

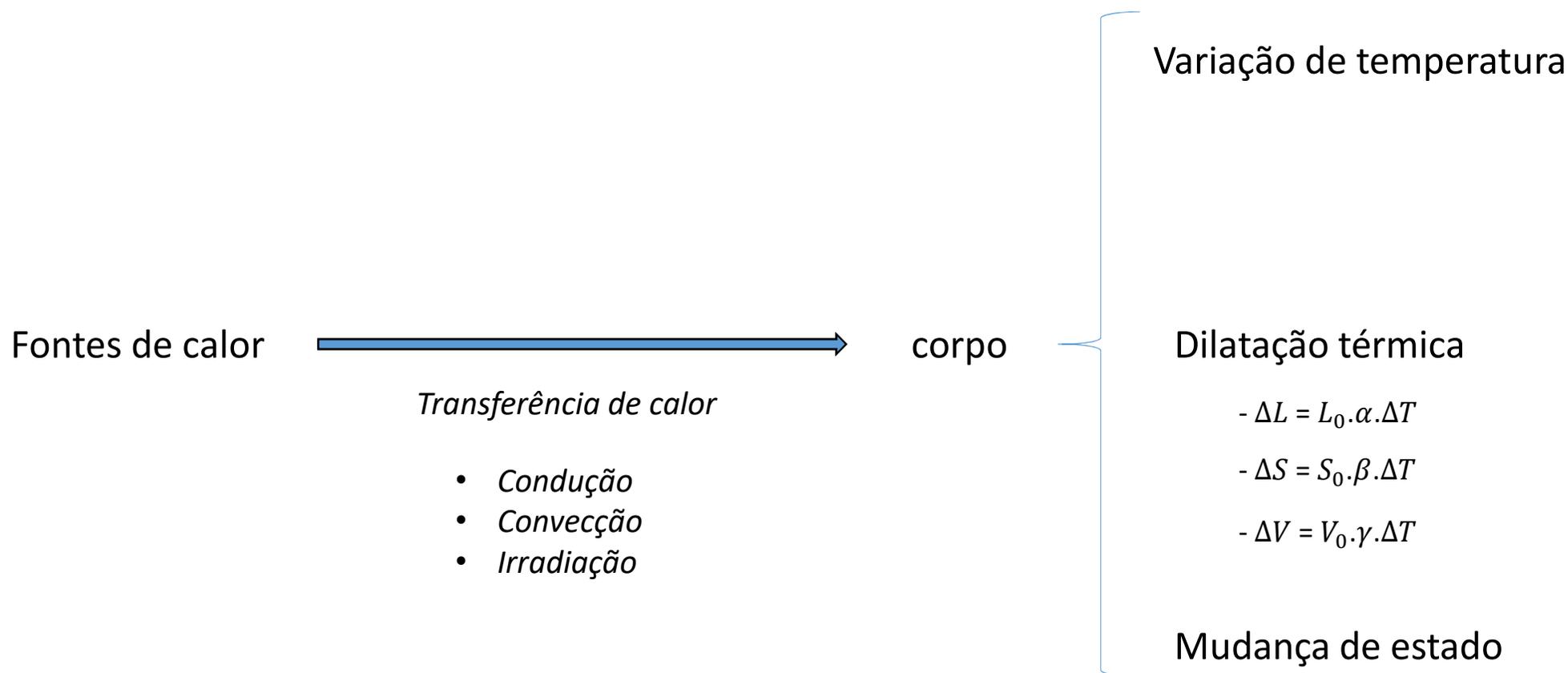
Calor sensível e calor latente

Aulas 7 e 8 / Pg. 504 / Tetra 1

- SL 02 – Mapa conceitual
- SL 03 – Calor sensível
- SL 11 – Calor latente
- SL 14 – Potência
- SL 15 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br

Mapa conceitual



Calor

- Trânsito de energia térmica que ocorre, espontaneamente, do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.
- Calor é energia em trânsito. O corpo não possui calor ou armazena calor. Por isso o termo “estou com calor” não é correto.
- Podemos dizer que os corpos armazenam energia térmica. A energia térmica é a energia que tem origem na agitação das partículas.
- Os corpos não trocam temperatura.
- A quantidade de calor (Q) é medida de Joules (J) no S.I.
- $1 \text{ cal} \cong 4,2 \text{ J}$

Calor causando
alteração da
temperatura:
calor sensível

Calor causando
mudança de
estado físico:
calor latente

A



B



Antes:

$$T_A > T_B$$

Depois:

equilíbrio térmico

$$T'_A = T'_B$$

Calor sensível

Capacidade térmica de um corpo (C)

Indica a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um corpo.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \begin{matrix} \text{SI} \\ \left(\frac{J}{K} \right) \end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} \text{SU} \\ \left(\frac{cal}{^{\circ}C} \right) \end{matrix}$$

Ex:

$$C_1 = 15 \frac{cal}{1^{\circ}C}$$

$$C_2 = 30 \frac{cal}{1^{\circ}C}$$

Maior capacidade térmica



Maior quantidade de calor para aquecer ou resfriar o corpo

Menor capacidade térmica



Menor quantidade de calor para aquecer ou resfriar o corpo

Calor sensível



$$C_{\text{fagulha}} = 0,000001 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$$

*valor inventado pelo Caio

Fagulha

- Baixa capacidade térmica
- Pequena quantidade de calor causa grande aumento na temperatura.

Pele

- Recebe pequena quantidade de calor da fagulha.
- Não sofre queimadura.

Calor sensível

Calor específico de uma substância(c)

Indica a quantidade de calor necessária para que uma unidade de massa de uma substância sofra uma variação de uma unidade em sua temperatura.

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \left(\frac{J}{kg \cdot K} \right) \quad \text{ou} \quad \left(\frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \right)$$

Ex:

$$c_{\text{água}} = 1 \frac{cal}{1g \ 1^\circ C}$$

$$c_{\text{areia}} = 0,1 \frac{cal}{1g \ 1^\circ C}$$

Maior calor específico



Maior quantidade de calor para aquecer ou resfriar por unidade de massa

Menor calor específico



Menor quantidade de calor para aquecer ou resfriar por unidade de massa

Calor sensível



Dia

- Areia: maior temperatura \rightarrow menor calor específico.
- Aquecimento mais rápido.



