



دما: معیاری است که میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می‌کند. یکای دما درجه سلیوس است.
 کمیت دماسنجی: برای اندازه گیری دما لازم است مقیاس دمای داشته باشیم و برای این کار می‌توانیم از هر مشخصه قابل اندازه گیری بهره بگیریم که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند. به این ویژگی اصطلاحاً کمیت دماسنجی می‌گویند.

❖ تذکر: اساس کار دما سنج‌های جیوه‌ای و الکلی بر انبساط مایعات است.

مقیاس‌های دما:

سانتی گراد (سلسیوس): یکی از مقیاس‌های متداول دما بر حسب درجه‌ی سلیوس است.
 به منظور درجه‌بندی این دما سنج ابتدا مخزن دما سنج را درون مخلوط آب و یخ خرد شده‌ی در حال ذوب (یا آب در حال انجماد) در فشار یک اتمفر قرار می‌دهیم و نقطه‌ای که جیوه در آن نقطه قرار می‌گیرد را علامت می‌زنیم و عدد صفر را کنار آن ثبت می‌کنیم.
 سپس دما سنج را در مجاورت بخار آب در حال جوش قرار می‌دهیم و محل توقف مایع در آن نقطه را علامت زده و کنار آن عدد ۱۰۰ را می‌نویسیم. پس این فاصله را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم کرده و هر قسمت را یک درجه‌ی سلیوس می‌نامیم. این درجه‌بندی را به زیر صفر (دماهای منفی) و بالای صفر نیز ادامه می‌دهیم.

👉 **توجه:** یکای درجه‌ی سلیوس را با نماد $^{\circ}\text{C}$ و دما بر حسب درجه‌ی سلیوس را معمولاً با نماد θ نمایش می‌دهند.

$$\theta = 20^{\circ}\text{C}$$

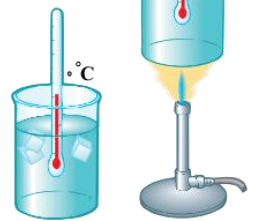
کلوین: صفر کلوین را برابر $273/15^{\circ}\text{C}$ است که این دما کمترین دمای ممکن نیز هست، اما برای دما حد بالای وجود ندارد.

$$\theta = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T = 20 + 273 = 293\text{K}$$

$$T = \theta + 273$$

👉 **توجه:** یکای کلوین را با نماد K نمایش می‌دهند و دما بر حسب درجه‌ی کلوین را با T نشان می‌دهند.





تذکره: تغییر دما در مقیاس کلوین با مقیاس سیوس برابر است.

فاز نهایی: یکای رایج دیگر دما فارنهایت است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow F = 1.8\theta + 32 \quad \perp \quad F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

توجه: تغییرات دما بر حسب شش گراد و کلوین یکسان است ولی برای فارنهایت ۱/۸ برابر می باشد.

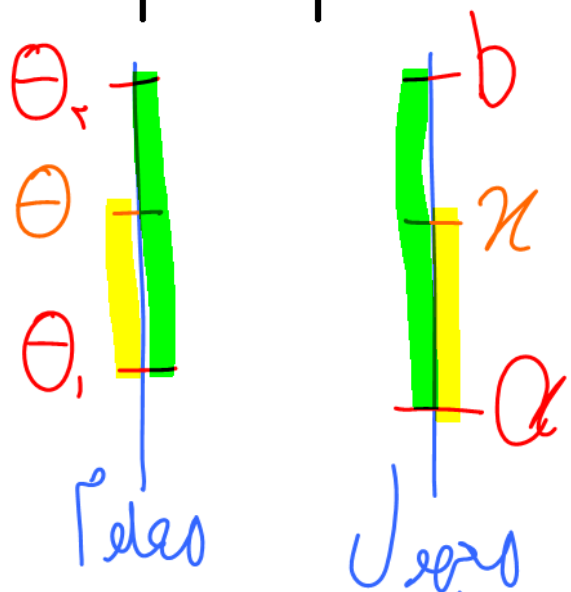
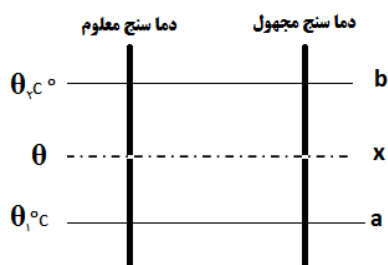
$$\left. \begin{array}{l} T_1 = \theta_1 + 273 \\ T_2 = \theta_2 + 273 \end{array} \right\} T_2 - T_1 = \theta_2 + 273 - \theta_1 - 273 = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow \Delta T = \Delta \theta$$

$$\left. \begin{array}{l} F_2 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 \\ F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 \end{array} \right\} F_2 - F_1 = \frac{9}{5}\theta_2 + 32 - \frac{9}{5}\theta_1 - 32 = \frac{9}{5}\theta_2 - \frac{9}{5}\theta_1 \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5}\Delta \theta$$

اندازه گیری دما توسط دماسنج مجهول:

اگر یک دماسنج مجهول دمای $\theta_1^\circ\text{C}$ را a و دمای $\theta_2^\circ\text{C}$ را b نشان دهد. با استفاده از فرمول زیر می

توانیم دمای x در دماسنج مجهول را بر حسب سیوس بدست آوریم.

