

بروزترین و برترین  
سایت کنکوری کشور

[WWW.KONKUR.INFO](http://WWW.KONKUR.INFO)

**K**onkur  
**.info**

<https://konkur.info>

فصل ( ٤ )

دما و گرما



## تعریف دما:

دما کمیتی است که درجه گرمی و سردی جسم را تعیین میکند. رایج ترین نوع دماسنج ها، دماسنج های جیوه ای و الکلی می باشند. کمیت دماسنجی در این دماسنج ها ارتفاع مایع درون لوله آن ها است.

## کمیت دما سنجی:

برای اندازه گیری دما از دماسنج استفاده میشود ساده ترین و رایج ترین دماسنج ها نوع الکلی و جیوه ای می باشد که بر اساس تغییر حجم و ارتفاع مایع در اثر تغییر دما کار می کنند. شکل مقابل یک دماسنج الکلی را نشان میدهد.

## دماسنج سلسیوس:

یکی از متداول ترین دماسنج ها، دماسنج سلسیوس یا سانتی گراد است. این دما را با نماد  $\theta$  نشان داده و یکای آن درجه سلسیوس است که با  $^{\circ}C$  نشان میدهند.

## نکته:

به دمای سلسیوس، سانتی گراد نیز گویند. سانتی یعنی یک صدم ( $\frac{1}{100}$ ) و گراد به معنی درجه است بنابراین این سانتی گراد به معنی یک صدم درجه می باشد.



یک نمونه دماسنج الکلی

## طرز درجه بندی دماسنج سلسیوس :

برای درجه بندی دماسنج سلسیوس نیاز به دو نقطه ثابت پایینی و بالایی است. نقطه ثابت پایینی دمای ذوب یخ خالص و نقطه ثابت بالایی دمای بخار آب جوش در فشار یک اتمسفر است که آنها را بترتیب با اعداد ۰ و ۱۰۰ نشان داده و بین دو عدد را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می کنند که هر قسمت برابر یک درجه سلسیوس است.



## دمای کلوین :

کمترین دمای ممکن  $273/15^{\circ}\text{C}$  - است که در این دما انرژی درونی مولکول های یک جسم به صفر می رسد که به آن دمای صفر مطلق یا دمای کلوین گویند و آنرا با نماد  $T$  نشان داده و یکای آن در SI کلوین است که با حرف  $K$  نشان میدهند. در محاسبات از  $273$  - استفاده خواهیم کرد .

## رابطه بین دمای سلسیوس و کلوین :

بین دمای سلسیوس و کلوین رابطه زیر برقرار است :

$$T = \theta + 273$$

## تمرین ۱-۴

نشان دهید که تغییر دما در مقیاس های سلسیوس و کلوین با هم برابر است ( $\Delta T = \Delta \theta$ ).

پاسخ :

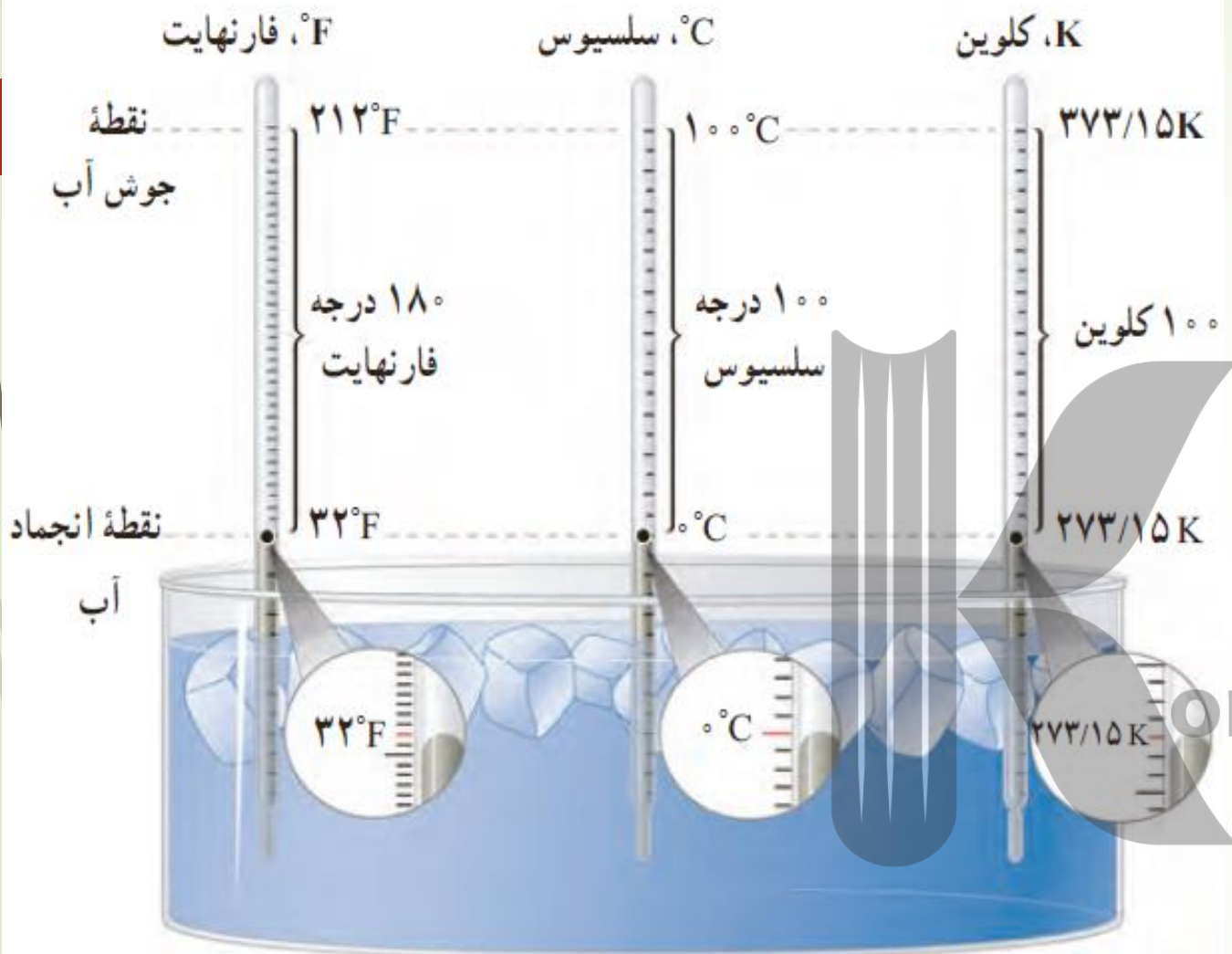
$$\left. \begin{array}{l} T_1 = \theta_1 + 273 \\ T_2 = \theta_2 + 273 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Delta T = T_2 - T_1 \\ \Delta T = \theta_2 + 273 - (\theta_1 + 273) \end{array}$$

$$\Delta T = \Delta \theta$$

<https://konkur.info>

## دماسنج فارنهایت :

یکی دیگر از دماهای رایج که در هواشناسی و صنعت بکار می رود دمای فارنهایت است که آنرا با **F** نشان داده و یکای آن درجه فارنهایت است که با **F** نشان می دهند. شکل مقابل مقایسه سه دمای کلوین، سلسیوس و فارنهایت را نشان می دهد.



مقایسه یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلوین

رابطه بین دمای سلسیوس و فارنهایت :

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 \quad \text{و یا} \quad F = 1.8 \theta + 32$$

برخی از دماسنج هایی که مورد استفاده قرار می گیرند :



دماسنج تابشی که بر اساس آشکارسازی شدت تابش گرمایی کار می کند.



برخی از دماسنج ها که در اطراف خود مشاهده می کنید.

الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً  $37^{\circ}\text{C}$  است. این دما را برحسب کلون و فارنهایت بنویسید.  
 ب) گرم‌ترین نقطه روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود  $7^{\circ}\text{C}$  و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا  $-89^{\circ}\text{C}$  گزارش شده است. این دماها را برحسب کلون و فارنهایت به دست آورید.

$$\theta = 37^{\circ}\text{C} \begin{cases} T_{(k)} = \theta_{(c)} + 273 \Rightarrow T = 37 + 273 \Rightarrow T = 310 \cdot k \\ F_{(f)} = 1/\lambda \theta_{(c)} + 32 \Rightarrow F = 1/\lambda \times 37 + 32 \Rightarrow F = 98/6^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

پاسخ:  
(الف)

$$\begin{cases} T_{(k)} = \theta_{(c)} + 273 \begin{cases} \theta_1 = 7^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_1 = 7 + 273 \Rightarrow T_1 = 280 \text{ k} \\ \theta_2 = -89^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = -89 + 273 \Rightarrow T_2 = 184 \text{ k} \end{cases} \\ F_{(f)} = 1/\lambda \theta_{(c)} + 32 \begin{cases} \theta_1 = 7^{\circ}\text{C} \Rightarrow F_1 = 1/\lambda \times (7) + 32 \Rightarrow F_1 = 45^{\circ}\text{F} \\ \theta_2 = -89^{\circ}\text{C} \Rightarrow F_2 = 1/\lambda \times (-89) + 32 \Rightarrow F_2 = -128/2^{\circ}\text{F} \end{cases} \end{cases}$$

(ب)



مثال :

$86^{\circ}\text{F}$  معادل چند کلوین است ؟

پاسخ :

$$F = 86^{\circ}\text{F} \quad F = 1/180 \dots + 32 \Rightarrow 86 = 1/180 + 32$$

$$86 - 32 = 1/180 \Rightarrow \theta = \frac{54}{1/18} \Rightarrow \theta = 3^{\circ}\text{C}$$

$$T = \theta + 273 = 30 + 273 = 303 \text{ K}$$

مثال :

درجه دمایی هر دو دماسنج سلسیوس و فارنهایت هر دو یک عدد را نشان می دهند؟

پاسخ :

$$F = \theta \quad \text{و} \quad F = 1/180 \dots + 32 \Rightarrow \theta = 1/180 + 32$$

