۱ اگر ضریب انبساط طولی بتون برابر با $۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K}$ باشد، انبساط طولی یک پل بتونی به طول $۱۲۰m$، هنگامی که دما به اندازه‌ی $۳۰^\circ C$ افزایش می‌یابد، برابر با چند سانتی‌متر است؟

۱) ۰٫۴۳۲ ۲) ۴٫۳۲ ۳) ۴۳٫۲ ۴) ۴۳۲

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از رابطه‌ی $\Delta L = L_۱ \alpha \Delta \theta$، داریم:

$$\Delta L = ۱۲۰ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۳۰ = ۴٫۳۲ \times ۱۰^{-۲} m \Rightarrow \Delta L = ۴٫۳۲ cm$$

۲ طول یک میلهٔ نازک و بلند فلزی در دمای $۱۰^\circ C$، ۵۰ متر است. اگر دمای این میله را از $۱۰^\circ C$ به $۳۰^\circ C$ برسانیم، طول آن ۲ سانتی‌متر افزایش می یابد. اگر دمای میله را به $۱۰۰^\circ C$ برسانیم، طول نهایی میله برحسب سانتی‌متر کدام گزینه خواهد بود؟

۱) ۵۰۰۰ ۲) ۵۰۰۳ ۳) ۵۰۰۶ ۴) ۵۰۰۹

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا ضریب انبساط طولی فلز میله را می‌یابیم:

$$\Delta L_۱ = \alpha L_۱ \Delta T \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۲} = \alpha \times ۵۰ \times (۳۰ - ۱۰) \Rightarrow \alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$$

بنابراین طول میله در دمای $۱۰۰^\circ C$ برابر است با:

$$L_۲ = L_۱ + \Delta L_۲ \Rightarrow L_۲ = ۵۰ + ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰ \times (۱۰۰ - ۱۰) \Rightarrow L_۲ = ۵۰٫۰۹ m = ۵۰۰۹ cm$$

۳ طول یک قطعه ریل در زمستان برابر با $۱۶m$ است. برای این‌که در فاصلهٔ ۸۰۰۸ متری بین دو شهر در تابستان و در دمای $۴۰^\circ C$ آسیبی به ریل‌ها نرسد، باید ۵۰۰تا از این ریل‌ها را پشت سر هم قرار داد. حداقل دمای زمستان چند درجهٔ سلسیوس بوده است؟ (ضریب انبساط طولی فلز ریل‌ها $۲\times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ است و دما در زمستان را به‌عنوان دمای مرجع در نظر بگیرید.)

۱) -۱۰ ۲) -۵ ۳) صفر ۴) -۲۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** چون در فاصلهٔ ۸۰۰۸ متری بین دو شهر در تابستان تعداد ۵۰۰ ریل قرار گرفته است، ابتدا طول هر ریل را در دمای $۴۰^\circ C$ به‌دست می‌آوریم و سپس با استفاده از رابطهٔ تغییر طول، حداقل دمای زمستان را حساب می‌کنیم.

$$L_۲ = \frac{\text{فاصلهٔ بین دو شهر}}{\text{تعداد ریل‌ها}} \quad (\text{طول هر ریل در دمای } ۴۰^\circ C)$$

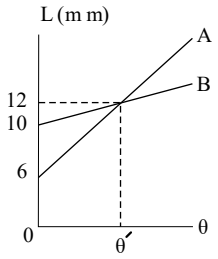
$$\Rightarrow L_۲ = \frac{۸۰۰۸}{۵۰۰} \Rightarrow L_۲ = ۱۶/۰۱۶m$$

$$L_۲ = L_۱ + L_۱\alpha\Delta T \xrightarrow[\alpha=۲\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}]{L_۲=۱۶/۰۱۶m\ ,\ L_۱=۱۶m} ۱۶/۰۱۶ = ۱۶ + ۱۶\times۲\times۱۰^{-۵}\times\Delta T$$

$$\Rightarrow ۰/۰۱۶ = ۳۲\times۱۰^{-۵}\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{۱۶\times۱۰^{-۳}}{۳۲\times۱۰^{-۵}} \Rightarrow \Delta T = ۵۰K = ۵۰^\circ C$$

$$\Delta\theta = \Delta T = \theta_۲ - \theta_۱ \xrightarrow[\Delta\theta=۵۰^\circ C]{\theta_۲=۴۰^\circ C} ۵۰ = ۴۰ - \theta_۱ \Rightarrow \theta_۱ = -۱۰^\circ C$$

