر خواهد بود.

۱۱ یک پوستهٔ کروی نازک فلزی به شعاع $۲۰cm$ در اختیار داریم، اگر دمای پوسته را به‌طور یکنواخت $۴۰^\circ C$ افزایش دهیم، سطح کره $۶۰۰mm^۲$ افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی این فلز در SI کدام است؟ ($\pi \simeq ۳$)

۱) $\frac{۱}{۱۶} \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲} \times ۱۰^{-۳}$ ۳) $\frac{۳}{۶۴} \times ۱۰^{-۳}$ ۴) $\frac{۹}{۶۴} \times ۱۰^{-۳}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به رابطهٔ تغییر سطح با ضریب انبساط سطحی داریم:

$$\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta\theta \xrightarrow[a=۴\pi R^۲, R=۲۰۰cm=۲۰۰mm]{\Delta\theta=۴۰^\circ C, \pi=۳, \Delta A=۶۰۰mm^۲} ۶۰۰ = ۴ \times ۳ \times ۲۰۰^۲ \times ۲ \times \alpha \times ۴۰$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۶۴} \times ۱۰^{-۳} \frac{۱}{^\circ C} \Rightarrow \beta = ۳\alpha = \frac{۳}{۶۴} \times ۱۰^{-۳} \frac{۱}{^\circ C}$$

۱۲ اگر دمای ماده‌ای $۹۰^\circ F$ افزایش یابد، چگالی آن ۲٫۵ درصد کاهش می‌یابد، ضریب انبساط سطحی این ماده در SI کدام است؟

۱) ۵×۱۰^{-۴} ۲) $\frac{۵۰}{۲۷} \times ۱۰^{-۴}$ ۳) $\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۳}$ ۴) $\frac{۵}{۳} \times ۱۰^{-۳}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به رابطهٔ بین درجهٔ فارنهایت و درجهٔ سلسیوس داریم:

$$F = ۱٫۸\theta + ۳۲ \Rightarrow \Delta F = ۱٫۸\Delta\theta \xrightarrow{\Delta F=۹۰^\circ F} \Delta\theta = ۵۰^\circ C$$

اکنون با توجه به رابطهٔ تغییرات چگالی با دما، ضریب انبساط حجمی را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta\theta) \Rightarrow \frac{\rho_۲ - \rho_۱}{\rho_۱} = -\beta\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta=۵۰^\circ C]{\frac{\Delta\rho}{\rho_۱}=-۲٫۵\times۱۰^{-۲}} -۲٫۵ \times ۱۰^{-۲} = -۵۰ \times \beta$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{۱}{۲۰} \times ۱۰^{-۲} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \frac{۱}{^\circ C}$$

با توجه به رابطهٔ میان ضریب انبساط حجمی و ضریب انبساط سطحی داریم:

$$\text{ضریب انبساط سطحی} = \frac{۲}{۳}\beta = \frac{۲}{۳} \times ۵ \times ۱۰^{-۴} = \frac{۱۰^{-۳}}{۳} \frac{۱}{^\circ C}$$

۱۳ دمای یک قطعه مس را $۴۰۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. چگالی آن تقریباً ..... درصد ..... می‌یابد. $(\alpha_{\text{مس}} = ۱۷ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K})$

۱) ۲، افزایش ۲) ۲، کاهش ۳) ۰٫۶۸، افزایش ۴) ۰٫۶۸، کاهش

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ چون ΔT و α معلوم‌اند. با استفاده از رابطهٔ $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - (۳\alpha)\Delta T)$، نسبت $\frac{\rho_۲}{\rho_۱}$ را به‌دست می‌آوریم.

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - (۳\alpha)\Delta T) \xrightarrow[\Delta T = ۴۰۰K]{۳\alpha = ۳\times ۱۷\times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K} = ۵۱\times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}} \rho_۲ = \rho_۱(۱ - ۵۱\times ۱۰^{-۶}\times ۴۰۰)$$

$$\Rightarrow \rho_۲ = \rho_۱(۱ - ۰/۰۲۰۴) = ۰/۹۷۹۶\rho_۱ \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = ۰/۹۷۹۶ \quad (۱)$$

$$\text{درصد تغییرات چگالی} = \frac{\rho_۲ - \rho_۱}{\rho_۱}\times ۱۰۰ = (\frac{\rho_۲}{\rho_۱} - ۱)\times ۱۰۰ \xrightarrow{(۱)}$$

$$\text{درصد تغییرات چگالی} = (۰/۹۷۹۶ - ۱)\times ۱۰۰ = -۰/۰۲۰۴ \times ۱۰۰ = -۲/۰۴\% \simeq -۲\%$$