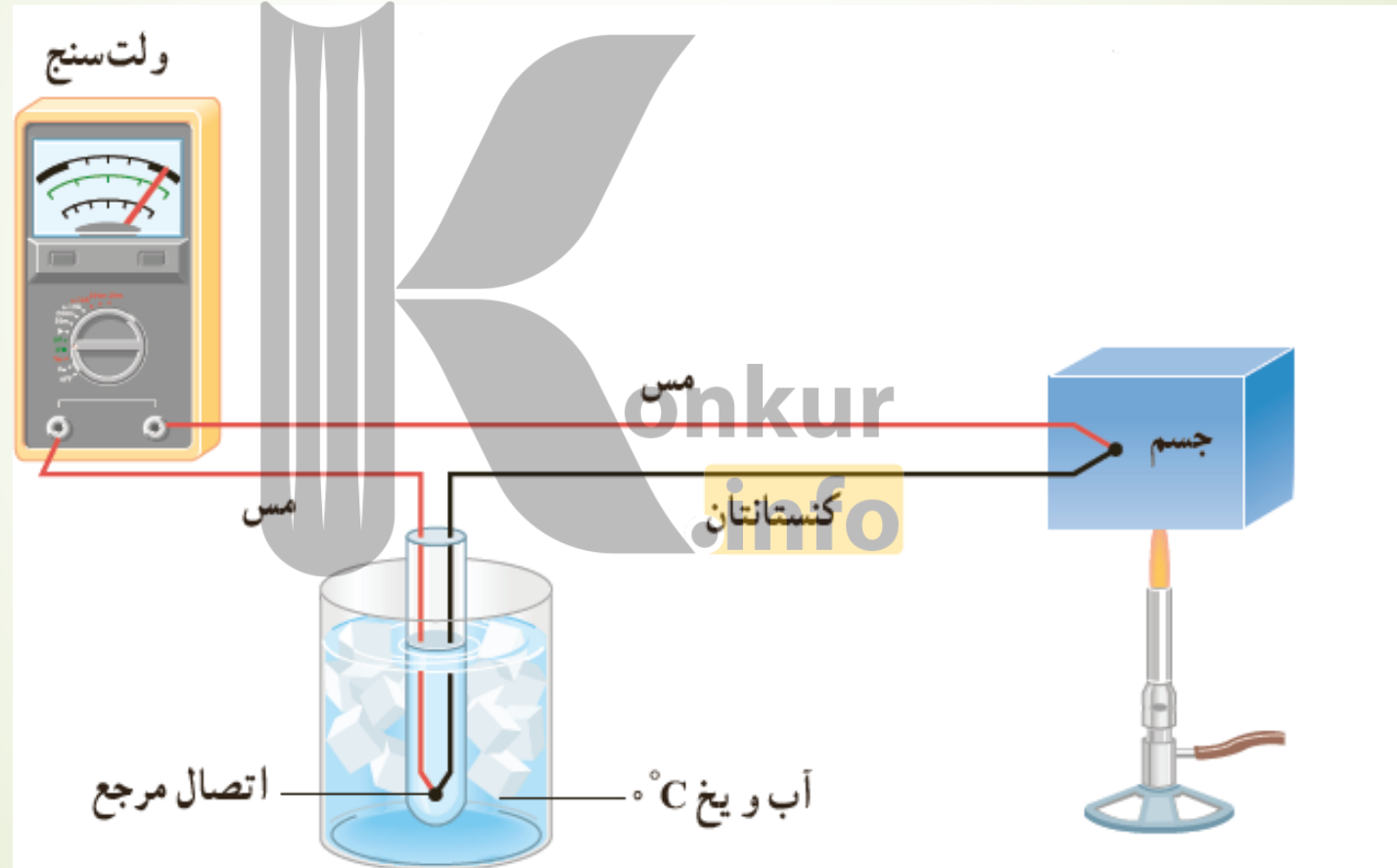
$$\theta - 1/180 = 32$$

$$\therefore 1/180 = 32$$

$$\theta = \frac{32}{-1/18} \Rightarrow \theta = -4^{\circ}\text{C}$$

## دماسنج ترموکوپل :

هرگاه محل اتصال دو سیم غیرهمنام جنس را گرما دهیم در مدار جریان الکتریکی ایجاد میشود به این پدیده ترموکوپل گویند و دماسنجی که به این روش ساخته میشود، دماسنج ترموکوپل نامیده میشود. گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم های آن بستگی دارد بعنوان مثال در ترموکوپلی از جنس کروم-نیکل گستره دماسنجی از  $270^{\circ}\text{C}$  - الی  $1372^{\circ}\text{C}$  می باشد.



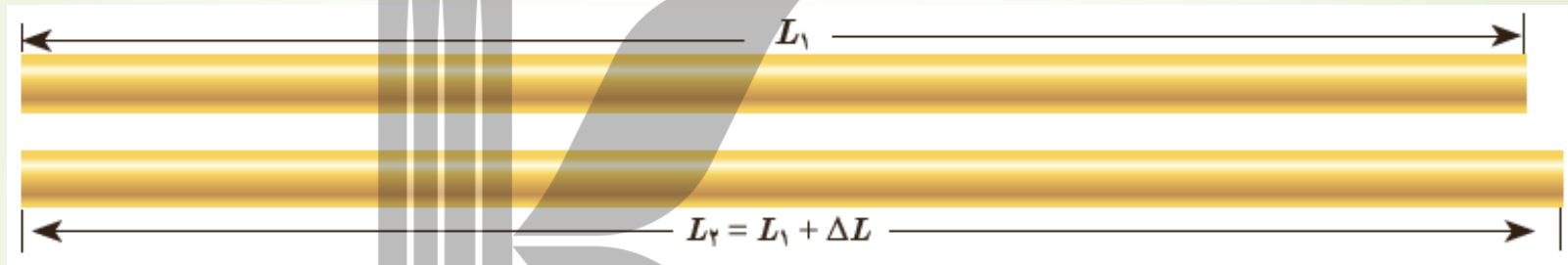
## اثر گرما بر جامدها:

انبساط در جامدها خصوصا فلزات به سه صورت طولی، سطحی و حجمی ایجاد میشود.

## انبساط طولی:

اگر جسم جامد به شکل میله نازک فلزی باشد در اثر گرما به طول آن افزوده میشود. اگر طول اولیه میله

فلزی  $L_1$  باشد و دمای آنرا به اندازه  $\Delta T = \Delta \theta$  افزایش دهیم در اینصورت طول آن به اندازه  $\Delta L = L_2 - L_1$  افزایش می یابد. (مطابق شکل)



آزمایش نشان می دهد که مقدار افزایش طول میله به افزایش دما و جنس میله فلزی بستگی دارد و از رابطه زیر بدست می آید:

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

تغییر طول  
m

ضریب انبساط طولی  
 $\frac{1}{^\circ C}$  یا  $\frac{1}{K}$

طول اولیه  
m

تغییر دما  
 $^\circ C$  یا K

مثال :

انبساط تیر آهنی با طول اولیه ۲۵ متر، در اثر افزایش دمای از  $10^{\circ}\text{C}$  - تا  $30^{\circ}\text{C}$  را حساب کنید.

$$\alpha_{\text{آهن}} = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

پاسخ :

$$L_1 = 25 \text{ m}$$

$$\theta_1 = -10^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

$$\Delta L = ?$$

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

$$\Delta L = 11 \times 10^{-6} \times 25 \times (30 - (-10))$$

$$\Delta L = 1/1 \times 10^{-3} \text{ m} = 1/1 \text{ cm}$$

نکته :

طول ثانویه میله از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta L = L_2 - L_1 \rightarrow L_2 = L_1 + \Delta L$$

برای محاسبه طول ثانویه میتوان از رابطه زیر نیز استفاده کرد:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \rightarrow L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta \theta \rightarrow L_2 = L_1 + \alpha L_1 \Delta \theta$$

$$\rightarrow L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

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

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

مثال :

اگر دمای میله‌ای فلزی به طول ۱ m را  $۴۰۰\text{ }^{\circ}\text{C}$  افزایش دهیم، طول میله چند سانتی‌متری شود (ضریب انبساط طولی میله  $\frac{۱}{\text{C}} \times ۱۲ \times ۱۰^{-۶}$  است)

پاسخ :

$$L_1 = 1\text{m}$$

$$\Delta\theta = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L_2 = ?$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{C}}$$



$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$L_2 = 1 \times (1 + 12 \times 10^{-6} \times 400)$$

$$L_2 = (1 + 0.0048)$$

$$L_2 = 1.0048\text{m}$$

$$L_2 = 1.0048 \times 100 = 100.48\text{cm}$$

طول یک پل معلق<sup>۱</sup> (شکل الف)، در پایین ترین دمای منطقه ۱۱۵۸ m است. این پل از نوعی فولاد با  $\alpha = 13 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$  ساخته شده است. فرض کنید کمترین دمای ممکن  $-5^{\circ}\text{C}$  و بیشترین دمای ممکن  $+5^{\circ}\text{C}$  باشد. بیشترین تغییر طول ممکن پل چقدر است؟

**پاسخ:** با استفاده از رابطه ۲-۴ داریم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (13 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C})(1158 \text{ m})(10^{\circ}\text{C}) = 1/5 \text{ m}$$

تغییر طول ۱/۵ m مقدار نسبتاً زیادی است. بدیهی است که در عمل نمی‌توان فضای خالی به طول ۱/۵ m را برای این تغییر طول روی پل در نظر گرفت. برای رفع این مشکل از تعدادی بست انبساطی/انگشتی<sup>۲</sup> که از جنس فلز هستند استفاده می‌کنند. شکل (ب)، نوعی از این بست‌ها و شکل (پ)، نمونه‌ای دیگر از این بست‌ها را نشان می‌دهد.



(ب) نمونه‌ای از بست انبساطی/انگشتی (پ) نمونه‌ای دیگر از بست‌های انبساطی

(الف) تصویری از یک پل معلق

**مثال:** ارتفاع برج ایفل در یک روز برابر ۳۰۰ متر است اگر در آن روز دمای آن ۲۲ درجه سلسیوس افزایش دما داشته باشد، تغییر طول آن حداکثر چند سانتیمتر خواهد بود؟  $\alpha = 10/5 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$

$$L_1 = 300 \text{ m}$$

$$\Delta\theta = 22^\circ \text{C}$$

$$\alpha = 10/5 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$$

$$\Delta L = ?$$

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

$$\Delta L = 10/5 \times 10^{-6} \times 300 \times 22$$

$$\Delta L \approx 0.77 \text{ m} = 77 \text{ cm}$$

پاسخ:

مثال:

دمای یک میله فلزی را چند درجه‌ی سلسیوس بالا ببریم تا افزایش طول آن

،  $\frac{1}{400}$  طول اولیه اش باشد؟  $\alpha_{\text{فلز}} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{C}$

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

$$\Delta\theta = ?$$

$$\Delta L = \frac{1}{400} L_1$$

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

$$\frac{1}{400} L_1 = 2 \times 10^{-5} L_1 \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{\frac{1}{400}}{2 \times 10^{-5}} = \frac{10^5}{800}$$

پاسخ:



## مثال ۱:

چه مقدار افزایش دما باعث می شود تا ۰,۵ متر میله‌ی فلزی، ۱,۱ میلیمتر افزایش یابد؟ ( $\alpha = 2 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$ )

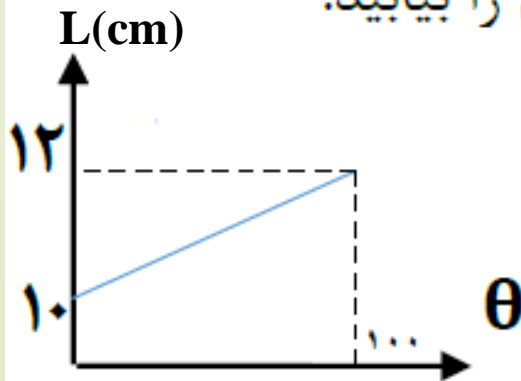
## مثال ۲:

با افزایش ۱۰ درجه‌ای دما برای یک میله فلزی با ضریب انبساط طولی  $10^{-4} \frac{1}{K}$ ، طول میله چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۱) ۰,۱ (۲) ۰,۰۱ (۳) ۱ (۴) ۱۰

## مثال ۳:

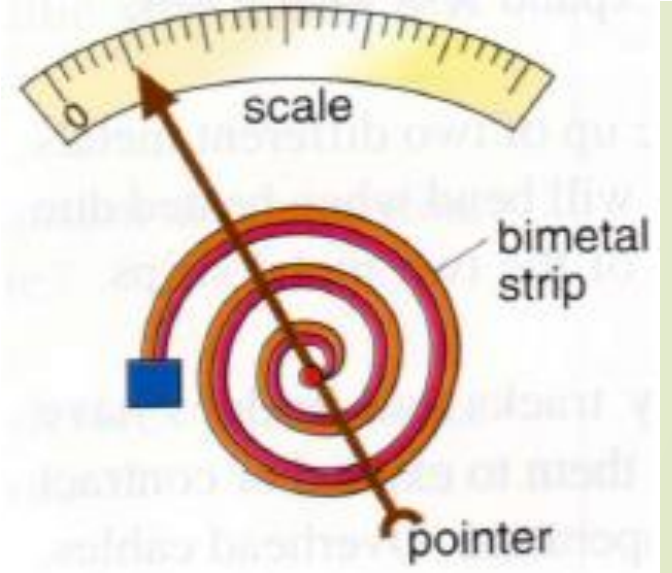
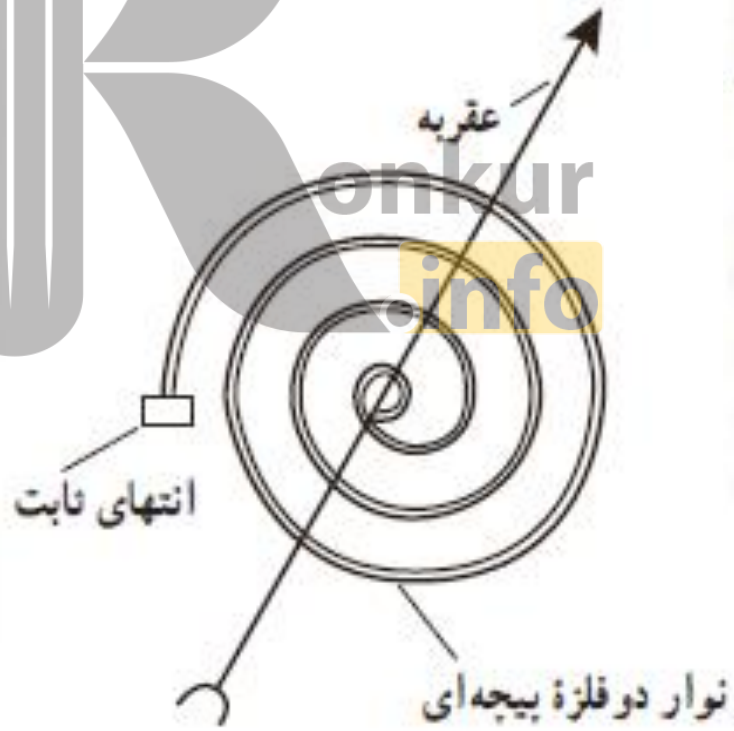
نمودار طول یک جسم نسبت به دما مطابق روبروست، ضریب انبساط طولی جسم را بیابید.



