

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 54

FÍSICA E QUÍMICA A 10.º ANO

Tema 3: Energia e sua conservação Subtema 5: Energia fenômenos 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...?

Variação de entalpia mássica de fusão do gelo (atividade experimental)

A determinação experimental da entalpia mássica de fusão do gelo permite compreender, de forma concreta, como a energia intervém nos processos de mudança de estado. Ao trabalhar com dados reais (massa, temperaturas, tempo, transferência de calor), desenvolves competências essenciais na área da investigação científica: medir, registar, interpretar e justificar raciocínios com base em grandezas físicas. Este tipo de atividade torna o conceito de entalpia em algo observável e mensurável.

Além disso, esta experiência promove a literacia científica, mostra que os balanços energéticos não são apenas fórmulas, mas ferramentas para explicar fenómenos naturais e tecnológicos, como o funcionamento dos frigoríficos, a conservação de alimentos ou o uso de gelo em situações de emergência. Estimula ainda a capacidade de comunicar resultados de forma clara, avaliar fontes de erro e discutir a fiabilidade dos procedimentos.



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

Objetivos:

- Determinar, experimentalmente, a variação de entalpia mássica de fusão do gelo, 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: A entalpia em ação: dos sacos de gelo instantâneo à fusão do gelo

Antes de realizares a atividade experimental, observa como os conceitos de entalpia e balanço energético explicam um fenómeno do dia a dia.

Visualiza o vídeo [The chemistry of cold packs - John Pollard](#)



O vídeo explica como os sacos de frio instantâneo arrefecem sem qualquer fonte externa. Quando o saco é ativado, o nitrato de amónio dissolve-se na água, provocando uma reação endotérmica que absorve calor do ambiente. As novas interações entre as partículas são mais fracas, o que diminui o movimento das mesmas e baixa a temperatura. A entropia também favorece a mistura, tornando o processo espontâneo.

Reflete:

1. No vídeo, o saco de gelo instantâneo arrefece sem qualquer fonte de frio. De onde vem a energia que é absorvida pelo processo?
2. O processo no saco de frio é endotérmico. O que significa isto em termos de transferência de energia entre o sistema e a vizinhança?
3. Quando colocas um cubo de gelo num copo de água à temperatura ambiente, o gelo derrete mas a temperatura mantém-se constante durante a fusão. Que semelhança encontras com o que acontece no saco de gelo instantâneo?
4. Se colocares o mesmo cubo de gelo em água a 0 °C, o que esperas que aconteça? **Justifica** com base na transferência de energia.



TAREFA 2: Atividade experimental

Opção 1 – Construção de um relatório científico

Nesta tarefa, não vais realizar a experiência, mas sim **planear** um procedimento experimental que permita determinar a variação de entalpia mássica de fusão do gelo. O teu relatório deve incluir:

1. materiais
2. variáveis a controlar
3. procedimentos
4. tabela de dados esperados
5. Possíveis fontes de erro
6. Tratamento de dados - como determinar a variação de entalpia mássica de fusão do gelo

Opção 2 - Realiza em casa

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

1. Material:

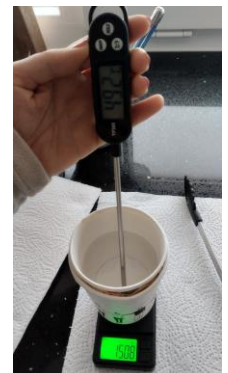
- Copo calorimétrico (dois copos de papel encaixados)
- Termómetro de cozinha
- Balança de cozinha ($\pm 0,1$ g)
- Cubos de gelo
- Água quente (entre $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Toalhas de papel
- Colher
- Pinça



2. Procedimento:

2.1- Medições da água quente

- Medir a massa do copo calorimétrico vazio (m_{copo}).
- Colocar água quente no copo calorimétrico (ex.: 100 g a 150 g).
- Medir e registar a massa total (copo + água).
- Determinar por diferença a massa da água quente.
- Medir a temperatura inicial da água quente (T_{inicial}).





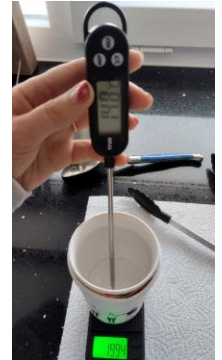
TAREFA 2 (continuação)

2.2- Adição do gelo

- Secar bem os cubos de gelo, para evitar adicionar água líquida ao sistema.
- Colocar gelo no copo (aproximadamente 30 g a 50 g).
- Misturar suavemente até todo o gelo derreter.

2.3- Medições

- Medir a massa final do conjunto para saber a massa real de gelo derretido.
- Medir a temperatura final de equilíbrio (T_{final}).



