

Ficha — Primeira Lei da Termodinâmica e balanços energéticos

10.º Ano

Física e Química A

4 páginas

12 exercícios

Objetivo: Enunciar a Primeira Lei da Termodinâmica ($\Delta U = Q + W$), aplicar rigorosamente o sinal de Q e de W em processos de gases, calcular variações de energia interna e fechar balanços energéticos em processos e ciclos.

Revisão rápida

Energia interna (U) — a energia microscópica do sistema (agitação molecular + energia das ligações). Para um **gás ideal**, U depende só da temperatura: subir T aumenta U; num processo isotérmico, $\Delta U = 0$.

Primeira Lei — a conservação da energia aplicada a um sistema termodinâmico. A convenção de sinais usada neste material:

$$\Delta U = Q + W$$

Grandeza	Sinal +	Sinal –
Q — calor trocado	absorvido pelo sistema	libertado pelo sistema
W — trabalho	realizado sobre o sistema (compressão)	realizado pelo sistema (expansão)
ΔU	energia interna aumenta	energia interna diminui

Casos-limite: **adiabático** $\rightarrow Q = 0 \rightarrow \Delta U = W$ · **isotérmico** (gás ideal) $\rightarrow \Delta U = 0 \rightarrow Q = -W$ · **volume constante** $\rightarrow W = 0 \rightarrow \Delta U = Q$. Num **ciclo fechado** o sistema volta ao estado inicial: $\Delta U_{ciclo} = 0$ — a energia absorvida em calor é integralmente devolvida como trabalho.

Estratégia: listar Q e W com os seus **sinais** (não «o valor absoluto») $\rightarrow$ somar $\Delta U = Q + W \rightarrow$ interpretar: $\Delta U > 0$ o sistema aquece/energiza; $\Delta U < 0$ arrefece $\rightarrow$ conferir se o processo é compatível (adiabático? isotérmico?).

Exercícios

1. Completar: a Primeira Lei exprime-se por $\Delta U = \text{_____} + \text{_____}$. Q positivo significa calor _____ pelo sistema; W positivo significa trabalho realizado _____ o sistema. Num processo adiabático, Q = _____.

2. Um sistema absorve 500 J de calor e expande-se realizando 300 J de trabalho. Calcula a variação da sua energia interna e interpreta o resultado.

3. Um gás liberta 150 J de calor e é comprimido, recebendo 50 J de trabalho. Determina ΔU e indica se a temperatura do gás sobe ou desce.

4. Num processo adiabático, um gás é comprimido com 200 J de trabalho. Qual a variação da energia interna? Justifica a ausência de calor.

5. Numa reação a volume constante, o sistema liberta 1000 J. Calcula ΔU — e explica porque é que neste processo todo o calor trocado se reflete na variação de energia interna.

6. Um sistema absorve 800 J de calor e realiza 800 J de trabalho. Que ΔU obtem e que processo é este (para um gás ideal)?

7. Calcula a variação da energia interna de 2,00 mol de gás ideal monoatômico aquecido a pressão constante com $\Delta T = 100$ K ($U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$, $R = 8,31$ J/(mol·K)).

8. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) A Primeira Lei é uma expressão da conservação da energia. (V/F)
- b) Num processo isotérmico de um gás ideal, $\Delta U \neq 0$ porque há troca de calor. (V/F)
- c) Num ciclo fechado, ΔU total é nulo. (V/F)
- d) W positivo significa que o sistema fez trabalho sobre o exterior. (V/F)
- e) A energia interna de um gás ideal depende apenas da temperatura. (V/F)

9. Completa a tabela (dá os sinais): processo em que $Q = +400 \text{ J}$ e $W = -400 \text{ J} \rightarrow \Delta U = \text{_____}$; $Q = -250 \text{ J}$ e $W = +100 \text{ J} \rightarrow \Delta U = \text{_____}$; $Q = 0$ e $W = -150 \text{ J} \rightarrow \Delta U = \text{_____}$.

10. Num motor térmico simplificado, o gás absorve 2000 J de calor por ciclo e devolve 1400 J ao ambiente. Que trabalho líquido é produzido por ciclo e quanto de U fica no fim de cada ciclo?

