دمای تعادل: θ_e

هرگاه دوياچندجسم درتماس بايكديگرقرارگيرندبعد ازمبادلهٔانرژی ، دمای تمام جسم‌ها یکسان می‌شود. به این دما «دمای تعادل» می‌گوییم .

قانون پایستگی انرژی درتعادل گرمایی :

همان قدرکه اجسام گرم انرژی ازدست می دهند،اجسام سردانرژی می گیرند. یعنی جمع جبری این Qها صفر است:

$$Q_۱ + Q_۲ + \ldots + Q_n = ۰$$

$$m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + m_۳c_۳(\theta_e - \theta_۳) + ۰۰۰ = ۰$$

θ_e: دمای تعادل(نهایی)

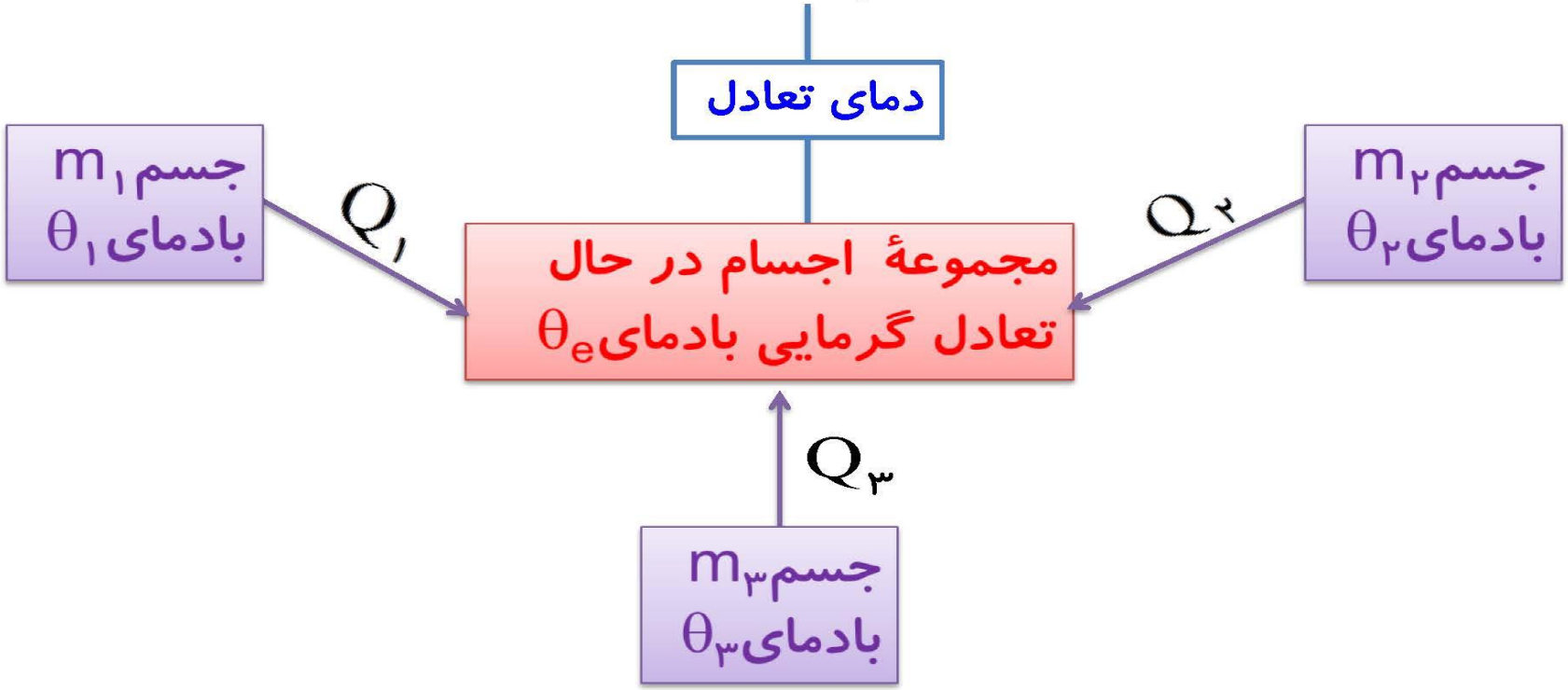
$\theta_۲$: دمای اولیهٔ جسم دوم

$\theta_۳$: دمای اولیهٔ جسم سوم

شرط تعادل گرمایی :

دمای نهایی جسم‌های درتماس با هم برابر شوند.