Noite

- Areia: menor temperatura \rightarrow menor calor específico.
- Resfriamento mais rápido

Quantidade de calor sensível (Q_s)

Equação fundamental da calorimetria

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \Rightarrow \quad Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

ou

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \Rightarrow \quad Q_s = C \cdot \Delta T$$

$$C = m \cdot c$$

Corpo Massa Substância

Quantidade de calor sensível (Q_s)

Convenção de sinais

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

(+)

(+)

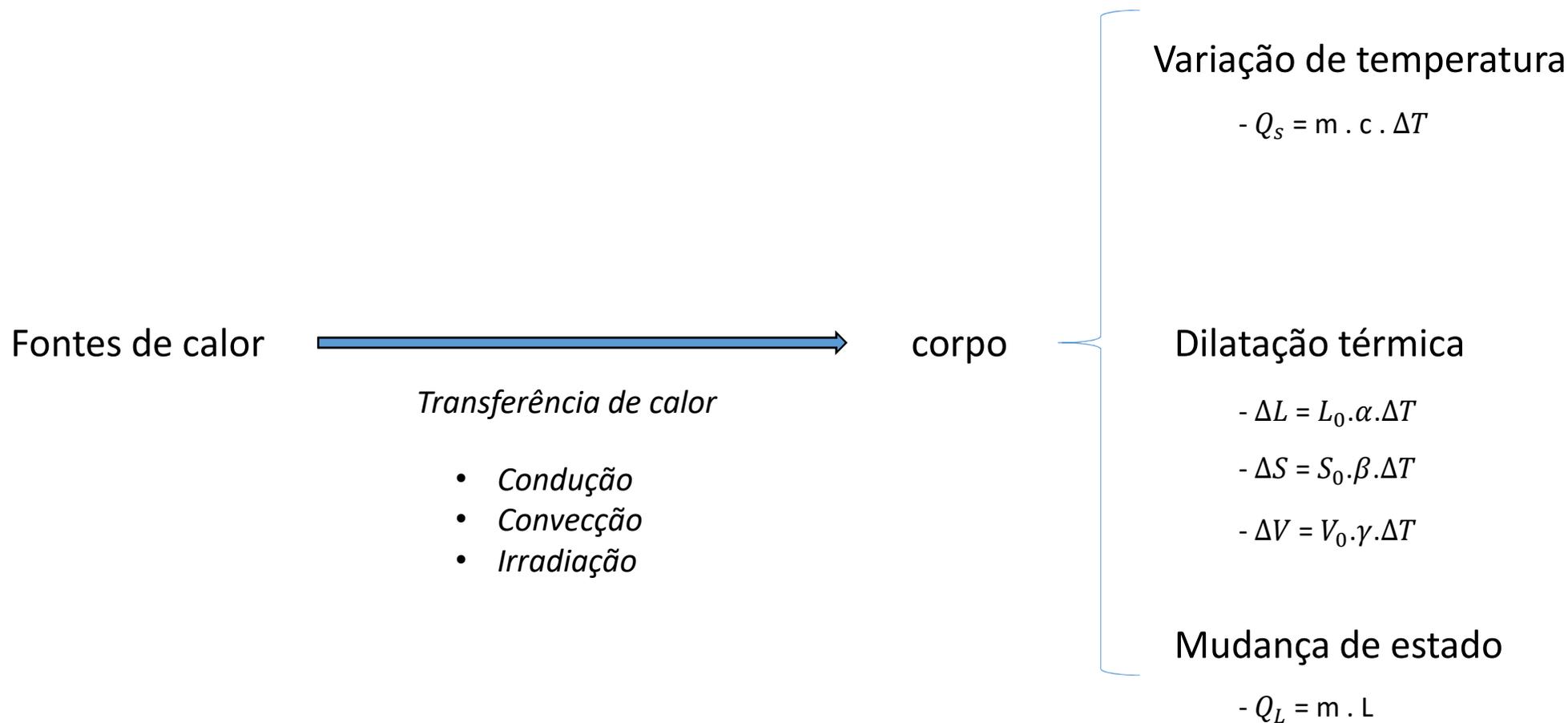
(-)

(-)

Corpo recebe calor → $\Delta T = T - T_0 > 0$ → **$Q > 0$**

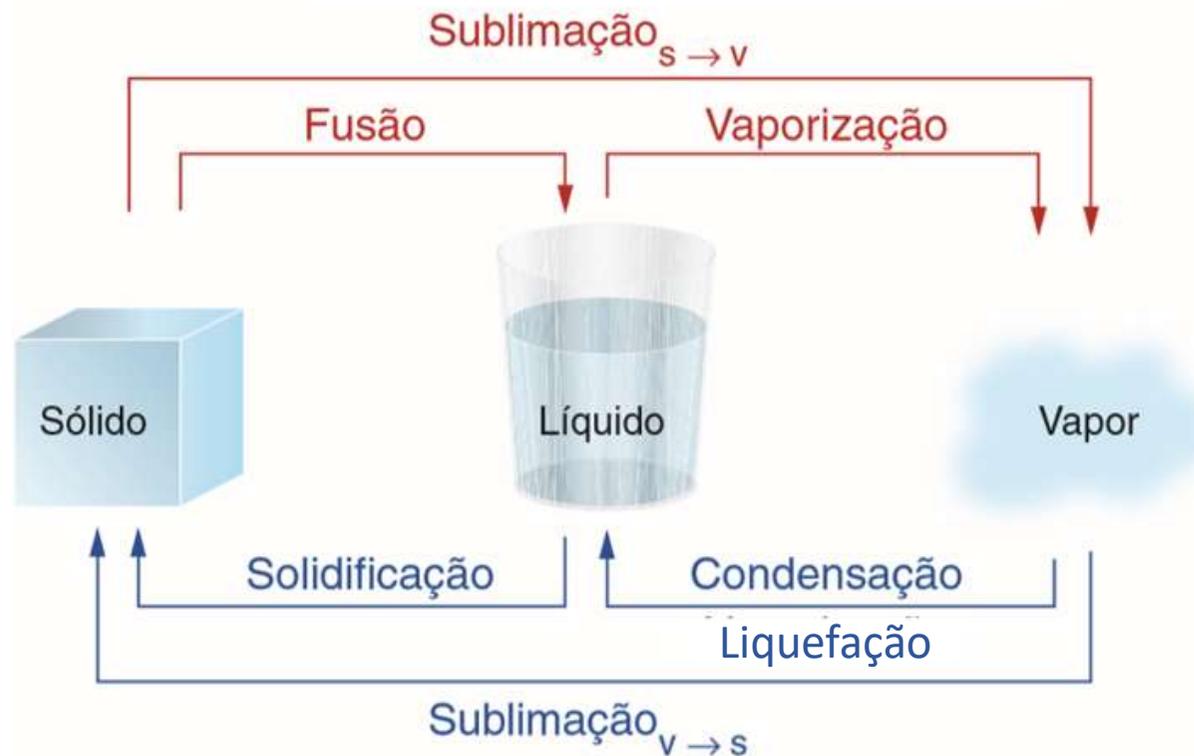
Corpo perde calor → $\Delta T = T - T_0 < 0$ → **$Q < 0$**

