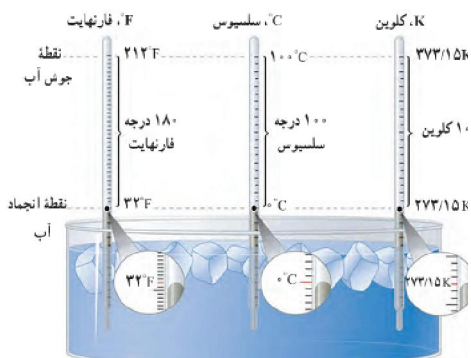


**دما:** دما معیاری است که میزان گرمی یا سردی اجسام را مشخص می‌کند، به عبارت دیگر یک کمیت مقایسه‌ای است.

**دماسنجی:** راه و شیوه اندازه گیری و تعیین دما را دماسنجی می‌گویند.

اساس کار دماسنج‌های جیوه‌ای و الکی بر انبساط مایعات است.



شکل ۴-۱ مقایسهٔ یگاهای فارنهایت، سلسیوس و کلونین

**مقیاس دمای مطلق (یا کلونین):** در SI به جای سلسیوس از

یکای کلونین استفاده می‌کنند که، با نماد T نمایش می‌دهند، و

واحد کلونین را با K نشان می‌دهند.

**رابطه تبدیل سلسیوس به کلونین:**  $T = \theta + 273$

$\theta =$  دما بر حسب سلسیوس  $T =$  دما بر حسب کلونین

با آنکه مبدأ مقیاس کلونین و سلسیوس متفاوت است، ولی

اندازه هر دو مقیاس یکی است.  $\Delta T = \Delta \theta$

**فارنهایت:** یکای رایج دیگری است که هنوز در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد. که با نماد F نمایش می‌دهند

**رابطه تبدیل سلسیوس به فارنهایت:**  $F = \frac{9}{5}\theta + 32$

**تناسب بین درجه بندی ها:**  $\frac{T - 273}{100} = \frac{\theta - 0}{100} = \frac{F - 32}{180}$

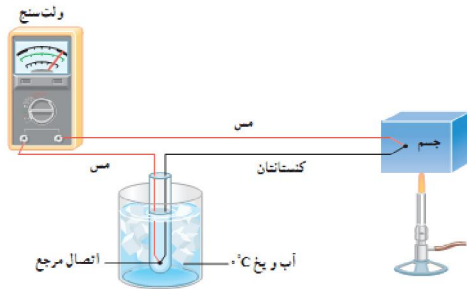
بازه دمایی بین جوش و انجماد آب در مخرج کسرهای درجه بندی ها ظاهر شده است.

مثال ۱: جدول زیر را کامل کنید:

ردیف	سلسیوس ( $\theta$ )	کلونین (T)	فارنهایت (F)
۱	۳۸		
۲			-۴۰
۳		۲۰	
۴	۲۲۷		
۵		۴۰۰	
۶			۲۰۸

مثال ۲: دمای مقداری آب ۱۷ درجه سلسیوس است اگر آنرا ۹۰ درجه فارنهایت افزایش دهیم، دمای آن به چند درجه کلونین می‌رسد؟

مثال ۳: دمای جسمی بر حسب کلونین ۴ برابر دمای آن بر حسب سلسیوس است. دمای این جسم را بر حسب سلسیوس و کلونین بدست آورید.



**ترموکوپل:** وسیله‌ای است که از دو فلز غیر هم جنس (مانند مس و کنستانتان)، که خاصیت الکترون خواهی متفاوتی دارند. این دو فلز از ابتدا و انتها به یکدیگر وصل شده‌اند، که اگر بین این دو نقطه اختلاف دما ایجاد کنیم جریان الکتریکی بین دو فلز وجود می‌آید. شدت جریان الکتریکی متناسب با اختلاف دماست، به کمک تناظر دما با جریان الکتریکی می‌توان آمپر سنج را بر حسب دما مدرج کرد.

### مزیت‌های ترموکوپل نسبت به دماسنج‌های دیگر:

- ۱- به سرعت به تغییر دما پاسخ می‌دهد زیرا اتصال سیم‌ها کوچک است.
- ۲- چون خروجی دستگاه جریان الکتریکی است، می‌توان آنرا مستقیماً برای دستگاه هشدار دهنده، یا ثبت تغییرات پیوسته دما بکار برد.
- ۳- به اختلاف دماهای بسیار کوچک، حتی  $0.001$  درجه سلسیوس حساس است.
- ۴- برای اندازه‌گیری دماهای بالا، تا حدود  $1500$  درجه سلسیوس بکار می‌رود. (گستره  $270$ - تا  $1372$  سلسیوس)