دمای جسم گرم $\rangle \theta_e \langle$ دمای جسم سرد



نکته:

از رابطه‌ی $Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = 0$ **می‌توان رابطه‌ی زیر را به‌دست آورد .در این رابطه،** θ_e **دمای تعادل است.**

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + m_3c_3\theta_3 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \cdots}$$

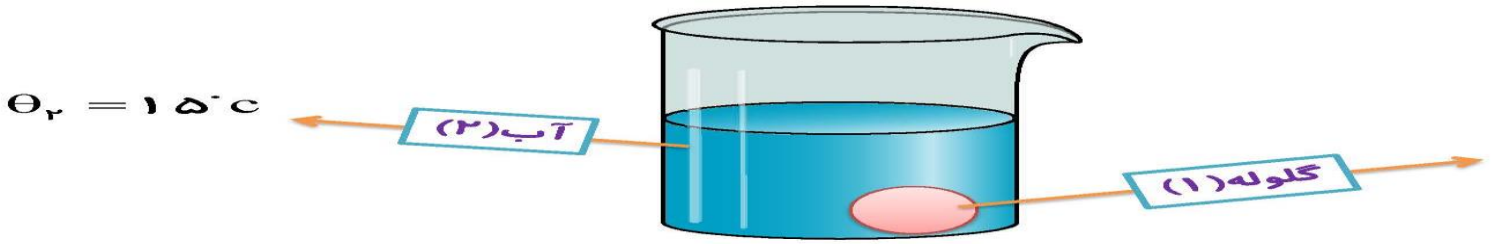
تازمانی می توان ازرابطهٔدمای تعادل استفاده کرد که در اثر مبادلهٔگرما حالت جسم تغییرنکند(گرماسنج وظرفیت گرمایی گرماسنج داخل مساله نباشد)

تمرین :

گلوله‌ای به جرم $100g$ را داخل $800g$ آب $15^{\circ}C$ می‌اندازیم؛ دمای تعادل $20^{\circ}C$ می‌شود. دمای اولیه‌ی گلوله چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ گرمای ویژه‌ی گلوله $840\frac{J}{kg.K}$ و گرمای ویژه‌ی آب $4200\frac{J}{kg.K}$ است .

پاسخ:

$\theta_1 = 220^{\circ}C$



گرما و دمای تعادل

پاسخ:

گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که گلوله‌ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد = ۰

گلوله(۱):
$m_1 = 100g = 0/1Kg$
$\theta_1 = ?$
$c_1 = 840\frac{J}{Kg^{\circ}c}$

آب(۲):
$m_2 = 800g = 0/8Kg$
$\theta_2 = 15^{\circ}c$
$c_2 = 4200\frac{J}{Kg^{\circ}c}$

$\theta_e = 20^{\circ}c$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$0/1 \times 840(20 - \theta_1) + 0/8 \times 4200(20 - 15) = 0$$