Mapa conceitual



Calor latente

Processo endotérmico → substância absorve/recebe calor → $Q > 0$



Processo exotérmico → substância cede/perde calor → $Q < 0$

Quantidade de calor latente (Q_L)

$$Q_L = m \cdot L$$

Massa que mudou
de estado

Calor latente de
transição

Calor latente de mudança de estado ou calor latente de transição (L)

- É uma propriedade da substância.
- Indica a quantidade de calor necessária para que uma unidade de massa sofra mudança de estado físico.

Ex:

H_2O

$$L_{fus\tilde{a}o} = 80 \frac{cal}{1g}$$

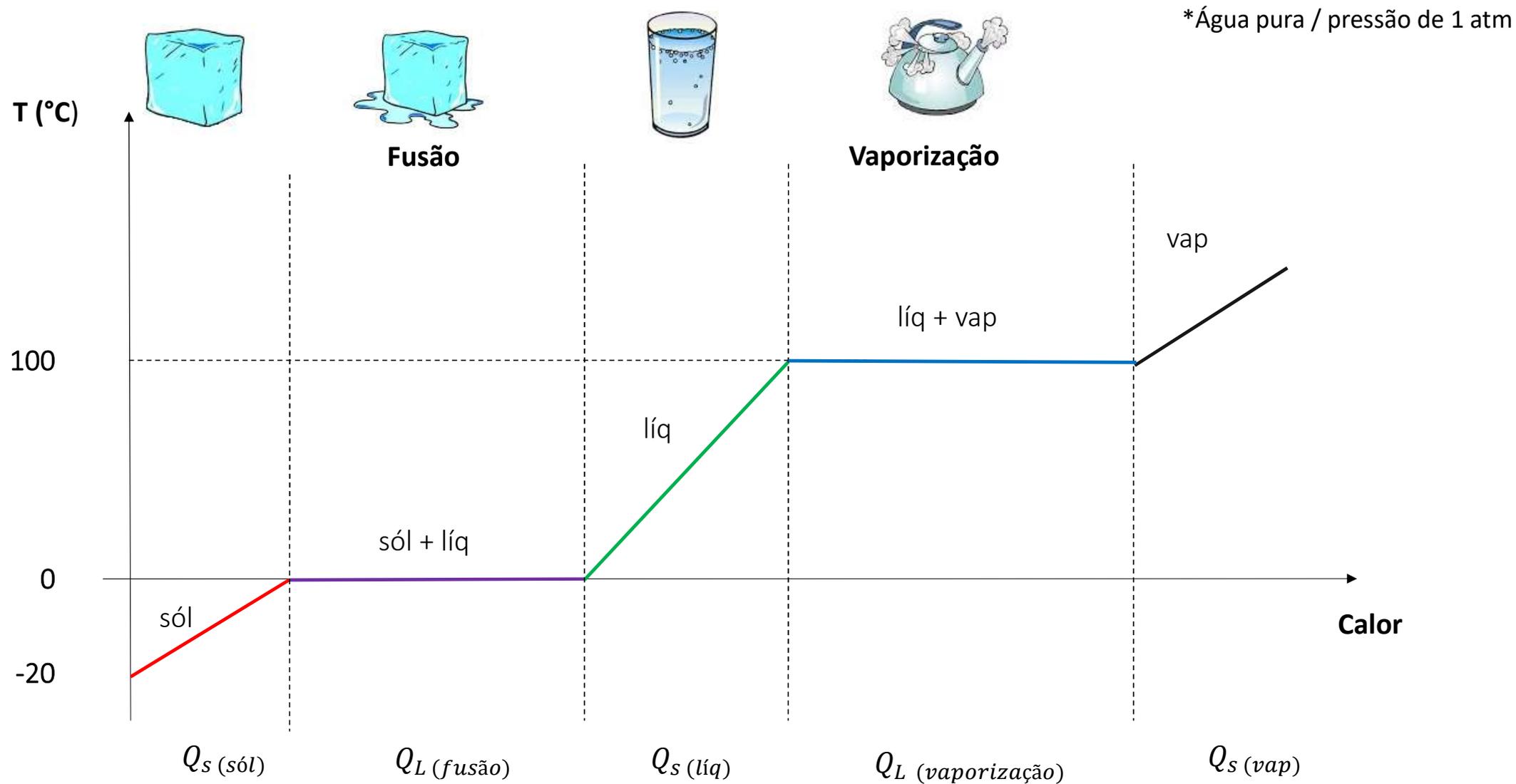
$$L_{solidificac\tilde{a}o} = - 80 \frac{cal}{1g}$$

$$L_{vaporizac\tilde{a}o} = 540 \frac{cal}{1g}$$

$$L_{liquefac\tilde{a}o} = - 540 \frac{cal}{1g}$$

$$L = \frac{Q}{m} \quad \left(\frac{J}{kg} \right) \text{ ou } \left(\frac{cal}{g} \right)$$

Aquecimento da água



Potência

- Mede a quantidade de calor transferido, fornecido, recebido ou absorvido por unidade de tempo.
- Indica a rapidez com que o calor é transferido.

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad \text{SI} \quad (\text{W})$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \quad \text{SI} \quad \text{SU} \quad (\text{W}) \quad \text{ou} \quad \left(\frac{\text{cal}}{\text{s}}\right)$$

$$1\text{W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}$$

Exercícios

1. (UNICAMP) Na depilação, o laser age no interior da pele, produzindo uma lesão térmica que queima a raiz do pelo. Considere uma raiz de pelo de massa $m = 2,0 \times 10^{-10}$ kg, inicialmente a uma temperatura $T_i = 36^\circ\text{C}$, que é aquecida pelo laser a uma temperatura final $T_f = 46^\circ\text{C}$. Se o calor específico da raiz é igual a $c = 3000$ J/(kg °C), o calor absorvido pela raiz do pelo durante o aquecimento é igual a

- a) $6,0 \times 10^{-6}$ J.
- b) $6,0 \times 10^{-8}$ J.
- c) $1,3 \times 10^{-12}$ J.
- d) $6,0 \times 10^{-13}$ J.