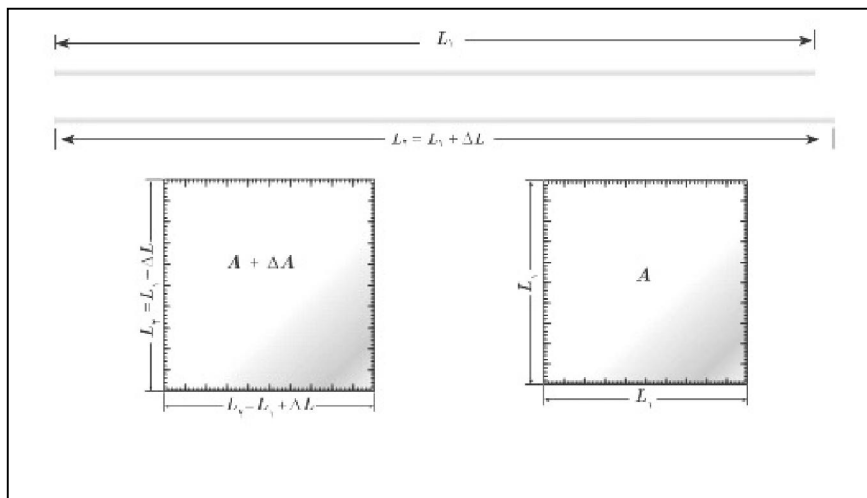
**انبساط جامدات:** انبساط جامدات را می‌توان در سه حالت، انبساط طولی و انبساط سطحی و انبساط حجمی بررسی کرد که در جدول زیر روابط مربوط به آنها آمده است:

انبساط حجمی	انبساط سطحی	انبساط طولی
$V_1 = \text{حجم اولیه}$	$A_1 = \text{سطح اولیه}$	$L_1 = \text{طول اولیه}$
$V_2 = \text{حجم ثانویه}$	$A_2 = \text{سطح ثانویه}$	$L_2 = \text{طول ثانویه}$
$\Delta\theta = \text{تغییرات دما}$	$\Delta\theta = \text{تغییرات دما}$	$\Delta\theta = \text{تغییرات دما}$
ضریب انبساط حجمی $= 3\alpha = \beta$	ضریب انبساط سطحی $= 2\alpha$	ضریب انبساط طولی $= \alpha$
$V_2 = V_1(1 + 3\alpha\Delta\theta)$ $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$	$A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta)$ $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$	$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ $\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta$

جدول ۴-۱ ضریب انبساط طولی برخی اجسام

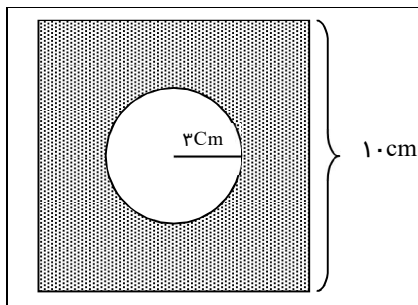
ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$	ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$
الماس	$1.2 \times 10^{-6}$	مس	$17 \times 10^{-6}$
شیشه پیرکس	$4.2 \times 10^{-6}$	برنج	$19 \times 10^{-6}$
شیشه معمولی	$9-12 \times 10^{-6}$	آلومینیم	$23 \times 10^{-6}$
فولاد	$10-13 \times 10^{-6}$	سرب	$29 \times 10^{-6}$
بتون	$10-14 \times 10^{-6}$	ریخ (در $^{\circ}C$ )	$51 \times 10^{-6}$

- ضریب انبساط طولی ( $\alpha$ ):** افزایش طول یک متر از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .
- ضریب انبساط سطحی ( $2\alpha$ ):** افزایش مساحت یک مترمربع از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .
- ضریب انبساط حجمی ( $3\alpha = \beta$ ):** افزایش حجم یک مترمکعب از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .



مثال ۴: اگر یک میله فولادی را از دمای  $20^\circ\text{C}$  به  $70^\circ\text{C}$  برسانیم طول میله چقدر خواهد بود؟  
 $\alpha = 12 \times 10^{-6}$

مثال ۵: در یک منطقه جغرافیایی در طول سال کمترین دما  $15^\circ\text{C}$  - و بیشترین دما  $45^\circ\text{C}$  می باشد. اگر طول قطعات ریل راه آهن،  $20\text{m}$  باشد حداقل فاصله بین قطعات ریل راه آهن چقدر باید باشد؟  $\alpha = 12 \times 10^{-6}$



مثال ۶: اگر یک صفحه آلومینیومی مربع شکل، به ضلع  $10\text{cm}$  داشته باشیم که در وسط آن، حفره‌ای دایره‌ای به شعاع  $3$  باشد و آنرا  $100$  درجه گرم کنیم،  $\text{cm}$  مساحت صفحه چقدر خواهد بود؟

مثال ۷: دمای یک صفحه آهنی  $20^{\circ}\text{C}$  است. در چه دمایی مساحت این صفحه به اندازه  $0.001$  سطح اولیه افزایش

$$\alpha_{\text{ا.ن}} = 10 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$$

می‌یابد؟

مثال ۸: دمای مکعب مستطیل فلزی به ابعاد  $10\text{cm}$  و  $6\text{cm}$  و  $5\text{cm}$  را به اندازه  $200^{\circ}\text{C}$  افزایش می‌دهیم، حجم

$$\alpha_{\text{ح.م}} = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{C}}$$

جدید آنرا محاسبه کنید.

