

MEC - Mestrado Integrado em Engenharia Civil

LEGM - Licenciatura Bolonha em Engenharia Geológica e de Minas

TERMODINÂMICA E ESTRUTURA DA MATÉRIA 2012 - 2013

Simulação de exame, 26 de Março de 2013

Questões teóricas (3 valores)

1 – A lei zero da termodinâmica permite-nos definir **b) Equilíbrio Térmico**

2 – O calor é **c) Energia transferida dos sistemas por causa de diferença de temperaturas**

3 – Um gás ideal com uma pressão de $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ e um volume de 5 cm^3 sofre um processo isotérmico. As condições no estado final poderiam ser: **a) uma pressão de $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ e um volume de 10 cm^3**

$$\left. \begin{array}{l} P_1 V_1 = nRT_1 \\ P_2 V_2 = nRT_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{T_1=T_2} P_1 V_1 = P_2 V_2$$

4 – Um processo adiabático de um gás ideal é representado no diagrama p-V por **c) uma curva do tipo pV^n , $n > 1$.**

$$pV^n, n = \frac{C_p}{C_n} > 1$$

5 – Um gas real é alterado lentamente do estado 1 para o estado 2 sem que haja transferência de trabalho. Este processo terá de ser: **a) Isocórico**

$$W = \int p dV \xrightarrow{dV=0} W = 0$$

6 – A diferença de entropia $\Delta S = S_2 - S_1$ entre o estado 1 para um estado 2 pode ser calculada por $\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$ se **b) O processo for reversível**

$$\Delta S \geq \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{dQ}{T} + S_{ger}$$

Se o processo for reversível $S_{ger} = 0$

II - Questão (7 valores)

Um termoacumulador contém 200 L de água a 100 kPa e 20 °C. Uma resistência elétrica fornece 40 MJ de trabalho de forma a aumentar a temperatura da água até aos 60 °C. Assuma que a temperatura ambiente é 20°C e que a água permanece no estado líquido ao longo do processo. Assuma ainda que o termoacumulador não está bem isolado.

Nota: $C_{\text{água}}(20^\circ\text{C}) = 4,182 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ $\rho_{\text{água}}(20^\circ\text{C}) = 0,998 \text{ kg/L}$

a) Calcule a transferência de calor entre termoacumulador e o exterior (**2 valores**).

Como a temperatura ambiente é de 20°C e o termoacumulador não está bem isolado, vai haver trocas de calor durante o processo de aquecimento da água. Pela 1ª lei da termodinâmica, poderemos determinar pela expressão $Q - W = \Delta U \Leftrightarrow Q = \Delta U + W$.

A variação de energia interna da água pode ser calculado pela expressão

$$\Delta U = mC\Delta T$$

Assim, o calor perdido pelo reservatório será de

$$\begin{aligned} Q = \Delta U + W &= 200L \times \frac{0,998kg}{L} \times \frac{4,182kJ}{kg} \times 40^\circ C - 40000kJ \\ &= 33389,1 - 40000 = -6610,9kJ \end{aligned}$$

- b) Calcule a variação de entropia no termoacumulador **(1 valor)**.

Como o processo de aquecimento da água é feito a volume constante (processo isocórico), então sabemos que

$$\Delta S = mC \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 200L \times \frac{0,998kg}{L} \times \frac{4,182kJ}{kg} \times \ln\left(\frac{333,15}{293,15}\right) = 106,678 \text{ kJ/K}$$

- c) Calcule a variação de entropia no universo e verifique se o processo é possível **(2 valores)**.

A variação de entropia no universo é dada por

$$\Delta S_{universo} = \Delta S_{\text{água}} + \Delta S_{\text{exterior}}$$

Em relação ao aumento de entropia no exterior, por este nunca ter variado a sua temperatura, podemos assumir que $\Delta S_{\text{exterior}} = \frac{Q_{\text{exterior}}}{T_{\text{exterior}}} = \frac{6610,9}{293,15} = 22,55 \text{ kJ/K}$.

Este valor é positivo, pois o exterior recebeu calor.

Assim,

$$\Delta S_{\text{universo}} = 106,678 + 22,55 = 129,228 \text{ kJ/K}$$

- d) Sabendo que a radiação média solar do local é de 1,8 kWh/m²/dia, e assumindo que o termoacumulador está bem isolado, verifique quantos m² de painéis são necessários para aquecer a água diariamente **(2 valores)**.

No caso de termos painéis solares térmicos, não iremos ter trabalho, mas transferência de calor entre o painel solar e a água do acumulador, que continuará a perder calor. Assim, pela 1ª lei da termodinâmica

$$Q_{\text{painel}} = \Delta U = 33,389 \text{ MJ} = \frac{33,389}{3600} = 9,275 \text{ kWh}$$

Se em média cada m²/dia absorve 0,7kWh de radiação solar, então a área dos colectores solares deverá ser



TÉCNICO
LISBOA

$$\text{área} = \frac{9,275kWh/dia}{1,8kWh/dia} = 5,15m^2$$