## دماسنج نوری دو فلزه:

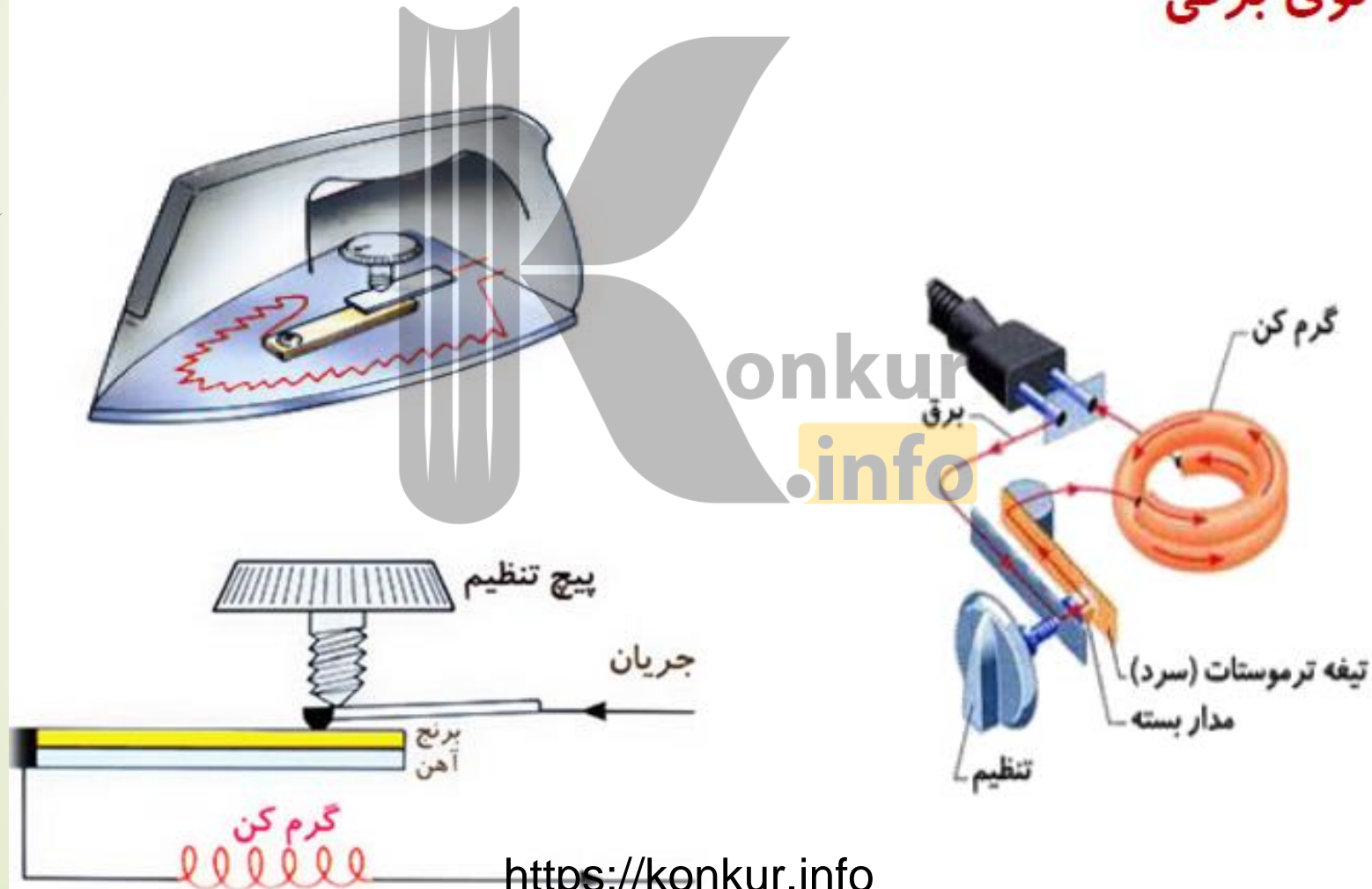
این نوع دماسنج مثل ترموستات ازدو تیغه ی فلزی با ضریب انبساط متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده اند، می سازند.

در دماسنج بی متال تیغه های فلزی به شکل یک نوار حلزونی است. در این جا هم تیغه ی فلزی که ضریب انبساط بیشتری داره کمان خارجی را تشکیل می دهد به همین دلیل با افزایش دما، نوار بی متال حلزونی، خمیده شده و عقربه به سمت راست می چرخد.

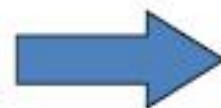


وسیله ای برای تنظیم دماست که از دو فلز غیر هم جنس با میزان انبساط متفاوت که به یک دیگر پرچ یا لحیم شده اند، ساخته شده است .

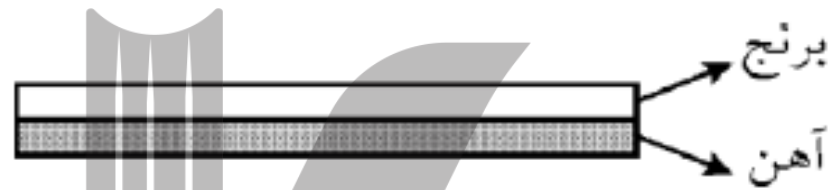
در اتوی برقی



اگر دما پیا (نوار دو فلز) در یک مدار الکتریکی قرار دهیم بابرقراری جریان نوار دو فلز گرم می شود و نوار خم شده و اتصال قطع می شود و اگر دما پیا سرد شود دوباره طول دو فلز یک اندازه می شود و نقاط اتصال وصل می شوند و دستگاه روشن می شود.

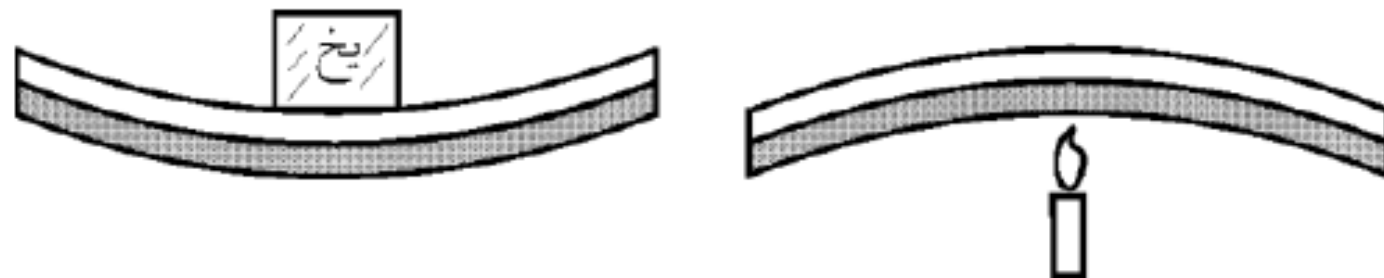


دو نوار فلزی متفاوت (آهن و برنج) را به هم می چسبانیم. اگر روی میله (دمپا) یک بار یخ قرار داده و بار دیگر زیر آن را شمع روشن کنیم به چه شکلی تبدیل می شود؟



پاسخ:

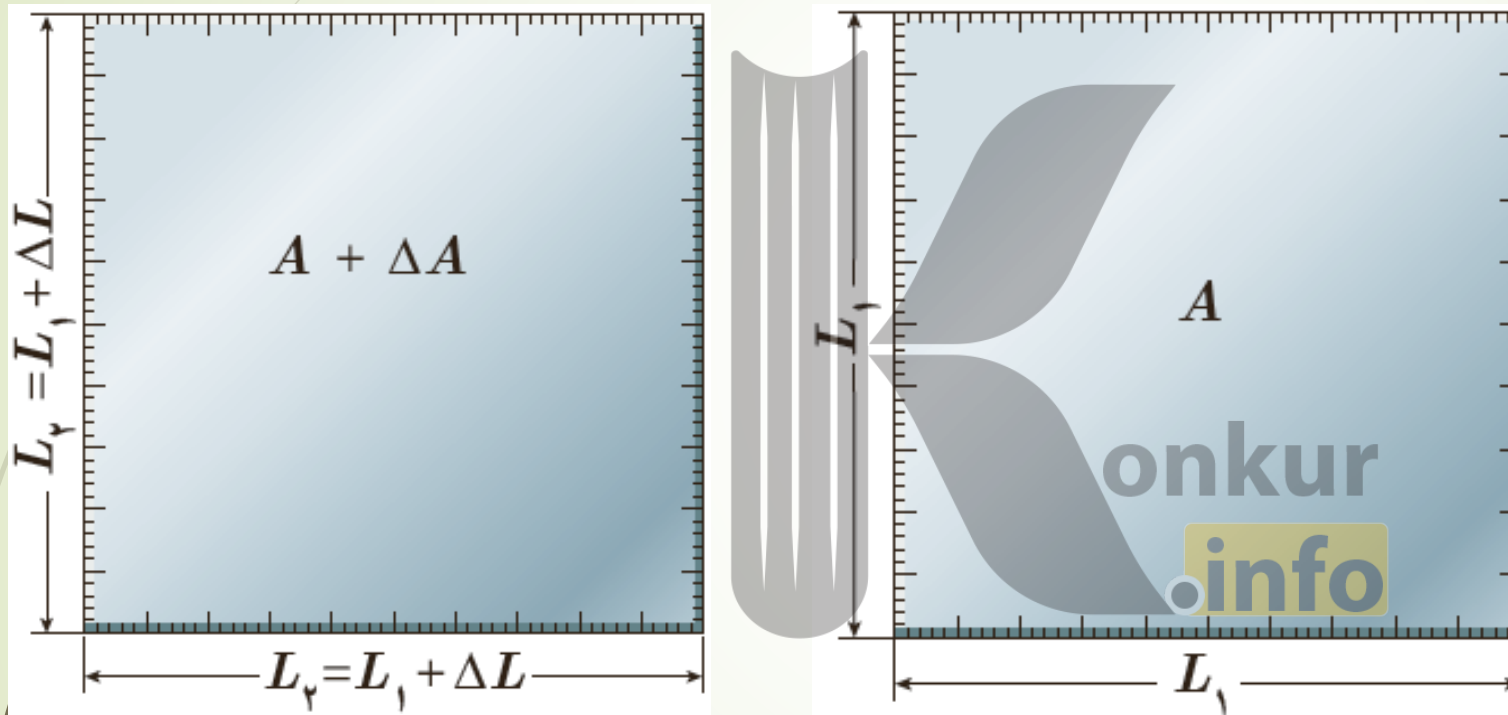
هرچه آلفا بزرگتر باشد افزایش طول میله به علت افزایش دما بیشتر است. هرچه آلفا بزرگتر باشد کاهش طول میله به علت کاهش دما بیشتر است. چون آلفای برنج بیشتر از آهن است پس بیشتر منبسط و بیشتر منقبض می شود.



**دلیل میکروسکوپی انبساط گرمایی:** از نظر میکروسکوپی با گرم شدن جسم، ارتعاش بین اتم‌ها و مولکولها زیاد شده و از هم فاصله می‌گیرند که باعث انبساط ماده می‌شود.

### انبساط سطحی:

اگر جسم نازک و دوبعدی باشد مانند ورقه نازک فلزی، در اثر گرما مساحت آن افزایش می‌یابد که می‌گوییم انبساط سطحی رخ داده است.



$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta \theta$$

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

تغییر مساحت یک ورقه نازک فلزی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \Delta \theta)$$

ضریب انبساط سطحی یک جسم تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آن جسم است.