مثال ۹: اگر حجم یک گلوله سربی در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  برابر  $50\text{cm}^3$  باشد، در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  چه مقدار خواهد بود؟

$$(\alpha_{\text{ح.س}} = 29 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}})$$

**ترموستات (دماپا):** ترموستات وسیله‌ای است که، از دو فلز غیر هم جنس، با ضریب انبساط طولی متفاوت (مانند آهن و برنج) درست شده است که به یکدیگر جوش خورده اند. در اثر گرما هردو منبسط می‌شوند، و فلزی که ضریب انبساط طولی

بیشتری دارد فلز دیگر را خم

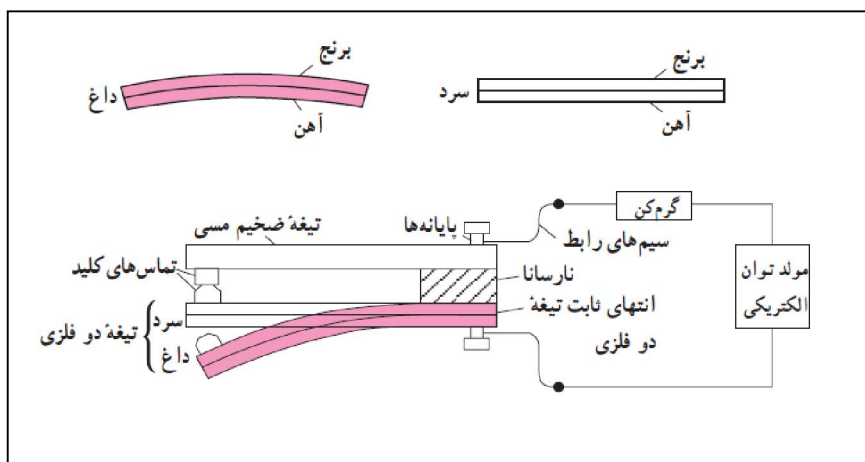
می‌کند. از این وسیله برای

قطع و وصل کردن جریان

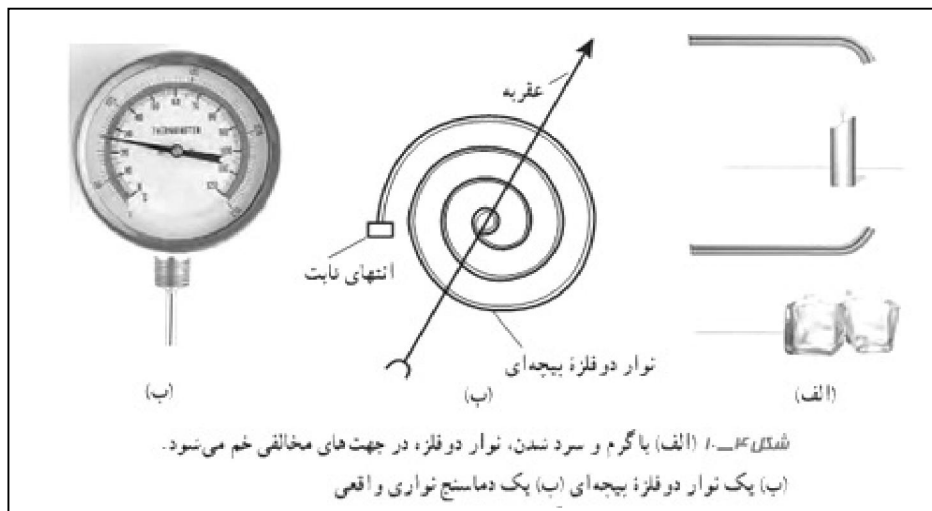
الکتریکی، در وسایل اتوماتیک

مانند اتو و سماور برقی یا پلوپز

استفاده می‌کنند.



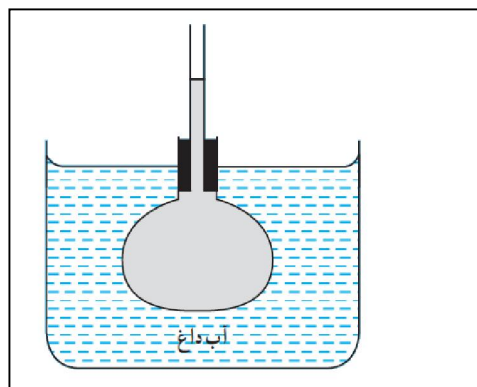
**دما سنج نواری دوفلزه (بی متال):** نوار دو فلزه ازدو تیغه متفاوت مانند برنج و آهن ساخته شده که دو نوار فلزی به یکدیگر پرچ شده اند که با سرد و گرم شدن خمیده می شوند و عقربه متصل به نوار مارپیچی را در دو جهت به چرخش در می آورند و که این چرخش متناسب با دما در صفحه دایره ای شکل مدرج می شود.