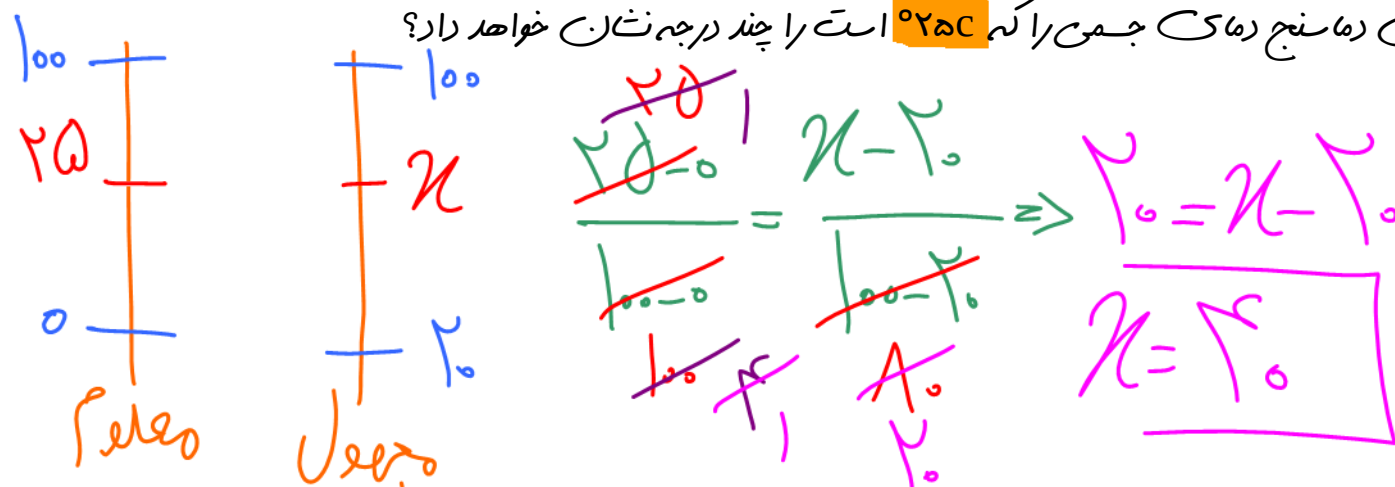


$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - a}{b - a}$$

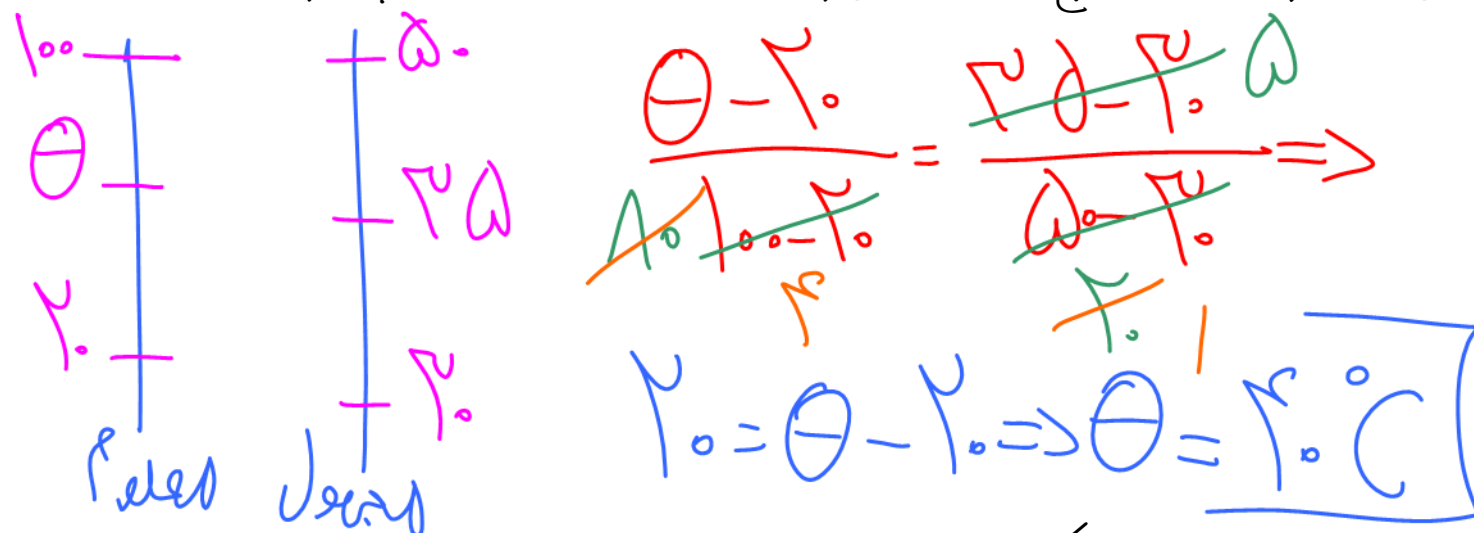
$$\frac{x - a}{b - a} = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1}$$



مثال ۱: یک دماسنج ، نقطه ی ذوب یخ در فشار ۱ اتمفر را 20°C و نقطه جوش آب در فشار ۱ اتمفر را 100°C نشان می دهد. این دماسنج دمای جمعی را که 25°C است را چند درجه نشان خواهد داد؟



مثال ۲: دماسنجی که طریقه ی مدرج کردن آن معلوم نیست دمای جوش آب را 50°C و دمای 20°C را 30° نمایش می دهد. هرگاه این دماسنج دمای محیطی را 35°C نشان دهد دمای محیط چند درجه ی سیوس است؟



دماسنج های معیار: دانشمندان برای کارهای علمی سه دماسنج را به عنوان دماسنج های معیار برای اندازه گیری گسترده ی دماهای مختلف پذیرفته اند:

۱- دماسنج گازی: اساس کار دماسنج های گازی مبتنی بر قانون گازهای کامل است.