3. Registo de dados:

Massas:

$$m_{\text{copo}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_{\text{total (copo + água)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_{\text{água quente}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_{\text{final (copo + água + gelo, após derreter o gelo)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_{\text{gelo}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Temperaturas:

$$T_{\text{inicial}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_{\text{final}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Tratamento de dados:

4.1. Calcula o calor cedido pela água ao gelo.

4.2. Calcula a variação de entalpia mássica de fusão do gelo

4.3. Pesquisa o valor tabelado de variação de entalpia mássica de fusão do gelo

4.4. 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.

TAREFA 3: Autoavalia e pratica.

Autoavalia o que aprendeste, resolvendo as seguintes [questões](#).

Procura, no manual de física, os exercícios resolvidos sobre a variação de entalpia mássica de fusão do gelo . **Analisa-os** e **resolve-os** sem consultares o manual.

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





TAREFA 1

1. No vídeo, o saco de gelo instantâneo arrefece sem qualquer fonte de frio. De onde vem a energia que é absorvida pelo processo?

A energia absorvida vem do meio envolvente (vizinhança), que inclui o ar e os objetos à volta. O sistema é o conteúdo do saco (água + substância que se dissolve) e a vizinhança é tudo o que está fora dele. Como o processo é endotérmico, o sistema retira energia da vizinhança, provocando arrefecimento.

2. O processo no saco de frio é endotérmico. O que significa isto em termos de transferência de energia entre o sistema e a vizinhança?

Um processo endotérmico significa que o sistema absorve energia da vizinhança. Assim, há transferência de energia da vizinhança para o sistema, o que faz com que a vizinhança arrefeça.

3. Quando colocas um cubo de gelo num copo de água à temperatura ambiente, o gelo derrete mas a temperatura mantém-se constante durante a fusão. Que semelhança encontras com o que acontece no saco de gelo instantâneo?

Nos dois casos ocorre um processo endotérmico, em que há absorção de energia do meio envolvente.

No saco de frio instantâneo: a energia é usada na dissolução do sólido.

No gelo: a energia é usada na mudança de estado (fusão).

Em ambos, a energia não aumenta a temperatura, mas é usada para transformar o sistema.

4. Se colocares o mesmo cubo de gelo em água a 0 °C, o que esperas que aconteça? Justifica com base na transferência de energia.

Se a água estiver exatamente a 0 °C, o gelo não derrete de forma significativa, porque não há transferência de energia entre o gelo e a água, ambos estão à mesma temperatura, o gelo permanece gelo e a água permanece água, coexistindo a 0 °C. Pode ainda ocorrer uma transferência de energia mínima (por exemplo, contacto com o ar, acima dos 0 °C, ou agitação da água) podem fazer o gelo derreter muito lentamente.

TAREFA 2

Opção 1 – Construção de um relatório científico

O teu relatório deve incluir:

1- Materiais

- Copo calorimétrico (ou dois copos de papel/esferovite encaixados)
- Termómetro
- Balança digital ($\pm 0,1$ g)
- Cubos de gelo
- Água quente (entre 30°C a 50 °C)
- Copo medidor
- Toalhas de papel
- Colher ou vareta para mexer
- Pinça
- Cronómetro



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2 (continuação)

2 - Variáveis a controlar

Massa:

inicial de água quente ($m_{\text{água quente}}$)
de gelo adicionada (m_{gelo})

Temperatura

inicial da água quente (T_{inicial})
final do equilíbrio (T_{final})

3 - Procedimentos

- **Medir** a massa do copo calorimétrico vazio (m_{copo}).
- **Colocar** água quente no copo calorimétrico.
- **Medir** e registar a massa total (copo + água).
- **Determinar** a massa da água quente.
- **Medir** a temperatura inicial da água quente (T_{inicial}).
- **Secar** bem os cubos de gelo.
- **Colocar** gelo no calorímetro (ex.: 30 g a 50 g).
- **Misturar** suavemente até todo o gelo derreter.
- **Medir** a temperatura final de equilíbrio (T_{final}).
- **Medir** a massa final do conjunto.

4 - Tabela de dados esperados

Quantidade	Valor esperado
Massa do copo	p.ex. 25 g
Massa inicial (copo + água)	p.ex. 175 g
Massa da água quente	150 g
Temperatura inicial da água	40 °C a 50 °C
Massa inicial do copo + água + gelo	p.ex. 205 g
Massa total final	p.ex. 205 g
Massa de gelo derretido	30 g
Temperatura final de equilíbrio	10°C a 15 °C

5 - Possíveis fontes de erro

- Perdas de calor para o ambiente
- Gelo com água agarrada → aumenta massa líquida involuntária
- Atraso nas medições de temperatura
- Calor absorvido pelo copo calorimétrico (se não negligenciado)
- Má agitação, levando a má distribuição térmica
- Termómetro com pouca precisão



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2 (continuação)

6 - Tratamento de dados - como determinar a variação de entalpia mássica de fusão do gelo