1. (UNICAMP) Na depilação, o laser age no interior da pele, produzindo uma lesão térmica que queima a raiz do pelo. Considere uma raiz de pelo de massa $m = 2,0 \times 10^{-10} \text{ kg}$, inicialmente a uma temperatura $T_i = 36^\circ\text{C}$, que é aquecida pelo laser a uma temperatura final $T_f = 46^\circ\text{C}$. Se o calor específico da raiz é igual a $c = 3000 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$, o calor absorvido pela raiz do pelo durante o aquecimento é igual a

- a) $6,0 \times 10^{-6} \text{ J}$.
- b) $6,0 \times 10^{-8} \text{ J}$.
- c) $1,3 \times 10^{-12} \text{ J}$.
- d) $6,0 \times 10^{-13} \text{ J}$.



- $m = 2,0 \times 10^{-10} \text{ kg}$

- $c = 3000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

- $\Delta T = T_f - T_i = 46 - 36 = 10^\circ\text{C}$

- $Q = ?$

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_s = 2,0 \times 10^{-10} \text{ kg} \cdot 3000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 6000 \cdot 10^{-10} \cdot 10$$

$$Q_s = 6 \cdot 10^3 \cdot 10^{-10} \cdot 10$$

$$Q_s = 6,0 \times 10^{-6} \text{ J}$$

5. (UPF-RS 2017) Um sistema de aquecimento elétrico residencial, de potência nominal P , precisa de 10 minutos para elevar a temperatura de um volume de água de $0,02 \text{ m}^3$ de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Considerando que o calor específico da água é de $1 \text{ cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$, podemos afirmar que a potência do aquecedor, em W , é de aproximadamente:

- Dados: considere a densidade da água igual a $1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3$ e que $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

a) 1 250

b) 5 500

c) 4 200

d) 6 500

e) 3 900

5. (UPF-RS 2017) Um sistema de aquecimento elétrico residencial, de potência nominal P, precisa de **10 minutos** para elevar a temperatura de um volume de água de **0,02 m³** de **20 °C para 50 °C**. Considerando que o calor específico da água é de **1 cal/(g°C)**, podemos afirmar que a potência do aquecedor, em W, é de aproximadamente:

- Dados: considere a densidade da água igual a **1 000 kg/m³** e que **1 cal = 4,2 J**.

- a) 1 250 b) 5 500 **c) 4 200** d) 6 500 e) 3 900

- $P = \frac{Q_s}{\Delta t}$

- $Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$

- $\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

- $\Delta T = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$

- $c = 1 \text{ cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 1000 \text{ kg} \\ 0,02 \text{ m}^3 \text{ ----- } m \end{array}$$

- $m = 20 \text{ kg} = 20\,000 \text{ g}$

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

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

$$P = \frac{20000 \cdot 1 \cdot 30}{600} \times (4,2 \text{ J})$$

$$P = 200 \cdot 5 \cdot 4,2$$

$$P = 1000 \cdot 4,2$$

$$P = 4200 \text{ W}$$

7. Enem PPL 2017 O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ($\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de 1 m^2 é de $0,03 \text{ kW/m}^2$. O valor do calor específico da água é igual $4,2 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$.

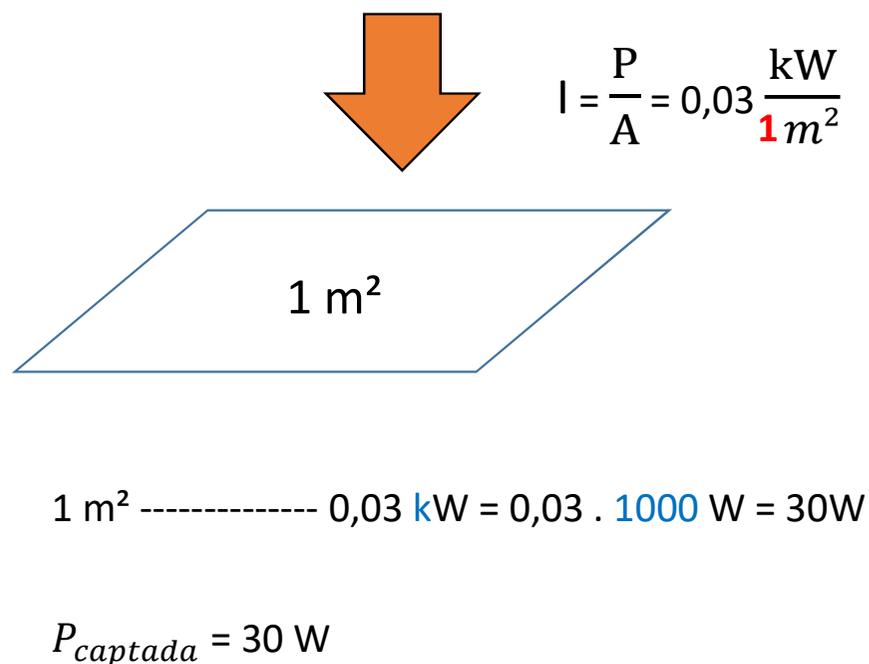
Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ até $70 \text{ } ^\circ\text{C}$?

- a) 490 s b) 2 800 s c) 6 300 s d) 7 000 s e) 9 800 s

7. Enem PPL 2017 O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ($\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de 1 m^2 é de $0,03 \text{ kW/m}^2$. O valor do calor específico da água é igual $4,2 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$.

Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer **1 litro** de água de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ até $70 \text{ }^\circ\text{C}$?

