

Ficha — Capacidade térmica mássica e entalpia mássica de transição de fase

10.º Ano

Física e Química A

4 páginas

12 exercícios

Objetivo: Distinguir capacidade térmica (C) de capacidade térmica mássica (c), calcular o calor necessário para alterar a temperatura ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$) e para mudar de fase ($Q = m \cdot \lambda$), e analisar curvas de aquecimento de substâncias puras.

Revisão rápida

Capacidade térmica — $C = Q / \Delta T$ (J/K): quanta energia é preciso para subir 1 K *naquele corpo*. **Capacidade térmica mássica** — $c = C / m$ (J/(kg·K)): propriedade da **substância**, independe da massa. A água tem $c = 4180$ J/(kg·K) — muito elevado, daí ser usada para temperar (armazena muito calor por grau).

Calor sensível (muda a T, não a fase):

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Calor latente (muda a fase, a T fica constante):

$$Q = m \times \lambda \quad (\lambda = \text{entalpia mássica de transição, J/kg})$$

Transição (água)	λ	Sentido
Fusão (gelo $\leftrightarrow$ água)	334 kJ/kg	fusão absorve · solidificação liberta
Vaporização (água $\leftrightarrow$ vapor)	2 260 kJ/kg	vaporização absorve · condensação liberta

Na **curva de aquecimento** de uma substância pura: os **degraus horizontais** são mudanças de fase (T constante, Q a crescer) e as **rampas** são aquecimentos dentro da mesma fase ($Q = mc\Delta T$). Os degraus são bem mais compridos: mudar de fase exige muito mais energia do que aquecer.

Estratégia: a fase está a mudar? $\rightarrow$ latente ($m\lambda$) · não $\rightarrow$ sensível ($mc\Delta T$) · processos sucessivos $\rightarrow$ somar Q de cada etapa · converter kJ/J e °C/K (as diferenças são iguais nas duas escalas).

Exercícios

1. Completar: a capacidade térmica C exprime-se em _____ e é uma propriedade do _____; a mássica c é propriedade da _____. A água tem $c =$ _____ J/(kg·K).

2. Um corpo absorve 500 J e a sua temperatura sobe 10,0 K. Calcula a sua capacidade térmica; se a massa é 0,500 kg, qual a capacidade térmica mássica?

3. Calcula o calor necessário para aquecer 2,00 kg de água de 20,0 °C a 35,0 °C.

4. Uma substância de $c = 500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ aquece 10,0 K ao receber 6000 J. Qual a sua massa?

5. Que massa de gelo a 0 °C se derrete com 167 kJ de calor ($\lambda_{\text{fusão}} = 334 \text{ kJ/kg}$)? E que massa de água a 100 °C se vaporiza com 226 kJ ($\lambda_{\text{vapor}} = 2260 \text{ kJ/kg}$)?

6. Explica por que razão, durante a fusão de gelo numa bebida, a temperatura do copo se mantém perto de 0 °C apesar de o gelo estar a receber calor.

7. Calcula o calor total para aquecer 0,200 kg de gelo de -10,0 °C a 50,0 °C ($c_{\text{gelo}} = 2100 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$, $c_{\text{água}} = 4180 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$), apresentando as três etapas.

8. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) A capacidade térmica mássica depende da quantidade de substância. (V/F)
- b) Na mudança de fase, a temperatura permanece constante. (V/F)
- c) Vaporizar 1 kg de água a 100 °C exige mais energia do que aquecer 1 kg de água de 90 a 100 °C. (V/F)
- d) ΔT em °C é igual a ΔT em K. (V/F)
- e) A condensação liberta a mesma energia que a vaporização absorve. (V/F)

9. Compara: (a) 1,00 kg de água de 20 a 100 °C; (b) 1,00 kg de água a 100 °C convertida em vapor. Que etapa consome mais energia e quantas vezes?

10. Uma chaleira de 2000 W aquece 1,50 kg de água de 18,0 °C a 100,0 °C. Que tempo demora, em minutos (rendimento 100 %)?

11. Descreve a curva de aquecimento de uma amostra de gelo de -20 °C até vapor a 120 °C: indica as rampas, os degraus e o que acontece à temperatura em cada degrau.