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

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

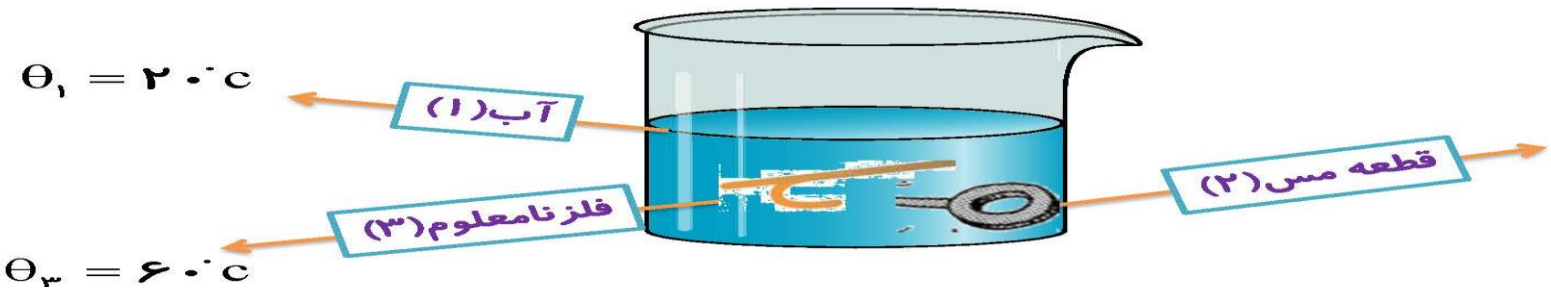
$$\theta_1 = 200 + 20 = 220^{\circ}c$$

تمرین :

درظرف عایقی حاوی ۵۰۰g آب ۲۰°C، یک قطعه مس ۱۰۰ گرمی به دمای ۵۰°C و یک قطعه فلزدیگربه جرم ۱۵۰g و به دمای ۶۰°C وگرمای ویژهٔ نامعلوم می اندازیم و دمای تعادل را اندازه می گیریم. دمای تعادل ۲۲ °C شده است.باچشم پوشی از تبادل گرما بین ظرف وسایر اجسام،گرمای ویژهٔ فلزرامحاسبه کنید.($c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg \cdot c}$ و $c_{مس} = ۳۹۰ \frac{J}{Kg \cdot c}$)

پاسخ:

$c_۳ \approx ۵۴۵ \frac{J}{Kg \cdot c}$



پاسخ:

گرمایی که فلز ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که مس ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد = ۰

آب(۱): $m_۱ = ./۵Kg$ ، $\theta_۱ = ۲۰ \cdot c$ ، $c_۱ = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg \cdot c}$

مس(۲): $m_۲ = ./۱Kg$ ، $\theta_۲ = ۵۰ \cdot c$ ، $c_۲ = ۳۹۰ \frac{J}{Kg \cdot c}$

فلز(۳): $m_۳ = ./۱۵Kg$ ، $\theta_۳ = ۶۰ \cdot c$ ، $c_۳ = ?$

$\theta_e = ۲۲ \cdot c$

$$m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + m_۳c_۳(\theta_e - \theta_۳) = ۰$$

$$./۵ \times ۴۲۰۰(۲۲ - ۲۰) + ./۱ \times ۳۹۰(۲۲ - ۵۰) + ./۱۵c_۳(۲۲ - ۶۰) = ۰$$

$$۴۲۰۰ - ۱۰۹۲ + ۵/۷c_۳ = ۰$$

$$۵/۷c_۳ = ۳۱۰۸$$

$$c_۳ \approx ۵۴۵ \frac{J}{kgc}$$

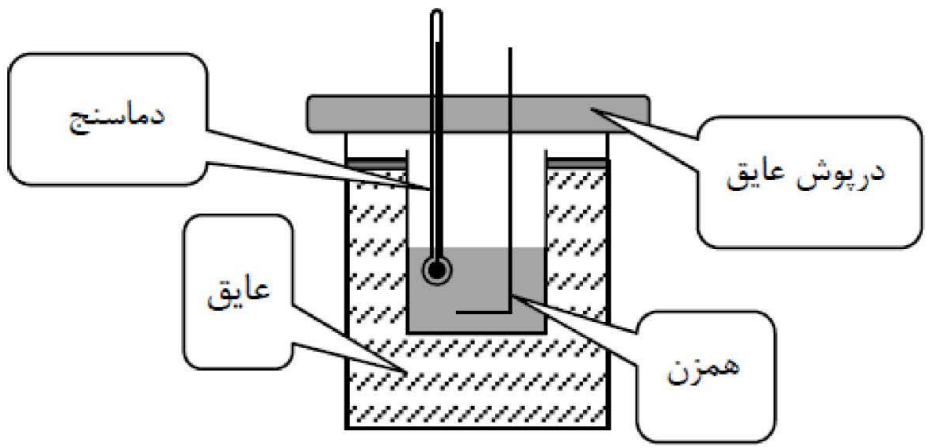
گرماسنج(کالری متر):

ظرفی فلزی و درپوش دار است که به خوبی عایق بندی گرمایی شده است.