۲- دماسنج مقاومت پلازمینی

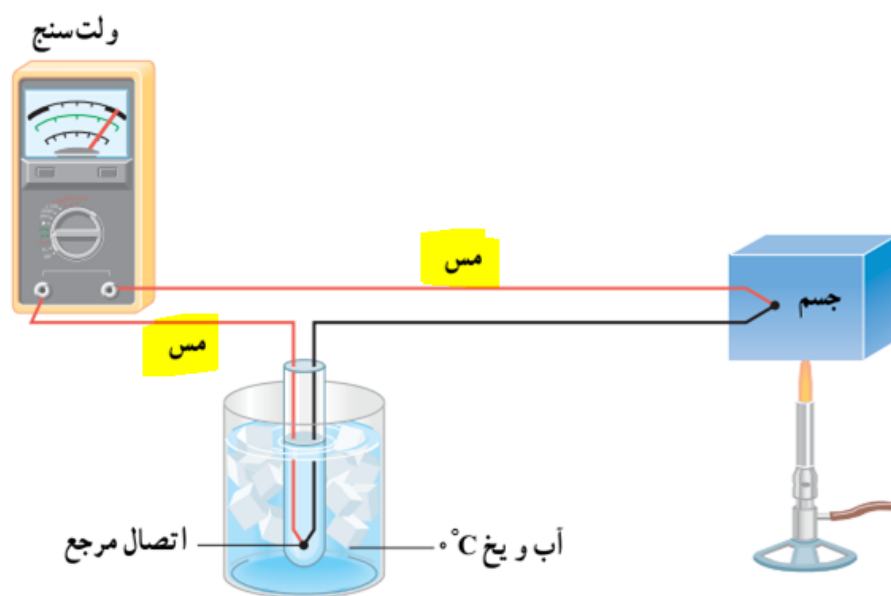
۳- ترمستور (پیرومتور): اساس کار این دماسنج بر تابش گرمایی است.



ترموکوپل: یکی از دما سنج های مهم که جزو دما سنج های معیار شمرده می شود، اما به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دما سنج های بیان شده از مجموعه ی دما سنج های معیار کنار گذاشته شد، ترموکوپل است. ترموکوپل همچنان کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاه دارد.

توجه: کمیت دما سنجی این دما سنج ولتاژ است.

اساس کار ترموکوپل: مطابق شکل دو سیم فلزی غیر هم جنس مانند مس و کنتانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی متصل اند که می خواهیم دمای آن را بدست آوریم. این مجموعه با سیم های می رابط به یک ولت سنج بسته می شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولت سنج نشان می دهد تغییر می کند.





مزیت های ترموکوپل:

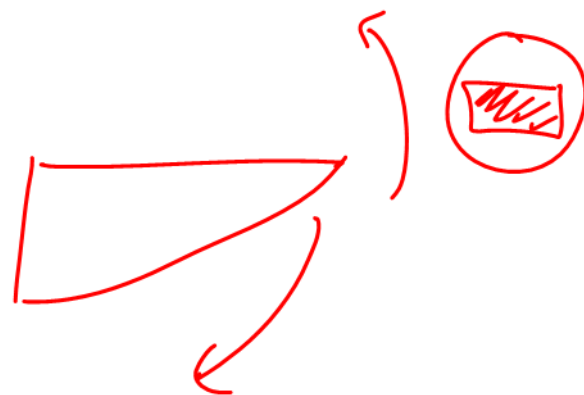
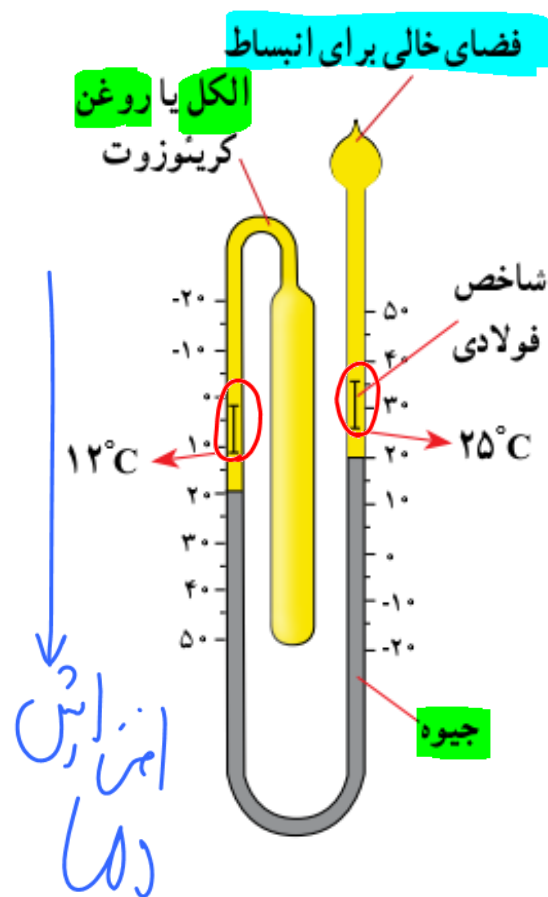
۱- کوچک بودن اتصال سیم ها باعث می شود که اتصال به سرعت به تغییر دما پاسخ دهد و این دقت اندازه گیری را بالا می برد.

۲- می تواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می شود.