۴ نمودار طول دو میلهٔ A و B برحسب دمای آن‌ها، مطابق شکل زیر است. ضریب انبساط طولی میلهٔ A چند برابر ضریب انبساط طولی میلهٔ B می‌باشد؟



۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** با استفاده از رابطهٔ انبساط طولی، می‌توان نوشت:

$$\Delta L=\alpha L_{۱}\Delta T\Rightarrow\begin{cases}(۱۲-۶)=\alpha_A\times۶\times(\theta'-۰)\Rightarrow\alpha_A\theta'=۱\\(۱۲-۱۰)=\alpha_B\times۱۰\times(\theta'-۰)\Rightarrow\alpha_B\theta'=۰/۲\end{cases}\Rightarrow\frac{\alpha_A\theta'}{\alpha_B\theta'}=\frac{۱}{۰/۲}\Rightarrow\frac{\alpha_A}{\alpha_B}=۵$$

۵ اگر سطح مقطع میله‌ی مسی A، ۱٫۲ برابرسطح مقطع میله‌ی مسی B باشد، نسبت درصد تغییرنسبی طول دو میله‌ی بلند A و B، به‌ازای تغییر دمای یکسان، چه‌قدر است؟

۱) ۱٫۲ ۲) $\frac{۵}{۶}$ ۳) ۱ ۴) ۱٫۴۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به رابطه‌ی انبساط طولی $(\Delta L=\alpha L_{۱}\Delta T)$ می‌توان نوشت:

$$\text{درصد تغییر طول نسبی}=\frac{\Delta L}{L_{۱}}\times۱۰۰=(\alpha\Delta T)\times۱۰۰$$

بنابراین نتیجه می‌گیریم درصد انبساط طولی به سطح مقطع میله‌ها بستگی ندارد و فقط تابع ضریب انبساط طولی و تغییر دما است.

۶ اگر دمای یک میله‌ی فلزی از $۳۷^\circ C$ به $۵۷^\circ C$ برسد، طول آن به اندازه‌ی d افزایش می‌یابد. اگر دمای اولیه‌ی آن $۲۰۰K$ باشد و بخواهیم طول آن را به اندازه‌ی $۴d$ افزایش دهیم، باید دمای آن را به چند کلوین برسانیم؟ (طول اولیه‌ی میله در هر دو حالت یکسان فرض شود.)

۱) ۳۴۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۲۸۰ ۴) ۳۸۰

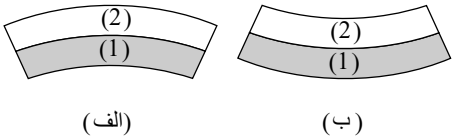
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به رابطه‌ی افزایش طول میله در اثر افزایش دما و رابطه‌ی مقایسه‌ای آن داریم:

$$\Delta L=L_{۱}\alpha\Delta\theta$$

$$\frac{\Delta L'}{\Delta L}=\frac{L'_{۱}\alpha\Delta\theta'}{L_{۱}\alpha\Delta\theta}\Rightarrow\frac{۴d}{d}=\frac{L'_{۱}\alpha\Delta\theta'}{L_{۱}\alpha\times۲۰}\Rightarrow۴=\frac{L'_{۱}}{L_{۱}}\times\frac{\Delta\theta'}{۲۰}$$

$$\xrightarrow{L'_{۱}=L_{۱}}\Delta\theta'=۸۰^\circ C\Rightarrow\Delta T=۸۰K\Rightarrow T_{۲}-۲۰۰=۸۰\Rightarrow T_{۲}=۲۸۰K$$

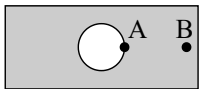
۷ شکل‌های زیر دو تیغهٔ فلزی از جنس آهن و برنج را که به‌طور سرتاسری به‌هم جوش خورده‌اند، نشان می‌دهد. در حالت «الف» به تیغه‌ها گرما داده شده و در حالت «ب» از تیغه‌ها گرما گرفته شده است. جنس تیغهٔ «۱» در حالت «الف» و «ب» به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) آهن، برنج
۲) برنج، آهن
۳) آهن، آهن
۴) برنج، برنج

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به اینکه ضریب انبساط طولی فلز برنج از ضریب انبساط طولی آهن بیشتر است، با افزایش دما به مقدار یکسان افزایش طول برنج بیشتر از آهن و با کاهش دما به مقدار یکسان نیز کاهش طول برنج بیشتر از آهن می‌باشد. بنابراین فلز شمارهٔ «۲» در هر دو حالت «الف» و «ب» برنج و فلز شمارهٔ «۱» آهن است.