**انبساط مایعات:** چون برای گرم کردن مایعات به ظرف نیاز داریم، گرما ابتدا به ظرف می رسد، سپس به مایع منتقل می شود، یعنی ابتدا ظرف منبسط می شود و بعد از آن مایع منبسط می شود، بنابر این ما انبساط ظاهری مایعات را می بینیم.

(انبساط ظرف) - (انبساط واقعی مایع) = (انبساط ظاهری مایع)  
 با مقایسه جدولهای ضریب انبساط مایعات و جامدات کتاب، متوجه می شویم که انبساط مایعات تقریباً ۱۰۰۰ برابر انبساط جامدات است.

ماده	ضریب انبساط $(\frac{1}{K})$
جیوه	$0.18 \times 10^{-3}$
آب	$0.27 \times 10^{-3}$
گلیسرین	$0.49 \times 10^{-3}$
روغن زیتون	$0.70 \times 10^{-3}$
پارافین	$0.76 \times 10^{-3}$
بنزین	$1.00 \times 10^{-3}$
انانول	$1.09 \times 10^{-3}$
استیک اسید	$1.10 \times 10^{-3}$
بنزن	$1.2/5 \times 10^{-3}$
کلروفرم	$1.2/7 \times 10^{-3}$
استون	$1.4/3 \times 10^{-3}$
اتر	$1.6/0 \times 10^{-3}$
آمونیاک	$2.4/5 \times 10^{-3}$



**مثال ۱۰:** دمای یک لیتر از مایعی را از  $50^{\circ}C$  به  $75^{\circ}C$  افزایش می دهیم. تغییر حجم مایع برابر  $6 \text{ cm}^3$  می شود. ضریب انبساط حجمی مایع را محاسبه کنید.

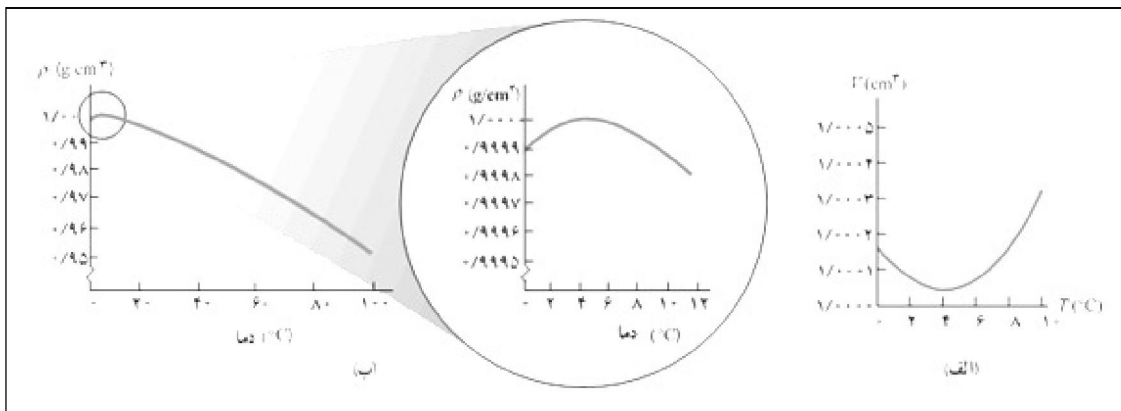
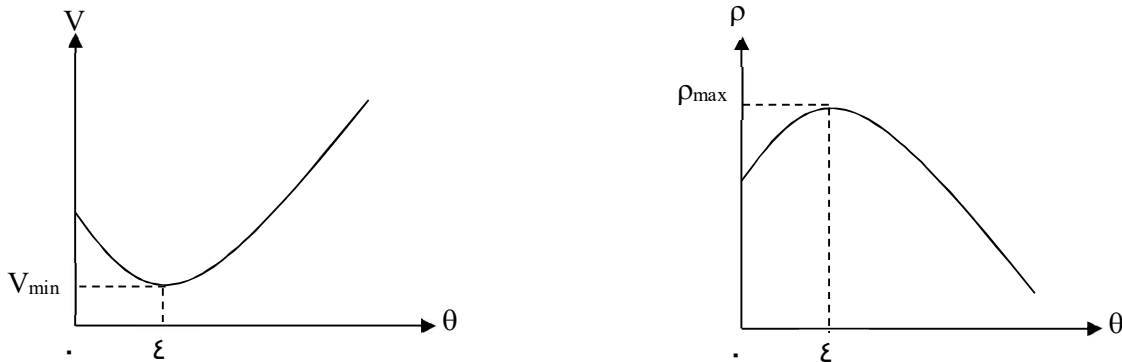
**مثال ۱۱:** ظرفی به حجم  $500 \text{ cm}^3$  را از مایعی پر می‌کنیم و دمای آنرا  $40.0^\circ\text{C}$  افزایش می‌دهیم. چند  $\text{cm}^3$  مایع از ظرف سرریز می‌شود؟  
(ضریب انبساط طولی ظرف  $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  و ضریب انبساط حجمی مایع  $1/8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

