

Correção da prova P2 14/07/20

1) a) Função de estado é uma função cuja variação só depende dos estados inicial e final, ou seja, não depende do caminho ou processo que provocou a mudança dos estados.

Exemplos de grandezas que são função de estado:

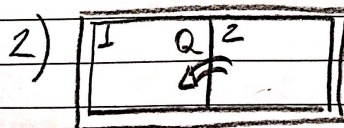
- energia interna e entropia

Exemplos de grandezas que não são:

- calor e trabalho

b) Não. A energia interna de um gás não ideal depende da temperatura e do volume (das distâncias entre as moléculas) devido as interações entre as moléculas.

c) Máquina de Carnot é uma máquina ideal onde há o mínimo de dissipação possível. Ele é composta por 2 processos isotérmicos onde há troca de calor com a temperatura constante (sendo reversíveis) e 2 processos adiabáticos onde há mudança de temperatura (também sendo reversíveis). Assim os 4 processos desta máquina são reversíveis. A sua importância vem do fato dela ser a máquina mais eficiente possível dentro das condições experimentais, portanto ela nos fornece um limite teórico para a eficiência de uma máquina real.



Gás ideal
 $PV = nRT$

$$V_1 = 10L$$

$$n_1 = 2 \text{ mol}$$

O_2

$$T_1 = 100^\circ C = 373K$$

$$V_2 = 10L$$

$$n_2 = 1 \text{ mol}$$

H_2O

$$T_2 = 160^\circ C = 433K$$

a) $V = \text{const}$ T_f $Q_1 + Q_2 = 0 \therefore n_1 c_{v1} \Delta T_1 + n_2 c_{v2} \Delta T_2 = 0$
 $c_{v1} = \frac{5}{2} R$ pois O_2 é diatômico

$c_{v2} = \frac{6}{2} R = 3R$ pois H_2O é poliatômico

$2 \times \frac{5}{2} R \times (T_f - 373) + 1 \times 3R \times (T_f - 433) = 0$

$5T_f - 1865 + 3T_f - 1299 = 0 \therefore 8T_f = 3164 \therefore T_f = 395,5 K$

$T_f = 122,5^\circ C$ ou $T_f = 395,5 K$

b) $T_f = \text{const}$ P_f antes de soltar a divisória
 $P_{f1} = \frac{n_1 R T_f}{V_1} = \frac{2 \times 0,083 \times 395,5}{10} = 6,6 \text{ atm}$

$P_{f2} = \frac{n_2 R T_f}{V_2} = \frac{1 \times 0,083 \times 395,5}{10} = 3,3 \text{ atm}$

No equilíbrio $P_f V_1 = n_1 R T_f$ e $P_f V_2 = n_2 R T_f$

$\frac{P_f}{R T_f} = \frac{n_1}{V_1}$

$\frac{P_f}{R T_f} = \frac{n_2}{V_2}$

$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$ $V_1 + V_2 = 20 \therefore V_1 = 20 - V_2$

$n_1 V_2 = n_2 V_1 \therefore n_1 V_2 = n_2 (20 - V_2)$

$2 V_2 = 20 - V_2 \therefore 3 V_2 = 20$

$V_2 = 20/3 \approx 6,7 L$ e $V_1 = 13,3 L$

$V_1 = 13,3 L$ e $V_2 = 6,7 L$

c) $dS = \frac{dQ_{rev}}{T} \Rightarrow 1^\circ \text{ Lei } dU = dQ - dW$

$P = \frac{nRT}{V}$

Num processo reversível $n c_v dT = T dS - P dV$

$dS = \frac{n c_v dT}{T} + \frac{n R dV}{V} \Rightarrow \Delta S = n c_v \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + n R \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

$\Delta S_1 = 2 \times \frac{5}{2} 8,3 \ln\left(\frac{395,5}{373}\right) + 2 \times 8,3 \ln\left(\frac{13,3}{10}\right) = 2,43 + 4,73 \approx 7,2 J/K$

$$b) \Delta t \quad T_a = 343K \rightarrow 298K \quad Q = mc\Delta T$$

$$A_{\text{esf}} = 4\pi r^2 \quad c_v = 4,18 \text{ kJ/kg} = 4,18 \text{ J/g} \quad \rho = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$V_{\text{esf}} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \therefore m = \rho V = \frac{1 \times 4}{3} \pi \cdot 80^3 = 2,14 \times 10^6 \text{ g}$$

$$Q = 2,14 \times 10^6 \times 4,18 \times (-45) = -402534 \text{ kJ} = -4,02 \times 10^8 \text{ J}$$

$$\frac{|Q|}{\Delta t} = \epsilon \sigma A (T_a^4 - T_r^4)$$

$$A = 4\pi r^2 = 4 \times 3,14 \times 0,8^2$$

$$A = 8,04 \text{ m}^2$$

$$\frac{4,02 \times 10^8}{\Delta t} = 0,96 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 8,04 (343^4 - 298^4)$$

