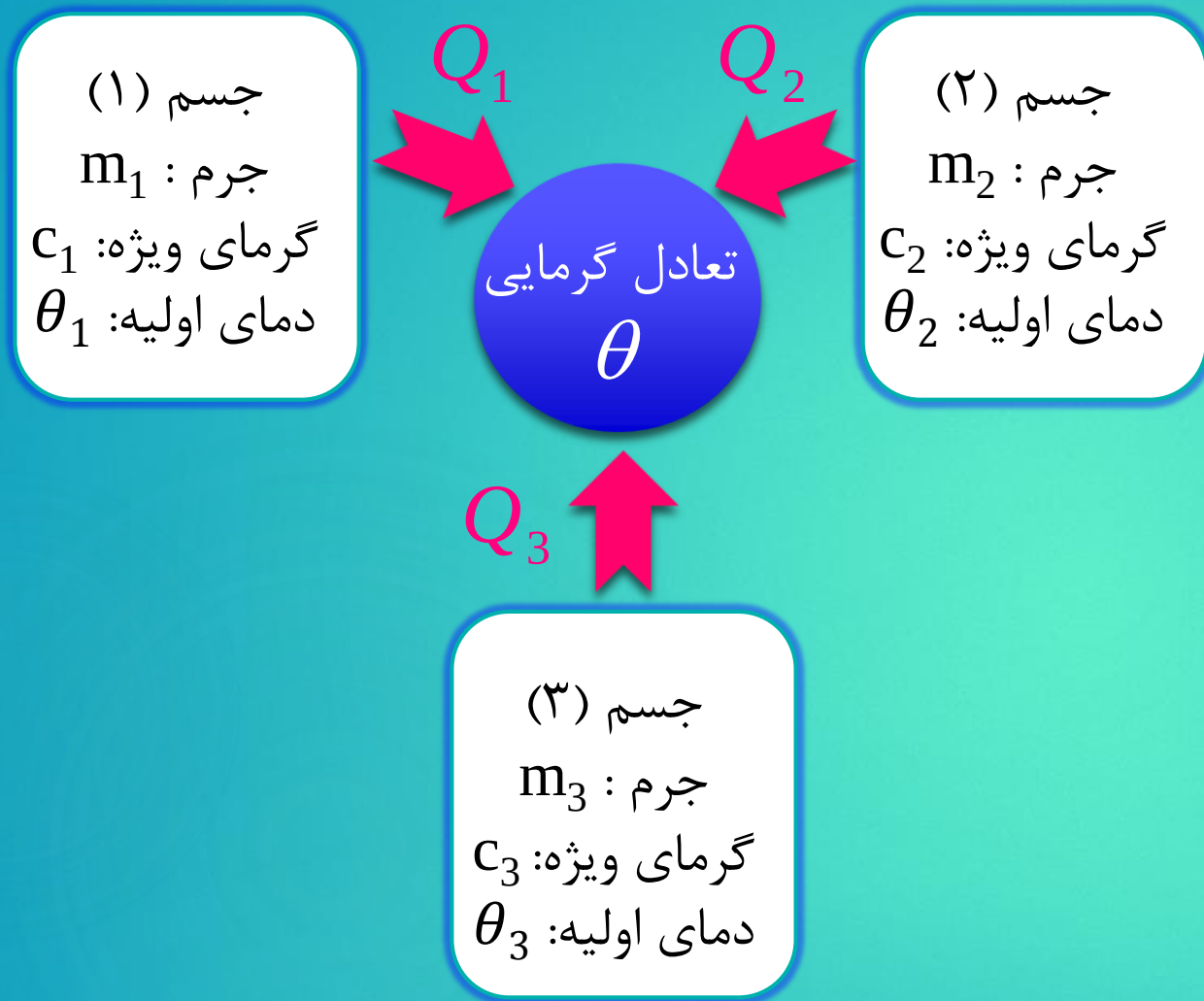


دمای تعادل :



✓ اگر چند جسم با دماهای مختلف را در تماس با هم قرار دهیم، گرما بین آن ها مبادله می شود تا به دمای یکسان برسند. در این حالت می گوییم اجسام به **تعادل گرمایی** رسیده اند.

✓ طبق پایستگی انرژی، مقدار گرمایی که اجسام گرم از دست می دهند برابر است با مقدار گرمایی که اجسام سرد دریافت می کنند.

✓ Q برای اجسام گرم، منفی و برای اجسام سرد، مثبت خواهد بود. جمع این Q ها صفر است.

مسائل تعادل گرمایی دو حالت دارند :

(الف) مسائلی که در آن ها اجسام تغییر حالت ندهند. (ب) مسائلی که اجسام تغییر حالت داشته باشند.