**تغییرات چگالی با دما:** با افزایش دما جرم جسم تغییری نمی‌کند، ولی حجم آن افزایش می‌یابد، در نتیجه چگالی کاهش می‌یابد.

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{و} \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m}{V_1(1+\beta\Delta\theta)} \Rightarrow \boxed{\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1+\beta\Delta\theta}} \quad \boxed{\downarrow \rho = \frac{m}{\uparrow V}}$$

**مثال ۱۲:** چگالی‌آهن در دمای  $10^\circ\text{C}$  برابر  $7/8 \text{ g/cm}^3$  است. اگر دمای آنرا  $100^\circ\text{C}$  افزایش دهیم چگالی آن چه مقدار تغییر می‌کند؟  
( $\alpha_{\text{Fe}} = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

**انبساط غیر عادی آب:** معمولاً حجم مایعات، با کاهش دما کاهش می‌یابد، ولی آب از  $4^\circ\text{C}$  تا  $0^\circ\text{C}$ ، با افزایش حجم دارد، که به این پدیده انبساط غیر عادی آب می‌گویند.  
آب در  $4^\circ\text{C}$  کمترین حجم و در نتیجه بیشترین چگالی را دارد، این مطلب در نمودارهای زیر نشان داده شده است.



گرمای ویژه (J/kg.K)	ماده	
۱۲۸	سرب	عناصر جامد
۱۳۴	تنگستن	
۲۳۶	نقره	
۳۸۶	مس	
۹۰۰	آلومینیم	
۳۸۰	برنج	جامدهای دیگر
۴۵۰	نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)	
۴۹۰	فولاد زنگ‌زن	
۷۹۰	گرانیت	
۸۰۰	بتون	
۸۴۰	سببسه	مایعات
۲۲۲۰	یخ	
۱۴۰	جیوه	
۲۴۳۰	اتانول	
۳۹۰۰	آب دریا	
۴۱۸۷	آب	
* تمام مواد غیر از یخ در دمای ۲۰°C		

**گرما:** (یادآوری) مقدار انرژی است که به دلیل اختلاف دما، بین دو جسم مبادله می‌شود واحد آن ژول است و در موارد خاصی از واحد کالری استفاده می‌شود (۱ Cal = ۴/۱۸۶۰ J).

**ظرفیت گرمایی (C):** مقدار گرمایی را که باید به یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد و به جنس و جرم جسم بستگی دارد و واحد آن ژول بر کلونین یا ژول بر سلسیوس  $\frac{J}{K}$  یا  $\frac{J}{^{\circ}C}$  است.

$$Q = C\Delta\theta = C\Delta T$$

**گرمای ویژه (c):** مقدار گرمایی را که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد و واحد آن ژول بر کلونین

$$c = \frac{C}{m} \text{ است } \frac{J}{Kg^{\circ}C} \text{ یا } \frac{J}{Kg^{\circ}K}$$

برای محاسبه گرمای مبادله شده در یک جسم از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = mc\Delta T$$

$Q =$  گرما بر حسب ژول (J) -  $m =$  جرم بر حسب کیلوگرم (Kg) -

$\theta =$  دما بر حسب سلسیوس - C

گرمای ویژه بر حسب  $(\frac{J}{Kg^{\circ}K}$  یا  $\frac{J}{Kg^{\circ}C})$

نکته: اگر  $\Delta\theta > 0$  باشد، یعنی  $\theta_1 < \theta_2$  است، در نتیجه دمای جسم بالا رفته یعنی گرما گرفته است ( $Q > 0$ ) و اگر  $\Delta\theta < 0$  باشد، یعنی  $\theta_1 > \theta_2$  است، در نتیجه دمای جسم پایین آمده گرما از دست داده است ( $Q < 0$ ).

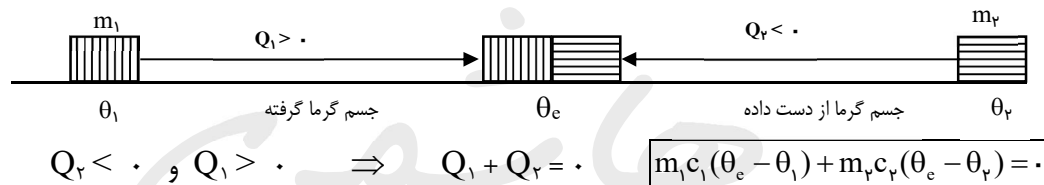
مثال ۱۳: برای آنکه ۴۰۰ gr آلومینیم را از دمای ۴۰°C به دمای ۹۰°C برسانیم چند ژول گرما لازم داریم؟