$$= \frac{43,76 \times 10^{-8}}{(138,41 \times 10^8 - 78,86 \times 10^8)}$$

$$\frac{4,02 \times 10^8}{\Delta t} = 43,76 \times 59,55 = 2606 \text{ W}$$

$$\Delta t = \frac{4,02 \times 10^8}{2606} = 154 \times 10^5 \text{ s} = 2570 \text{ min} = 42 \text{ h } 50 \text{ min}$$

$$\Delta t = 1,54 \times 10^5 \text{ s} = 2507 \text{ min} = 42 \text{ h e } 50 \text{ min}$$

$$4) \text{ Refrigerador } n = 0,2 \text{ mol } \text{H}_2 \quad c_v = \frac{5}{2}R \quad c_p = \frac{7}{2}R$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5} = 1,4$$

$$(i) \text{ expansão adiabática } A \rightarrow B \quad V_B = 3V_A$$

$$(ii) \text{ aquecimento isocórico } B \rightarrow C$$

$$(iii) \text{ resfriamento isobárico } C \rightarrow A$$

$$P_A = 8 \text{ atm} \quad V_A = 0,5 \text{ L} \quad T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{8 \times 0,5}{0,2 \times 0,083} = 241 \text{ K}$$

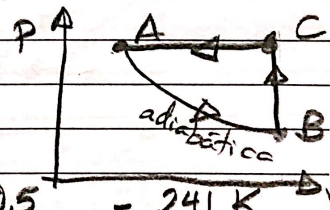
$$V_B = 1,5 \text{ L}$$

$$\text{adiabático } PV^\gamma = \text{const} \therefore P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma \therefore P_B = P_A (V_A/V_B)^\gamma$$

$$P_B = 8 \times (1/3)^{1,4} = 1,7 \text{ atm} \quad T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{1,7 \times 1,5}{0,2 \times 0,083} = 153,6 \text{ K}$$

$$V_C = V_B = 1,5 \text{ L} \quad T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = \frac{8 \times 1,5}{0,2 \times 0,083} = 723 \text{ K}$$

$$P_C = P_A = 8 \text{ atm} \quad nR = 0,2 \times 0,083$$



	P(atm)	V(L)	T(K)		$\Delta U(J)$	Q(J)	W(J)
A	8	0,5	241	A $\rightarrow$ B	-363	0	363
B	1,7	1,5	153,6	B $\rightarrow$ C	2363	2363	0
C	8	1,5	723	C $\rightarrow$ A	-2000	-2800	-800

$$\Delta U = n c_v \Delta T = 0,2 \times \frac{5}{2} \times 8,3 \Delta T = 4,15 \Delta T \quad \Delta T_{AB} = -87,4 K$$

$$\Delta T_{BC} = 569,4 K$$

$$\Delta T_{CA} = -482 K$$

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$$

$$Q_{AB} = 0 \text{ adiabático}$$

$$W = \Delta U_{AB} + P_A \Delta V_{CA}$$

$$\Delta U_{AB} = -W_{AB}$$

$$W = 363 + \underbrace{8 \times (0,5 - 1,5)}_{\text{atm} \cdot \text{L}}$$

$$8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = 0,083$$

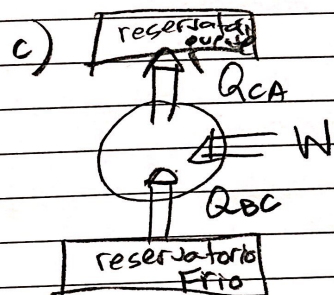
$$1 \text{ J/mol} = 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L}$$

$$1 \text{ atm} \cdot \text{L} = 100 \text{ J/mol}$$

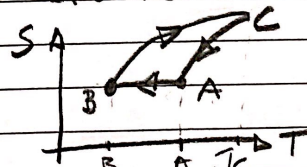
$$W = 363 - 800 = -437 \text{ J}$$

$$\Delta U_{CA} = Q_{CA} - W_{CA} \therefore Q_{CA} = \Delta U_{CA} + W_{CA} = -2000 - 800 = -2800 \text{ J}$$

$$W_{BC} = 0 \Rightarrow \Delta U_{BC} = Q_{BC}$$



O calor retira de dentro do refrigerador é de 2363 J e o liberado para o ambiente é de 2800 J.



$$d) \quad dS = \frac{dQ_{rev}}{T} \quad \Delta S_{AB} = 0 \quad \Delta S_{BC} = \int_{T_B}^{T_C} n c_v \frac{dT}{T} = n c_v \ln \left(\frac{T_C}{T_B} \right)$$

$$\Delta S_{C \rightarrow A} = \int_{T_C}^{T_A} n c_p \frac{dT}{T} = n c_p \ln \left(\frac{T_A}{T_C} \right) \quad \Delta S_{BC} = 0,2 \times \frac{5}{2} \times 8,3 \ln \left(\frac{723}{153,6} \right)$$

$$\Delta S_{CA} = 0,2 \times \frac{7}{2} \times 8,3 \ln \left(\frac{241}{723} \right) = -6,4 \text{ J/K} \quad \Delta S_{BC} = 6,4 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{CA} = -6,4 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{total} = 0$$