12. Porque é que uma toalha molhada arrefece melhor uma fronte do que a mesma toalha seca, mesmo ambas a temperatura ambiente?

Soluções — Capacidade térmica e transições de fase

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. C exprime-se em J/K e é propriedade do **corpo**; c é propriedade da **substância**. Água: $4180 J/(kg \cdot K)$.

2. $C = 500 \div 10,0 = 50,0 J/K$; $c = 50,0 \div 0,500 = 100 J/(kg \cdot K)$.

3. $Q = 2,00 \times 4180 \times 15,0 = 125\,400 J = 125,4 kJ \approx 125 kJ$.

4. $m = Q/(c \cdot \Delta T) = 6000 \div (500 \times 10,0) = 1,20 kg$.

5. Fusão: $m = 167 \div 334 = 0,500 kg$ de gelo. Vaporização: $m = 226 \div 2260 = 0,100 kg$ de água (100 g — repara que, com a mesma energia, se derrete o dobro do que se vaporiza: λ da vaporização é 6,8x maior).

6. Enquanto há gelo e água em contacto, o calor recebido vai todo para a **fusão** ($Q = m\lambda$), não para aumentar a temperatura — é a definição de transição de fase: a T fica fixa em $0^\circ C$ até o gelo derreter por completo; só depois a temperatura começa a subir.

7. Etapa 1 (aquecer gelo): $0,200 \times 2100 \times 10,0 = 4200 J = 4,2 kJ$. Etapa 2 (fusão): $0,200 \times 334\,000 = 66\,800 J = 66,8 kJ$. Etapa 3 (aquecer água): $0,200 \times 4180 \times 50,0 = 41\,800 J = 41,8 kJ$. Total: $4,2 + 66,8 + 41,8 = 112,8 kJ$. Repara: a fusão sozinha é mais da metade do total.

8. a) F — c é da substância; quem depende da quantidade é C . b) V — durante a transição, Q vai em $m\lambda$, não em ΔT . c) V — vaporização: $2260 kJ/kg$ vs aquecimento: $4180 \times 10 = 41,8 kJ/kg$ — 54 vezes mais! d) V — os graus têm o mesmo tamanho nos duas escalas. e) V — é a mesma transição no sentido inverso (mesmo módulo, sinal trocado).

9. (a) $1,00 \times 4180 \times 80 = 334,4 kJ$. (b) $1,00 \times 2260 = 2260 kJ$. A **vaporização** consome mais: $2260 \div 334,4 \approx 6,8$ vezes — é por isso que o vapor queima mais que a água a $100^\circ C$: leva-lhe 6,8x mais energia sair da fase líquida.

10. $Q = 1,50 \times 4180 \times 82,0 = 514\,140 J \approx 514,1 kJ$. $t = Q/P = 514\,140 \div 2000 = 257 s \approx 4,3$ minutos (4 min 17 s).

11. (1) **Rampa** de -20 a $0^\circ C$ (gelo aquece: $Q = mc\Delta T$). (2) **Degrau** a $0^\circ C$: fusão — T constante enquanto o gelo derrete (calor latente). (3) **Rampa** de 0 a $100^\circ C$ (água aquece — c alto, rampa «demorada»). (4) **Degrau** a $100^\circ C$: vaporização — T constante até toda a água vaporizar (degau ainda mais comprido: λ da vaporização é 6,8x o da fusão). (5) **Rampa** do vapor acima de $100^\circ C$ (sobretudo à pressão atmosférica; o vapor continua a aquecer).

12. Porque a água da toalha **vaporiza-se à temperatura ambiente**: a vaporização é endotérmica ($Q = m\lambda > 0$) e retira calor à frente — energia que sai do corpo como calor latente, mesmo sem haver diferença de temperatura. A toalha seca não tem essa fonte de extração: só arrefeceria por condução, e como está à mesma T , não há troco. Daí os lençóis e as compressas molhadas: **evaporação é arrefecimento**.

Nota: pergunte sempre: a fase muda? Se sim $\rightarrow Q = m\lambda$ (T constante); se não $\rightarrow Q = mc\Delta T$. E na curva, os degraus são transições — compridos porque λ domina.