- a) 490 s b) 2 800 s c) 6 300 s **d) 7 000 s** e) 9 800 s



- $P_{\text{captada}} = P_{\text{água}} = 30 \text{ W}$ • $m = 1 \text{ kg}$ • $\Delta T = 70 - 20 = 50^\circ\text{C}$
- $c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} = 4,2 \cdot 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ • $\Delta t = ?$

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

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{P}$$

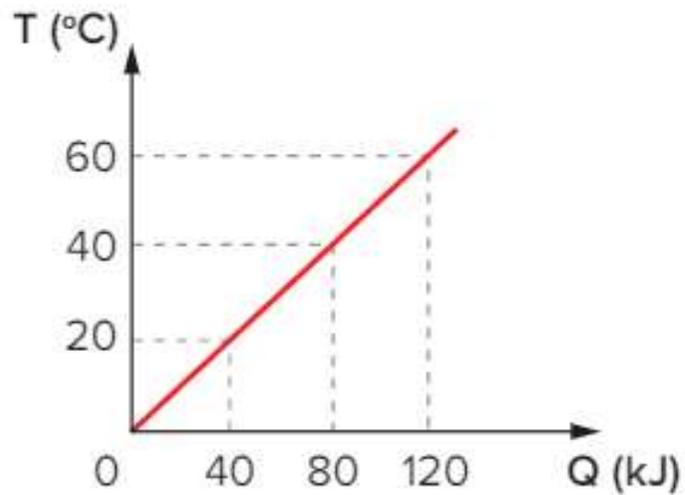
$$\Delta t = \frac{1 \cdot 4200 \cdot 50}{30} = 7000 \text{ s}$$



8. (UFPR 2020) Um objeto de massa $m = 500$ g recebe uma certa quantidade de calor Q e, com isso, sofre uma variação de temperatura ΔT . A relação entre ΔT e Q está representada no gráfico a seguir.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do calor específico c desse objeto.

- a) $c = 2$ J/g °C. b) $c = 4$ J/g °C. c) $c = 8$ J/g °C. d) $c = 16$ J/g °C. e) $c = 20$ J/g °C.



8. (UFPR 2020) Um objeto de massa $m = 500 \text{ g}$ recebe uma certa quantidade de calor Q e, com isso, sofre uma variação de temperatura ΔT . A relação entre ΔT e Q está representada no gráfico a seguir.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do calor específico c desse objeto.

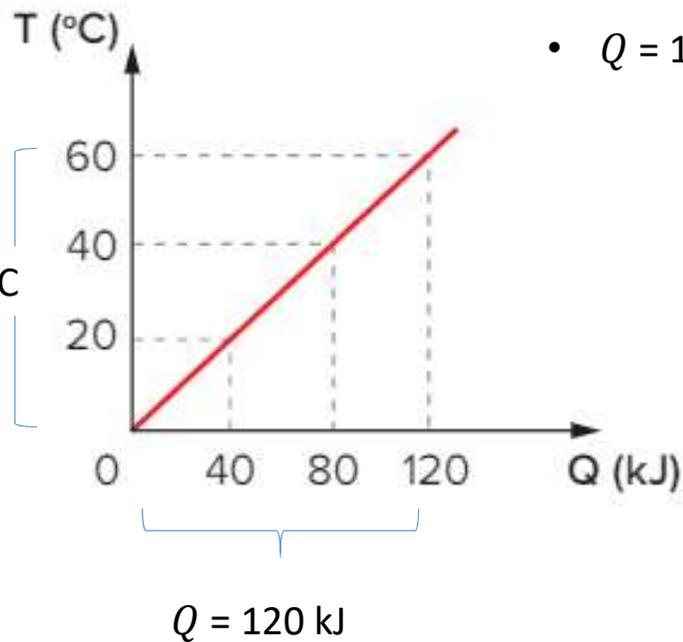
a) $c = 2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

b) $c = 4 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

c) $c = 8 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

d) $c = 16 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

e) $c = 20 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.



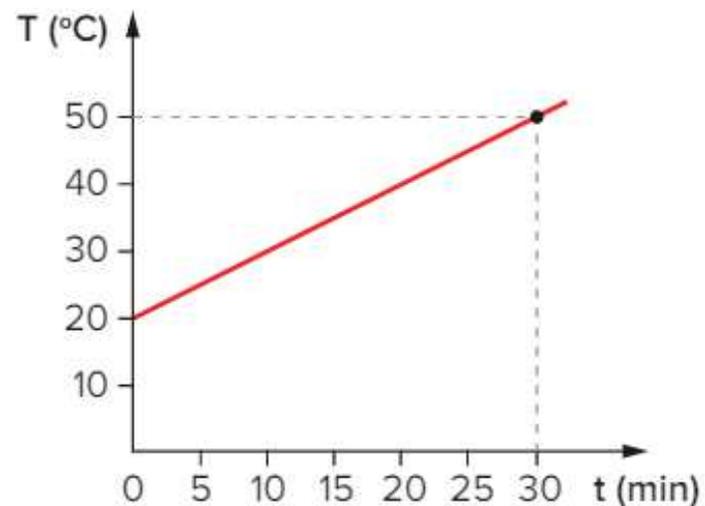
• $Q = 120 \text{ kJ} = 120\,000 \text{ J}$ • $m = 500 \text{ g}$ • $c = ?$ • $\Delta T = 60 - 0 = 60^\circ\text{C}$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{120\,000 \text{ J}}{500 \text{ g} \cdot 60^\circ\text{C}} = \frac{120\,000}{30\,000} = 4 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

9. (EEAR-SP 2018) Um corpo absorve calor de uma fonte a uma taxa constante de 30 cal/min e sua temperatura (T) muda em função do tempo (t) de acordo com o gráfico a seguir.

A capacidade térmica (ou calorífica), em $\text{cal}/^\circ\text{C}$, desse corpo, no intervalo descrito pelo gráfico, é igual a

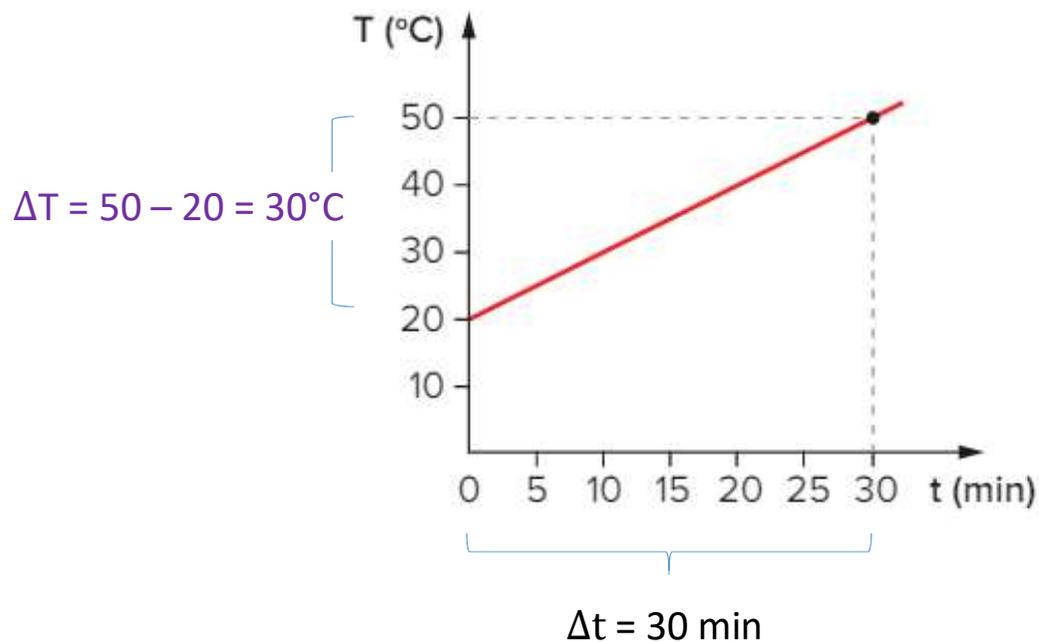
- a) 1. b) 3. c) 10. d) 30.