مثال ۱۴: اگر به ۲۰۰ gr شیشه ۴۹۰۰ ژول گرما بدهیم دمای آن چند درجه افزایش می‌یابد؟

**مثال ۱۵:** یک قالب یخ  $20\text{ kg}$  که دمای آن  $15^\circ\text{C}$  - است به داخل آبی می‌اندازیم تا دمای یخ به  $5^\circ\text{C}$  - برسد چه مقدار انرژی از قالب یخ گرفته شده است؟

**دمای تعادل:** دمای مشترک دو جسم با دماهای متفاوت است که مدتی در تماس کامل با یکدیگر قرار داشته اند.  
**تعادل گرمایی:** دو جسم هنگامی در تعادل گرمایی هستند که ، اگر در تماس کامل با یکدیگر باشند دمای آنها تغییر نکند.

**تعادل گرمایی دو جسم:** دو جسم  $m_1$  و  $m_2$  را در دماهای اولیه  $\theta_1$  و  $\theta_2$  در نظرمی‌گیریم ، که مدتی در تماس کامل با یکدیگر بوده‌اند تا به دمای مشترک  $\theta_e$  برسند ، دمای تعادل  $\theta_e$  برای هر دو آنها دمای ثانویه محسوب می‌شود . در این تبادل گرمایی ، اگر اتلاف گرمایی نداشته باشیم ، گرمایی که یکی از جرمها از دست داده ، برابر با گرمایی است که جرم دیگر بدست آورده است ، بنابراین مجموع آنها صفر خواهد بود .



تذکره: اگر مجهول مسئله‌ای  $\theta_e$  باشد ، می‌توان رابطه بالا را به شکل رابطه زیر درآورد تا محاسبات سریعتر شود ، لازم به ذکر است ، رابطه زیر همان رابطه قبلی است که به صورت کسری نوشته می‌شود .

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

**مثال ۱۶:** یک قطعه فولادی را در دمای  $120^\circ\text{C}$  ، داخل  $0.5\text{ Kg}$  آب در دمای  $30^\circ\text{C}$  قرار می‌دهیم ، تا پس از تعادل گرمایی دماهای آنها  $50^\circ\text{C}$  شود . جرم قطعه فولادی را حساب کنید .  $C = 420 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$  فولاد  $C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$  آب

**مثال ۱۷:** اگر  $4\text{ Kg}$  آب  $30^\circ\text{C}$  را با  $6\text{ Kg}$  آب  $100^\circ\text{C}$  مخلوط کنیم ، دمای تعادل آنها چقدر است ؟

**مثال ۱۸:** چند کیلوگرم آب  $60^\circ\text{C}$  را با چند کیلوگرم آب  $10^\circ\text{C}$  مخلوط کنیم تا  $24\text{ Kg}$  آب  $30^\circ\text{C}$  داشته باشیم ؟



**روابط تعمیم یافته تعادل گرمایی:** اگر بیش از دو جسم در تعادل گرمایی شرکت کنند، روابط گفته شده به شکل زیر تعمیم پیدا می کنند:

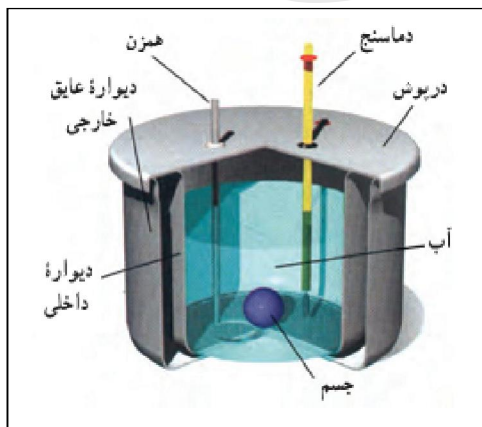
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

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

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

**مثال ۱۹:** اگر در یک ظرف شیشه‌ای به جرم ۴۰۰g، در دمای ۲۰ °C به اندازه ۰/۵kg آب، با دمای ۳۵ °C بریزیم و یک قطعه فولادی در دمای ۱۲۰ °C بیندازیم تا پس از مدتی دمای آنها به ۴۰ °C برسد، جرم قطعه فولادی را حساب کنید.

