

Física Termodinâmica, Ondas e Ótica

Unidade 3 - Termodinâmica

1. Considere que 200 J de trabalho são realizados sobre um sistema e 70,0 cal de calor são extraídos dele. Do ponto de vista da Primeira Lei da Termodinâmica, quais são os valores (incluindo os sinais algébricos):

a) do trabalho (W)?

b) da quantidade de calor (Q)?

c) da variação da energia interna (ΔU)?

Resposta: a) -200 J; b) -293 J; c) -93 J

a) O trabalho é realizado sobre o sistema. Portanto $W = -200 \text{ J}$

b) 70 cal são extraídas do sistema. Portanto:

$$Q = -70 \text{ cal} \quad \text{ou} \quad Q = -70 \times 4,186 \Rightarrow Q = -293 \text{ J}$$

$$c) \Delta U = Q - W \Rightarrow \Delta U = -293 - (-200) \Rightarrow \Delta U = -93 \text{ J}$$

2. Uma quantidade de oxigênio ocupando um volume de 1000 cm³ a 40,0 °C e uma pressão de $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ se expande até um volume de 1500 cm³ e pressão de $1,06 \times 10^5 \text{ Pa}$. Encontre:

a) o número de moles de oxigênio no sistema,

b) a sua temperatura final.

Resposta: a) $3,88 \times 10^{-2}$; b) 494 K

Unidades:

$$(a) PV = n \cdot R \cdot T$$

$$1,01 \times 10^5 \times 10^{-3} = n \cdot 8,314 \cdot 313$$

$$n = \frac{1,01 \times 10^5 \times 10^{-3}}{8,314 \times 313}$$

$$n = 3,88 \times 10^{-2} \text{ moles}$$

$$V_1 = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R = 8,314 \text{ J/molK}$$

$$T_1 = 40 + 273 \Rightarrow T = 313 \text{ K}$$

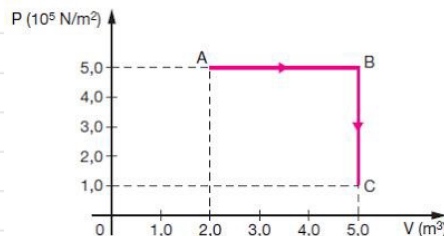
$$V_2 = 1500 \text{ cm}^3 = 1500 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$(b) \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1,01 \times 10^5 \times 10^{-3}}{313} = \frac{1,06 \times 10^5 \times 1,5 \times 10^{-3}}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{1,06 \times 1,5 \times 313}{1,01} \Rightarrow T_2 = 493 \text{ K}$$

Física Termodinâmica, Ondas e Ótica

3. A figura ao lado mostra o diagrama pressão versus volume de uma certa quantidade de um gás ideal. Com base do diagrama, determine o trabalho total realizado na transformação A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C. Resposta: $1,5 \times 10^6$ J



Trecho A $\rightarrow$ B

$$W = P \cdot \Delta V \Rightarrow W = 5,0 \times 10^5 \cdot (5,0 - 2,0)$$

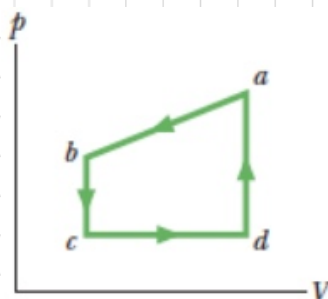
$$W = 1,5 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\text{Trecho B} \rightarrow \text{C} \Rightarrow W = P \cdot \Delta V \Rightarrow W = 5,0 \times 0 \Rightarrow W = 0 \text{ J}$$

$$\therefore \text{Trecho A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \Rightarrow W = 1,5 \times 10^6 + 0$$

$$W = 1,5 \times 10^6 \text{ J}$$

4. A figura ao lado mostra um ciclo fechado de um gás ideal (a figura não está em escala). A variação da energia interna do gás ao passar de a para c ao longo da trajetória abc é -200 J. Quando o gás passa de c para d recebe 180 J na forma de calor. Mais 80 J são recebidos quando o gás passa de d para a. Qual é o trabalho realizado sobre o gás quando ele passa de c para d? Resposta: 60 J.