## مثال ۲-۴

مساحت یک ورقه مسی  $2500 \text{ cm}^2$  است. اگر دمای این ورقه را  $5^\circ\text{C}$  افزایش دهیم، مساحت آن چقدر افزایش خواهد یافت؟

**پاسخ:** از رابطه ۳-۴ استفاده می‌کنیم. ضریب انبساط طولی مس با استفاده از جدول ۱-۴ برابر  $17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  است؛

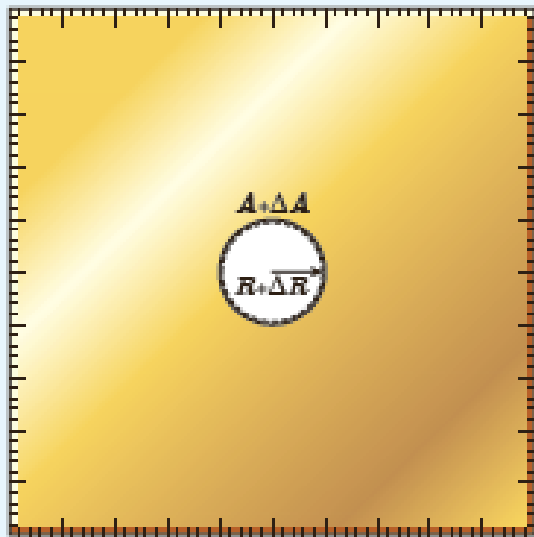
بنابراین داریم:

$$\Delta A = 2\alpha A_0 \Delta T = 2(17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C})(2500 \text{ cm}^2)(5^\circ\text{C}) = 4/3 \text{ cm}^2$$

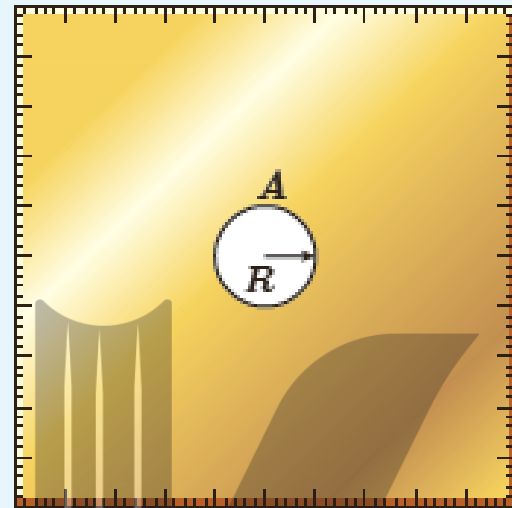
**مثال:** دمای یک قرص فلزی  $400^\circ\text{C}$  افزایش می‌یابد، به طوریکه سطح آن به اندازه  $2\%$  مساحت اولیه افزایش

می‌یابد. ضریب انبساط طولی این قرص فلزی چقدر است؟

شکل های (الف) و (ب) نشان می دهند که وقتی روی یک ورقه فلزی حفره ای دایره ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم، قطر (یا مساحت) حفره بزرگ می شود. فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره ای به قطر یک اینچ (۲/۵۴ cm) درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه،  $200^{\circ}\text{C}$  افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟



(ب)



(الف)

پاسخ:

شعاع حفره

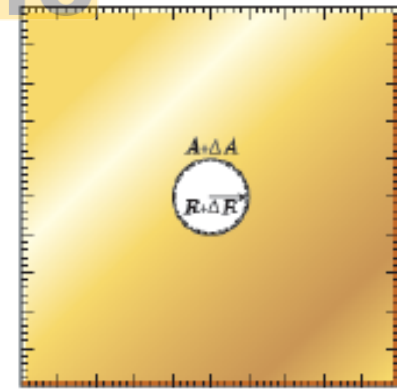
$$r = \frac{2/54}{2} \text{ cm} = 1/27 \text{ cm} \Rightarrow A_1 = \pi r^2 \Rightarrow A_1 = 3/14 \times 1/27^2 \approx 5 \text{ cm}^2$$

$$\Delta\theta = 200^{\circ}\text{C} \quad \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

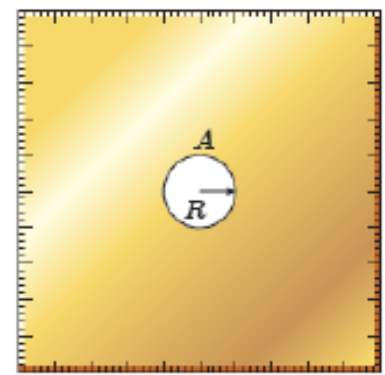
$$\Delta A = ? \quad \Delta A = 2 \times 19 \times 10^{-6} \times 5 \times 200$$

$$\Delta A = 3/8 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$\alpha_{\text{فلز}} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$



(ب)



(الف)



## انبساط حجمی:

هرگاه جسم جامد سه بعدی باشد (مانند کره و مکعب)، در اثر گرما به حجم آن افزوده میشود که به آن انبساط سطحی گویند. افزایش حجم از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

در این رابطه،  $\beta$  ضریب انبساط حجمی جامد یا مایع است. یکای  $\Delta V$  و  $V_0$  مترمکعب ( $m^3$ )، یکای  $\Delta T$ ، کلوین (K) یا درجه سلسیوس ( $^{\circ}C$ ) و از آنجا یکای  $\beta$ ، بر کلوین ( $1/K$ ) یا بر درجه سلسیوس ( $1/^{\circ}C$ ) است.

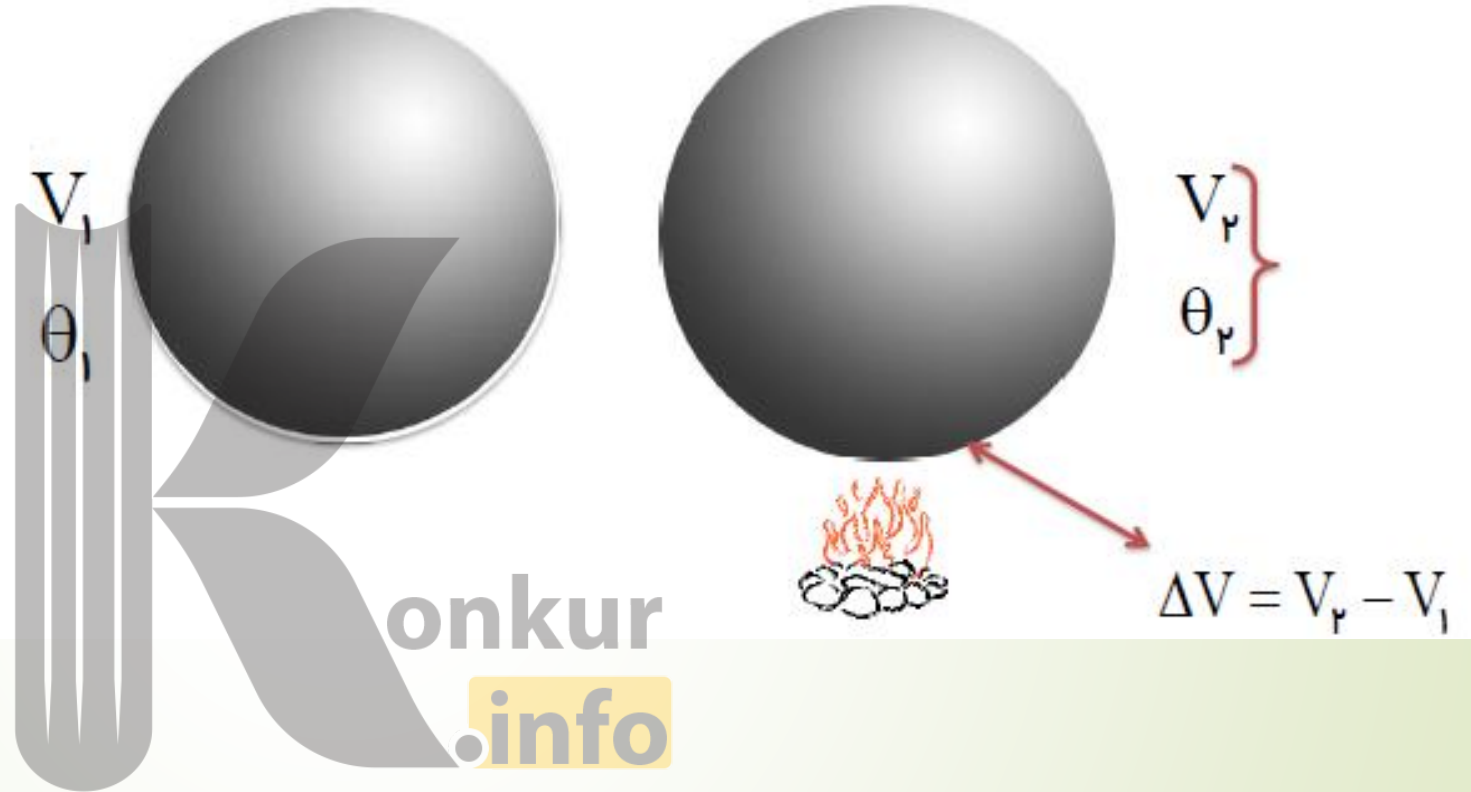
انبساط طولی بیشتر جامدها در راستاهای مختلف، با ضریب انبساط طولی یکسان صورت می گیرد. می توان نشان داد که ضریب انبساط حجمی این جامدها با تقریب مناسبی سه برابر ضریب انبساط طولی آنهاست.

$$\beta_{\text{جامد}} = 3\alpha$$

افزایش دما باعث افزایش حجم جامدها نیز می شود.

$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta$$

$$V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \Delta\theta)$$



مثال:

دمای مکعب مستطیلی فلزی به ابعاد  $10\text{ cm}$ ،  $6\text{ cm}$  و  $5\text{ cm}$  را به اندازه  $200^\circ\text{C}$

افزایش می دهیم، حجم جدید چقدر می شود؟  $\alpha_{\text{فلز}} = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$

در یک روز داغ تابستان که دمای هوا  $4^{\circ}\text{C}$  است، شخصی باک (مخزن) ۵۵ لیتری اتومبیل خود را از بنزین کاملاً پر می‌کند. فرض کنید بنزین از منبعی در زیرزمین با دمای  $12^{\circ}\text{C}$  بالا آمده باشد. شخص اتومبیل را پارک می‌کند و ساعتی بعد بازمی‌گردد. مشاهده می‌کند بنزین قابل توجهی از باک سرریز شده است. چقدر بنزین از باک بیرون ریخته است؟ (از افزایش حجم باک که بسیار ناچیز است صرف‌نظر می‌شود).

**پاسخ:** با توجه به اینکه بنزین، زمان کافی برای هم‌دما شدن با محیط داشته است، دمای نهایی آن را  $4^{\circ}\text{C}$  در نظر می‌گیریم. اکنون با استفاده از رابطه ۴-۴ و جدول ۴-۲ برای ضریب انبساط حجمی بنزین خواهیم داشت:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = (1/00 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C})(55\text{L})(4^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C}) = 1/5\text{L}$$

بنابراین، در کمال تعجب درمی‌یابیم که  $1/5$  لیتر بنزین روی زمین ریخته است.

**مثال:**

در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، حجم یک ظرف مسی برابر یک لیتر است. حجم این

ظرف در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  چقدر است؟  $\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

## محاسبه ی درصد تغییرات طول، سطح و حجم

درصد تغییر هر کمیت از رابطه ی  $\frac{\Delta \text{کمیت}}{\text{کمیت اولیه}} \times 100\%$  به دست می آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow \text{درصد تغییرات طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100\% = (\alpha \times \Delta \theta) \times 100\% \\ \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta \theta \Rightarrow \text{درصد تغییرات سطح} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100\% = (2\alpha \times \Delta \theta) \times 100\% \\ \Delta V = 3\alpha V_1 \Delta \theta \Rightarrow \text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100\% = (3\alpha \times \Delta \theta) \times 100\% \end{array} \right.$$

درصد تغییرات سطح **دو برابر** درصد تغییرات طولش و درصد تغییرات حجم **سه برابر** درصد تغییرات طولش است.