11. Um sistema parte de U_0 e recebe $Q = +600 \text{ J}$ e $W = +150 \text{ J}$; depois devolve $Q' = -400 \text{ J}$ e realiza $W' = -500 \text{ J}$. Calcula ΔU total do processo composto e a energia final em função de U_0 .

12. Explica, por que razão numa chávena de café a perder calor para o ambiente a U do café diminui exatamente pela quantidade de calor libertada — e por que razão a Primeira Lei não fica violada quando o café atinge a temperatura ambiente.

Soluções — Primeira Lei da Termodinâmica

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. $\Delta U = Q + W$ · Q positivo = calor **absorvido** · W positivo = trabalho realizado **sobre** o sistema · adiabático: $Q = 0$.
 2. $Q = +500 \text{ J}$; expandindo, o sistema faz trabalho: $W = -300 \text{ J}$. $\Delta U = 500 - 300 = +200 \text{ J}$ — a energia interna aumenta (o sistema fica mais quente/fica com mais energia).
 3. $Q = -150 \text{ J}$ (libertado); comprimido, $W = +50 \text{ J}$. $\Delta U = -150 + 50 = -100 \text{ J}$ — U diminui, logo a **temperatura desce** (gás ideal: $U \propto T$).
 4. Adiabático: $Q = 0$ (bem isolado, sem tempo para troca). $\Delta U = 0 + 200 = +200 \text{ J}$ — todo o trabalho de compressão fica guardado como energia interna: o gás aquece.
 5. Volume constante $\rightarrow$ nenhuma expansão $\rightarrow W = 0$. $\Delta U = -1000 + 0 = -1000 \text{ J}$ — como não há trabalho para fazer, todo o calor libertado sai da energia interna: a temperatura do sistema baixa.
 6. $\Delta U = +800 - 800 = 0$ — processo **isotérmico**: para um gás ideal, se U não muda, a temperatura não muda — o calor absorvido é integralmente convertido em trabalho de expansão.
 7. $\Delta U = 3/2 \times 2,00 \times 8,31 \times 100 = 2493 \text{ J} \approx 2,49 \text{ kJ}$. Mais moléculas ou mais $\Delta T \rightarrow$ mais energia interna: U é extensiva.
 8. a) **V** — é exatamente isso, ao nível microscópico. b) **F** — isotérmico (gás ideal) dá $\Delta U = 0$: Q entra mas sai logo como trabalho. c) **V** — estado inicial = estado final. d) **F** — W positivo é trabalho *sobre* o sistema (compressão). e) **V** — propriedade fundamental do gás ideal.
 9. $+400 - 400 = 0$ · $-250 + 100 = -150 \text{ J}$ · $0 - 150 = -150 \text{ J}$ (adiabático com expansão: U cai — o gás arrefece ao expandir-se sem calor).
 10. Por ciclo: $W_{liq} = Q_{abs} - Q_{dev} = 2000 - 1400 = 600 \text{ J}$ de trabalho útil. ΔU por ciclo: **0** — o gás volta ao estado inicial, é por isso que num ciclo a energia absorvida converte-se integralmente em trabalho + calor devolvido (e o rendimento é $600/2000 = 30 \%$).
 11. Processo 1: $\Delta U_1 = 600 + 150 = +750 \text{ J}$. Processo 2: $\Delta U_2 = -400 - 500 = -900 \text{ J}$. Total: $\Delta U = 750 - 900 = -150 \text{ J} \rightarrow U_{final} = U_0 - 150 \text{ J}$. As variações somam-se (ΔU é diferencial) — a ordem dos processos não altera o total.
 12. O café está a uma T acima da ambiente: por condução, convecção e radiação **liberta calor** ($Q < 0$) ao ambiente, e sem trabalho relevante ($W = 0$) a Primeira Lei dá $\Delta U = Q < 0$ — a U do café diminui exatamente pela quantidade libertada. A energia não desapareceu: entrou na mesa, no ar e nas paredes (U do ambiente aumentou). Quando $T_{\text{café}} = T_{\text{ambiente}}$, o troco líquido de calor torna-se nulo, $\Delta U = 0$ e o sistema fica em equilíbrio — a Primeira Lei cumprida o tempo todo.
- Nota:** escreve sempre os **sinais** antes de somar: Q absorvido +, libertado -; W sobre o sistema +, pelo sistema -. Se o resultado tiver sinal inesperado, o erro está quase sempre num sinal — nunca na lei.