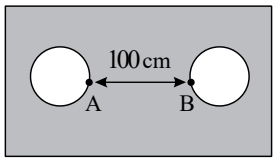
۸ در یک صفحه‌ی فلزی همگن، سوراخی مطابق شکل ایجاد کرده‌ایم. اگر صفحه را به طور یکنواخت گرم کنیم، قطر سوراخ ..... می‌یابد و فاصله‌ی AB ..... می‌یابد.



۱) افزایش – افزایش
۲) افزایش – کاهش
۳) کاهش – کاهش
۴) کاهش – افزایش

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در پدیده‌ی انبساط، تمام فاصله‌ها افزایش می‌یابد. با گرم کردن صفحه‌ی فلزی، صفحه و فضای شامل سوراخ منبسط می‌شوند.

۹ مطابق شکل زیر، از یک ورقهٔ فلزی دو صفحهٔ دایره‌ای به شعاع‌های $50cm$ و فاصلهٔ $100cm$ خارج کرده و سپس دمای آن را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم. فاصلهٔ AB بین دو دایره چند میلی‌متر و چگونه تغییر می کند؟ $(\alpha_{\text{فلز}} = 10^{-6}\frac{1}{^\circ C})$



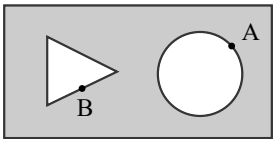
۱) ۰٫۲، کاهش
۲) ۰٫۲، افزایش
۳) ۰٫۱، کاهش
۴) ۰٫۱، افزایش

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ تغییر فاصلهٔ بین دو دایره را با استفاده از رابطهٔ انبساط طولی حساب می‌کنیم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \quad \begin{matrix} L_1 = ۱۰۰cm \\ \alpha = ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C}, \Delta T = ۱۰۰^\circ C \end{matrix}$$

$$\Delta L = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰ = ۱۰^{-۲} cm = ۱۰^{-۱} mm = ۰/۱ mm$$

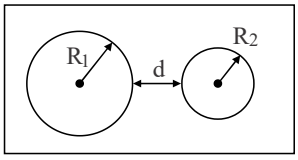
۱۰ یک صفحه‌ی فلزی که مطابق شکل زیر دارای حفره‌هایی مثلثی و دایره‌ای است، در اختیار داریم. اگر این صفحه را به‌طور یکنواخت حرارت دهیم، قطر سوراخ دایره‌ای ..... و فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B روی دایره و مثلث ..... می‌شود.



۱) کم - کم
۲) کم - زیاد
۳) زیاد - کم
۴) زیاد - زیاد

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با افزایش دما طبق رابطه‌ی $\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta$ شعاع حفره‌ها زیادتر می‌شود و فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی دلخواه روی صفحه نیز طبق رابطه‌ی $\Delta L_{AB} = L_1 \alpha \Delta \theta$ زیاد می‌شود.

۱۱ مطابق شکل، از یک صفحهٔ فلزی دو دایره با شعاع‌های R_1 و R_2 به فاصلهٔ d از یکدیگر جدا می‌کنیم. اگر کل صفحه را گرم کنیم، کدام گزینه صحیح است؟



۱) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصلهٔ d افزایش می‌یابد.
۲) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصلهٔ d کاهش می‌یابد.
۳) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصلهٔ d کاهش می‌یابد.
۴) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصلهٔ d افزایش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با گرم کردن صفحه، شعاع‌های R_1 و R_2 مطابق رابطهٔ $\Delta R = R_\circ \alpha \Delta T$ افزایش می‌یابند که این افزایش ارتباطی به خالی بودن دایره‌ها ندارد.
فاصلهٔ بین دو دایره نیز بنابر استدلالی مشابه، با گرم شدن افزایش می‌یابد.