تمرین:

دمای صفحه‌ای از آلومینیوم به اندازه‌ی  $200^{\circ}\text{C}$  کاهش می‌یابد، مساحت صفحه چند درصد کاهش می‌یابد؟  $(\alpha_{\text{AL}} = 25 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}})$

پاسخ:

$1\% =$  درصد مساحت کاهش یافته


$$\left. \begin{array}{l} \Delta\theta = -200^{\circ}\text{C} \\ \text{درصد تغییرات مساحت} = ? \\ \alpha = 25 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{درصد تغییرات مساحت} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100\% \\ \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta\theta \\ \text{درصد تغییرات مساحت} = \frac{2\alpha A_1 \Delta\theta}{A_1} \times 100\% \\ \text{درصد تغییرات مساحت} = 2 \times 25 \times 10^{-6} \times (-200) \times 100\% \\ \text{درصد تغییرات مساحت} = -1\% \end{array}$$

## انبساط حجمی مایعات:

با افزایش دمای مایع، حرکت کاتوره ای اتم ها و مولکولها افزایش می یابد. در نتیجه اتمها و مولکول ها از هم دور شده و حجم مایع بیشتر می شود.

انبساط و انقباض مایعات تنها از نوع انبساط و انقباض **حجمی** است.

## انبساط ظاهری مایع:

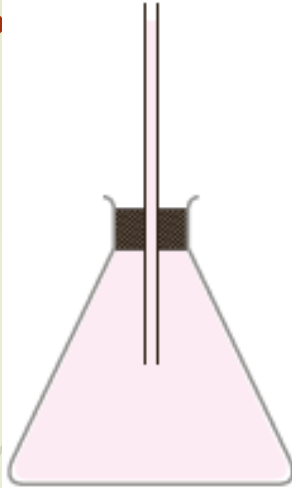
هرگاه ظرفی را پراز مایعی کرده و به ظرف حرارت دهیم، مایع منبسط شده و مقداری از مایع به بیرون ظرف می ریزد، به حجم مایع بیرون ریخته شده، انبساط ظاهری مایع گوئیم. بنابراین میتوان نوشت:

انبساط حجمی ظرف - انبساط واقعی مایع = انبساط ظاهری مایع  
 $\Delta V' - \Delta V = \text{انبساط ظاهری مایع}$

$$\text{انبساط ظاهری مایع} = V_1 \beta \Delta \theta - V_1 3\alpha \Delta \theta$$

ارلنی شیشه‌ای با ضریب انبساط طولی  $9/0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  را که در دمای  $20/0^{\circ}\text{C}$  گنجایشی برابر با  $200\text{ cm}^3$  دارد، مطابق شکل با گلیسرین در همان دما پر کرده‌ایم. اگر دمای ظرف و گلیسرین را به  $60^{\circ}\text{C}$  برسانیم (الف) آیا گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

(ب) اگر پاسخ قسمت (الف) مثبت است، حجم گلیسرین سرریز شده چقدر است؟  
پاسخ:



(الف) افزایش حجم گلیسرین و افزایش گنجایش ظرف را با استفاده از رابطه‌های ۴-۴ و ۵-۴ محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta V_{\text{گلیسرین}} = \beta_{\text{گلیسرین}} V_1 \Delta T = (49 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C})(200\text{ cm}^3)(60^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 3/9\text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \beta_{\text{نیشه}} V_1 \Delta T = (3\alpha_{\text{نیشه}}) V_1 \Delta T = (3 \times 9/0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C})(200\text{ cm}^3)(60^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 0/20\text{ cm}^3$$

در این محاسبه از جدول ۲-۴ برای ضریب انبساط حجمی گلیسرین استفاده کرده‌ایم؛ چون افزایش حجم گلیسرین بیش از افزایش گنجایش ظرف است، پس گلیسرین از ظرف سرریز می‌شود.

(ب) حجم گلیسرین سرریز شده برابر است با

$$\Delta V_{\text{گلیسرین}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (3/9\text{ cm}^3 - 0/20\text{ cm}^3) = 3/7\text{ cm}^3$$

## مثال های زیر را حل کنید:

۱- دمای یک میله فلزی بطول  $10 \text{ Cm}$  را از  $27^\circ \text{C}$  به  $127^\circ \text{C}$  می رسانیم طول آن چقدر افزایش می یابد؟ ضریب انبساط طولی میله  $2 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$  است.

۲- دمای صفحه نازک فلزی را که به شکل مربع و به ضلع  $5 \text{ Cm}$  است را به مقدار  $100^\circ \text{C}$  افزایش می دهیم اگر ضریب انبساط خطی آن  $2 \times 10^{-5} / ^\circ \text{C}$  باشد افزایش سطح آن چقدر است.

۳- دمای یک فلز مکعبی شکل به ضلع  $10 \text{ Cm}$  را از  $20^\circ \text{C}$  به  $220^\circ \text{C}$  می رسانیم اگر ضریب انبساط طولی آن  $1/5 \times 10^{-5} / ^\circ \text{C}$  باشد حجم آن چقدر می شود؟

۴- یک ظرف آلومینیومی با حجم  $400 \text{ cm}^3$  در دمای  $20^\circ \text{C}$  به طور کامل از گلیسرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسرین به  $30^\circ \text{C}$  برسد، چقدر گلیسرین از ظرف بیرون می ریزد؟  
( $\alpha_{\text{آلومینیوم}} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$        $\beta_{\text{گلیسرین}} = 0/5 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$ )



نکته:

همیشه انبساط واقعی مایع از انبساط ظاهری مایع بیشتر است.

**ضریب انبساط حجمی مایعات** بسیار بزرگ تر از ضریب انبساط حجمی جامدات

است بنابراین انبساط مایع بیشتر از انبساط ظرف است

مثال:

ظرفی به حجم  $500 \text{ cm}^3$  را از مایعی پر می کنیم و دمای آن را  $40.0^\circ\text{C}$  افزایش

می دهیم. چند سانتی متر مکعب مایع از ظرف سرریز می شود؟

(ضریب انبساط طولی ظرف  $\frac{1}{C} \cdot 10^{-5}$  و ضریب انبساط حجمی مایع  $\frac{1}{C} \cdot 10^{-4} \times \frac{1}{8}$ )

مثال:

ظرفی به حجم ۲ لیتر لبریز از گلیسرین است. اگر دمای مجموعه  $50^\circ\text{C}$  افزایش

دهیم چه حجمی از گلیسرین از ظرف بیرون می ریزد؟ (ضریب انبساط طولی

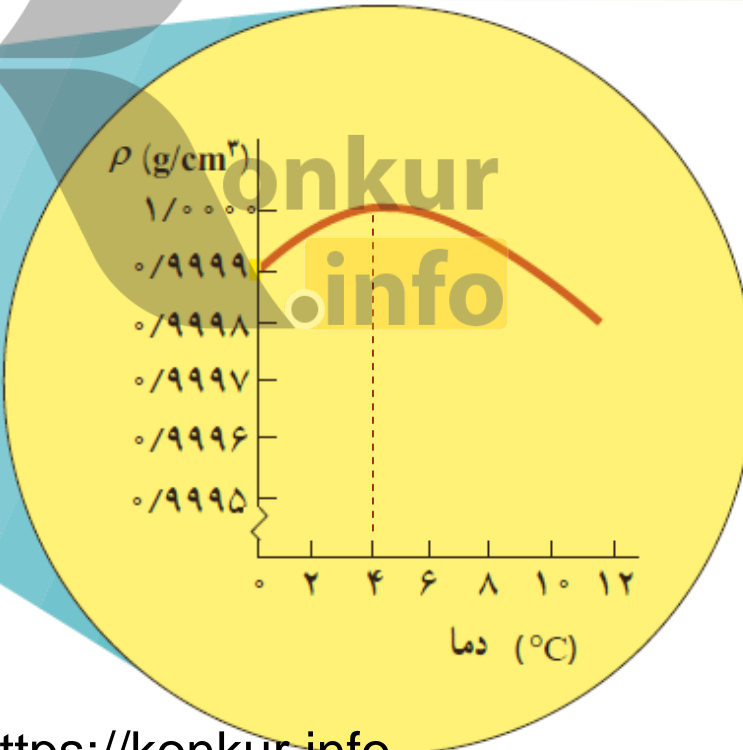
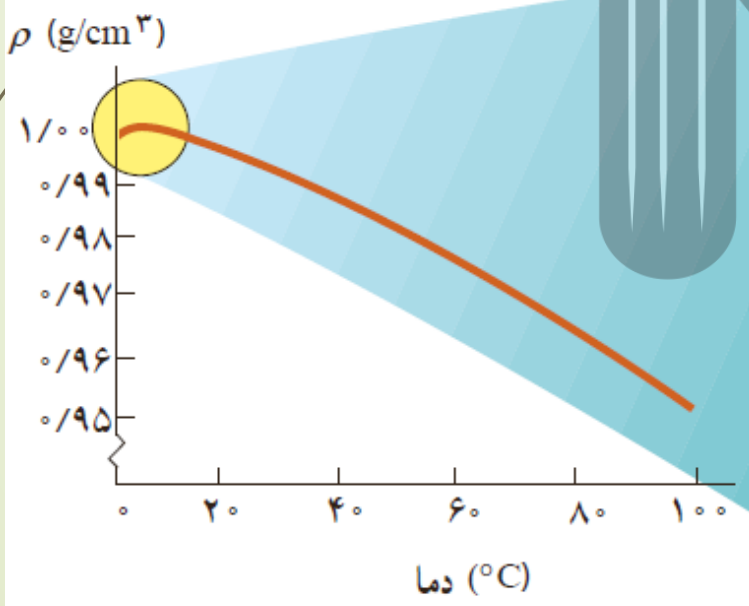
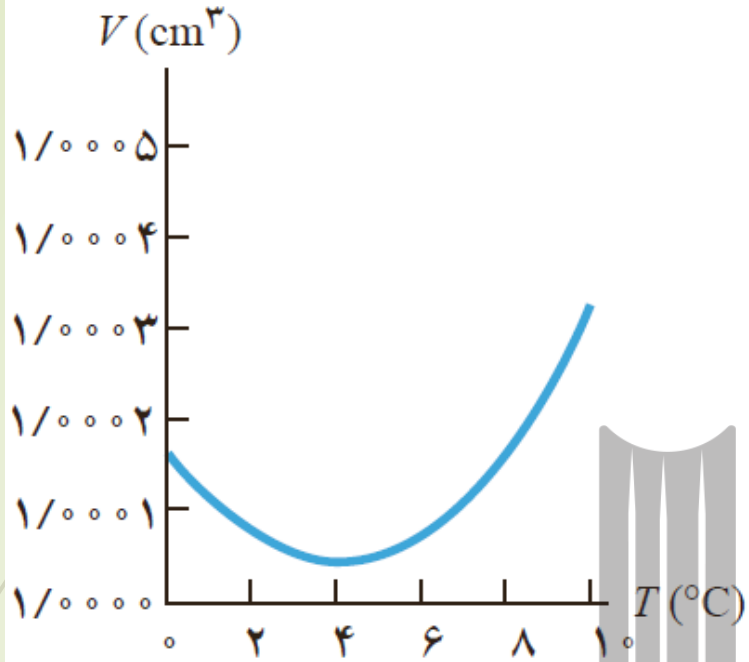
ظرف  $\frac{1}{C} \cdot 10^{-5} \times 2$  و ضریب انبساط حجمی گلیسرین  $\frac{1}{C} \cdot 10^{-5} \times 15$  است)

## انبساط غیر عادی آب:

وقتی دمای اغلب مایعات را از صفر درجه سلسیوس افزایش دهیم حجم آنها افزایش می یابد ولی در مورد آب موضوع کمی متفاوت است طوری که حجم آب از  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  بجای افزایش کاهش می یابد و از  $4^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  حجم آن افزایش می یابد. بنابراین آب در  $4^{\circ}\text{C}$  کمترین حجم و بیشترین چگالی را دارد و در  $100^{\circ}\text{C}$  بیشترین حجم و کمترین چگالی را دارد.



رسم نمودار تغییر حجم آب با دما:



رسم نمودار تغییر چگالی آب با دما:

بیشترین ← ثابت → کمترین

$$\rho = \frac{m}{v}$$

گرما:

گرما مقدار انرژی است که بدلیل اختلاف دما بین دو جسم انتقال می یابد. گرما را با نماد  $Q$  نشان داده و یکای آن در SI ژول ( $J$ ) است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$Q = m c \Delta\theta$$

در این رابطه  $m$  جرم جسم بر حسب  $kg$ ،  $c$  گرمای ویژه جسم بر حسب  $\frac{J}{kg^{\circ}C}$  و  $\Delta\theta$  تغییر دما بر حسب  $^{\circ}C$  یا کلوین  $k$  است.

