

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 52

FÍSICA E QUÍMICA A 10.º ANO

Tema 3: Energia e sua conservação Subtema 5: Energia, fenómenos térmicos e radiação | Termodinâmica



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Capacidade térmica mássica de um material (atividade experimental)

Realizar experimentalmente a determinação da capacidade térmica mássica de um material permite compreender como a energia térmica é armazenada e transferida nos diferentes corpos, desenvolvendo competências práticas essenciais em ciência. Através da recolha de dados, do uso de instrumentos (termómetro, balança, cronómetro, fonte de calor) e da aplicação de balanços energéticos, vais aprender a construir explicações fundamentadas, interpretar resultados e avaliar incertezas — competências particularmente importantes no ensino experimental das ciências.



O QUE VOU APRENDER?

- Compreender a Primeira Lei da Termodinâmica e enquadrar as descobertas científicas que levaram à sua formulação no contexto histórico, social e político.
- Explicar fenómenos do dia a dia utilizando balanços energéticos
- Aplicar, na resolução de problemas de balanços energéticos, os conceitos de capacidade térmica mássica e de variação de entalpia mássica de transição de fase, descrevendo argumentos e raciocínios, explicando as soluções encontradas.
- Determinar, experimentalmente, a capacidade térmica mássica de um material e a variação de entalpia mássica de fusão do gelo, avaliando os procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.
- Explicitar que os processos que ocorrem espontaneamente na Natureza se dão sempre no sentido da diminuição da energia útil.
- Compreender o rendimento de um processo, interpretando a degradação de energia com base na Segunda Lei da Termodinâmica, analisando a responsabilidade individual e coletiva na utilização sustentável de recursos.



COMO VOU APRENDER?

GTA 50: Primeira Lei da Termodinâmica

GTA 51: Aquecimento e arrefecimento de sistemas | Capacidade térmica mássica

GTA 52: Capacidade térmica mássica de um material (atividade experimental)

GTA 53: Aquecimento e mudanças de estado | Variação das entalpias

GTA 54: Variação de entalpia mássica de fusão do gelo (atividade experimental)

GTA 55: Segunda Lei da Termodinâmica: degradação da energia e rendimento

Tema 3: Energia e sua conservação

Subtema 5: Energia fenômenos térmicos e radiação | Termodinâmica



GTA 52: Capacidade térmica mássica de um material (atividade experimental)

Objetivos:

- Determinar, experimentalmente, a capacidade térmica mássica de um material, avaliando os procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões
- **Modalidade de trabalho:** individual e/ou de grupo.

Recursos e materiais: manual de Física, caderno diário, calculadora e internet.

TAREFA 1: Rever, planear e refletir

Tendo em conta que no GTA 51 anterior (GTA 51) aprendeste que:

- quanto maior a energia recebida, maior a variação de temperatura;
- a variação de temperatura é também influenciada pela massa e pela capacidade térmica mássica do material;
- a capacidade térmica mássica (c) é a quantidade de energia (Q) necessária para aumentar a temperatura (ΔT) em 1°C (ou 1K) a 1 kg de uma substância. Sendo utilizada a expressão: $c = \frac{Q}{(m \cdot \Delta T)}$ ($\text{J kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$ ou $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)

Imagina que tens um objeto metálico desconhecido e queres descobrir de que material é feito, sem o destruir. Como poderias fazer isso?

Tendo em conta o que aprendeste anteriormente, **idealiza** um procedimento experimental para determinar a capacidade térmica mássica de um metal. Para isso: identifica os materiais necessários e descreve o procedimento experimental.

Discute as tuas ideias com as dos teus colegas.

TAREFA 2: Atividade experimental em casa

Realiza a atividade experimental, em casa, tendo em atenção as normas de segurança necessárias.

