جلسه ۴

به نام پروردگار مهربان

از هر جلسه یک سوال برای آزمون تکدرس طرح خواهد شد

فیزیک حرارت – انبساط گرمایی Thermal Expansion

تغییر طول اجسام به خاطر تغییرات دما :

$$\Delta L = L_2 - L_1 \longrightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

تغییر سطح اجسام به خاطر تغییرات دما :

$$\Delta A = A_2 - A_1 \longrightarrow \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

تغییر حجم اجسام به خاطر تغییرات دما :

$$\Delta V = V_2 - V_1 \longrightarrow \Delta V = 3\alpha V_1 \Delta T$$

ضریب انبساط خطی α :

$$\alpha_{AL} = 2.4\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right) \qquad \alpha_{COOPER} = 1.7\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right) \qquad \alpha_{STEEL} = 1.2\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right)$$

۱- اگر طول یک میله فولادی در دمای ۲۰ C ، برابر با ۵۰ m باشد ، در یک روز گرم تابستانی که دما به ۳۵ C می رسد ، طول این میله چقدر خواهد شد ؟ $\alpha_{STEEL} = 1.2\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right)$

$T_1 = ۲۰\ ^\circ C \rightarrow L_1 = ۵۰\ m$

$T_2 = ۳۵\ ^\circ C \rightarrow L_2 = ?$

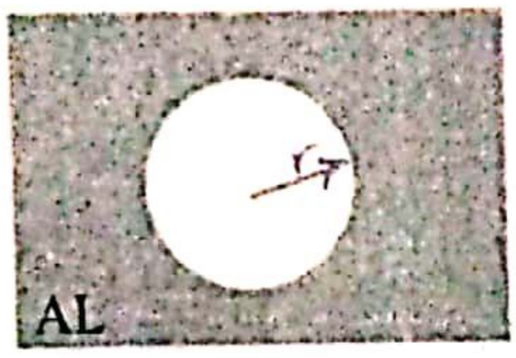
$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \rightarrow L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta T$$

$$L_2 - ۵۰ = ۵۰ \times ۱,۲ \times ۱۰^{-۵} \times (۳۵ - ۲۰)$$

$$L_2 - ۵۰ = ۹۰ \times ۱۰^{-۵} = ۰,۰۰۰۹$$

$$L_2 = ۵۰ + ۰,۰۰۰۹ = ۵۰,۰۰۰۹\ m$$

۲- مطابق شکل حفره ای دایره ای به شعاع ۲ cm درون یک قطعه مسی ایجاد کرده ایم. در صورتی که دما ۱۰ C افزایش یابد ، مساحت حفره چه تغییری می کند ؟ $\alpha_{COOPER} = 1.7\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right)$

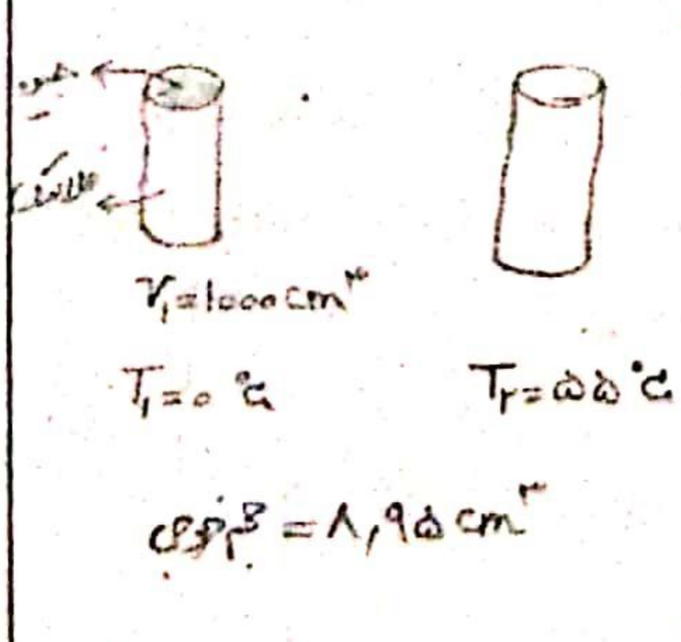


$r_1 = ۲\ cm \Rightarrow$ مساحت $= A_1 = \pi r_1^2 = ۳,۱۴ \times (۲)^2 = ۱۲,۵۶\ cm^2$

$$\Delta A = A_1 \times ۲\alpha \times \Delta T$$

تغییر مساحت $= \Delta A = ۱۲,۵۶ \times ۲ \times ۱,۷ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۰ = ۰,۰۰۴۳\ cm^2$

۳- فلاسکی شیشه ای به حجم $۱۰۰۰\ cm^3$ را در دمای ۰ C از جیوه با همان دما پر کرده ایم . هنگامی که جیوه و فلاسک تا دمای ۵۵ C گرم می شوند ، $۸/۹۵\ cm^3$ از جیوه از فلاسک خارج می شود. اگر $\alpha_{MERCURY} = 18\times10^{-5}\left(\frac{1}{K}\right)$ باشد ، ضریب انبساط خطی شیشه را بدست آورید.