**گرمای ویژه یک جسم:**

مقدار گرمایی که لازم است تا به یک کیلوگرم از یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد.

**ظرفیت گرمایی جسم:**

به حاصل ضرب جرم جسم در گرمای ویژه جسم، ظرفیت گرمایی جسم گویند و آنرا با نماد  $c'$  نشان میدهند.

$$c' = mc \longrightarrow Q = c' \Delta\theta$$

**سوال:** گرمای ویژه آب  $\frac{J}{kg^{\circ}C}$  ۴۲۰۰ است، مفهوم آن چیست؟

**جواب:** یعنی برای اینکه دمای یک کیلوگرم آب  $1^{\circ}C$  افزایش یابد باید به آن  $4200 J$  گرما بدهیم.

مقدار  $2/0 \text{ L}$  آب با دمای  $20^\circ\text{C}$  در اختیار داریم. چقدر گرما لازم است تا دمای این آب را به نقطه جوش آن (در دمای  $100^\circ\text{C}$ ) برسانیم؟

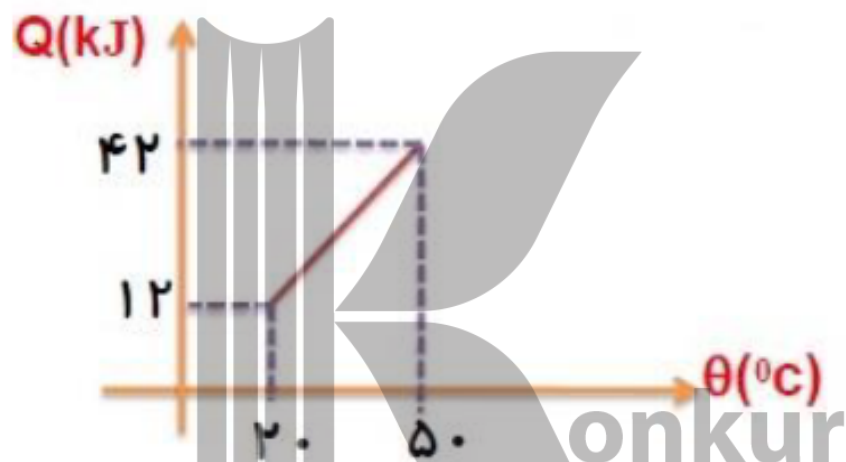
**پاسخ:** براساس چگالی آب، جرم  $2/0 \text{ L}$  آب برابر  $2/0 \text{ kg}$  است و از جدول ۳-۴ گرمای ویژه آب  $4187 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$  است. بنابراین، گرماي لازم برای گرم کردن  $2/0 \text{ kg}$  آب، از  $20^\circ\text{C}$  تا نقطه جوش آب، برابر است با

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta T = (2/0 \text{ kg})(4187 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C})(100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 6/7 \times 10^5 \text{ J}$$

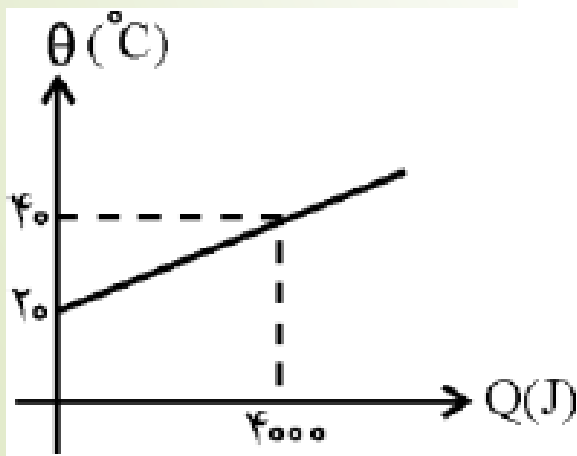
## گرمای ویژه مولی:

مقدار گرمایی است که باید به یک مول از آن ماده بدهیم تا در شرایط فیزیکی تعیین شده، دمای آن  $1\text{ K}$  افزایش یابد.

**مثال:** نمودار گرمای داده شده به جسم بر حسب دما مطابق شکل زیر است. اگر گرمای ویژه جسم  $400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$  باشد، جرم جسم چند کیلوگرم است؟



شکل زیر، تغییرات دمای جسمی به جرم  $5\text{ kg}$  را بر حسب گرمای داده شده به آن نشان می‌دهد. گرمای ویژه جسم بر حسب  $\text{J}/\text{kg}^\circ\text{C}$  را بدست آورید



مثال:

دمای یک لیتر آب جوش  $100^{\circ}\text{C}$  بعد از مدتی سرد شدن به  $15^{\circ}\text{C}$  کاهش یافته است. اگر گرمای ویژه آب  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$  باشد، آب چند ژول گرما از دست داده است؟

مثال:

می خواهیم دمای آب یک سماور را که  $5\text{kg}$  جرم دارد،  $70^{\circ}\text{C}$  افزایش دهیم. چه مقدار انرژی گرمایی باید به آب سماور داده شود؟ (گرمای ویژه آب  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$  است.)

پاسخ:

$$m = 5\text{kg}$$

$$\Delta\theta = 70^{\circ}\text{C}$$

$$Q = ?$$

$$C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = 5 \times 4200 \times 70$$

$$Q = 1,470,000\text{J}$$

## دمای تعادل $\theta_e$ :

هرگاه دو جسم با دماهای مختلف را به هم تماس دهیم گرما از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل میشود تا زمانی که هر دو جسم همدم شوند به این دما، دمای تعادل گویند و با نماد  $\theta_e$  نشان میدهند.

★ جسمی که گرما میگیرد دارای انرژی گرمایی مثبت و جسمی که گرما از دست میدهد دارای انرژی گرمایی منفی است.

★ مقدار گرمایی که یک جسم میگیرد برابر مقدار گرمایی است که جسم دیگر از دست میدهد. یعنی جمع  $Q$  ها برابر صفر است. در نتیجه خواهیم داشت.

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$$

دمای اولیه جسم اول

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta_e - \theta_3) + \dots = 0$$

دمای تعادل (نهایی)

دمای اولیه جسم دوم

دمای اولیه جسم سوم

نکته:

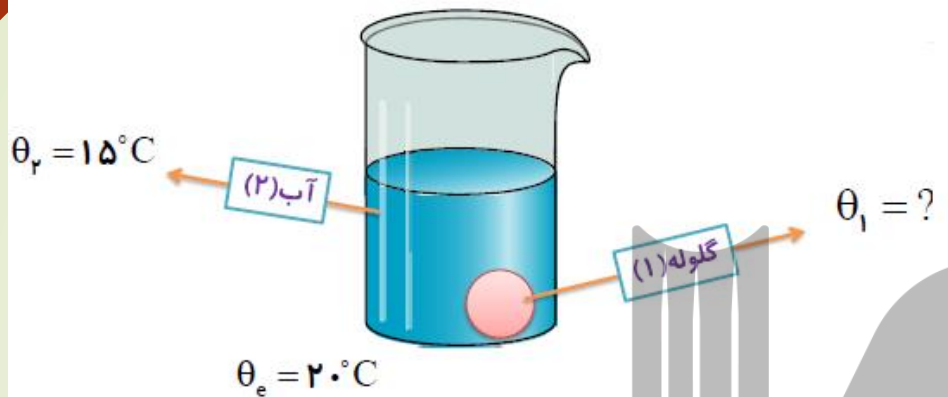
دمای تعادل را از رابطه زیر نیز میتوان بدست آورد:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + m_3 c_3 \theta_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3}$$



مثال:

گلوله‌ای به جرم ۱۰۰g را داخل ۸۰g آب ۱۵°C می‌اندازیم؛ دمای تعادل ۲۰°C می‌شود. دمای اولیه‌ی گلوله چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ گرمای ویژه‌ی گلوله  $۸۴۰ \frac{J}{kg.K}$  و گرمای ویژه‌ی آب  $۴۲۰۰ \frac{J}{kg.K}$  است



گرمایی که آب می‌گیرد + گرمایی که گلوله از دست می‌دهد = ۰  
دمای تعادل برسد + دمای تعادل برسد

گلوله (۱)

$$m_1 = 100g = .01Kg$$

$$\theta_1 = ?$$

$$c_1 = 840 \frac{J}{Kg^\circ C}$$

آب (۲)

$$m_p = 80g = .08Kg$$

$$\theta_p = 15^\circ C$$

$$c_p = 4200 \frac{J}{Kg^\circ C}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_p c_p (\theta_e - \theta_p) = 0$$

$$.01 \times 840 \cdot (20 - \theta_1) + .08 \times 4200 \cdot (20 - 15) = 0$$

$$84(20 - \theta_1) + 16800 = 0$$

$$(20 - \theta_1) = \frac{-16800}{84} = -200$$

$$\theta_1 = 200 + 20 = 220^\circ C$$

مثال های زیر را حل کنید:

- ۱- شخصی ۳ کیلوگرم آب ۷۰ درجه سلسیوس را درون یک ظرف آلومینیومی به جرم ۱ کیلوگرم و دمای ۲۰ درجه سلسیوس می ریزیم. دمای نهایی بعد از اینکه آب و لیوان به تعادل برسند چقدر است؟

$$c_{\text{آب}} = 4200 \frac{j}{kg^{\circ}C} \quad \text{و} \quad c_{\text{آلومینیوم}} = 900 \frac{j}{kg^{\circ}C}$$

- ۲- یک گلوله‌ی سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه به یک قطعه چوب برخورد می کند و درون آن متوقف می شود. اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه‌ی سرب  $125 \frac{j}{kgk}$  باشد، گلوله چند کلون افزایش می یابد؟ (۱) ۳۲۰ (۲) ۹۱۳ (۳) ۶۴۰ (۴) ۵۹۳

- ۳- یک قطعه آلومینیوم به جرم ۳۰۰ gr و دمای ۱۰۰°C را در یک ظرف مسی به جرم ۲۵ gr که محتوی ۲۵۰ gr آب خالص به دمای ۱۰°C است وارد می کنیم و خوب هم می زنیم دمای نهایی متعادل چقدر می شود؟ اتلاف انرژی ناچیز است.
- $$C_{AL} = 900 \frac{j}{kg^{\circ}C}, C_{Cu} = 400 \frac{j}{kg^{\circ}C}, C_{H_2O} = 4200 \frac{j}{kg^{\circ}C}$$

- ۴- یک قطعه فولاد به جرم ۷۵۰ g و دمای ۱۵۰°C را وارد چند کیلوگرم آب ۲۰°C کنیم تا دمای تعادل ۵۰°C شود از اتلاف انرژی گرمایی صرف نظر می شود. ظرفیت گرمایی فولاد و آب به ترتیب برابر است با: ۴۲۰۰ j/kg°C و ۴۲۰۰ j/kg°C

- ۵- چند کیلوگرم آب ۸۰°C را با چند کیلوگرم آب ۱۰°C باید مخلوط کنیم تا ۵ kg آب ۲۸°C حاصل شود، اتلاف انرژی ناچیز است.
- $C=4200 \text{ j/kg}^{\circ}\text{c}$

توان گرمایی: (توان کتری برقی یا گرمکن الکتریکی)

مقدار گرمایی که یک گرمکن الکتریکی در مدت یک ثانیه تولید می کند را توان گرمایی گویند.

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

انرژی گرمایی  $J$   
ژول

توان گرمایی  $J/s$

بازه زمانی  $s$

مثال:

یک کتری برقی در مدت ۵ دقیقه دمای ۲ kg آب را از ۱۰ °C به ۶۰ °C می رساند. توان این کتری را بدست آورید.

$$C = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

پاسخ:

$$p = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} = \frac{2 \times 4200 \times 50}{300} = 1400 \text{ w}$$

## تغییر حالت ماده:

- ذوب: تبدیل جامد به مایع
- تبخیر: تبدیل مایع به بخار
- میعان: تبدیل گاز به مایع
- انجماد: تبدیل مایع به جامد
- تصعید: تبدیل جامد به بخار
- چگالش: تبدیل بخار به جامد

## نقطه ذوب:

هرگاه به جسمی گرما دهیم دمای آن افزایش می یابد و وقتی به مقدار معینی رسید دمای آن ثابت مانده و جسم شروع به ذوب شدن می کند به این دما نقطه ذوب گویند.