1. Material:

- Um objeto metálico pequeno com massa entre 15 g e 50 g;
- Uma caneca de cerâmica/vidro (resistente ao calor);
- Termómetro digital (de cozinha);
- Fogão e panela ou chaleira, para aquecer água;
- Balança de cozinha;
- Pinça para retirar o objeto quente;
- Água;
- Toalha para secagem;





TAREFA 2 (continuação)

2. Procedimento:

2.1.- Medir a massa

- Mede a massa do objeto metálico;
- Enche a caneca com um volume ou massa conhecidos de água.

Notas: Usa uma quantidade de água que permita uma variação de temperatura mensurável (exemplo: 100–200 g), mas tem de cobrir completamente o metal. Podes medir diretamente em cima da balança. Podes também medir a massa da caneca vazia, (Tara) se precisares de controlo.

2.2. Aquecer o objeto

- Coloca água numa panela ou chaleira elétrica e deixa ferver;
- Mergulha o objeto metálico na água a ferver durante 5 minutos (para garantir que fica à temperatura da água).

Nota: Assume que a temperatura inicial do objeto é aproximadamente 100 °C, igual à temperatura da água em ebulição, admitindo que foi atingido o equilíbrio térmico.



2.3. Mede a temperatura inicial da água na caneca.

2.4. Misturar e medir

- Retira rapidamente o objeto da água a ferver (usar uma pinça);
- Seca rapidamente o objeto com uma toalha, evitando transportar água quente;
- Transfere o objeto para dentro da caneca com água no menor tempo possível;
- Agita suavemente e espera uns minutos, até atingir o equilíbrio térmico;
- Mede a temperatura final de equilíbrio da água + objeto.

3. Registo de dados:

Massa do objeto metálico $m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

(Volume de água na caneca $V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mL} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ L}$)

Massa de água $m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

$T_{\text{objeto } i} \approx 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{água } i} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }^\circ\text{C}$

$T_{\text{água + objeto } f} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }^\circ\text{C}$

Constante:

$$\rho_{\text{água}} = 1,00 \text{ g cm}^{-3}$$

$$c_{\text{água}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

4. Tratamento de dados:

Nota: Considera-se que a energia perdida pelo metal é igual à energia ganha pela água; Despreza-se a capacidade térmica do recipiente.

4.1. Calcula a variação de temperatura da água.

4.2. Calcula a variação de temperatura do objeto.

4.3. Calcula a capacidade térmica mássica do objeto.

4.4. Pesquisa valores tabelados de capacidade térmica mássica.

4.5. Compara os valores tabelados com o valor experimental e **calcula** o erro relativo.



5. Discussão e conclusões

Para chegares às tuas conclusões, se necessitares **pesquisa** informações no manual de Física para complementares a informação obtida durante a realização da experiência.

5.1. Identifica o material de que é feito o objeto.

5.2. Identifica erros experimentais na atividade que possam justificar discrepâncias entre o resultado obtido e o valor tabelado tendo em conta fatores como , por exemplo, as transferências de energia ocorridas, o facto de o material poder conter impurezas ou composição variável (como o latão), etc.

5.3. Sugere o que poderias fazer para melhorar a precisão dos resultados.

TAREFA 3: Autoavalia e pratica

Etapa 1

Autoavalia o que aprendeste, resolvendo as seguintes questões.

1. Justifica a afirmação: "A capacidade térmica mássica do alumínio tabelado é de $900 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$."

2. Se dois blocos, um de alumínio e outro de cobre, forem aquecidos com a mesma fonte de energia durante o mesmo intervalo de tempo, qual deles aquece mais? **Justifica.**

3. Qual dos recipientes permite manter um refrigerante frio durante mais tempo: uma garrafa de vidro ou uma lata de alumínio?

Justifica a tua resposta, tendo em conta a capacidade térmica mássica e a massa do recipiente. $c(\text{Al}) = 900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ $c(\text{vidro}) = 792 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Etapa 2

Procura, no manual de Física, os exercícios resolvidos sobre a atividade experimental da determinação da capacidade térmica mássica. **Analisa-os e resolve-os** sem consultares o manual.