A perda de calor da água é igual ao ganho de calor do gelo (princípio da conservação da energia). $|Q_{\text{água}}| = |Q_{\text{gelo}}|$

Calor perdido pela água: $Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$

Calor ganho pelo gelo é composto por duas partes: $Q_{\text{gelo}} = Q_1 + Q_2$

Derreter o gelo (entalpia de fusão): $Q_1 = m_{\text{gelo}} \cdot \Delta h_f$

Aquecimento da água obtida até T_{final} : $Q_2 = m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - 0)$

Então: $Q_{\text{água}} = Q_1 + Q_2$

$$m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{água, inicial}}) = m_{\text{gelo}} \cdot \Delta h_f + m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - 0)$$

Isolar em ordem a Δh_f :

$$\Delta h_f = \frac{m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}) - m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot T_{\text{final}}}{m_{\text{gelo}}}$$

Opção 2 - Realiza em casa

3. Registo de dados:

Massas:

$$m_{\text{copo}} = 19,1 \text{ g}$$

$$m_{\text{(copo + água)}} = 150,8 \text{ g}$$

$$m_{\text{água quente}} = 131,7 \text{ g} = 0,1317 \text{ kg}$$

$$m_{\text{final (copo + água + gelo, após derreter o gelo)}} = 199,4 \text{ g}$$

$$m_{\text{gelo}} = 48,4 \text{ g} = 0,0484 \text{ kg}$$

Temperaturas:

$$T_{\text{inicial}} = 49,2 \text{ °C}$$

$$T_{\text{final}} = 14,8 \text{ °C}$$

4. Tratamento de dados:

4.1. Calcula o calor cedido pela água ao gelo

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

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_{\text{água}} = 0,1317 \cdot 4,18 \times 10^3 \cdot (14,8 - 49,2)$$

$$Q_{\text{água}} = -1,89 \times 10^4 \text{ J}$$



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2 (continuação)

4.2. Calcula a variação de entalpia mássica de fusão do gelo

Pelo princípio da conservação da energia: $|Q_{\text{água}}| = |Q_{\text{gelo}}|$

Calor ganho pelo gelo : $Q_{\text{gelo}} = m_{\text{gelo}} \cdot \Delta h_f + m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - 0)$

Então:

$$|Q_{\text{água}}| = m_{\text{gelo}} \cdot \Delta h_f + m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{\text{final}} - 0)$$

Isolar em ordem a Δh_f :

$$\begin{aligned}\Delta h_f &= \frac{|Q_{\text{água}}| - m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot T_{\text{final}}}{m_{\text{gelo}}} \\ \Delta h_f &= \frac{1,89 \times 10^4 - 0,0484 \times 4,18 \times 10^3 \times 14,8}{0,0484} \\ \Delta h_f &= 3,29 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}\end{aligned}$$

4.3. Δh gelo (teórico) = $3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

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

Comparando dos valores tabelados com o valor experimental, podemos sugerir que o valor experimental está próximo do valor tabelado, apresentando um erro relativo de ____% conforme o cálculo:

$$\text{Erro relativo} = \frac{|c_{\text{tab}} - c_{\text{exp}}|}{c_{\text{tab}}} \times 100 = \frac{|3,34 \times 10^5 - 3,29 \times 10^5|}{3,34 \times 10^5} \times 100 = 1,5\%$$

5. Discussão e conclusões

A experiência permite determinar a entalpia de fusão do gelo através da análise das trocas de calor entre a água quente e o gelo. Os cálculos baseiam-se no princípio de que o calor perdido pela água é igual ao calor ganho pelo gelo até este atingir o estado líquido térmico com a água.

Se o valor experimental obtido estiver próximo de $3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$, isso indica que:

- Houve controlo adequado das variáveis
- As perdas de calor foram reduzidas
- A medição das massas e temperaturas foi precisa

Diferenças significativas podem dever-se a perdas de calor, erro na massa do gelo, gelo mal seco ou falta de isolamento térmico.



O QUE APRENDI?

Já sabes determinar, experimentalmente, a variação de entalpia mássica de fusão do gelo?

És capaz de...

- planear e avaliar o procedimento experimental?
- efetuar registos claros e organizados?
- realizar corretamente os cálculos necessários?
- interpretar o valor obtido e compará-lo com o valor tabelado?
- identificar fontes de erro e avaliar a sua influência nos resultados?
- 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:

[Variação de entalpia mássica de fusão do gelo](#)



Explora outros recursos:

[Enthalpy of Fusion of Ice](#)



[Heat of Fusion of Ice Lab](#)



[Enthalpy of fusion of ice experiment](#)



Realiza o exercício de exame nacional:

[EX-FQA715-F1-2023-V1_net.pdf](#) Exercício 8



Propostas de resolução:

[EX-FQA715-F1-2023-CC-VD_net.pdf](#)