9. (EEAR-SP 2018) Um corpo absorve calor de uma fonte a uma taxa constante de 30 cal/min e sua temperatura (T) muda em função do tempo (t) de acordo com o gráfico a seguir.

A capacidade térmica (ou calorífica), em cal/°C, desse corpo, no intervalo descrito pelo gráfico, é igual a

- a) 1. b) 3. c) 10. **d) 30.**



$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{900 \text{ cal}}{30^\circ\text{C}} = 30 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow Q = P \cdot \Delta t = 30 \frac{\text{cal}}{\text{min}} \cdot 30 \text{ min} = 900 \text{ cal}$$

2. (Pg. 511) (UFRGS) 2020 No início do mês de julho de 2019, foram registradas temperaturas muito baixas em várias cidades do país. Em Esmeralda, no Rio Grande do Sul, a temperatura atingiu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pingentes de água congelada formaram-se em alguns lugares na cidade. O calor específico do gelo é $2,1\text{ kJ}/(\text{kg }^{\circ}\text{C})$, e o calor latente de fusão da água é igual a $330\text{ kJ}/\text{kg}$. Sabendo que o calor específico da água é o dobro do calor específico do gelo, calcule a quantidade de calor por unidade de massa necessária para que o gelo a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ se transforme em água a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- a) $355,2\text{ kJ}/\text{kg}$
- b) $367,8\text{ kJ}/\text{kg}$
- c) $376,2\text{ kJ}/\text{kg}$
- d) $380,4\text{ kJ}/\text{kg}$
- e) $384,6\text{ kJ}/\text{kg}$

2. (Pg. 511) (UFRGS) 2020 No início do mês de julho de 2019, foram registradas temperaturas muito baixas em várias cidades do país. Em Esmeralda, no Rio Grande do Sul, a temperatura atingiu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pingentes de água congelada formaram-se em alguns lugares na cidade. O calor específico do gelo é $2,1\text{ kJ}/(\text{kg }^{\circ}\text{C})$, e o calor latente de fusão da água é igual a $330\text{ kJ}/\text{kg}$. Sabendo que o calor específico da água é o dobro do calor específico do gelo, calcule a quantidade de calor por unidade de massa necessária para que o gelo a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se transforme em água a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

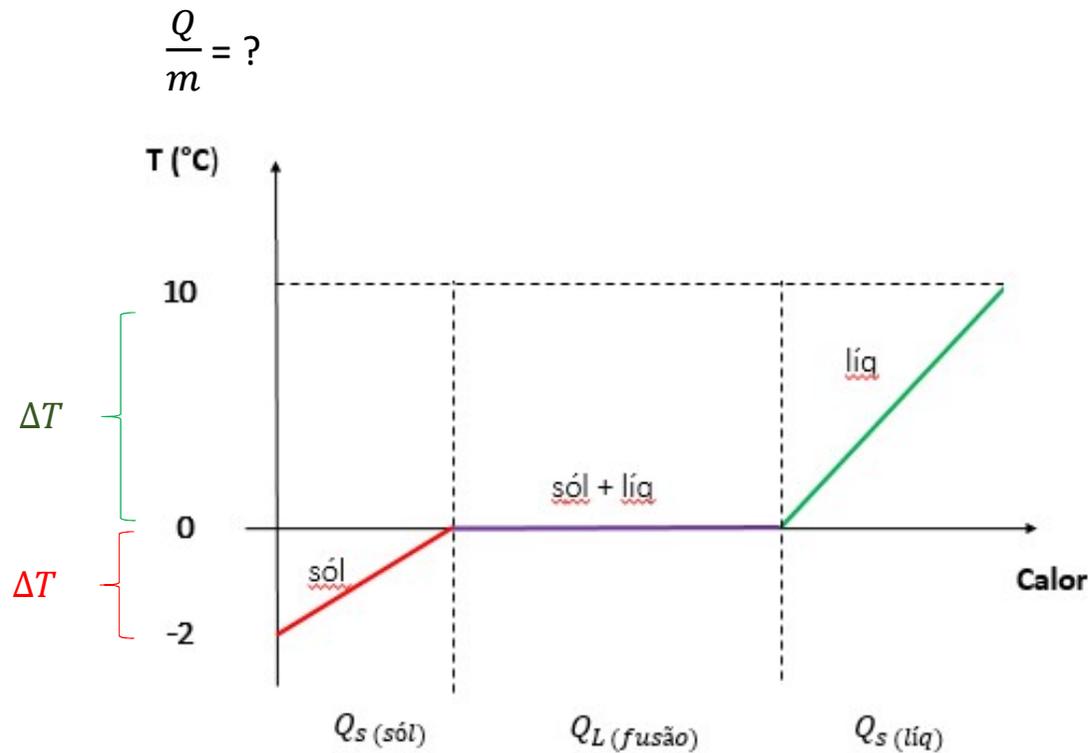
a) $355,2\text{ kJ}/\text{kg}$

b) $367,8\text{ kJ}/\text{kg}$

c) $376,2\text{ kJ}/\text{kg}$

d) $380,4\text{ kJ}/\text{kg}$

e) $384,6\text{ kJ}/\text{kg}$



- $c_{sól} = 2,1\text{ kJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$
- $L_{fusão} = 330\text{ kJ}/\text{kg}$

- $c_{líq} = 4,2\text{ kJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$

$$Q = Q_s(sól) + Q_L(fus) + Q_s(líq)$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L + m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = m \cdot 2,1 \cdot (0 - (-2)) + m \cdot 330 + m \cdot 4,2 \cdot (10 - 0)$$

$$Q = 4,2 \cdot m + 330 \cdot m + 42 \cdot m$$

$$Q = 376,2 m \Rightarrow \frac{Q}{m} = 376,2$$

4. (Pg 512) (Fuvest 2017) Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura $T_i = -134\text{ }^\circ\text{C}$. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final $T_f = 114\text{ }^\circ\text{C}$. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.