۳- گستره ی دما منجی ترموکوپل بسیار زیاد است و این گستره به جنس سیم های آن بستگی دارد. به عنوان مثال برای یک آلیاژ خاص این گستره ی دما منجی از -270°C تا 1372°C است.

دماسنج کمینه و بیشینه: از نوع دماسنج های مایعی است که بیشینه و کمینه

ی دما را در مدت مشخصی نشان می دهد. از این دماسنج ها در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می شود.

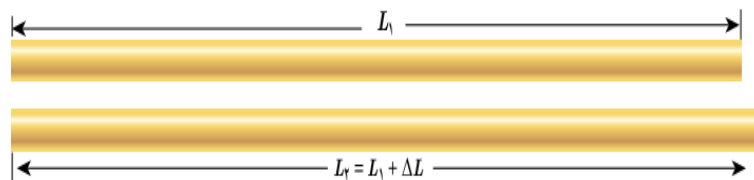




انبساط گرمایی:

اثر تغییر دما بر طول و حجم جسم ها: اثر اشیاء صرف نظر از حالت فیزیکی آن به هنگام افزایش دما انبساط می یابند.
 انبساط طولی: اگر میله ای به طول L_0 را به اندازه ΔT افزایش دما دهیم، طول جدید آن (L) از رابطه
 زیر محاسبه می شود:

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



افزایش دما (C یا K)
 ضریب انبساط طولی (C یا K)
 طول اولیه
 طول نهایی

در رابطه ی فوق α ضریب انبساط طولی یا خطی است و معرف میزان انبساط واحد طول از جسم در ازای افزایش دمای یک کلوین یا یک درجه ی سانتی گراد است و واحد آن $\frac{1}{K}$ است.
 توجه: ضریب انبساط طولی علاوه بر جنس ماده به دما نیز اندکی وابسته است اما به دلیل اینکه این وابستگی ناچیز است معمولاً آن را در محاسبات معمولی نادیده می گیریم.

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

$$L = L_0 + L_0 \alpha \Delta T \Rightarrow \Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

درصد تغییرات:

$$\frac{\Delta L}{L_0} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

نکته: تغییر طول میله از رابطه ی زیر بدست می آید:

نکته: تغییر نسبی و درصد تغییر طول میله برابر است با:

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$



مثال ۴: دمای یک میله فلزی با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{2 \times 10^{-5}} \text{ K}^{-1}$ را چند درجه سلسیوس بالا ببریم تا افزایش طول آن $\frac{1}{50}$ طول اولیه اش شود؟

$$\Delta L = \frac{1}{50} L_0$$

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \Rightarrow \frac{1}{50} L_0 = L_0 \times \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{1}{50} \times \frac{1}{2 \times 10^{-5}}$$

$$\Delta T = \frac{1}{10^3 \times 10^{-5}} = \frac{1}{10^{-2}} = 10^2 = 100^\circ \text{C}$$

مثال ۵: دمای یک میله فلزی که ضریب انبساط طولی آن $\frac{1}{10^{-4}} \text{ K}^{-1}$ است، چند درجه سلسیوس افزایش یابد تا افزایش طول آن $\frac{1}{10}$ طول اولیه باشد؟

$$\Delta L = \frac{1}{10} L_0 \text{ و } \Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\frac{1}{10} L_0 = L_0 \times \frac{1}{10^{-4}} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{1}{10 \times 10^{-4}} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3 = 1000^\circ \text{C}$$

مثال ۶: طول سیمی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، ۱۰۰ سانتیمتر است. اگر دمای آن را به ۱۲۰ درجه سانتیگراد برسانیم، طول آن چقدر می شود؟ ($\alpha = \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \text{ K}^{-1}$)

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

$$\Delta L = 100 \times \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 10^2 = 50 \text{ cm}$$

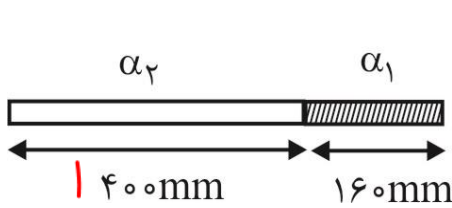
$$L = L_0 + \Delta L = 100 + 50 = 150 \text{ cm}$$



مثال ۲: مطابق شکل زیر میلای از دو قسمت با ضرایب انبساط طولی $\alpha_1 = 15 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ و

$\alpha_2 = 6 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ تشکیل شده است. اگر بر اثر افزایش دما طول میل به ۵۶۲ میلی متر برسد، طول هر قسمت

چند میلی متر اضافه شده است؟



$$\frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = \frac{L_1 \alpha_1 \Delta T_1}{L_2 \alpha_2 \Delta T_2}$$

$$\Delta L_1 = 1 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 1 \text{ mm}$$

$$\frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = \frac{1400 \times 15 \times 10^{-6}}{1600 \times 6 \times 10^{-6}} = 1 \Rightarrow \Delta L_1 = \Delta L_2$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2$$

$$\Delta L_1 + \Delta L_2 = 2 \text{ mm}$$

مثال ۴: یک تیر آهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجه سلسیوس، ۰.۱۰۶ درصد به طولش اضافه می

شود. ضریب انبساط طولی این تیر آهن در SI، کدام است؟ (سراسری تجربی ۹۷)

$$1/2 \times 10^{-5} \quad (1) \quad 1/6 \times 10^{-5} \quad (2) \quad 6 \times 10^{-5} \quad (3) \quad 8 \times 10^{-5} \quad (4)$$