مجموعۀ فلاسک وهمزن و دماسنج درون آن را گرماسنج می نامند.

نکته :

این ظرف در آزمایشگاه برای تعیین گرمای ویژۀ اجسام به کار می رود.



روش حل گرماسنج

ادامه:

۱ – مقداری آب درون گرماسنج بریزید و صبر کنید تا دمای گرماسنج و آب، یکسان شود. این دما را اندازه بگیرید

۲ –جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید

۳ –جسم فلزی را درون بشر قرار دهید، مقداری آب روی آن بریزید و سپس مجموعه را روی چراغ گازی روشن بگذارید.

۴ –صبر کنید تا آب چند دقیقه بجوشد. دمای آب را در این حالت اندازه بگیرید. این دما، همان دمای جسم فلزی نیز هست.

۵ –جسم داغ شده را توسط انبر به سرعت درون گرماسنج بیندازید.

۶ –آب درون گرماسنج را با همزن آن به هم بزنید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۷ –با استفاده از رابطهٔزیر ظرفیت گرمایی گرماسنج به دست می آید.

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_{۱\text{آب}}) + m_{\text{جسم}}\, c_{\text{جسم}}\, (\theta_e - \theta_{۱\text{جسم}}) + C_{\text{گرماسنج}}\ \ (\theta_e - \theta_{۱\text{گرماسنج}}\ ) = ۰$$

تمرین :

۲/۵ kg ازمایعی به گرمای ویژهٔ $۴۰۰\frac{J}{kg\cdot c}$ درون گرماسنجی قراردارودمای مجموعهٔ آنها $۴۰^{o}C$ است درچنین شرایطی۵۰۰g./ ازفلزی به گرمای ویژهٔ $۱۰۰۰\frac{J}{kg\cdot c}$ ودمای$۲۰۰^{o}C$درون گرماسنج قرارمی دهیم.اگردمای تعادل$۸۰^{o}C$ شود ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدراست؟

پاسخ:

$$C_{\text{گرماسنج}} = ۵۰۰\frac{J}{^{o}c}$$

مایع
$$\begin{cases} m_۱ = ۲/۵kg \\ \theta_۱ = ۴۰^{\circ}C \\ c_۱ = ۴۰۰J/kg^{\circ}C \end{cases}$$

گرماسنج
$$\begin{cases} m_۲ = ? \\ \theta_۲ = ۴۰^{\circ}C \\ c_۲ = ? \end{cases}$$

فلز
$$\begin{cases} m_۳ = ۰/۵kg \\ \theta_۳ = ۲۰۰^{\circ}C \\ c_۳ = ۱۰۰۰J/kg^{\circ}C \end{cases}$$

$$\theta_e = ۸۰^{\circ}C$$

پاسخ:

گرمایی که فلز ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که گرماسنج می گیرد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد = ۰

مایع(۱)
$$\begin{cases} m_۱ = ۲/۵Kg \\ \theta_۱ = ۴۰^{\circ}c \\ c_۱ = ۴۰۰\frac{J}{Kg\cdot c} \end{cases}$$

گرماسنج (۲)
$$\begin{cases} m_۲ = ? \\ \theta_۲ = ۴۰^{\circ}c \\ c_۲ = ? \end{cases}$$