۱۴ به کرهٔ فلزی توخالی با شعاع خارجی $۲cm$ و چگالی اولیهٔ $۱۵۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ و ظرفیت گرمایی ویژهٔ $۴۰۰\frac{J}{kg^\circ C}$، به مقدار $۶۰۰۰J$ گرما می‌دهیم. اگر شعاع کره ۰/۵ درصد افزایش یابد، حجم اولیهٔ حفرهٔ درون کره چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi = ۳$ ضریب انبساط طولی این فلز و $۱۰^{-۴}\frac{۱}{K}$)

۱) ۱۲ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** ابتدا مقدار افزایش دمای کره را به دست می‌آوریم، باتوجه به رابطهٔ افزایش طول و ضریب انبساط طولی داریم:

$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta\theta \xrightarrow[\alpha = ۱۰^{-۴}\frac{۱}{K}]{\frac{\Delta R}{R_۱} = ۰/۵\times ۱۰^{-۲}} ۰/۵\times ۱۰^{-۲} = ۱۰^{-۴}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۵۰^\circ C$$

مطابق رابطهٔ گرمای ویژه، حجم فلز به کار رفته در کره را به دست می‌آوریم:

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

$$\xrightarrow[\Delta\theta = ۵۰^\circ C\,,\, Q = ۶۰۰۰J]{\rho = ۱۵۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\,,\, c = ۴۰۰\frac{J}{kg^\circ C}} ۶۰۰۰ = ۱۵۰۰۰\times V\times ۴۰۰\times ۵۰$$

$$\Rightarrow V = \frac{۶۰۰۰}{۱۵۰۰۰\times ۴۰۰\times ۵۰} = \frac{۱}{۱۰۰۰\times ۵۰}m^۳ = \frac{۱۰^۶}{۵\times ۱۰^۴}cm^۳ = ۲۰cm^۳$$

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{کره}} - V_{\text{فلز}} \xrightarrow[r=۲cm]{V_{\text{کره}}=\frac{۴}{۳}\pi r^۳ \,,\, V_{\text{فلز}}=۲۰cm^۳} V_{\text{حفره}} = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۲^۳ - ۲۰ = ۱۲cm^۳$$

۱۵ یک قطعه مس را در دمای اتاق در نظر بگیرید. اگر دمای این قطعه را $۳۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، چگالی آن تقریباً چند برابر می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی مس $۱۷ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K}$ می‌باشد.)

۱) ۱٫۰۱۵ ۲) ۰٫۹۸۵ ۳) ۰٫۹۷ ۴) ۱٫۰۳

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ طبق رابطهٔ تغییر چگالی در اثر تغییر دما داریم:

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = (۱ - ۳\alpha\Delta T) \xrightarrow[\Delta V=۳۰۰^\circ C]{\alpha=۱۷\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}} \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = (۱ - ۳ \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶} \times ۳۰۰) = ۰٫۹۸۴۷$$

۰٫۹۸۵

۱۶ درون یک ظرف استوانه‌ای شکل مایعی با ضریب انبساط حجمی $\beta = ۱۰^{-۳} \frac{۱}{K}$ قرار دارد. اگر دمای مایع $۲۰^\circ C$ افزایش یابد، ارتفاع مایع چند درصد تغییر می‌کند؟ (از انبساط ظرف صرف‌نظر کنید.)

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۲

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ طبق رابطهٔ انبساط حجمی مایع و با فرض ثابت بودن A، داریم:

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta T \xrightarrow[\Delta V=A\cdot\Delta h]{V_۱=A\cdot h_۱} \cancel{A} \cdot \Delta h = \beta \cancel{A} \cdot h_۱ \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta h}{h_۱} = \beta\Delta T$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر ارتفاع} = \frac{\Delta h}{h_۱} \times ۱۰۰ = \beta\Delta T \times ۱۰۰ = ۱۰^{-۳} \times ۲۰ \times ۱۰۰ = ۲\%$$

۱۷ ضریب انبساط حجمی مایعی $۲ \times ۱۰^{-۳} \frac{۱}{K}$ است. چند لیتر از این مایع را به اندازهٔ $۲۰^\circ C$ سرد کنیم تا ۴۰ سانتی‌متر مکعب از حجم آن کم گردد؟