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

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

$$\Delta L = 6 \times 10^{-5} \times 10^{-2} L$$

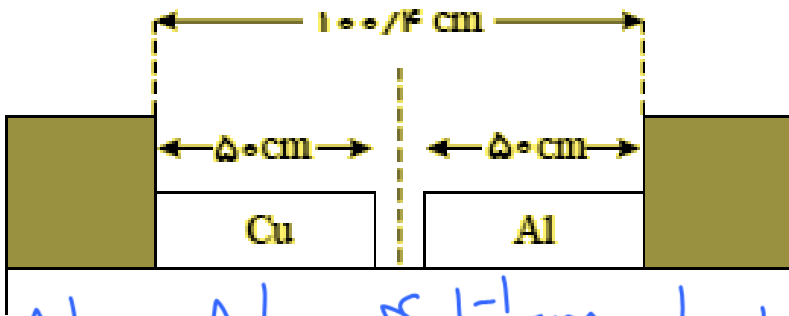
$$6 \times 10^{-5} L = L \alpha \times 50$$

$$\alpha = \frac{6 \times 10^{-5}}{50} = 0.12 \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$



مثال ۶: دو میل مس و آلومینیومی بین دو دیوار ثابت قرار دارند. (مس را چند کلید با بریم تا دو میل به یکدیگر برسند؟

$$(\alpha_{\text{مس}} = 1/7 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{AL}} = 2/3 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$$



۴۷۰ (۱)

۳۴۷ (۲)

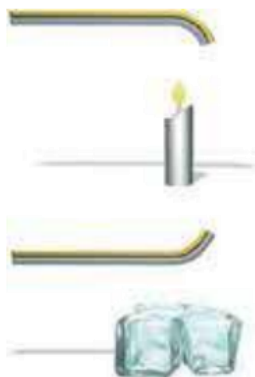
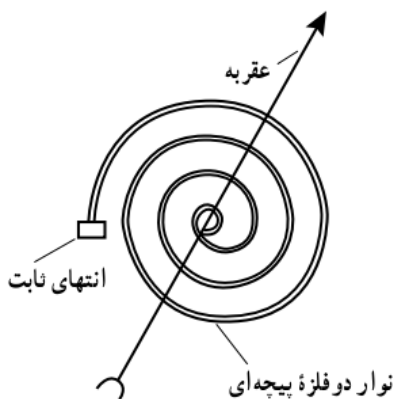
۲۵۰ (۳)

۲۰۰ (۴) ✓

$$\Delta L_{\text{AL}} + \Delta L_{\text{Cu}} = 1 \text{ cm} \Rightarrow L_{\text{AL}} \alpha_{\text{AL}} \Delta T + L_{\text{Cu}} \alpha_{\text{Cu}} \Delta T = 1$$

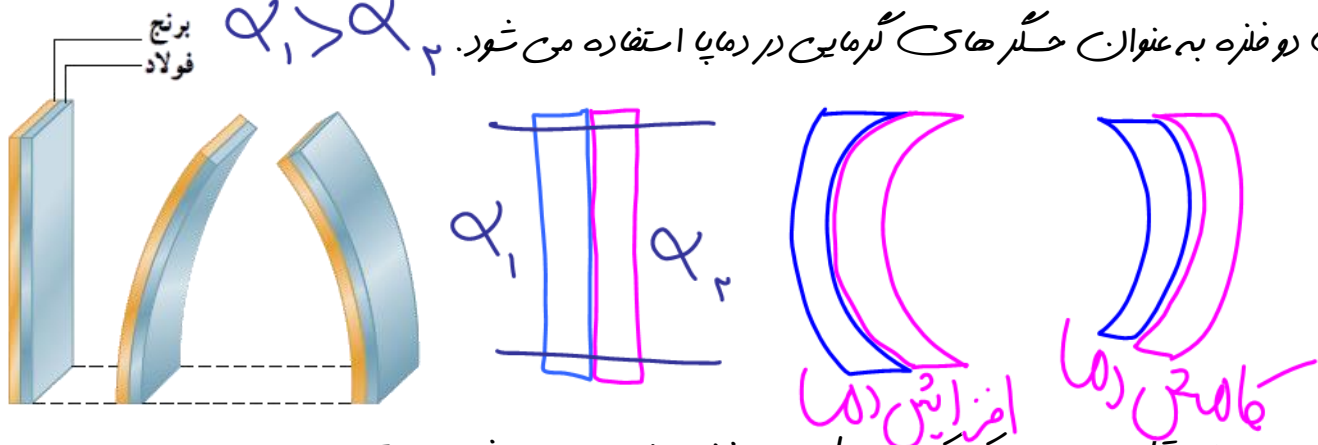
$$\Delta T (2/3 + 1/7) \times 10^{-5} = 1/10 \Rightarrow \Delta T = \frac{1/10}{(2/3 + 1/7) \times 10^{-5}} = \frac{1/10}{5/21 \times 10^{-5}} = \frac{1/10}{5/21 \times 10^{-5}} = 200^\circ \text{C}$$

دماسنج نواری دوفلزه: نوار دوفلزه (بی مثال) از دو تیغه فلزی متفاوت مانند برنج و آهن ساخته شده است که سردتر به هم جوش داده شده یا پرچ شده اند. هرگاه این نوار گرم یا سرد شود، نوار مانند شکل خم می شود. از این ویژگی می توان برای دماسنجی و ساخت دماسنج استفاده کرد.