**توجه:** نقطه ذوب به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد. هر قدر فشار وارد بر جسم افزایش یابد نقطه ذوب نیز افزایش می یابد. در برخی مواد، افزایش فشار باعث کاهش نقطه ذوب می شود. (مانند یخ)

**نکته:** عمل ذوب فرایند گرماگیر است.

## گرمای نهان ویژه ذوب:

مقدار گرمایی که لازم است تا به یک کیلوگرم جسم جامد بدهیم تا در نقطه ذوبش از جامد به مایع تبدیل شود. گرمای نهان ویژه ذوب را با نماد  $L_f$  نشان می دهند. و یکای آن  $J/kg$  است.

## فرمول گرمای نهان ویژه ذوب:

مقدار گرمای لازم برای تبدیل یک جسم در دمای ذوب از جامد به مایع و یا مایع به جامد، از رابطه زیر بدست می آید.

$$L_F = \frac{Q}{m}$$

$$Q = mL_F$$

**سوال:** گرمای نهان ویژه یخ  $334000 \text{ J/kg}$  است، مفهوم آن چیست؟  
**جواب:** یعنی برای اینکه یک کیلوگرم یخ خالص صفر درجه سلسیوس را به یک کیلوگرم آب صفر درجه تبدیل کنیم باید به آن  $334000 \text{ J}$  گرما بدهیم.

**مثال:** گرمای ذوب ۳ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس چند ژول است؟  
 $L_F = 334 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$

$$L_F = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$Q_F = mL_F$$

$$m = 3 \text{ Kg}$$

$$Q_F = 3 \times 334000$$

$$Q_F = ?$$

$$Q_F = 1002000 \text{ J} = 1002 \text{ KJ}$$

برای محاسبه مقدار گرمای لازم برای تبدیل یخ  $\theta^\circ\text{C}$  به آب  $\theta'^\circ\text{C}$  بصورت زیر عمل میکنیم.



در نتیجه کل گرمای لازم برای این تغییر حالت، از رابطه زیر بدست می آید.

$$Q = Q_1 + Q_f + Q_2$$

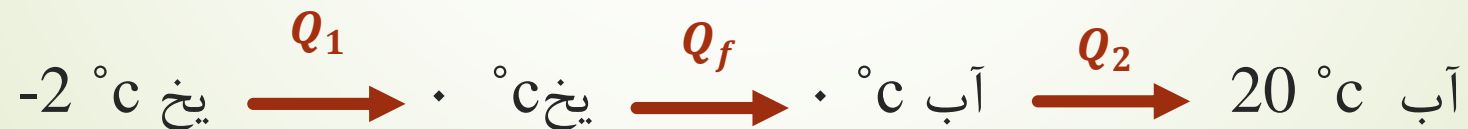
$$Q = mc'(\theta - 0) + mL_f + mc(\theta' - 0)$$

مثال:

چند ژول گرما لازم است تا ۵۰۰ g یخ  $-2^\circ\text{C}$  را به آب  $20^\circ\text{C}$  تبدیل کند؟

$$L_f = 340 \text{ kJ/kg} \quad C_{H_2O} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \quad C'_{ice} = 2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

پاسخ:



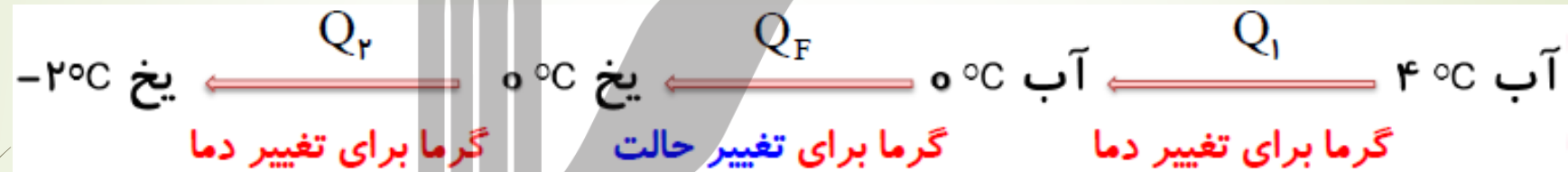
$$Q = mc'[0 - (-2)] + mL_f + mc(\theta' - 0)$$

$$Q = 0.5 \times 2000 \times 2 + 0.5 \times 340000 + 0.5 \times 4200 \times 20 = 214000\text{j}$$

**مثال:** ۵۰۰g آب ۴ °C چند کیلوژول گرما مبادله کند تا به یخ ۰ °C تبدیل شود؟

( آب  $C = 4200 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$  ، یخ  $C = 2100 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$  ،  $L_F = 334 \frac{KJ}{Kg}$  )

**پاسخ:** برای حل این مسئله بصورت زیر عمل میکنیم.



$$Q_1 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta \rightarrow Q_1 = 0.5 \times 4200 \times (0 - 4) = -8400 \text{ J}$$

$$Q_F = -mL_F \rightarrow Q_F = -0.5 \times 334000 = -167000 \text{ J}$$

$$Q_R = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta' \rightarrow Q_R = 0.5 \times 2100 \times (-2 - 0) = -2100 \text{ J}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_F + Q_R \rightarrow$$

$$Q_{\text{کل}} = -8400 - 167000 - 2100 = -177500 \text{ J} = -177.5 \text{ kJ}$$

## تبخیر سطحی:

به خارج شدن مولکول های مایع از سطح آن تبخیر سطحی گویند. تبخیر سطحی در هر دمایی صورت می گیرد.

## سوال:

چرا وقتی بنزین و یا الکل روی دست میریزد احساس خنکی می کنیم؟

## جواب:

زیرا در اثر تبخیر بنزین و الکل، از دست ما گرما می گیرند و ما احساس خنکی می کنیم.

## سوال:

چگونه عرق کردن به خنک نگهداشتن بدن کمک می کند؟

## جواب:

عرق کردن یک فرآیند گرما گیر است و این باعث میشود در اثر تبخیر آب سطح پوست، احساس خنکی کنیم.

## نقطه جوش:

هرگاه به مایعی گرما بدهیم دمای آن افزایش می یابد و وقتی به دمای معینی برسد دما ثابت مانده و مایع شروع به جوشیدن می کند که به این دما، نقطه جوش گویند.

نقطه جوش به جنس مایع و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

افزایش فشار باعث بالا رفتن نقطه جوش مایع می شود و کاهش فشار باعث پایین آمدن نقطه جوش می شود.



## گرمای نهان ویژه تبخیر:

مقدار گرمایی که لازم است تا به یک کیلوگرم از یک مایع بدهیم تا در دمای جوش خود بدون تغییر دما بخار شود. گرمای نهان ویژه تبخیر را با نماد  $L_V$  نشان میدهند. مقدار گرمای لازم برای این تغییر حالت از رابطه زیر بدست می آید.

$$Q_V = mL_V$$

**توجه:** برای محاسبه ی کل گرمای لازم برای تبدیل یخ  $\theta^\circ\text{C}$  به بخار آب  $100^\circ\text{C}$  بصورت زیر عمل می کنیم.



در نتیجه کل گرمای لازم برای این تبدیل از رابطه زیر بدست می آید:

$$Q = Q_1 + Q_f + Q_2 + Q_v$$

$$Q = mc'(\theta - \theta) + mL_f + mc(100 - \theta) + mL_V$$

چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰g آب ۲۰°C به بخار آب ۱۰۰°C تبدیل شود؟

(آب  $C = 4200 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$  ، بخار  $L_v = 2256 \frac{KJ}{Kg}$ )

این پرسش با مراحل زیر حل می شود:



$$Q_1 = mc\Delta\theta \rightarrow Q_1 = 200 \times 4200 \times (100 - 20) = 672000 \text{ J}$$

$$Q_v = mL_v \rightarrow Q_v = 200 \times 2256000 = 4512000 \text{ J}$$

+

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_v \rightarrow Q_{\text{کل}} = 672000 + 4512000 = 5184000 \text{ J} = 5184 \text{ kJ}$$

مثال:

گرمکنی در هر ثانیه  $200 \text{ J}$  انرژی فراهم می کند. چه مدت زمان طول می کشد تا این گرمکن  $1 \text{ kg}$  آب  $100^\circ\text{C}$  را به بخار آب  $100^\circ\text{C}$  تبدیل کند؟  $L_v = 2256 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$

پاسخ:

$$p = 200 \text{ W}$$

$$t = ?$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

بخار آب  $100^\circ\text{C}$   $\Rightarrow$  آب  $100^\circ\text{C}$

$$L_F = ?$$

$$Q = pt$$
$$Q_v = mL_v$$
$$pt = mL_v \rightarrow t = \frac{mL_v}{p} = \frac{1 \times 2256 \times 10^3}{200}$$
$$t = 1128 \text{ s}$$

**مثال ۱:** توان الکتریکی یک سماور برقی ۱۰۰۰ وات است. درون این سماور ۲ کیلوگرم آب  $20^{\circ}\text{C}$  می-ریزیم. اگر بازده گرمایی این سماور ۸۰ درصد باشد. در چند ثانیه می تواند آب را کاملاً به جوش آورد؟

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

**مثال ۲:** ۲۰۰ گرم آب  $40^{\circ}\text{C}$  ، چند کیلوگرم یخ صفر درجه را به طور کامل ذوب میکند؟

$$L_F = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

**مثال ۳:** چند ژول گرما باید به ۲ کیلوگرم یخ  $-20^{\circ}\text{C}$  بدهیم تا کاملاً بخار شود؟

$$L_F = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \quad L_v = 2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad C_{\text{بخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

**مثال ۴:** یک کتری برقی محتوی  $2/5 \text{ kg}$  آب  $10^{\circ}\text{C}$  است. اگر توان این کتری برقی  $2/5 \text{ kW}$  باشد ، پس از چه مدت همه آب به بخار تبدیل می شود؟

$$L_v = 2300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4200 \text{ J} / \text{kg}^{\circ}\text{C}$$

الف) چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می‌شود؟  
 ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می‌دهند؟

پاسخ:

الف) در درون دیگ زودپز، با افزایش فشار بخار آب بر روی سطح مایع درون دیگ، نقطه جوش افزایش می‌یابد و در نتیجه مواد درون زودپز در دمای بالاتر و سریع‌تر پخته می‌شود.  
 ب) در ارتفاعات، به دلیل کاهش فشار هوا نقطه جوش آب پایین می‌آید. در نتیجه تخم مرغ در دمای کمتری قرار گرفته و زمان پختن را طولانی می‌کند.  
 معمولاً کوهنوردان مقداری نمک داخل آب می‌ریزند یا ظروف دربسته برای آب پز کردن تخم مرغ استفاده می‌کنند.

## روش های انتقال گرما:

به سه روش صورت می گیرد، ۱- رسانش گرمایی ۲- همرفت ۳- تابش گرمایی .

✦ اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین تر می شود.

۱- رسانش گرمایی:

به انتقال گرما بدون جابجایی مولکول های تشکیل دهنده جسم، روش رسانش گویند.

۲- همرفت:

به انتقال گرما بصورت جریانی از مولکول های مایعات و گازها را، همرفت گویند.

۳- تابش گرمایی:

به انتقال گرما بدون نیاز به محیط مادی (مولکولهای هوا)، تابش گرمایی گویند. مانند نورو گرمای خورشید که از خلاء گذشته و به سطح زمین می رسد.

از تابش گرمایی می توان به عنوان مبنایی برای اندازه گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، **تفسنجی**<sup>۱</sup> و به ابزارهای اندازه گیری دما به این روش، **تفسنج**<sup>۲</sup> می گویند. تفسنج بر خلاف سایر دماسنج ها بدون تماس با جسمی که می خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می گیرد. تفسنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالای  $1100^{\circ}\text{C}$  اهمیت ویژه ای دارد. تفسنج تابشی و تفسنج نوری، تفسنج هایی برای اندازه گیری این دماها هستند و تفسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری این دماها انتخاب شده است.



شکل ۴-۳۵ اینها اندام‌های حفره‌ای هستند که گرما را آشکار می‌کنند.

تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که در اینجا به دو نمونه از آنها اشاره می‌شود.

**الف) شکار تابش فروسرخ:** نوعی از مارهای زنگی اندام‌هایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند (شکل ۴-۳۵). این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند. در واقع اندام‌های حفره‌ای به آنها کمک می‌کند که طعمه‌های خونگرم خود را به واسطه تابش فروسرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.