فلز(۳)
$$\begin{cases} m_۳ = ./۵Kg \\ \theta_۳ = ۲۰۰^{\circ}c \\ c_۳ = ۱۰۰۰\frac{J}{Kg\cdot c} \end{cases}$$

$$\theta_e = ۸۰^{\circ}c$$

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰$$

$$m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + m_۳c_۳(\theta_e - \theta_۳) = ۰$$

$$۲/۵ \times ۴۰۰(۸۰ - ۴۰) + C_{\text{گرماسنج}}(۸۰ - ۴۰) + ./۵ \times ۱۰۰۰(۸۰ - ۲۰۰) = ۰$$

$$۴۰,۰۰۰ + ۴۰C_{\text{گرماسنج}} - ۶۰,۰۰۰ = ۰$$

$$۴۰C_{\text{گرماسنج}} = ۲۰,۰۰۰$$

$$C_{\text{گرماسنج}} = ۵۰۰\frac{J}{^{o}c}$$

توان گرمایی: P

مقدارانرژی گرمایی راکه یک گرمکن برقی درهرثانیه تولیدمی کند

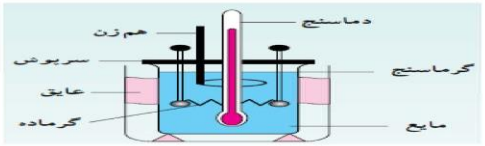
$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

- P: توان گرمایی
- Q: انرژی گرمایی
- Δt: بازهٔ زمانی

نکته:

واحدتوان برابر ژول برثانیه (J/s) یا وات است.

موضوع :حالات ماده وگرمای نهان ذوب



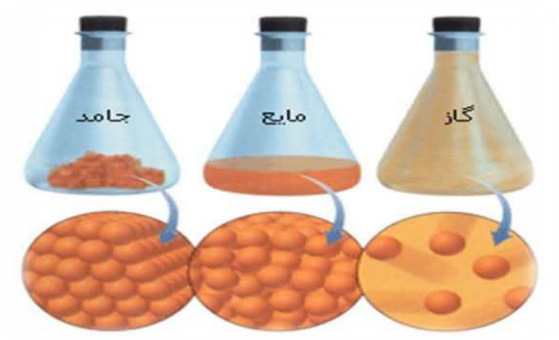
تغییر حالات ماده

حالتهای ماده

ماده به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می شود

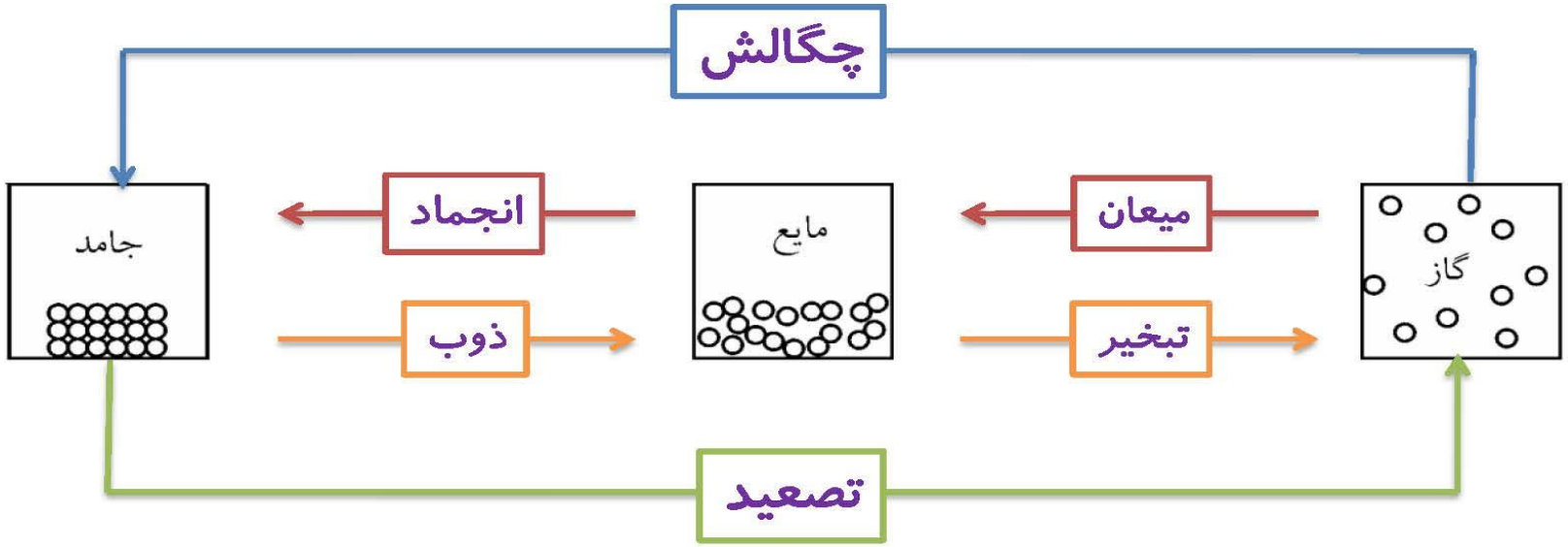
گذار ماده از یک حالت (فاز) به حالت (فاز) دیگر را تغییر حالت (تغییر فاز) گویند