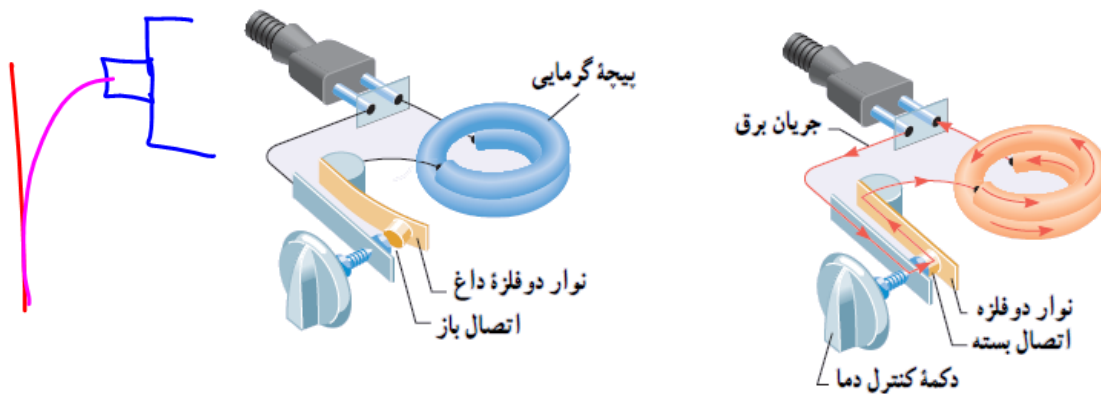


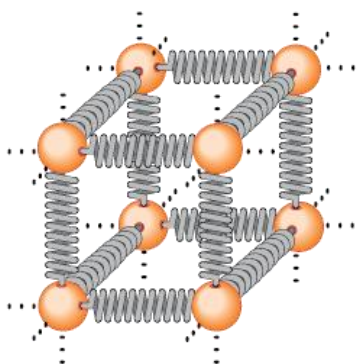


دمایا (ترموستات): اگر دو میله با ضرایب خطی α_1 و α_2 ($\alpha_1 < \alpha_2$) به یکدیگر متصل شوند. برای مثال فولاد و برنج
 (برنج $\alpha < \alpha_{\text{فولاد}}$) با گرم کردن میله ها و یا سرد کردن آنها هر دو میله خم می شوند به گونه ای که میله ای
 که ضریب انبساط خطی بیشتر دارد هنگام انبساط کمان خارجی و هنگام انقباض کمان داخلی را تشکیل می دهد.
 از خم شدن میله ها می توان جهت قطع مدار الکتریکی به هنگام افزایش دما بیش از حد معین استفاده کرد. اغلب
 از نوارهای دوفلزه به عنوان حلقه های گرمایی در دمایا استفاده می شود. $\alpha_1 > \alpha_2$



در تصویر زیر نحوه ی قطع جریان الکتریکی توسط نوار دوفلزه نشان داده شده است.





توجیه میکروسکوپی انبساط گرمایی: انبساط گرمایی یک جسم پیامد تغییر فاصله ی بین اتم ها یا مولکول ها ی تشکیل دهنده ی آن است. برای درک این مدل چگونگی رفتار اتم ها در یک ماده ی جامد را در نظر بگیرید. می توان اتم ها را ذراتی در نظر گرفت که با فنرهای به اتم ها ی مجاور متصل شده اند. اتم ها پیرامون مکان های تعادل خود با دامنه ی کم نوسان می کنند. می توان نشان داد با افزایش

دمای جامد فاصله ی متوسط بین اتم ها افزایش می یابد و در نتیجه جسم جامد منبسط می شود.

در مایع با افزایش دما حرکت کاتوره ای اتم ها و مولکول ها بیشتر می شود این افزایش دما باعث دور شدن اتم ها و مولکول ها از هم می شود و حجم مایع افزایش می یابد.

انبساط سطحی: اگر مساحت اولیه جامد A_0 باشد، مساحت نهایی آن پس از افزایش دما $\Delta\theta$ عبارتست از:

$$A = A_0(1 + \gamma \Delta T)$$

که در این رابطه ضریب انبساط سطحی (γ) برابر است با افزایش مساحت واحد سطح یک جامد به ازای افزایش دمای یک درجه کلوین.

مثال ۸: ورقه ای فلزی و متطیلی شکل به اضلاع a_1 و b_1 را در نظر بگیرید. بر اثر افزایش دمای ΔT ، طول اضلاع متطیل به اندازه ی Δa و Δb افزایش می یابند. اگر ضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهید که با تقریب مناسب، افزایش مساحت ورقه از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$\Delta A = \gamma A_1 \Delta T$$

$$\Delta A = A \cdot 2\alpha \Delta \theta$$

ضریب انبساط سطحی



مثال ۹: دمای یک قرص فلزی را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا به سطح آن به اندازه ۰.۰۲ سطح

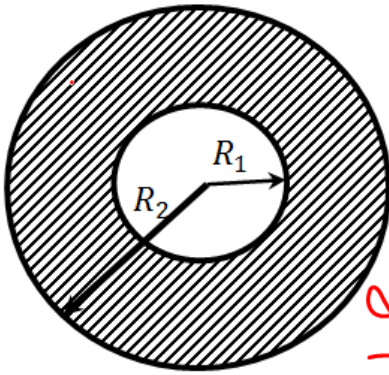
اولیه افزوده شود؟ $(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$

$$\Delta A = 2 \times 10^{-2} A_0 \text{ و } \Delta A = A_0 \alpha \Delta \theta$$

$$2 \times 10^{-2} A_0 = A_0 \times 2 \times 10^{-5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{10^{-2}}{2 \times 10^{-5}} = \frac{10^3}{2} = 500^\circ C$$

مثال ۱۰: دو سکه فلزی A و B را مطابق شکل روی هم قرار داده ایم. $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ را طوری تعیین کنید که ماحت

قمت هاشور خورده در هر دمای ثابت بماند؟ $(R_1 = 25 \text{ cm} \quad R_2 = 30 \text{ cm})$



α_1 و α_2 ضرایب انبساط طولی سکه های A , B می باشد.