شکل ۴-۳۶ کلم اسکانک برف اطراف خود را آب کرده است.

**ب) کلم اسکانک<sup>۲</sup>:** کلم اسکانک (شکل ۴-۳۶) یکی از چندین گیاهی است که می‌تواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهد و می‌تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.

## اثر گرما بر گازها:

برای بررسی اثر گرما بر روی گازها، گازی را درون ظرف استوانه ای قرار داده و دما، حجم و فشار آنرا در هر لحظه اندازه میگیریم و رابطه بین آنها را بدست می آوریم. اثر گرما بر روی گازها را با قوانین زیر بررسی می کنیم.

## قانون بویل - ماریوت: ( دمای ثابت )

طبق این قانون، حجم مقدار معینی از یک گاز در دمای ثابت با فشار گاز رابطه وارون دارد.

$$V \propto \frac{1}{P} \longrightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

## قانون شارل: ( در فشار ثابت )

طبق این قانون، حجم مقدار معینی از یک گاز در فشار ثابت با دمای مطلق گاز رابطه مستقیم دارد.

$$V \propto T \longrightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \begin{array}{l} T_1 = \theta_1 + 273 \\ T_2 = \theta_2 + 273 \end{array}$$

## قانون حجم ثابت:

هرگاه حجم گازی ثابت بماند فشار گاز با دمای مطلق گاز متناسب خواهد بود.

$$P \propto T \longrightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \begin{array}{l} T_1 = \theta_1 + 273 \\ T_2 = \theta_2 + 273 \end{array}$$



**مثال:** اگر در دمای ثابت فشار گازی را دو برابر کنیم حجم آن چه تغییری می کند؟  
**پاسخ:**

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \longrightarrow P_1 \cdot V_1 = 2 P_1 V_2 \longrightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$$

**مثال:** گازی در  $27^\circ \text{C}$  حجمش برابر  $0.3 \text{ m}^3$  است اگر فشار ثابت بماند و دما به  $127^\circ \text{C}$  برسد افزایش حجم چقدر می شود؟  
**پاسخ:**

$$T_1 = \theta_1 + 273 \longrightarrow T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

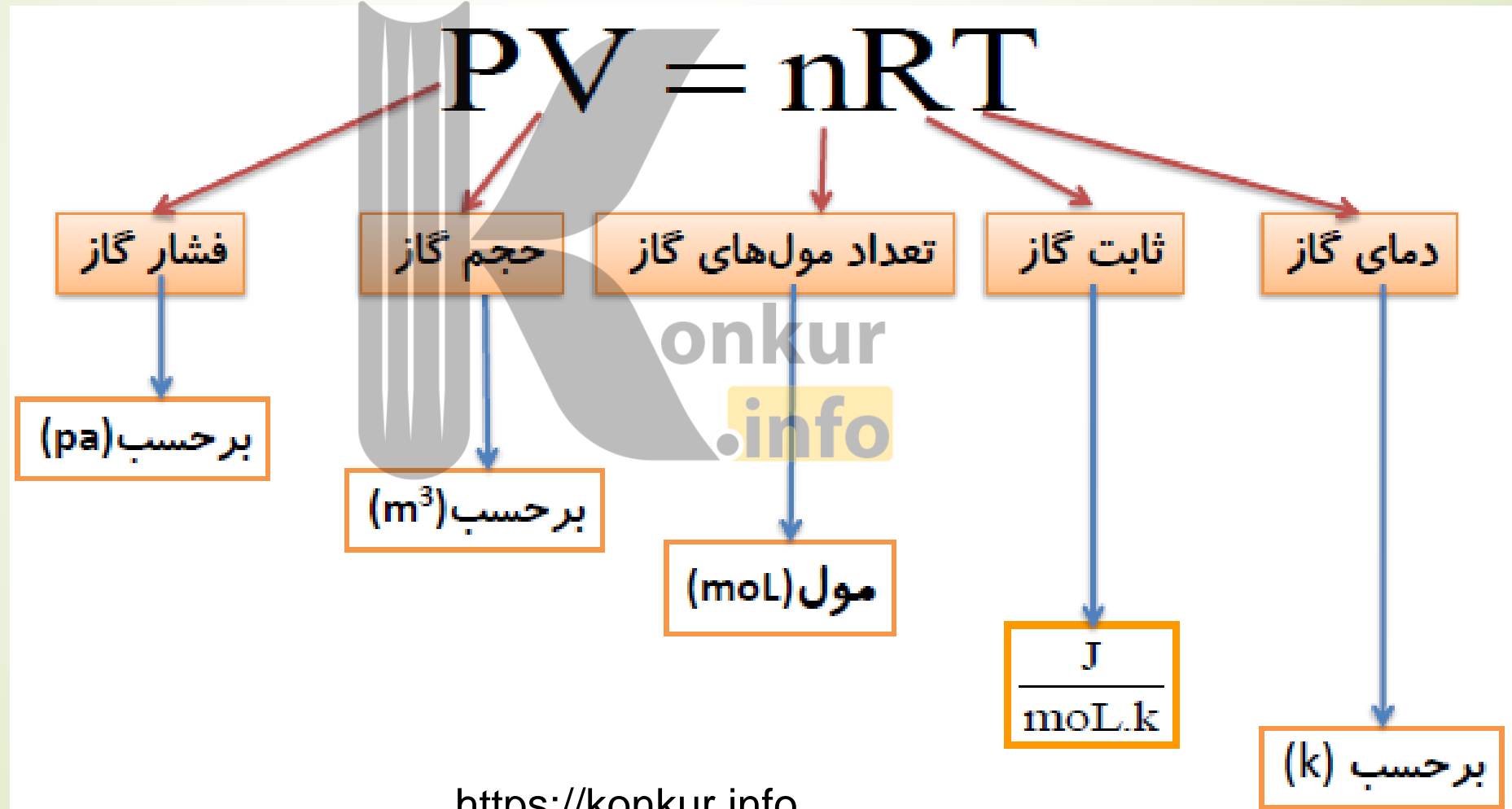
$$T_2 = \theta_2 + 273 \longrightarrow T_2 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \longrightarrow \frac{0.3}{300} = \frac{V_2}{400} \longrightarrow V_2 = 0.4 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 0.4 - 0.3 \longrightarrow \Delta V = 0.1 \text{ m}^3$$

# قانون گازهای آرمانی: ( گاز کامل ) گاز آرمانی ( کامل ) :

به گازهایی که مولکول های آنها به حدی از هم دورند که برهم تاثیر چندانی نمی گذارند، گاز آرمانی یا گاز کامل گویند. قانون گازهای کامل بصورت رابطه زیر بیان میشود:



نکته:

اگر گاز کامل از یک حالت به حالت دیگری برود می توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

مثال: حجم ۸ ل. / مول گاز کامل هنگامی که فشار آن ۴۰۰۰ Pa و دمای آن ۲۷ °C است، تعیین کنید (R =  $\frac{25}{3} \frac{J}{mol \cdot K}$ )

پاسخ:

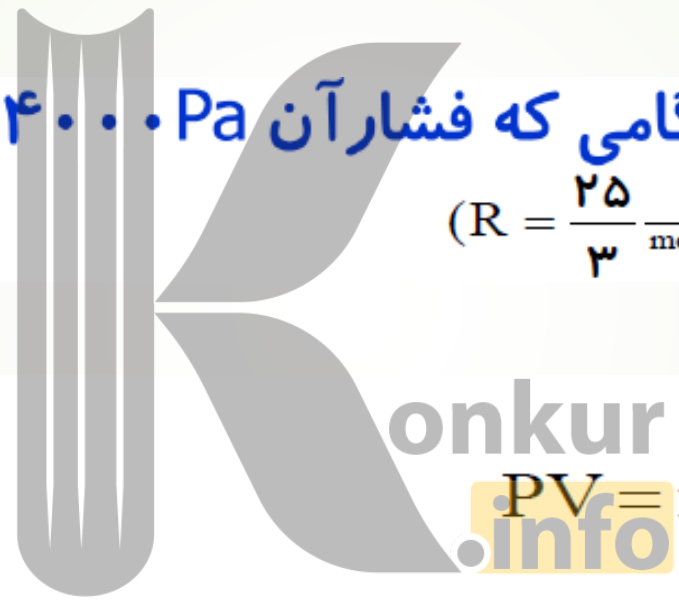
$$n = 8 \text{ mol}$$

$$P = 4000 \text{ Pa}$$

$$\theta = 27^\circ C \rightarrow T = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$V = ?$$

$$R = \frac{25}{3} \frac{J}{mol \cdot K}$$



$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{8 \times \frac{25}{3} \times 300}{4000}$$

$$V = 8 \text{ m}^3$$

<https://konkur.info>

درون استوانه‌ای ۱۲L گاز اکسیژن با دمای ۷°C وجود دارد. فشار گاز درون استوانه را با فشارسنجی اندازه می‌گیریم. فشارسنج ۱۴ atm را نشان می‌دهد. دمای گاز را به ۷۷°C و حجم آن را به ۲۵L می‌رسانیم. فشاری که فشارسنج در پایان نشان می‌دهد، چند اتمسفر است؟ فشار هوای بیرون استوانه ۱ atm است. فرض کنید گاز درون استوانه، گاز آرمانی است.

**پاسخ:** می‌دانیم فشارسنج، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد و در قانون گازهای کامل باید از فشار مطلق استفاده کنیم.

بنابراین:

$$\begin{cases} P_1 = P_{g1} + P_o = 14 + 1 = 15 \text{ atm} \\ V_1 = 12 \text{ L} \\ T_1 = \theta_1 + 273 = 7 + 273 = 280 \text{ K} \end{cases} \quad \begin{cases} P_2 = ? \\ V_2 = 25 \text{ L} \\ T_2 = \theta_2 + 273 = 77 + 273 = 350 \text{ K} \end{cases}$$

با توجه به قانون گازهای کامل داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{15 \times 12}{280} = \frac{P_2 \times 25}{350} \Rightarrow P_2 = 9.0 \text{ atm}$$

بنابراین، فشاری که اکنون فشارسنج نشان می‌دهد برابر است با

$$P_{g2} = P_2 - P_o = 9.0 - 1.0 = 8.0 \text{ atm}$$

## تمرین های زیر را حل کنید:

- ۱- یک حباب هوا وقتی که از ته یک دریاچه به سطح آب می رسد حجم آن  $10$  برابر می شود اگر فشار هوا در سطح دریاچه  $10^5$  پاسکال و چگالی آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  باشد عمق دریاچه چقدر است فرض کنید که دما ثابت باشد.
- ۲- در دمای صفر درجه سانتی گراد حجم مقدار معینی از یک گاز  $2$  لیتر است. در فشار ثابت حجم آنرا  $4$  لیتر افزایش می دهیم دمای گاز را در پایان آزمایش بدست آورید.
- ۳-  $500 \text{ Cm}^3$  هوا در فشار  $40 \text{ mmHg}$  در دمای  $27^\circ \text{C}$  است اگر دمای آن به  $127^\circ \text{C}$  و فشار آن به  $450 \text{ mmHg}$  تغییر یابد حجم آن چقدر می شود؟
- ۴- یک تلمبه دوچرخه وقتی که پیستون آن بالا آمده باشد حاوی  $60 \text{ Cm}^3$  هوا است، دمای هوا در این حالت  $17^\circ \text{C}$  و فشار آن یک اتمسفر است اگر با پایین آوردن پیستون هوا را متراکم کنیم حجم آن به  $15 \text{ Cm}^3$  و دمای آن به  $27^\circ \text{C}$  می رسد فشار آن را حساب کنید.
- ۵- بالنی به حجم  $0/54$  متر مکعب محتوی هیدروژن  $3^\circ \text{C}$  است و فشار آن  $10^5 \text{ Pa}$  می باشد وقتی بالن را رها کنیم تا ارتفاع معینی بالا می رود در این ارتفاع فشار هوا  $1/3 \times 10^4 \text{ Pa}$  و حجم بالن به  $3/5$  متر مکعب می رسد دمای هوا در این ارتفاع چند درجه سلسیوس است؟

بروزترین و برترین  
سایت کنکوری کشور

[WWW.KONKUR.INFO](http://WWW.KONKUR.INFO)

**K**onkur  
**.info**

<https://konkur.info>