Por fim, **compara** a tua resolução com a do manual.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2

3. Registo de dados:



Massa do objeto metálico $m = 15,2 \text{ g} = 0,0152 \text{ kg}$

(Volume de água na caneca $V = 150 \text{ mL} = 0,150 \text{ L}$)

Massa de água $m = 150,0 \text{ g} = 0,1500 \text{ kg}$

$T_{\text{metal } i} \approx 100 \text{ °C}$

$T_{\text{água } i} = 17,5 \text{ °C}$

$T_{\text{água + metal } f} = T_f = 18,4 \text{ °C}$

Constante:

$\rho_{\text{água}} = 1,00 \text{ g cm}^{-3}$

$c_{\text{água}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$

4. Tratamento de dados:

4.1 Calcula a variação de temperatura da água $\Delta T_{\text{água}} = T_f - T_i$

$$\Delta T_{\text{água}} = 18,4 - 17,5 = 0,9 \text{ °C}$$

4.2 Calcula a variação de temperatura do metal

$$\Delta T_{\text{metal}} = T_i - T_f$$

$$\Delta T_{\text{metal}} = 100 - 18,4 = 81,6 \text{ °C}$$

4.3 Calcula a capacidade térmica mássica do metal

A energia perdida pelo metal = energia ganha pela água

$$Q_{\text{metal}} = Q_{\text{água}} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$m_{\text{metal}} \cdot c_{\text{metal}} \cdot \Delta T_{\text{metal}} = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}}$$

Como $c_{\text{água}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$

Resolve-se a equação em ordem à capacidade térmica mássica do metal:

$$c_{\text{metal}} = \frac{m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}}}{m_{\text{metal}} \cdot \Delta T_{\text{metal}}}$$

$$c_{\text{metal}} = \frac{0,150 \times 4,18 \times 10^3 \times 0,9}{0,0152 \times 81,6}$$

$$c_{\text{metal}} = 455 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$$



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2 (continuação)

4.4 - Pesquisa valores tabelados de capacidade térmica mássica.

Calor específico de algumas substâncias		
Substância (sólidos e líquidos)	Calor específico (a 25°C e pressão normal)	
	(J/kg . °C)	(cal/g . °C)
Alumínio	900	0,22
Chumbo	130	0,031
Cobre	390	0,092
Ferro	450	0,11
Mercúrio	140	0,033
Ouro	130	0,031
Prata	230	0,056

(adaptado de <https://celemfisica2v2.blogspot.com/2010/10/o-calor-especifico-de-uma-substancia.html>)

4.5 Compara os valores tabelados com o valor experimental e calcula o erro relativo.

Comparando os valores tabelados com o valor experimental (455), podemos sugerir que o valor experimental está próximo do valor tabelado para o ferro, apresentando um erro relativo baixo de 1,1% conforme o cálculo:

$$\text{Erro relativo} = \frac{|c_{\text{tab}} - c_{\text{exp}}|}{c_{\text{tab}}} = \frac{|450 - 455|}{450} \times 100 = 1,1\%$$

5. Discussão e conclusões

5.1 Identifica o material de que é feito o objeto.

Tendo em conta a comparação dos valores, podemos sugerir que o metal deverá ser de ferro, pois o valor experimental de capacidade térmica mássica encontrado ($455 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$) é muito aproximado da capacidade térmica mássica tabelada para o ferro ($c_{\text{ferro}} = 450 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$).

5.2 Identifica erros experimentais na atividade que possam justificar discrepâncias entre o resultado obtido e o valor tabelado tendo em conta fatores como, por exemplo, as transferências de energia ocorridas, o facto de o material poder conter impurezas ou composição variável, etc.

