

Calorimetria

Calor := energia térmica em trânsito devido exclusivamente a diferenças de temperatura.

Unidade de calor \Rightarrow caloria (cal)

Qtd de calor trocado 1g de água sofre uma variação de temperatura $14,5^{\circ}\text{C}$ para $15,5^{\circ}\text{C}$.

quilocaloria $\text{kcal} = 1.000 \text{ cal}$ (Cal)

Troca de calor \Rightarrow i) Sensível \Rightarrow O sistema varia de temperatura
ii) Latente \Rightarrow Não há variação de temperatura do sistema

Sensível \Rightarrow sistema $\Rightarrow \Delta\theta \neq 0$
Latente \Rightarrow sistema $\Rightarrow \Delta\theta = 0$.

Calor latente \Rightarrow transição de fase.

Def. \rightarrow calor latente de uma substância em transição de fase

$$L := \frac{Q}{m}$$

\Rightarrow Qtd de calor necessário a ser trocado pela substância para que 1.º grama dela sofra uma transição de fase.

$$|L_F| = |L_{\text{sol}}| \quad ; \quad |L_V| = |L_{\text{conv}}|$$

$$|L_{\text{sub}}| = |L_{\text{subinv}}|$$

ÁGUA: $L_F = 80 \text{ cal/g}$, $L_S = -80 \text{ cal/g}$; $L_V = 540 \text{ cal/g}$
 $L_{\text{conv}} = -540 \text{ cal/g}$

\Rightarrow i) Qd o sistema recebe calor $\Rightarrow Q > 0$.

ii) Qd o sistema cede calor $\Rightarrow Q < 0$

Calor sensível \Rightarrow Qd sistema $\Delta\theta \neq 0$

sistema $Q \propto \Delta\theta \Rightarrow$ Capacidade térmica C



$$C := \frac{Q}{\Delta\theta}$$

↓
Grandeza Macroscópica

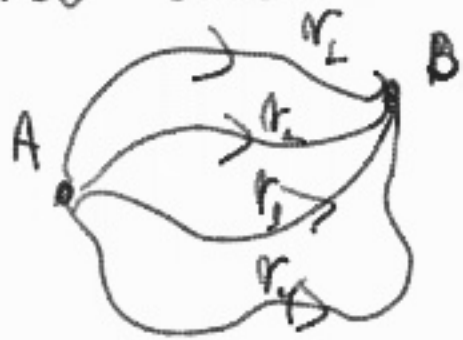
$C \equiv$ depende da qtd de massa do sistema

Calor específico $\Rightarrow c := \frac{C}{m} \Rightarrow c := \frac{Q}{m \Delta\theta}$

Eq. fundamental da calorimetria \Rightarrow $Q = mc \Delta\theta$

Observações

- i) C e c , em geral, dependem da temperatura
 $C = C(\theta)$ e $c = c(\theta)$;
- ii) Vtg o calor trocado depende de como o sistema troca esse calor, i.e., do processo pelo qual ele vai do estado inicial para o final, então existem infinito C e C para aquele sistema.



$$\Delta\theta = \theta_B - \theta_A$$

Os mais comuns são

$$C_V := \frac{Q_V}{\Delta\theta} \quad (\text{Volume cte}) \Rightarrow C_V = \frac{Q_V}{\Delta\theta}$$

$$C_P := \frac{Q_P}{\Delta\theta} \quad (\text{Pressão cte}) \Rightarrow C_P = \frac{Q_P}{\Delta\theta}$$

Expto

Chuveiro elétrico 4,0 kW com vazão de 10 l/min.
Água fria 20°C. Determine a temperatura da água
que sai do chuveiro.

$$c_{\text{água}} = 4,0 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \text{ e } \rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/l}$$

Solução

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta, \quad P_{\text{otm}} = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\frac{Q}{\Delta t} = c \cdot \frac{m}{\Delta t} \cdot \Delta\theta \Rightarrow P_{\text{otm}} = c \cdot \frac{m}{\Delta t} \cdot \Delta\theta \Rightarrow P_{\text{otm}} = c \cdot z \cdot \Delta\theta$$

$$z \equiv \frac{m}{\Delta t} \equiv \text{vazão}; \quad m = \rho \cdot V_{\text{or}} \Rightarrow m = \rho_{\text{água}} \cdot z \Rightarrow z = \frac{V_{\text{água}}}{\Delta t}$$
$$z = \frac{10 \text{ kg}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{6} \text{ kg/s}$$

$$\theta_F = \frac{P_{\text{otm}}}{c \cdot z} + \theta_i$$

$$\Rightarrow \theta_F = \frac{4 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3 \cdot 1/6} \left(\frac{\text{J/s}^\circ\text{C}}{\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}}} \right) + 20^\circ$$

$$\theta_F = 6 + 20^\circ \Rightarrow \boxed{\theta_F = 26^\circ\text{C}}$$

Calor \longleftrightarrow Energia
(caloria) (Joule) \Rightarrow

$$\boxed{1 \text{ cal} := 4,186 \text{ J}}$$

Eg. geral das trocas de calor.