$$\Delta U_{abc} = -200 \text{ J}$$

Como o ciclo é fechado, $\Delta U = 0$

$$Q_{cd} = 180 \text{ J}$$

$$Q_{da} = 80 \text{ J}$$

$$\Delta U = \Delta U_{abc} + \Delta U_{cd} + \Delta U_{da}$$

$$\Delta U_{cd} = Q_{cd} - W_{cd} = 180 - W_{cd}$$

$$\Delta U_{da} = Q_{da} - W_{da} = 80 - 0$$

$$\Delta U = \Delta U_{abc} + \Delta U_{cd} + \Delta U_{da}$$

$$0 = -200 + (180 - W_{cd}) + 80$$

$$200 - 80 = 180 - W_{cd}$$

$$120 - 180 = -W_{cd} \Rightarrow W_{cd} = 60 \text{ J}$$

Física Termodinâmica, Ondas e Ótica

5. Uma máquina térmica absorve 52 kcal de calor e rejeita 36 kcal de calor em cada ciclo.

Calcule: (a) O trabalho realizado pela máquina; (b) A eficiência. Resposta: a) 16 kcal; b) 31%.

$$(a) \quad W = Q_q - Q_f \Rightarrow W = 52 - 36 \Rightarrow W = 16 \text{ kJ}$$

$$(b) \quad e = \frac{W}{|Q_q|} \Rightarrow e = \frac{16}{52} \Rightarrow e = 0,31$$

$$e = 31\%$$

Unidade 4 - Movimento Harmônico Simples

6. Um bloco cuja massa m é de 680 g está preso a uma determinada mola cuja constante de elasticidade k é 65 N/m. O bloco é puxado à distância $x = 11$ cm de sua posição de equilíbrio em $x = 0$, numa superfície horizontal e sem atrito e liberado a partir do repouso em $t = 0$.

a) Qual a força que a mola exerce sobre o bloco, logo antes que este seja solto?

b) Qual a frequência angular, a frequência e o período da oscilação resultante?

c) Qual a amplitude da oscilação?

d) Qual a velocidade máxima do bloco oscilante?

e) Qual o módulo da aceleração máxima do bloco?

Resposta: a) -7,2 N; b) 9,8 rad/s; 1,6 Hz; 0,64 s; c) 0,11 m; d) 1,1 m/s; e) 10,6 m/s²

$$M = 680 \text{ g} = 0,680 \text{ kg} \quad a) F_{el} = k \cdot x \Rightarrow F_{el} = 65 \times 0,11$$

$$k = 65 \text{ N/m}$$

$$F_{el} = 7,2 \text{ N} ; \vec{F}_{el} = -0,72 \text{ N}$$

$$x = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

$$b) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{65}{0,680}} \Rightarrow \omega = 9,8 \text{ rad/s}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{9,8}{2\pi} \Rightarrow f = 1,6 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{1,6} \Rightarrow T = 0,63 \text{ s}$$

$$c) A = 0,11 \text{ m}$$

$$d) \quad v = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow v \text{ é máx. p/ } \sin(\omega t + \varphi) = \pm 1$$

$$v_{\text{máx}} = -9,8 \times 0,11 \Rightarrow v_{\text{máx}} = 1,1 \text{ m/s}$$

$$e) \quad a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow a \text{ é máx. p/ } \cos(\omega t + \varphi) = \pm 1$$

$$a_{\text{máx}} = -9,8^2 \times 0,11 \Rightarrow a_{\text{máx}} = 10,6 \text{ m/s}^2$$