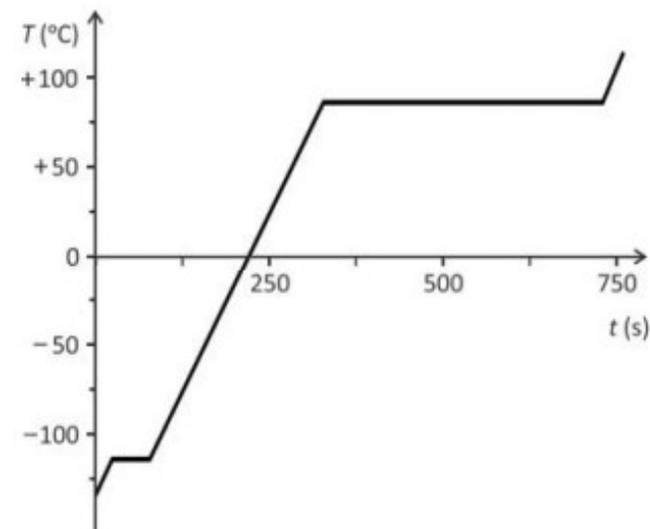
- Determine a energia total, E , fornecida pelo aquecedor desde $T_i = -134\text{ }^\circ\text{C}$ até $T_f = 114\text{ }^\circ\text{C}$.
- Identifique, para esse material, qual dos processos (I, II, III, IV ou V) corresponde à mudança do estado sólido para o estado líquido.
- Sabendo que a quantidade de energia fornecida pelo aquecedor durante a vaporização é $1,2 \times 10^6\text{ J}$, determine a massa, M , do material.
- Determine o calor específico a pressão constante, c_p , desse material no estado líquido.

Note e adote:

Calor latente de vaporização do material = 800 J/g .

Desconsidere as capacidades térmicas do cilindro e do pistão.

Processo	Intervalo de tempo (s)	$\Delta T\text{ (}^\circ\text{C)}$
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28



4. (Fuvest 2017) Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura $T_i = -134\text{ }^\circ\text{C}$. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final $T_f = 114\text{ }^\circ\text{C}$. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.

a) Determine a energia total, E , fornecida pelo aquecedor desde $T_i = -134\text{ }^\circ\text{C}$ até $T_f = 114\text{ }^\circ\text{C}$.

Rascunho

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad P = 3000\text{ W}$$

$$E = ? \quad \Delta t = 760\text{ s}$$

Resposta

$$E = P \cdot \Delta t$$

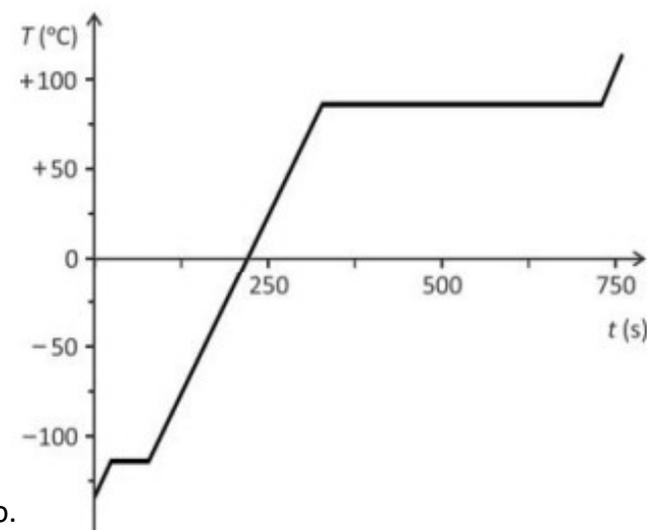
$$E = 3000 \cdot 760 = 2\,280\,000\text{ J}$$

Processo	Intervalo de tempo (s)	ΔT ($^\circ\text{C}$)
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28

Note e adote:

Calor latente de vaporização do material = 800 J/g .

Desconsidere as capacidades térmicas do cilindro e do pistão.



4. (Fuvest 2017) Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura $T_i = -134\text{ °C}$. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final $T_f = 114\text{ °C}$. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.

b) Identifique, para esse material, qual dos processos (I, II, III, IV ou V) corresponde à mudança do estado sólido para o estado líquido.

Resposta

Processo II

Rascunho

Processo	Intervalo de tempo (s)	ΔT (°C)
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28

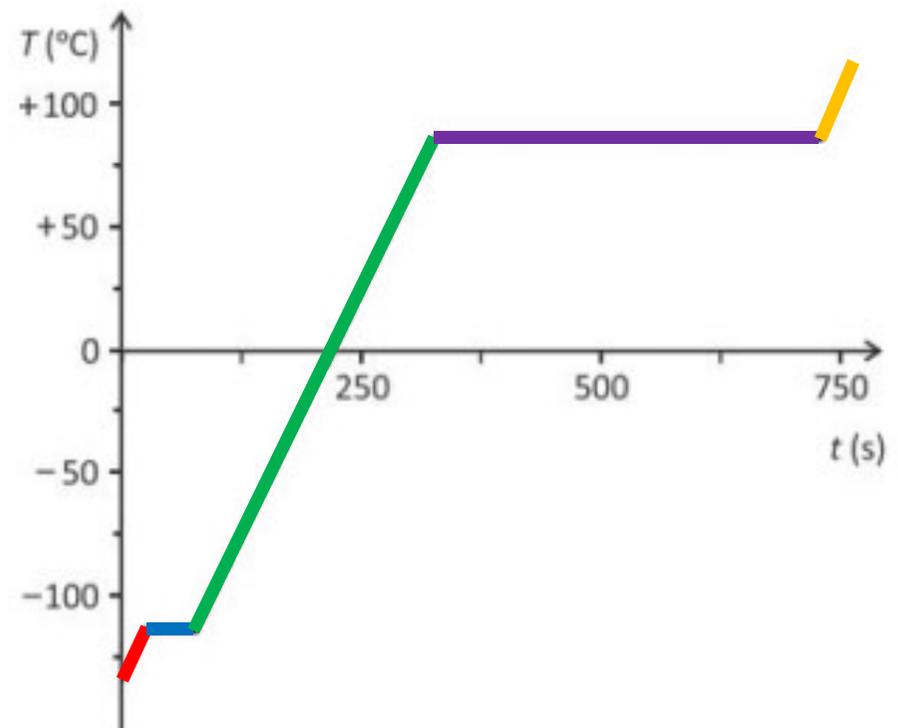
Sólido

Sól + líq (fusão)

Líquido

Líq + vap (vaporização)

Vapor



4. (Fuvest 2017) Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura $T_i = -134\text{ °C}$. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final $T_f = 114\text{ °C}$. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.

c) Sabendo que a quantidade de energia fornecida pelo aquecedor durante a **vaporização é $1,2 \times 10^6\text{ J}$** , determine a massa, M , do material.