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

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ طبق رابطهٔ انبساط حجمی مایعات، داریم:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \xrightarrow[\beta = ۲\times ۱۰^{-۳}\frac{۱}{K}]{\Delta V = -۴۰cm^۳ = -۴۰\times ۱۰^{-۳}L\ ,\ \Delta\theta = -۲۰^\circ C} -۴۰ \times ۱۰^{-۳} = V_1 \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \times -۲۰$$

$$\Rightarrow V_1 = ۱L$$

۱۸ وقتی دمای یک جسم فلزی کروی را $۱۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن ۰٫۲۴ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای این جسم را $۲۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می یابد؟

۱) ۰٫۱۶ ۲) ۰٫۳۶ ۳) ۰٫۷۲ ۴) ۰٫۴۸

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴

چون ضریب انبساط طولی برای هر دو حالت یکسان است، با استفاده از رابطه‌های درصد تغییر حجم و درصد تغییر مساحت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{درصد تغییر حجم} = \beta\Delta T' \times ۱۰۰ = ۳\alpha\Delta T' \times ۱۰۰ \\ \text{درصد تغییر مساحت} = ۲\alpha\Delta T \times ۱۰۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{درصد تغییر حجم}}{\text{درصد تغییر مساحت}} = \frac{۳\alpha\Delta T' \times ۱۰۰}{۲\alpha\Delta T \times ۱۰۰}$$

$$\xrightarrow[\text{درصد تغییر مساحت} = ۰٫۲۴]{\Delta T' = ۲۰۰^\circ C, \Delta T = ۱۰۰^\circ C} \frac{\text{درصد تغییر حجم}}{۰٫۲۴} = \frac{۳ \times ۲۰۰}{۲ \times ۱۰۰} \Rightarrow \text{درصد تغییر حجم} = ۰٫۷۲\%$$

۱۹ اگر دمای یک مفتول فلزی به طول ۱ متر به‌اندازهٔ $۱۰۰^\circ C$ افزایش یابد، طولش $۲٫۵ \times ۱۰^{-۳}$ متر افزایش می‌یابد. اگر دمای کره‌ای توپر از جنس همین فلز به شعاع ۱۰ سانتی‌متر $۱۰۰^\circ C$ افزایش یابد، حجم کره چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۱۵ ۴) ۳

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ از قسمت اول به آسانی می‌توان ضریب انبساط طولی فلز را به‌دست آورد.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow[\Delta T = ۱۰۰^\circ C\ ,\ \Delta L = ۲٫۵\times ۱۰^{-۳}m]{L_1 = ۱m} ۲٫۵ \times ۱۰^{-۳} = \alpha \times ۱ \times ۱۰۰ \Rightarrow \alpha = ۲٫۵ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$$

حال با به‌دست آوردن ضریب انبساط طولی، برای به‌دست آوردن تغییرات حجم کره بر اثر افزایش دما، داریم:

$$\beta = ۳\alpha = ۳ \times ۲٫۵ \times ۱۰^{-۵} = ۷٫۵ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \xrightarrow{V_1 = \frac{۴}{۳}\pi R^۳} \Delta V = \frac{۴}{۳}\pi R^۳ \beta \Delta T \xrightarrow[\Delta T = ۱۰۰K]{R = ۱۰cm\ ,\ \beta = ۷٫۵\times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}}$$

$$\Delta V = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۱۰^{۳} \times ۷/۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow \Delta V = ۳۰ cm^{۳}$$

۲۰ شعاع یک گلوله‌ی فلزی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برابر با $۱۰cm$ است. اگر دمای آن‌را به $۲۵۰^{\circ}C$ برسانیم، حجم گلوله چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟(ضریب انبساط سطحی گلوله‌ی فلزی $۵ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^{\circ}C}$ و $\pi = ۳$ است.)

۱) ۷۵ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۲۵

پاسخ: ۱ حجم گلوله در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس برابر است با:

$$V_{۱} = \frac{۴}{۳}\pi {R_{۱}}^{۳} = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۱۰^{۳} = ۴ \times ۱۰^{۳} cm^{۳}$$

ضریب انبساط حجمی (۲α) ۱/۵ برابر ضریب انبساط سطحی (۳α) است. پس داریم:

$$۳\alpha = ۱/۵ \times ۵ \times ۱۰^{-۵} = ۷/۵ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^{\circ}C}$$

بنابراین افزایش حجم گلوله برابر خواهد بود با:

$$\Delta V = ۳\alpha V_{۱} \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = ۷/۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۴ \times ۱۰^{۳} \times ۲۵۰ = ۷۵ cm^{۳}$$