Física Termodinâmica, Ondas e Ótica

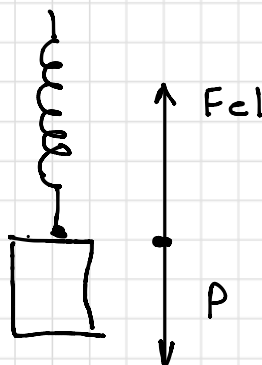
7. Uma mola elástica é suspensa na vertical. Um bloco de 3,94 kg é pendurado na mola distendendo-a de 15,7 cm em relação à posição inicial (não deformada), mantendo o sistema em repouso. Substituindo-se o bloco por um objeto de 520 g e em seguida puxando o objeto um pouco para baixo ao longo da vertical, determine o período da oscilação resultante, após o objeto ser solto. Resposta: 0,289 s

1) Sistema em repouso:

$$F_c = P$$

$$kx = m \cdot g$$

$$k = \frac{3,94 \times 9,8}{0,157} \Rightarrow k = 246 \text{ N/m}$$



2) Sistema com $m = 520 \text{ g} = 0,520 \text{ kg}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{0,520}{246}} \Rightarrow T = 0,29 \text{ s}$$

8. Um corpo preso a uma mola ideal, oscila em uma superfície horizontal sem atrito, executando um Movimento Harmônico Simples (MHS) de acordo com a equação:

$$x(t) = (6,12 \text{ m}) \cdot \cos[(8,38 \text{ rad/s}) \cdot t + 1,9 \text{ rad}]$$

Determine:

- a) a amplitude do movimento;
- b) a frequência angular do movimento;
- c) a frequência e o período do movimento;
- d) as equações para a velocidade e a aceleração do movimento.

Resposta: a) 6,12 m; b) 8,38 rad/s; c) 1,33 Hz; d) basta substituir os valores nas respectivas fórmulas.

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = 6,12 \cdot \cos(8,38t + 1,9)$$

a) $A = 6,12 \text{ m}$

b) $\omega = 8,38 \text{ rad/s}$

c) $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{8,38}{2\pi}$
 $f = 1,33 \text{ Hz}$

$$d) v = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$v = -8,38 \cdot 6,12 \cdot \sin(8,38t + 1,9)$$

$$v = -51,3 \cdot \sin(8,38t + 1,9)$$

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = -8,38^2 \cdot 6,12 \cdot \cos(8,38t + 1,9)$$

$$a = -430 \cdot \cos(8,38t + 1,9)$$

Física Termodinâmica, Ondas e Ótica

9. Um pêndulo simples tem um comprimento de 120 cm. Ele executa um certo número de oscilações em um tempo de 2 min. Em quanto tempo esse pêndulo irá executar o mesmo número de oscilações se o seu comprimento reduzir em 15 cm? Resposta: 114 s.

Para $L = 120 \text{ cm} = 1,20 \text{ m}$, temos

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{1,20}{9,8}} \Rightarrow T = 2,2 \text{ s}$$

Número de oscilações em 2 min $\Rightarrow N = \frac{120}{2,2} \Rightarrow N = 54,6$ oscilações

Por $L = 120 - 15 = 105 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1,05}{9,8}} \Rightarrow T = 2,1 \text{ s} \quad \therefore t = 2,1 \times 54,6 \Rightarrow t = 114,7 \text{ s}$$

10. Um pêndulo de comprimento 1,53 m executa 72 oscilações em 3 min, num certo lugar. Determine a aceleração da gravidade neste local. Resposta: 9,65 m/s²

$$f = \frac{72}{3 \times 60} \Rightarrow f = 0,40 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{0,40} \Rightarrow T = 2,5 \text{ s}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{L}{g}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{L}{g} \Rightarrow g T^2 = 4\pi^2 L$$

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \Rightarrow g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 1,53}{2,5^2} \Rightarrow g = 9,65 \text{ m/s}^2$$