Resposta
$$M = \frac{Q}{L} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{800} = 0,0015 \cdot 10^6 = 1,5 \cdot 10^3\text{ g}$$

Rascunho

Processo	Intervalo de tempo (s)	$\Delta T\text{ (°C)}$
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28

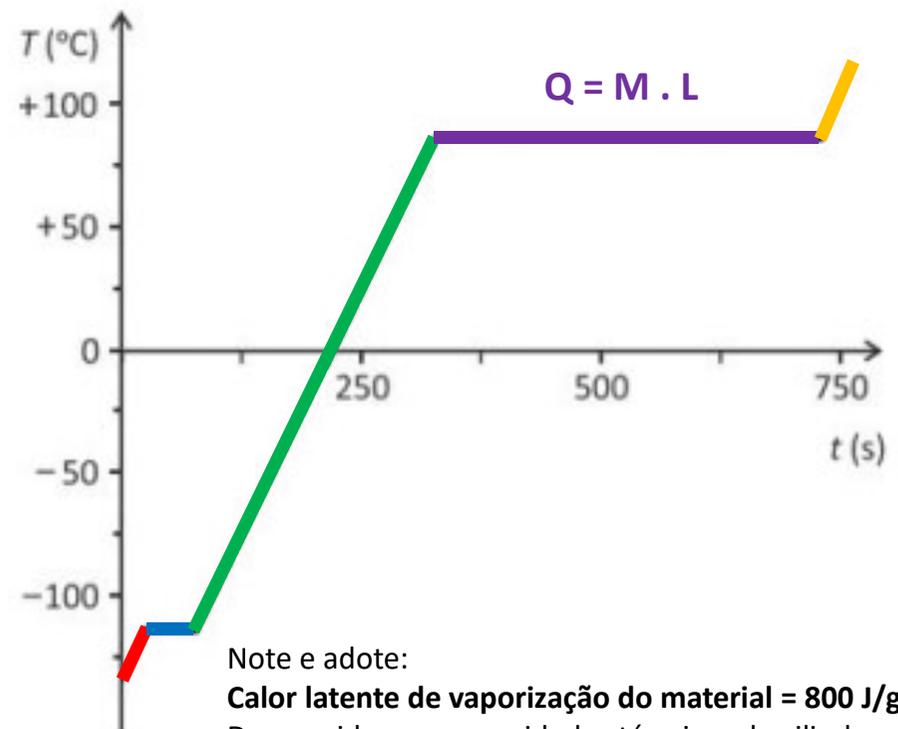
Sólido

Sól + líq (fusão)

Líquido

Líq + vap (vaporização)

Vapor



Note e adote:

Calor latente de vaporização do material = 800 J/g .

Desconsidere as capacidades térmicas do cilindro e do pistão.

4. (Fuvest 2017) Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura $T_i = -134\text{ }^\circ\text{C}$. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final $T_f = 114\text{ }^\circ\text{C}$. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.

d) Determine o calor específico a pressão constante, c_p , desse material no estado líquido

Resposta
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{3000 \cdot 250\text{ J}}{1500\text{ g} \cdot 200^\circ\text{C}} = 2,5 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

Rascunho

Processo	Intervalo de tempo (s)	ΔT ($^\circ\text{C}$)
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28

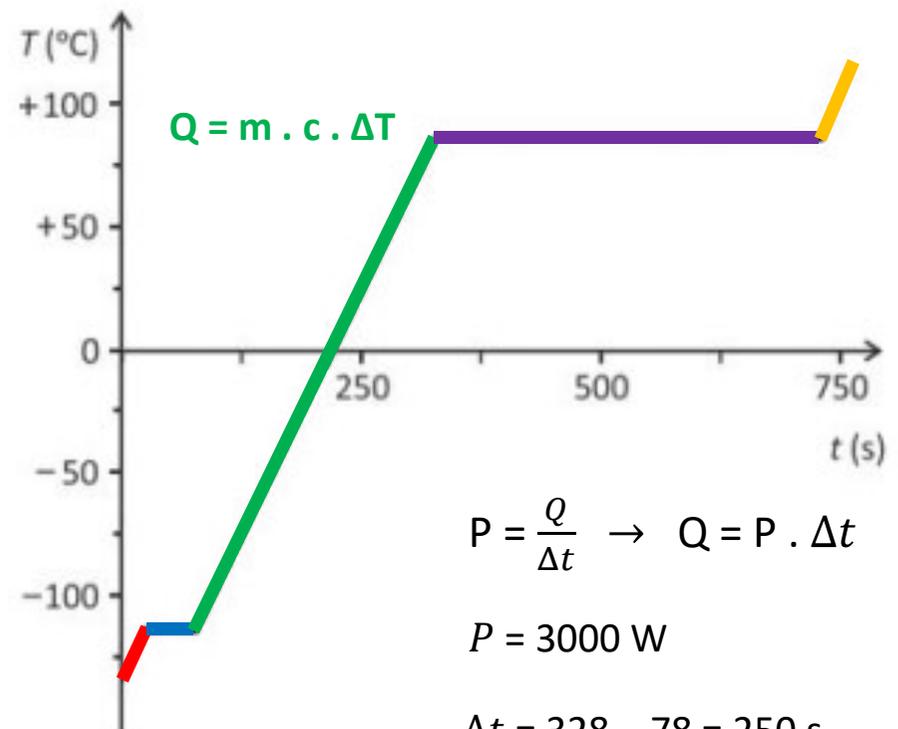
Sólido

Sól + líq (fusão)

Líquido

Líq + vap (vaporização)

Vapor



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

$$P = 3000\text{ W}$$

$$\Delta t = 328 - 78 = 250\text{ s}$$