As diferenças obtidas relativamente aos valores tabelados poderão dever-se a:

- Perda de energia para o exterior quando se retira o metal da água em ebulição;
- Foi transferida juntamente com o bloco uma pequena quantidade de água que tinha sido utilizada para o aquecer;
- O aquecimento do bloco pode não ter ocorrido de forma homogénea;
- O sistema não é isolado;
- Os metais utilizados podem conter impurezas ou serem ligas metálicas;
- Erros cometidos na realização das medições.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2 (continuação)

5.3 Sugere o que poderias fazer para melhorar a precisão dos resultados

Para melhorar a precisão dos resultados poderia:

- minimizar o tempo entre retirar o metal da água e colocá-lo no pirex;
- usar um copo de paredes espessas para reduzir perdas térmicas;
- repetir a experiência 3 vezes e fazer uma média.

TAREFA 3

1. Justifica a afirmação: "A capacidade térmica mássica do alumínio tabelado é de $900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$."

A capacidade térmica mássica (c) indica a quantidade de energia necessária para elevar de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ (ou 1 K) a temperatura de 1 kg de uma substância. Afirmar que $c(\text{Al}) = 900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ significa que, para aumentar a temperatura de 1 kg de alumínio em $1 \text{ }^\circ\text{C}$, é necessário fornecer-lhe 900 J de energia. Este valor é obtido experimentalmente em condições controladas ($25 \text{ }^\circ\text{C}$ e pressão normal) e é característico do alumínio puro, diferentes materiais têm valores de c diferentes, o que reflete a forma como os seus átomos armazenam e transferem energia.

2. Se dois blocos, um de alumínio e outro de cobre, forem aquecidos com a mesma fonte de energia durante o mesmo intervalo de tempo, qual deles aquece mais? Justifica.

A temperatura apresenta maior variação no material que tiver menor capacidade térmica mássica, pois precisa de menos energia para aumentar $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Comparando valores tabelados:

Alumínio: $c \approx 900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Cobre: $c \approx 385 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Conclusão: O cobre aquece mais, porque tem uma capacidade térmica mássica menor que o alumínio, ou seja, a mesma energia produz um aumento de temperatura maior.

3. Qual dos recipientes permite manter um refrigerante frio durante mais tempo: uma garrafa de vidro ou uma lata de alumínio?

Justifica a tua resposta, tendo em conta a capacidade térmica mássica e a massa do recipiente. $c(\text{Al}) = 900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ $c(\text{vidro}) = 792 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Para manter um refrigerante frio durante mais tempo, interessa que o recipiente aumente pouco a sua temperatura quando recebe energia do exterior.

A energia necessária para aquecer um corpo é dada por: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Assim, a variação de temperatura depende da capacidade térmica mássica (c) e da massa (m) do recipiente.

O alumínio tem uma capacidade térmica mássica superior à do vidro. No entanto, as garrafas de vidro têm normalmente uma massa muito maior do que as latas de alumínio.

Como o produto " $m \cdot c$ " é geralmente maior no vidro (devido à sua maior massa), é necessária mais energia para aumentar a sua temperatura.

Conclusão: A garrafa de vidro tende a aquecer mais lentamente do que a lata de alumínio, contribuindo para manter o refrigerante frio durante mais tempo.



O QUE APRENDI?

Já sabes determinar, experimentalmente, a capacidade térmica mássica de um material?

És capaz de...

- planear e avaliar o procedimento experimental?
- efetuar registos claros e organizados?
- realizar corretamente os cálculos necessários?
- interpretar os resultados obtidos?
- comunicar as conclusões de forma fundamentada?
- relacionar estes conceitos com aprendizagens anteriores?
- perceber quando precisas de ajuda e saber pedir orientação?

Sugestões:

Analisa as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, repete as tarefas.

Estuda com um ou mais colegas de turma para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

Pratica resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Visualiza a videoaula

[Capacidade térmica mássica de um material](#)



Explora outros recursos:

[Capacidade Térmica e Entalpia de Fusão](#)



[Determinação da Capacidade Térmica Mássica de um material](#)



[AL 3.2 - Capacidade Térmica Mássica \(10.º ano\)](#)



[Vlab-Fis: uma proposta diferente para o Ensino Experimental da Física](#)