۱۲ طول یک میلهٔ برنجی در دمای $۲۰^\circ C$ برابر با $۱۰\,cm$ است. اگر دمای میله را به $۵۰^\circ C$ برسانیم، افزایش طول میله برحسب سانتی‌متر کدام است؟ $(\alpha = ۱۱ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{^\circ C})$

۱) $۳٫۳ \times ۱۰^{-۱}$ ۲) $۳٫۳ \times ۱۰^{-۲}$ ۳) $۳٫۳ \times ۱۰^{-۳}$ ۴) $۳٫۳ \times ۱۰^{-۴}$

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ با استفاده از رابطهٔ $\Delta L = L_۱ \alpha \Delta T$، افزایش طول میله را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta L = L_۱ \alpha (T_۲ - T_۱) \xrightarrow[L_۱ = ۱۰cm\,,\ \alpha = ۱۱ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}]{T_۲ = ۵۰^\circ C\,,\ T_۱ = ۲۰^\circ C} \Delta L = ۱۰ \times ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \times (۵۰ - ۲۰)$$

$$\Rightarrow \Delta L = ۳۳ \times ۱۰^{-۴} cm = ۳٫۳ \times ۱۰^{-۳} cm$$

۱۳ میله‌ای به طول ۲ متر و ضریب انبساط طولی $۲ \times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ در اختیار داریم. چنان‌چه دمای این میله را $۱۰۰^\circ C$ بالا ببریم، طول آن چند میلی‌متر افزایش خواهد یافت؟

۱) ۸ ۲) ۲ ۳) ۱۲ ۴) ۴

پاسخ: **۴** ۱ ۲ ۳ طبق رابطهٔ انبساط طولی با افزایش دما خواهیم داشت:

$$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta L = ۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۰۰ = ۴ \times ۱۰^{-۳} m \Rightarrow \Delta L = ۴mm$$

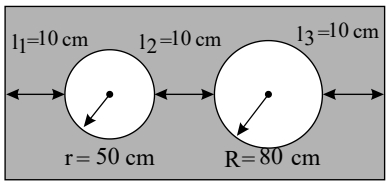
۱۴ افزایش طول یک میلهٔ کوارتزی به طول ۸ متر وقتی دمای آن به اندازهٔ $۲۵^\circ C$ افزایش یابد، چه‌قدر خواهد بود؟ $(\alpha = ۴ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K})$

۱) $۰٫۴mm$ ۲) $۰٫۴cm$ ۳) $۰٫۸mm$ ۴) $۰٫۸cm$

پاسخ: **۳** ۱ ۲ ۴

$$\Delta L = L_۰ \alpha \Delta T \xrightarrow[\alpha = ۴ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}]{L_۰ = ۸m, \Delta T = ۲۵^\circ C = ۲۵K} \Delta L = ۸ \times ۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۲۵ = ۸ \times ۱۰^{-۴} m = ۰٫۸mm$$

۱۵ اگر دمای صفحهٔ فلزی شکل زیر را به‌صورت یکنواخت افزایش دهیم، کدام رابطه مقایسهٔ درستی از تغییر طول‌های $l_۱$ ، $l_۲$ و $l_۳$ را به‌درستی نشان می‌دهد؟



۱) $\Delta l_۱ \Delta l_۲ > \Delta l_۳$

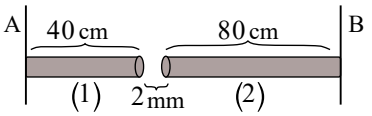
۲) $\Delta l_۱ = \Delta l_۳ > \Delta l_۲$

۳) $\Delta l_۱ = \Delta l_۲ = \Delta l_۳$

۴) $\Delta l_۳ > \Delta l_۲ > \Delta l_۱$

پاسخ: ۴ ۲ **۳** ۱ چون طول‌های $l_۱$، $l_۲$ و $l_۳$ هر سه با یکدیگر مساوی‌اند، لذا به ازای افزایش دمای یکسان، تغییرات طول هر سه، یکسان است.

۱۶ مطابق شکل، دو میلهٔ هم‌دمای (۱) و (۲) به دیواره‌های A و B محکم بسته شده‌اند و فاصلهٔ دو میله از یکدیگر ۲ میلی‌متر است. دمای دو میله حداقل چد درجهٔ سلسیوس افزایش یابد تا دو میله به یکدیگر برسند؟



$(\alpha_۲ = ۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K} \ , \ \alpha_۱ = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K})$