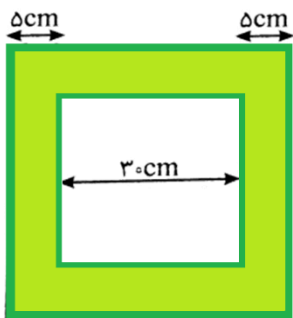
$$\Delta A_1 = \Delta A_2$$

$$\Rightarrow A_1 \alpha_1 \Delta T = A_2 \alpha_2 \Delta T \Rightarrow R_1^2 \alpha_1 = R_2^2 \alpha_2$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \left(\frac{25}{30} \right)^2 = \left(\frac{5}{6} \right)^2 = \frac{25}{36}$$

مثال ۱۱: یک قاب فلزی مربع شکل در دمای $10^\circ C$ دارای ابعادی مطابق شکل مقابل است.

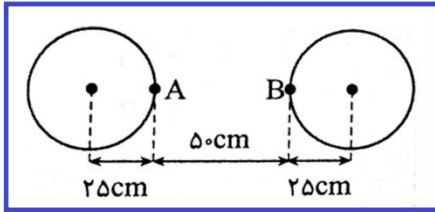
اگر ضریب انبساط طولی فلز $2/5 \times 10^{-4}$ باشد، در دمای $110^\circ C$ ماحت قمت فلزی چند سانتی متر مربع است؟



- ۱) ۲۸۲/۵ (۲) ۲۶۵ (۳) ۷۳۵ (۴) ۷۱۷/۵

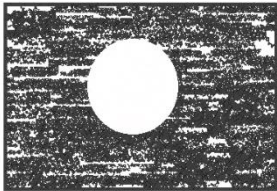


✓ مثال ۱۴: در وسط یک صفحه سی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $\frac{1}{k} \times 10^{-5}$ است، دو دایره به شعاع های ۲۵ سانتی متر را در دمای صفر درجه سیوس خارج نموده ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه سیوس برسانیم، فاصله سی AB چند میلی متر می شود؟ (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۵)

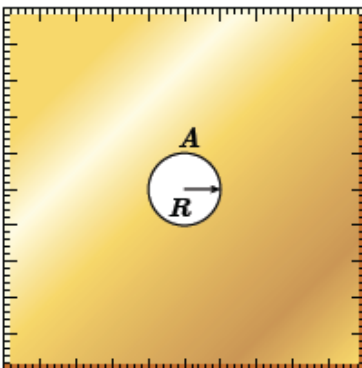


- ۱) ۴۹۶/۴ ۲) ۴۹۸/۲ ۳) ۵۰۱/۸ ۴) ۵۰۳/۶

● نکته: در صورتی که در سطح اجسام جامد سوراخ یا شیار پدید آمده باشد گرم کردن جسم منجر به افزایش مساحت سوراخ یا شیار خواهد شد.

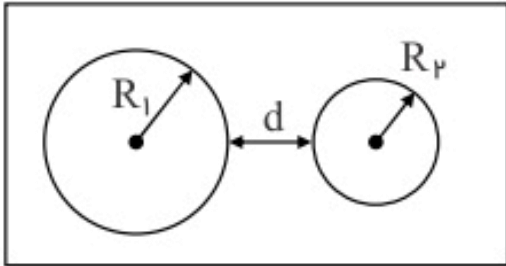


✓ مثال ۱۱: در شکل مقابل شعاع حفره سی روی ورقه ۴ سانتی متر است. اگر دمای ورقه C ۲۰۰ افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد بود؟ $(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$





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



- ۱) شعاع های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصله d افزایش می یابد.
- ۲) شعاع های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصله d کاهش می یابد.
- ۳) شعاع های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصله d کاهش می یابد.
- ۴) شعاع های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصله d افزایش می یابد.

انبساط حجمی: ضریب انبساط حجمی یک ماده نیز برابر است با افزایش حجم آن ماده به ازای افزایش دمای یک کلوین. پس داریم:

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T)$$

برای جامدات داریم:

مثال ۱۲: اگر دمای یک مکعب می را به ۵۰۰ درجه سانتیگراد برسانیم حجم آن به اندازه ۲/۴٪ حجم اولیه

اش افزایش می یابد. دمای اولیه مکعب چند درجه سلسیوس بوده است؟ $(\alpha = 1/6 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$



✓مثال ۱۳: ضریب انبساط حجمی مایعی $\frac{1}{K} \times 10^{-3}$ است. حجم ۲ لیتر از این مایع در اثر ۵ درجه سانتیگراد افزایش دما، چند سانتی متر مکعب افزایش می‌یابد؟

✓مثال ۱۴: وسط یک صفحه فلزی مربع شکل، سوراخی دایره ای ایجاد کرده ایم اگر دمای صفحه را از ۲۰ درجه سانتیگراد به ۲۲۰ درجه سانتیگراد برسانیم ماحت سوراخ چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\alpha_{\text{فلزی}} = 1/6 \times 10^{-5} / K)$