Diversos sistemas (corpos) a temperaturas \neq colocados em contato e isolados.

Sistema de corpos isolado \Rightarrow

$$\boxed{\sum_{i=1}^I Q_i = 0}$$

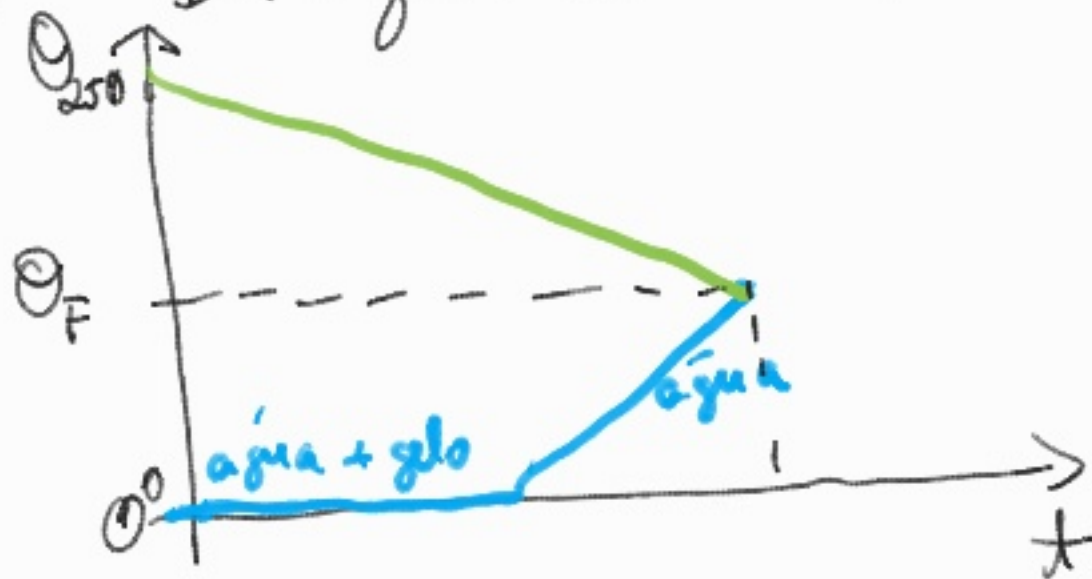
Expto: No interior de um calorímetro ideal \rightarrow 400g água e 100g gelo em equilíbrio.



Introduz 2,0 kg de um metal de $C = 0,1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, e a 250°C . Determine a temperatura de equilíbrio térmico.

Solução

Diagrama $\theta \times t$



2º Verificar se o calor Q' que pode ser cedido pelo metal é suficiente para fazer todo $100\text{ g gelo} \rightarrow 100\text{ g água}$

$$Q' = c m. (250 - 0^\circ) = 0,1 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 250 = 5 \cdot 10^4 \text{ cal.}$$

$$Q_{g \rightarrow a} = 80 \cdot 100 = 8.000 \text{ cal}$$

$$Q' > Q_{g \rightarrow a}$$

todo gelo "vira" água

$$Q_{g \rightarrow a} + Q_a + Q_M = 0 \Rightarrow 80 \cdot 100 + (100 + 400) \cdot 1 \cdot (\theta_F - 0) + 2 \cdot 10^3 \cdot 0,1 (\theta_F - 250) = 0$$

$$8.000 + 500 \theta_F + 200 \theta_F - 50.000 = 0$$

$$\theta_F = \frac{42.000}{700} = 60$$

$$\boxed{\theta_F = 60^\circ \text{C}}$$


$$C_{\text{metal}} = C m = 0,1 \cdot 2 \cdot 10^3$$

$$C_{\text{meta}} = 200 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

Teoria Cinética dos gases ideais

Hipóteses para um gás ideal. (simplificações)

- i) Movimento das partículas que formam o gás é aleatório.
≠ Veloc. \Rightarrow $V_{média}$
- ii) Desprezível a interação mútua entre as partículas.
- iii) Choques entre as partículas e delas com as paredes do recipiente são elásticos.
- iv) Desprezível o volume ocupado pelas partículas.



Gás real no limite \Rightarrow altas temperaturas e baixas pressões

Experiência $\Rightarrow P \propto T$, $P \propto V$, $P \propto m$

$$P \propto \frac{mT}{V} \Rightarrow \boxed{PV = nRT}$$

L'cte
Eq. de Clapeyron

Nº Avogadro $\Rightarrow N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

Massa Molecular $\Rightarrow M = m_{\text{molécula}} \cdot N_A$; $O_2 \rightarrow M_{O_2} = 32$
2 átomos de O $\rightarrow m_O = 16$

$$\text{Mol} \Rightarrow n = \frac{m}{M}$$