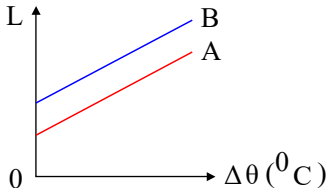
۱) ۵۰ ۲) ۳۷٫۵ ۳) ۲۵۰ ۴) ۶۲٫۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** مجموع افزایش طول دو میله برابر با $۲mm$ است. با توجه به رابطهٔ تغییرات طول با دما داریم:

$$\Delta L = L_{۰۱}\alpha_۱\Delta\theta + L_{۰۲}\alpha_۲\Delta\theta \Rightarrow ۰٫۲ = ۴۰ \times ۲ \times ۱۰^{-۵}\Delta\theta + ۸۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow ۰٫۲ = (۸ \times ۱۰^{-۴} + ۳۲ \times ۱۰^{-۴})\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۰٫۲}{۴ \times ۱۰^{-۳}} = ۵۰^{\circ}C$$

۱۷ نمودار طول دو میله‌ی A و B بر حسب تغییرات دما، به‌صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است. اگر ضریب انبساط طولی میله‌های A و B به‌ترتیب α_A و α_B باشد، کدام گزینه‌ی زیر رابطه‌ی بین α_A و α_B را به‌درستی نشان می‌دهد؟



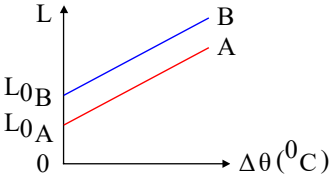
۱) $\alpha_A = \alpha_B$

۲) $\alpha_A > \alpha_B$

۳) $\alpha_A < \alpha_B$

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

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق رابطه‌ی $L_۲ = L_۱ + L_۱\alpha\Delta\theta$، شیب نمودار برابر با $L_۱\alpha$ است. چون دو خط موازی‌اند، شیب آن‌ها باهم برابر است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$A_{\text{شیب نمودار}} = B_{\text{شیب نمودار}} \Rightarrow L_{۰A}\alpha_A = L_{۰\,B}\alpha_B$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{L_{۰B}}{L_{۰A}} \xrightarrow{L_{۰B} > L_{۰A}} \frac{\alpha_A}{\alpha_B} > ۱ \Rightarrow \alpha_A > \alpha_B$$

۱۸ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس طول هر یک از نوارهای آلومینیومی و مسی $۱۲۰m$ است. پس از رسیدن به دمای x طول نوار مسی $۷/۲cm$ از طول نوار آلومینیومی کمتر است. دمای x برحسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟ $(\alpha_{Cu} = ۱/۷ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱}, \alpha_{Al} = ۲/۳ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱})$

۱) ۸۰ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۱۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

$$\Delta L_{Cu} = \alpha_{Cu} L_{۱,Cu} \Delta\theta_{Cu} \Rightarrow ۱۲۰ \times ۱/۷ \times ۱۰^{-۵} \times x = ۲۰۴ \times ۱۰^{-۵} x$$

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_{۱,Al} \Delta\theta_{Al} \Rightarrow ۱۲۰ \times ۲/۳ \times ۱۰^{-۵} \times x = ۲۷۶ \times ۱۰^{-۵} x$$

$$\Delta L_{Al} - \Delta L_{Cu} = ۷/۲ \times ۱۰^{-۲} m \Rightarrow ۲۷۶ \times ۱۰^{-۵} x - ۲۰۴ \times ۱۰^{-۵} x = ۷۲ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow ۷۲ \times ۱۰^{-۵} x = ۷۲ \times ۱۰^{-۳} \rightarrow x = ۱۰۰^{\circ} C$$

۱۹ اگر دمای میله‌ای فلزی را ۵۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، افزایش طول آن نسبت به طول اولیهٔ آن 10^{-2} درصد است. اگر دمای میله را به اندازهٔ ۵۰ درجهٔ سلسیوس دیگر افزایش دهیم، افزایش طول آن در این تغییر دما چند درصد خواهد بود؟

۱) 10^{-2} درصد
۲) بیش‌تر از 10^{-2} درصد
۳) کم‌تر از 10^{-2} درصد
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** طبق رابطهٔ زیر، درصد افزایش طول به طول اولیه بستگی ندارد در نتیجه با همان تغییر دما همان درصد تغییر طول را خواهد داشت.

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

۲۰ طول یک میلهٔ فلزی در اثر ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دما، ۰٫۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای آن را مجدداً به اندازهٔ ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، افزایش طول آن در حالت جدید چند درصد خواهد بود؟

۱) ۰٫۵ درصد
۲) بیشتر از ۰٫۵ درصد
۳) کمتر از ۰٫۵ درصد
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** درصد افزایش طول به طول اولیه بستگی ندارد. در نتیجه با همان تغییر دما، همان درصد تغییر طول را خواهد داشت. درواقع:

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