✓مثال ۱۷: دمای یک کره فلزی را ۸۰ درجه سلیوس افزایش می‌دهیم، حجم آن ۰/۰۸ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای این کره را ۶۰ درجه سلیوس افزایش دهیم، سطح کره چند درصد افزایش می‌یابد؟

(سراسری ریاضی ۹۹- خارج از کشور)

(۱) ۰/۱۲ (۲) ۰/۰۸ (۳) ۰/۰۶ (۴) ۰/۰۴



انبساط مایعات: مایعات به صورت حجمی منبسط می شوند چون مایعات را درون ظرف نگهداری می کنند در اثر افزایش دما ظرف و مایع هر دو منبسط می شوند لذا انبساطی که ما مشاهده می کنیم اختلاف انبساط مایع و ظرف است که انبساط ظاهری می نامیم چون انبساط جامدات خیلی کمتر از مایعات است پس می توان در بیشتر از موارد از آن صرف نظر نمود.

انبساط ظاهری: اگر به اندازه V_0 از یک مایع با ضریب انبساط حجمی β درون ظرفی با ضریب انبساط خطی α بریزیم با افزایش $\Delta\theta$ برای ظرف و مایع میزان انبساط ظاهری مایع بصورت زیر محاسبه می شود:

✓ **مثال ۱۵:** ارغنی شیشه ای را که در دمای 20°C گنجایشی برابر با 200 cm^3 دارد، با گلیسرین در همان دما پر کرده ایم. اگر دمای ظرف و گلیسرین را به 60°C برسانیم:

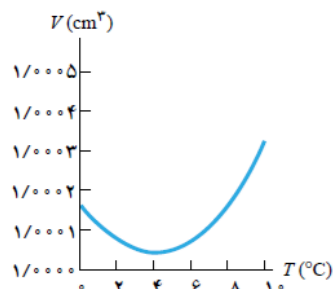
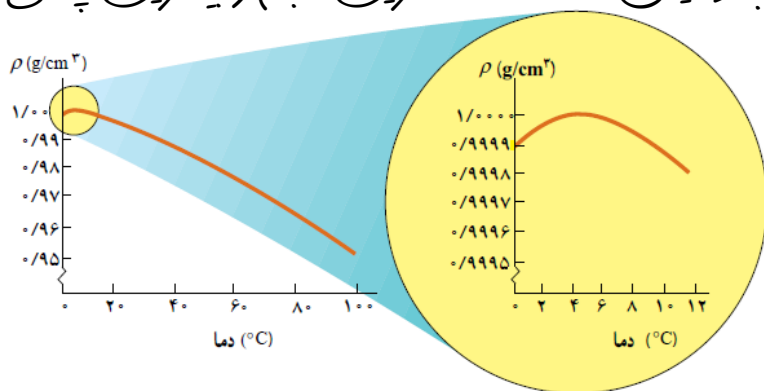
الف) آیا گلیسرین از ظرف بیرون می ریزد؟

ب) حجم گلیسرین سرریز شده چقدر است؟



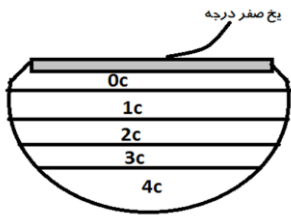
مثال ۱۶: ظرفی به انبساط خطی $\frac{1}{k} \times 10^{-5}$ و به حجم 600 cm^3 پر از مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{k} \times 10^{-4}$ است. اگر دمای مجموعه را به اندازه ۵۰ درجه سیوس افزایش دهیم حجم مایعی که بیرون می‌ریزد چند cm^3 است؟

انبساط غیر عادی آب: از صفر تا 4°C حجم آب به جای اینکه افزایش یابد کاهش می‌یابد و از دمای 4°C به بالا انبساط عادی خود را باز می‌یابد. بنابراین وقتی آب دمای 4°C است کمترین حجم و بیشترین پهنای خود را دارد.





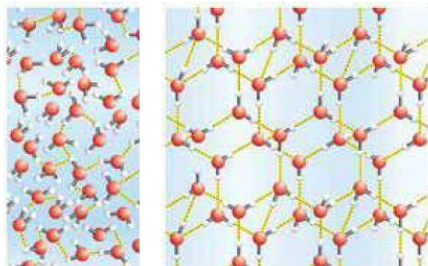
❖ نکته: نحوه ی قرار گیری مایعات از پایین به بالا ، از چگالی زیاد به چگالی کم است و آب از سطح دریاچه شروع به یخ زدن می کند.



نحوه قرار گیری آب بر اساس دما در یک دریاچه

✓ پرسش: توضیح دهید چرا انبساط غیر عادی آب برای ماهی ها و جانوران دریایی بسیار مهم است؟

علت انبساط غیر عادی آب: علت انبساط غیر عادی آب را می توان با ساختار مولکول های آن در یخ توضیح داد. مولکول های آب در یخ شبکه ای بلوری تشکیل می دهند، به طوری که مولکول ها در بعضی نواحی خیلی به هم نزدیک اند و در نواحی دیگر، بین آن ها فضای خالی وجود دارد. وقتی آب از یخ به حالت مایع تبدیل می شود، دیگر شبکه ی بلوری وجود ندارد و آرایش مولکول های آن یکنواخت تر می شود و در نتیجه حجم اشغال شده کاهش می یابد. در محدوده ی دماهای 0°C تا 4°C بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز در آب وجود دارد و موجب رفتار غیر عادی آب می شود.



آب

یخ