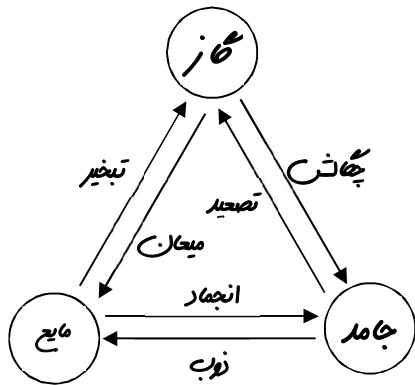
**مثال ۲۰:** در یک ظرف شیشه‌ای به جرم ۶۰۰g، به اندازه ۱Kg آب ۲۰ °C وجود دارد، اگر ۰/۵ Kg آب جوش اضافه کنیم، دمای مشترک آنها چند درجه خواهد شد؟



**گرما سنج (کالری متر) و گرما سنجی:** اجزای گرماسنج عبارتند از:  
 ۱ - ظرف استوانه‌ای دو جداره ۲- درپوش ۳- دما سنج ۴- همزن  
**روش گرماسنجی:** مرحله اول: مقداری آب با جرم مشخص مثلا ۲۰۰ گرم آب در ظرف می‌ریزیم و صبر می‌کنیم تا همدمای شوند و دماسنج را ثبت می‌کنیم. مرحله دوم: جسم مورد نظر را که همدمای با هوای اتاق است را داخل ظرف قرار می‌دهیم و با همزن آب را هم می‌زنیم و درپوش را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا همدمای شویم سپس دماسنج مجدداً را ثبت می‌کنیم. مرحله سوم: با استفاده از رابطه زیر گرمای ویژه جسم را حساب می‌کنیم.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{ظرف}} = 0$$

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{آب}}) + m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} (\theta - \theta_{\text{جسم}}) + m_{\text{ظرف}} c_{\text{ظرف}} (\theta - \theta_{\text{ظرف}}) = 0$$

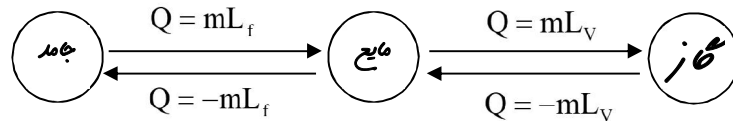


**تبدیل حالات ماده:** نمودار مقابل بطور خلاصه تغییرات حالات ماده را نشان میدهد، به تغییرات حالات ماده تغییر فاز نیز می‌گویند.

**تغییر فاز:** زمانیکه ماده‌ای تغییر فاز می‌دهد، در طول مدت گذار از یک حالت به حالت دیگر، با آنکه ماده گرما از دست می‌دهد یا گرما

می‌گیرد دمای آن تغییر نمی‌کند ( $\Delta\theta = 0$ )، بنابر این رابطه  $Q = mC\Delta\theta$

کاربردی ندارد. برای محاسبه گرمای مبادله شده در هنگام تغییر فاز از رابطه‌های  $Q = mL_f$  و  $Q = mL_v$  استفاده می‌کنیم.



**نقطه ذوب:** دمای گذار جامد به مایع را دمای نقطه ذوب می‌نامند که به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

🔸: اغلب جامدهای بلورین هنگام ذوب شدن افزایش حجم دارند.

🔸: جامدهای بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیرنقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند.

🔸: معمولاً افزایش فشار وارد بر اجسام سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود ولی در مورد یخ برعکس است.

**گرمای نهان ویژه ذوب ( $L_f$ ):** برابر است بامقدار انرژی که، باید به یک

کیلوگرم از جسم جامد، در دمای نقطه ذوب داده شود، تا به مایع در همان دما تبدیل شود و واحد آن  $\frac{J}{Kg}$  است.

**تبخیر سطحی:** تجربه نشان می‌دهد در هر دمایی در سطح آزاد مایع عمل

تبخیر روی می‌دهد، به عبارت دیگر مولکولهای پر انرژی در هر دمایی از سطح مایع جدا می‌شوند، که به این پدیده تبخیر سطحی می‌گویند. تبخیر سطحی یک فرآیند گرما گیر است.

**عوامل موثر بر تبخیر سطحی:**

۱- دمای مایع ۲- مساحت سطح آزاد مایع ۳- وزش باد یا نسیم بر سطح مایع

🔸: عوامل موثر بر نقطه جوش عبارتند از: جنس ماده و فشار وارد بر جسم.

🔸: افزایش فشار وارد بر جسم دمای نقطه جوش را بالا می‌برد.

ماده	نقطه ذوب ( $^{\circ}C$ )	گرمای نهان ذوب (kJ/kg)
هیدروژن	-۲۵۹	۵۸/۶
اکسیژن	-۲۱۸	۱۳/۸
نیتروژن	-۲۱۰	۲۵/۵
جیوه	-۳۹	۱۱/۸
یخ	۰	۳۳۳/۷
آلومینوم	۱۱۹	۲۸/۱
سرب	۳۲۷	۲۴/۵
قلع	۶۳۰	۱۶۵
نقره	۹۶۰	۸۸/۳
طلا	۱۰۶۴	۶۴/۵
مس	۱۰۸۳	۱۳۴

جدول ۴-۵ مقادیر $L_V$ برای آب در دماهای مختلف °	
$L_V$ (kJ/kg)	دما (°C)
۲۴۹۰	۰
۲۴۵۴	۱۵
۲۳۷۴	۵۰
۲۲۵۶	۱۰۰
۲۱۱۵	۱۵۰
۱۹۴۰	۲۰۰

\* مقادیر تا ۱۰۰°C در فشار ۱ atm است.