بررسی وضعیت اول :

در این مسائل از رابطه ی زیر استفاده می کنیم :

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

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

با ساده سازی این رابطه می توان دمای تعادل را بدست آورد:

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

مثال :

ظرف آلومینیومی به جرم 4kg و دمای 20°C در اختیار داریم. مقدار 2kg آب 30°C داخل ظرف می ریزیم. پس از رسیدن به تعادل دمای آب و ظرف چقدر است؟
($c=900 \text{ J/kg.k}$ آلومینیوم ، $c=4200 \text{ J/kg.k}$ آب)

حل :

آب $\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 2\text{kg} \\ c_1 = 4200 \text{ J / kg.k} \\ \theta_1 = 30^\circ\text{C} \end{array} \right.$

ظرف $\left\{ \begin{array}{l} m_2 = 4\text{kg} \\ c_2 = 900 \text{ J / kg.k} \\ \theta_2 = 20^\circ\text{C} \end{array} \right.$

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

$$\theta = \frac{(2)(4200)(30) + (4)(900)(20)}{(2)(4200) + (4)(900)} = 27^\circ\text{C}$$

مثال :

قطعه مسی با دمای 94°C را داخل 400g آب 20°C می اندازیم. دمای تعادل 24°C می شود. جرم مس چقدر است؟

($c=4200\text{ J/kg.k}$ آب ، $c=400\text{ J/kg.k}$ مس)

حل :

آب $\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 400\text{g} \\ c_1 = 4200\text{J} / \text{kg} .\text{k} \\ \theta_1 = 20^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$

مس $\left\{ \begin{array}{l} m_2 = ? \\ c_2 = 400\text{J} / \text{kg} .\text{k} \\ \theta_2 = 94^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$

$\theta = 24^{\circ}\text{C}$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow$$

$$(400 \times 10^{-3})(4200)(24 - 20) + m_2 (400)(24 - 94) = 0 \Rightarrow$$

$$6720 - 28000 m_2 = 0 \Rightarrow m_2 = \frac{6720}{28000} = 0.24\text{kg}$$

مثال :

m_1 گرم آب 20°C را با m_2 گرم آب 60°C مخلوط می کنیم و در نهایت 280 گرم آب 50°C داریم.
 m_1 و m_2 را محاسبه کنید.

حل :

آب ۱ $\begin{cases} m_1 = ? \\ \theta_1 = 20^\circ\text{C} \end{cases}$

آب ۲ $\begin{cases} m_2 = ? \\ \theta_2 = 60^\circ\text{C} \end{cases}$

$$m_1 + m_2 = 280\text{g}$$

$$\theta = 50^\circ\text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 (50 - 20) + m_2 (50 - 60) = 0 \Rightarrow$$

$$30m_1 - 10m_2 = 0 \Rightarrow 30m_1 = 10m_2 \Rightarrow 3m_1 = m_2$$

$$m_1 + 3m_1 = 280 \Rightarrow 4m_1 = 280 \Rightarrow m_1 = 70\text{g}, m_2 = 210\text{g}$$

مثال :

درون ظرفی 480g آب $\theta_1^\circ\text{C}$ وجود دارد. 120g آب 0°C به ظرف اضافه می کنیم. دمای تعادل 20°C می شود. دمای اولیه ی ظرف چند درجه سلسیوس بوده است؟

حل :

آب ۱ $\begin{cases} m_1 = 480\text{g} \\ \theta_1 = ? \end{cases}$

آب ۲ $\begin{cases} m_2 = 120\text{g} \\ \theta_2 = 0^\circ\text{C} \end{cases}$

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

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow$$

$$(480)(20 - \theta_1) + (120)(20 - 0) = 0 \Rightarrow$$

$$9600 - 480\theta_1 + 2400 = 0 \Rightarrow 12000 = 480\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 25^\circ\text{C}$$



مثال :

یک قطعه آلومینیوم به جرم 20g و دمای 86°C را وارد m گرم آب 27°C می کنیم. دمای تعادل 30°C می شود. m چند گرم است؟

(c=900 J/kg.k آلومینیوم ، c=4200 J/kg.k آب)

حل :

$$\text{آلومینیوم} \begin{cases} m_1 = 20g \\ c_1 = 900J / kg.k \\ \theta_1 = 86^\circ C \end{cases}$$

$$\text{آب} \begin{cases} m_2 = ? \\ c_2 = 4200J / kg.k \\ \theta_2 = 27^\circ C \end{cases}$$

$$\theta = 30^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow$$

$$(20)(900)(30 - 86) + m_2 (4200)(30 - 27) = 0 \Rightarrow$$

$$-1008000 + 12600 m_2 = 0 \Rightarrow m_2 = \frac{1008000}{12600} = 80g$$

تمرین:

قطعه فلزی به جرم 84g و دمای 70°C را در ظرف عایقی که حاوی 190g آب 18°C است می اندازیم. اگر دمای تعادل 20°C باشد، گرمای ویژه ی فلز را به دست آورید.

(آب $c=4200 \text{ J/kg.k}$)