

Versão A
Duração: 30 min

Constantes:

$$c_{agua} = 4,18 \text{ J/Kg}$$

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

$$c_{Pb} = 1,29 \text{ J/Kg}$$

$$\theta = T - 273,15^\circ\text{C}$$

$$g = 9,9 \text{ m/s}^2,$$

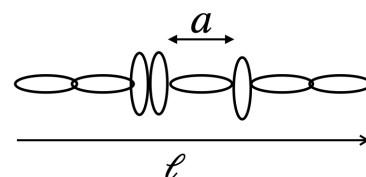
Expressões úteis:

$$\ln N! \simeq N \ln N - N$$

Exercício 1: (2.5 valores cada alínea)

Uma fita de borracha de um certo polímero pode ser aproximada por uma cadeia unidimensional de N de moléculas. As moléculas tem duas possíveis orientações, vertical ou horizontal, onde a orientação vertical corresponde ao estado fundamental de energia da molécula. Considerando que a

separação entre moléculas é $d = a$ quando uma molécula está na posição horizontal (e $d = 0$ quando está na vertical), e sabendo que o comprimento da fita é ℓ , calcule

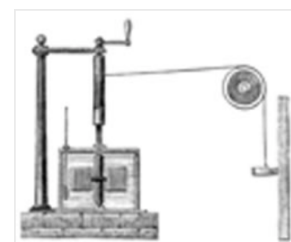


- A entropia em função das variáveis a , ℓ e N .
- Tendo em conta que para manter a fita com este comprimento é preciso efectuar uma força F , determine a dependência da temperatura da fita em função da força. (Se não resolveu a alínea anterior, pode utilizar $S = k[A + B \ln(\frac{\ell}{a})]$).

Soluções: a) $S = k \ln \left(\frac{N!}{(N-l/a)!(l/a)!} \right)$ b) $\bar{X} = \frac{1}{\beta} \frac{\partial \ln \Omega}{\partial x}$; $T = \frac{Fa}{k \ln(\frac{Na-l}{l})}$;

Exercício 2: (2.5 valor cada alínea)

Na experiência que Joule utilizou para demonstrar a equivalência entre trabalho e calor, utilizou um calorímetro com água, no qual se faziam rodar umas pás, em quanto um peso exterior descia accionado pela força gravítica. Assumindo que o calorímetro era feito de chumbo, com uma massa de 1 kg, a massa de água de 300 g, e o peso externo de 400 g, calcule:

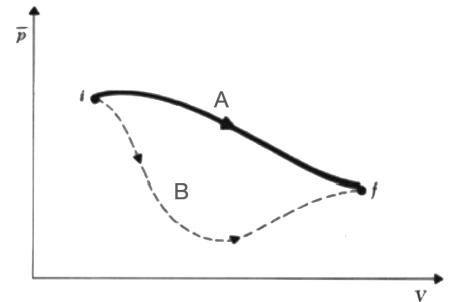


- A altura que tem de descer o peso para aumentar a temperatura da água de 0°C a 1°C . (Nota: na experiência original, o peso descia de forma iterativa, várias vezes.)
- A variação da entropia da água durante este processo.

Soluções: a) $W = Q_{agua} + Q_{cal}$, $Q = c_v m \Delta T$; $h = 648 \text{ m}$; b) $S_{agua} = \int \frac{c_{agua} m_{agua}}{T} dT = 4,58 \text{ J/K}$;

Questões: (entre parênteses apresenta-se o número de valores de cada questão)

3. No diagrama apresentado, amostram-se duas curvas correspondentes a dois possíveis processos quasiestáticos para um sistema que evolui entre um estado inicial i e um estado final f . Sabendo que $Q_A = \int_i^f dQ$ no caminho A, e que $Q_B = \int_i^f dQ$ no caminho B, que pode dizer sobre a variação da entropia nos processos A e B. Justifique a sua resposta

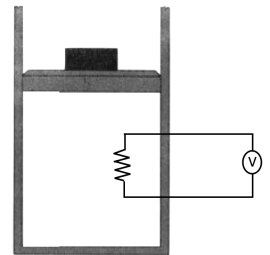


Solução: entropia = função de estado $\rightarrow \Delta S_A = \Delta S_B$

4. Dois sistemas A e A' entram em contacto, podendo interagir tanto termicamente como mecanicamente. Que condições se tem de cumprir quando A e A' alcançam o equilíbrio?

Solução: quando as temperaturas são iguais e as pressões também ($\beta = \beta', X_\alpha = X'_\alpha$)

5. Pretende-se medir a energia interna de um sistema A utilizando uma resistência eléctrica para produzir trabalho, tal como indicado na figura. Sendo W_R o trabalho eléctrico subministrado pela resistência, qual será a energia interna \bar{E}_b para um certo estado macroscópico b?



Solução: $\bar{E}_b = \bar{E}_a + (W_R - \Delta \bar{e})$

6. Um certo termómetro com parâmetro termométrico θ utiliza-se para medir a temperatura de um gas ideal, contido num recipiente de volume constante V_0 . Num instante inicial, o termómetro mede θ_a , e num outro estado mede θ_b . Pode-se afirmar que $\frac{\bar{p}_a}{\bar{p}_b} = \frac{\theta_a}{\theta_b}$? Justifique a sua resposta.

Solução: como θ pode ser qualquer função da temperatura, a relação só é correta se θ for proporcional a T.

7. Considere um mole de um gas monoatômico ideal, que se expande a temperatura constante. Qual será a fração de calor absorvido disponível para efectuar trabalho?

Solução: gas ideal: $E = E(T)$, pelo tanto $Q = W$, fração = 100%.