**گرمای نهان ویژه تبخیر ( $L_V$ ):** برابر است بامقدار انرژی که، باید به یک کیلوگرم از مایع در دمای نقطه جوش داده شود، تا به بخار در همان دما تبدیل شود و واحد آن  $\frac{J}{Kg}$  است.

توجه: اگر تغییر فاز در ماده، فرایندی گرماده باشد یعنی گرما از دست بدهد در روابط گفته شده از علامت منفی استفاده می کنند.

انجماد ←  $Q = -mL_F$  و میعان ←  $Q = -mL_V$

مثال ۲۱: محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است، تا ۱ Kg یخ در دمای  $10^\circ C -$ ، به بخار آب  $100^\circ C$  تبدیل شود؟

$$C = 2100 \frac{J}{Kg^\circ C} \text{ یخ} \quad C = 4200 \frac{J}{Kg^\circ C} \text{ آب} \quad L_F = 334000 \frac{J}{Kg} \text{ یخ} \quad L_V = 2256000 \frac{J}{Kg} \text{ بخار}$$

مثال ۲۲: محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است، تا ۰/۵ Kg یخ در دمای  $5^\circ C -$ ، به آب  $20^\circ C$  تبدیل شود؟

مثال ۲۳: داخل ۲ Kg آب  $20^\circ C$  قالب یخی در دمای صفر می اندازیم، پس از تعادل گرمایی  $\frac{1}{4}$  قالب یخ باقی می ماند، جرم قالب یخ را حساب کنید.

**انتقال گرما:** انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد، به سه روش زیر انجام می گیرد:

- ۱- رسانش:** انتقال گرما در یک جسم جامد از نقطه‌ای با دمای بیشتر به نقطه‌ای با دمای کمتر را رسانش می گویند. در فلزات ۱- ارتعاش اتمها و گسترش این ارتعاش ۲- الکترونهاى آزاد (عامل اصلی) دلیل رسانش هستند ولی در نافلزات الکترون آزاد وجود ندارد بنابراین در رسانش بسیار ضعیف هستند.

**۲- همرفتی:** انتقال گرما در مایعات و گازها، به سبب اختلاف چگالی را همرفتی می‌نامند، یعنی مایع یا گاز گرمتر، با چگالی کم بالا می‌رود و مایع یا گاز سردتر، با چگالی بیشتر به پایین حرکت کرده، جای آنرا می‌گیرد. مانند حرکت آب گرم از شوفاژ خانه، به طبقات بالاتر در ساختمان.

**همرفت واداشته:** اگر به کمک پمپ یا تلمبه شاره وادار به حرکت شود تا انتقال گرما صورت پذیرد به این پدیده همرفت واداشته می‌گویند. مانند سیستم گرم کننده مرکزی ساختمانها و سیستم خنک کننده اتومبیلها و سیستم گردش خون در جانوران خونگرم.

**سوال:** جهت وزش باد از خشکی به دریا یا برعکس را، در ساعات مختلف شبانه روز را، با پدیده همرفتی توجیه کنید.

**۳- تابش:** انتقال گرما به وسیله تابیدن نور را، تابش می‌نامند، که نیاز به محیط مادی ندارد. مانند رسیدن گرمای خورشید به زمین، با تابش نور خورشید و تابیدن گرما از کف اتو، به پوست دست هنگام مجاورت با کف اتو.

**دمانگار:** ابزاری برای آشکار سازی تابش های فروسرخ بکار می‌رود.

**دما نگاشت:** به تصویر ثبت شده به وسیله دما نگار گفته می‌شود.

تابش گرمایی از سطح اجسام علاوه بر دما به صیقلی بودن و زنگ سطح بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان با رنگ های روشن تابش گرمایی کمتری دارند در حالی که سطوح تیره و ناصاف و مات تابش گرمایی بیشتری دارند. در همه جا اجسامی که تیره تر هستند زود تر گرما را به خود جذب و زود تر از دست میدهند و تابش گرمایی بیشتری دارند حالا اگر جسمی باشد که رنگ یکسانی داشته باشد ولی تفاوتشان این باشد که یکی مات و دیگری براق باشد، جسم مات باز هم زودتر گرما را به خود جذب و زود تر هم از دست میدهد و تابش گرمایی بیشتری دارند.

شکار تابش فرو سرخ و کلم ایکانک دو نمونه از پدیده های زیستی تابش گرمایی هستند.

**تف سنجی:** به روشهای اندازه گیری دما بر اساس تابش گرمایی را تف سنجی می‌گویند.

**تف سنج:** ابزارهای اندازه گیری دما بر اساس تف سنجی را تف سنج می‌گویند که بر خلاف دیگر دماسنجها با جسم تماس ندارند.