تغییر حالتها معمولاً با گرفتن یا از دست دادن گرما همراهند



نکته:

ذوب و تبخیرو تصعید گرماگیر هستند.



انجماد و میعان و چگالش گرماده(گرمازا) هستند.

تصعید

تغییر حالت مستقیم جامد به بخار راتصعید گویند.

مانند:نفتالین ویخ خشک بدون این‌که به مایع تبدیل شوند مستقیماً به بخارتبدیل می‌شوند

بنابراین می‌گوییم متصاعد شده‌اند .

وقتی لباس‌های تَردرزمستان یخ زده‌اند، به هنگام طلوع خورشیدبدون این‌که یخ ذوب شود به بخار تبدیل می‌شود .

چگالش

تغییرحالت مستقیم بخاربه جامد را چگالش گویند.

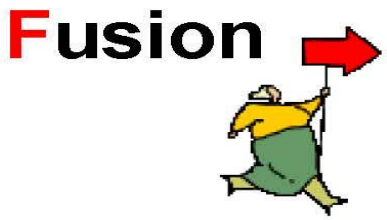
تشکیل برف، برفک روی چمن‌ها و برفک درون یخچال، چگالش است .

اگرآب جوش،به هوا دردمای $-40^{0}C$ پاشیده شود،مستقیماً به یخ تبدیل می شود.

۱ -ذوب

هر جسم جامد در دمای ثابتی به نام دمای ذوب (نقطه‌ی ذوب) که به جنس و فشار وارد بر جسم بستگی دارد، شروع به ذوب شدن می‌کند .

در تمام مدت ذوب، دمای جسم ثابت می‌ماند .



فرمول گرمای ذوب:

$$Q_F = mL_F$$

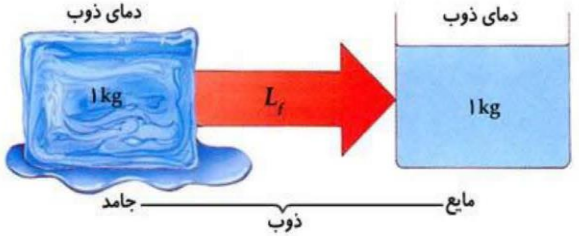
گرمای نهان ذوب	جرم جسم جامد	گرمای ذوب
ژول بر کیلوگرم	کیلوگرم	ژول

گرمای نهان ذوب: L_F

گرمایی است که بایدبه یک کیلوگرم جسم جامد در دمای ذوب داده شود تا به مایع درهمان دما تبدیل شود .

گرمای ذوب واحد جرم اجسام را گرمای نهان ذوب گویند. $L_F = \frac{Q_F}{m}$

اگربه یخ ۰°c ۰ گرما دهیم دمای آن افزایش نمی یابدبلکه به آب ۰°c ۰ تبدیل می‌شود.



نکته:

گرمای نهان ذوب اجسام فقط به جنس جسم آنها بستگی دارد.

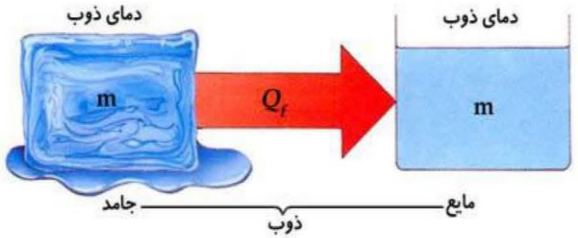
گرمای ذوب: Q_F

گرمایی است که هر جسم جامد در نقطه‌ی ذوب خود می‌گیرد تا به مایع درهمان دماتبدیل شود.

