



Termodinâmica A - Prova 2

Prof. Marco Polo

22 de julho de 2024

Início: 19:00 - duração: 2:30 horas



Só serão consideradas as respostas que forem devidamente justificadas.
É proibido o uso de calculadoras, smartphones ou computadores.

Questão 01: Gás diatômico

Dois mols de N_2 , considerado um gás ideal, têm sua temperatura aumentada de $20^\circ C$ para $120^\circ C$ mantendo o volume constante. Considere que as moléculas giram, mas não vibram.

- (a) (1,5) Calcule a quantidade de calor absorvida pelo gás.
(d) (1,0) Calcule o aumento na energia cinética de rotação das moléculas de N_2 .

Questão 02: Expansão de um gás ideal

Um recipiente com gás hélio, considerado ideal, sofre uma expansão no qual seu volume vai de 10 a 40 cm^3 , partindo de uma pressão inicial de 8 atm . Qual é a pressão final do gás:

- (a) (1,25) Se a expansão é livre?
(b) (1,25) Se a expansão é adiabática?

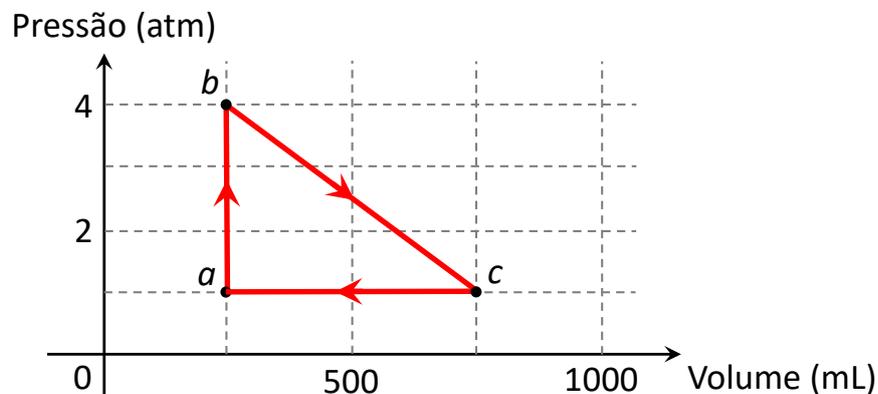
Questão 03: Entropia

Um bloco de cobre de $2,5 \text{ kg}$, com temperatura de $227^\circ C$, é colocado dentro de um recipiente fechado em contato térmico com outro bloco de cobre de mesma massa com temperatura de $27^\circ C$. Após um certo tempo, os blocos entram em equilíbrio térmico, atingindo uma temperatura de $127^\circ C$. Ignore a capacidade térmica do recipiente.

- (a) (1,5) Qual é a variação da entropia do bloco inicialmente mais quente? E do mais frio?
(b) (0,5) Qual é a variação da entropia total do sistema composto pelos dois blocos?

Questão 04: Máquinas térmicas

A figura abaixo mostra um ciclo reversível realizado por uma certa máquina térmica que contém gás ideal monoatômico.



- (a) (1,2) Calcule o trabalho entregue pela máquina no ciclo.
(b) (1,8) Qual é a quantidade de calor liberada pela máquina no processo ca ?

Alguns dados que podem ser usados em todas as questões:

- $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ $R = 8 \text{ J/K.mol}$
- Ponto de fusão do cobre: 1350 K
- Calor latente de fusão do cobre: 200 kJ/kg
- Massa específica do cobre: 400 J/(K.mol)
- $2^{5/3} = 3$ $3^{5/3} = 6$ $4^{5/3} = 10$ $5^{5/3} = 15$
- $\ln(4/3) = 0,29$ $\ln(5/3) = 0,51$ $\ln(5/4) = 0,22$ $\ln(4/5) = -0,22$

GABARITO

$$1- A) Q = m c_v \Delta T$$
$$Q = \frac{5}{2} m R \Delta T$$

$$Q = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 8 \cdot 100$$

$$Q = 4 \text{ kJ}$$

$$B) \Delta E_{\text{rot}} = \frac{R}{\frac{3}{2}R + R} \cdot Q$$

$$\Delta E_{\text{rot}} = \frac{R}{\frac{5}{2}R} Q = \frac{2}{5} Q$$

$$\Delta E_{\text{rot}} = \frac{2}{5} \cdot 4000$$

$$\Delta E_{\text{rot}} = 1,6 \text{ kJ}$$

$$2- V_i = 10 \text{ cm}^3$$
$$V_f = 40 \text{ cm}^3$$
$$P_i = 8 \text{ atm}$$

$$A) T_f = T_i$$
$$P V = m R T \Rightarrow$$

$$\frac{P_i V_i}{m R} = \frac{P_f V_f}{m R}$$

$$P_i V_i = P_f V_f$$

$$P_f = P_i \left(\frac{V_i}{V_f} \right)$$

$$P_f = 8 \cdot \frac{10}{40}$$

$$P_f = 2 \text{ atm}$$

$$B) P V^\gamma = \text{CONSTANTE} \Rightarrow$$

$$P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma$$

$$P_f = P_i \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^\gamma$$

$$P_f = 8 \cdot \left(\frac{10}{40} \right)^\gamma$$

$$P_f = \frac{8}{4^\gamma} ; \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

$$P_f = \frac{8}{4^{5/3}} = \frac{8}{10}$$

$$P_f = 0,8 \text{ atm}$$

$$3- A) \Delta S = \int \frac{dQ}{T}$$

$$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{m c dT}{T}$$

$$\Delta S = m c \ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right)$$

1 - MMS QUENTE

2 - MMS FRIO

$$\Delta S_1 = 2,5 \cdot 400 \cdot \ln \left(\frac{400}{500} \right)$$

$$\Delta S_1 = 1000 \cdot (-0,22)$$

$$\Delta S_1 = -220 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_2 = 2,5 \cdot 400 \cdot \ln \left(\frac{400}{300} \right)$$

$$\Delta S_2 = 1000 \cdot 0,29$$

$$\Delta S_2 = 290 \text{ J/K}$$

$$B) \Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S = -220 + 290$$

$$\Delta S = 70 \text{ J/K}$$

4 - A)

$$W = \bar{A} P_{\text{ext}} \Delta V$$

$$W = \frac{b \cdot h}{a}$$

$$W = \frac{500 \cdot 3}{2}$$

$$W = 750 \text{ atm} \cdot \text{ml}$$

$$W = 750 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}$$

$$W = 75 \text{ J}$$

B) $Q = m c_p \Delta T$

$$PV = nRT$$

$$T = \frac{PV}{nR}$$

$$Q = n \cdot \frac{\gamma}{\gamma - 1} R \left(\frac{P_a V_a - P_c V_c}{nR} \right)$$

$$Q = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (P_a V_a - P_c V_c)$$

$$Q = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left(10^5 \cdot 250 \cdot 10^{-6} - 10^5 \cdot 750 \cdot 10^{-6} \right)$$

$$Q = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot (25 - 75)$$

$$Q = -\frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot 50$$

$$Q = -125 \text{ J} \Rightarrow |Q| = 125 \text{ J}$$