حجم خروجی مایع از فلاسک $= \Delta V_{\text{جیوه}} - \Delta V_{\text{فلاسک}}$

$$۸,۹۵ = (V_1 \times ۳\alpha_{\text{جیوه}} \times \Delta T) - (V_1 \times ۳\alpha_{\text{فلاسک}} \times \Delta T)$$

$$۸,۹۵ = (۱۰۰۰ \times ۳ \times ۱۸ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۵) - (۱۰۰۰ \times ۳ \times \alpha_{\text{فلاسک}} \times ۵۵)$$

$$۸,۹۵ = ۲۹,۷ - ۱۶۵۰۰۰\ \alpha_{\text{فلاسک}}$$

$$۱۶۵۰۰۰\ \alpha = ۲۹,۷ - ۸,۹۵$$

$$۱۶۵۰۰۰\ \alpha = ۲۰,۷۵ \Rightarrow \alpha = \frac{۲۰,۷۵}{۱۶۵۰۰۰} = ۱,۲ \times ۱۰^{-۴}$$

مقاومت ویژه رساناهای فلزی به دمای آنها بستگی دارد. در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت الکتریکی می شود

$R(T) = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)$ ، $\Delta\theta = T - T_0$ و $\Delta R = R_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ ← تغییرات $T_2 - T_1$

α ضریب تغییر مقاومت بر حسب $\frac{1}{^oC}$. $R(T)$ مقاومت در دمای T و R_0 مقاومت در دمای T_0 است.

برای رساناها یی مثل مس یا آهن $\alpha > 0$ است و این یعنی : با افزایش دما مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می یابد.

برای نیمه رساناها یی مثل ژرمانیوم یا کربن $\alpha < 0$ است و این یعنی : با افزایش دما مقاومت الکتریکی رسانا کاهش می یابد.

دسته سومی نیز برای مواد از لحاظ رسانایی وجود دارد :

ابر رساناها (Superconductors)

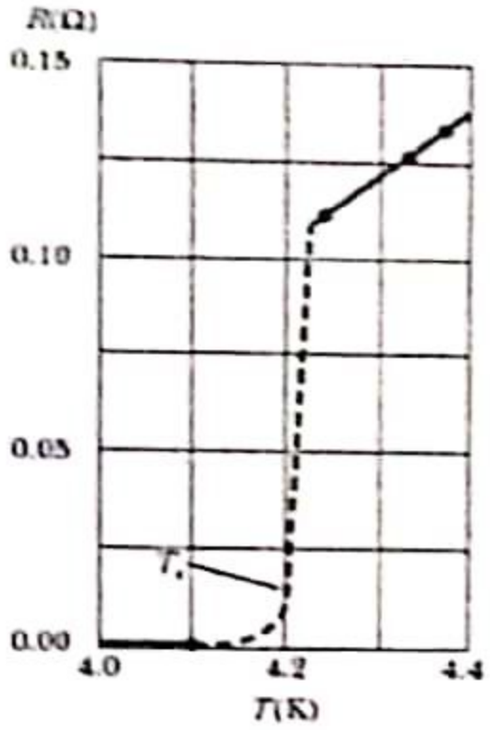
آلیاژها و فلزاتی وجود دارند که مقاومت آنها با کاهش دما از حد معینی ، به صفر می رسد.

به این دمای مشخص ، دمای بحرانی می گویند.

همانگونه که از نمودار مقاومت بر حسب دما ، مشاهده می شود، هنگامی که دما به زیر دمای بحرانی می رسد ، مقاومت ناگهان به صفر میل می کند.

این پدیده نخستین بار در سال ۱۹۱۱ میلادی با آزمایش بر روی جیوه مشخص شد.

آزمایشات نشان می دهد ، مقاومت اکثر ابررساناها در دماهایی پایین تر از دمای بحرانیشان کمتر از $4 \times 10^{-25}\ \Omega$ در هر متر است.



۱- اگر مقاومت یک سیم رسانا در دمای C ۲۰ برابر با Ω ۱/۰۵ باشد، مقاومت این سیم را در دماهای C ۰ و C ۱۰۰ محاسبه نمایید.
($\alpha = ۰/۰۰۳۹۲$)

$T_1 = 20\ ^oC \Rightarrow R_1 = 1/05\ \Omega$
اگر $T_2 = 100\ ^oC \Rightarrow R_2 = ?$

$\Delta R = R_1 \alpha \Delta T \Rightarrow R_2 - R_1 = R_1 \alpha \Delta T$ ← $T_2 - T_1$

$R_2 - 1/05 = 1/05 \times 0/00392 \times (100 - 20)$

$R_2 - 1/05 = 0/33$

$R_2 = 0/33 + 1/05 = 1/38\ \Omega$

این تغییرات مقاومت در طراحی مدارهای الکتریکی که در معرض تغییرات دمایی گسترده ای هستند ، می بایست مد نظر قرار گیرد.

۲- اگر مقاومت سیمی رسانا در دمای C ۱۱/۵ ، برابر با Ω ۱۰۰ باشد، مقاومت آن را دمای C ۰ بدست آورید. ($\alpha = ۰/۰۰۲$)

$T_1 = 11/5\ ^oC \rightarrow R_1 = 100\ \Omega$
$T_2 = 0 \Rightarrow R_2 = ?$

$\Delta R = R_1 \alpha \Delta T \Rightarrow R_2 - R_1 = R_1 \times \alpha \times (T_2 - T_1)$

$R_2 - 100 = 100 \times 0/002 \times (0 - 11/5)$

$R_2 - 100 = -2/3$

$R_2 = 100 - 2/3 = 97/7\ \Omega$