نکته:

گرمای ذوب جسم به جنس جسم و جرم آن بستگی دارد.

یخ ۰°C ۰



آب ۰°C ۰

تمرین:

گرمای ذوب ۳ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس چند ژول است؟ $L_F = ۳۳۴\frac{KJ}{Kg}$

پاسخ:

$Q_F = ۱۰۰۲kj$

چون یخ در نقطه‌ی ذوبش یعنی $۰^{\circ}C$ است بنابراین هرگرمایی که بگیرد باعث ذوب آن می‌شود:

$$\begin{cases} L_F = ۳۳۴۰۰۰\frac{J}{kg} \\ m = ۳Kg \\ Q_F = ? \end{cases}$$

$$Q_F = mL_F$$

$$Q_F = ۳ \times ۳۳۴۰۰۰$$

$$Q_F = ۱۰۰۲۰۰۰J = ۱۰۰۲KJ$$

تمرین:

۲Kg یخ ۱۰°C- مفروض است. گرمایی که یخ می‌گیرد تا تبدیل به آب ۲۰ °C شود، چند کیلو ژول است؟

(آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg°C}$ ، یخ $C = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg°C}$ ، $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$Q_{کل} = ۸۷۸kj$

این پرسش با مراحل زیر حل می‌شود:

یخ ۱۰°C- $\xrightarrow{Q_۱}$ ۰ °C یخ $\xrightarrow{Q_F}$ ۰ °C آب $\xrightarrow{Q_۲}$ ۲۰ °C آب

گرمای لازم برای تغییر دما — گرمای لازم برای تغییر حالت — گرمای لازم برای تغییر دما

تغییرحالت ذوب

پاسخ:

$$Q_۱ = mc_{یخ}\Delta\theta \rightarrow Q_۱ = ۲ \times ۲۱۰۰ \times (۰ - (-۱۰)) = ۴۲۰۰۰J$$

$$+$$

$$Q_F = mL_F \rightarrow Q_F = ۲ \times ۳۳۴۰۰۰ = ۶۶۸۰۰۰J$$

$$+$$

$$Q_۲ = mc_{آب}\Delta\theta' \rightarrow Q_۲ = ۲ \times ۴۲۰۰ \times (۲۰ - ۰) = ۱۶۸۰۰۰J$$

$$Q_{کل} = Q_۱ + Q_F + Q_۲ \rightarrow$$

$$Q_{کل} = ۴۲۰۰۰ + ۶۶۸۰۰۰ + ۱۶۸۰۰۰ = ۸۷۸۰۰۰J = ۸۷۸kJ$$

انجماد:

فرآیند انجماد وارون فرآیند ذوب است ، یعنی در این فرآیند مایع تبدیل به جامد می‌شود.

دمای نقطه‌ی ذوب با دمای نقطه‌ی انجماد برابر است،

به طور مثال دمای ذوب یخ و دمای انجماد آب هر دو صفردرجه می‌باشد.

فرمول گرمای انجماد : Q_F

$$Q_F = -m L_F$$

- Q_F: گرمای انجماد — ژول
- m: جرم جسم مایع — کیلوگرم
- L_F: گرمای نهان ذوب — ژول برکیلوگرم

نکته:

هرگاه از مایعی در دمای انجمادش گرما بگیریم، کاهش دما رخ نداده و مایع تبدیل به جامد می‌شود.

مقدارگرمایی که جسم از دست می‌دهدتا انجماد یابد برابر مقدارگرمایی است که جسم می‌گیرد تا ذوب شود.

گرمای نهان انجماد : $-L_F$

گرمای نهان انجماد، منفی گرمای نهان ذوب است.

به طور مثال گرمای نهان ذوب یخ برابر $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$ **و گرمای نهان انجماد آب برابر** $L_F = -۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$ **می‌باشد**