Universidade do Minho	**Termodinâmica e Física Estatística**	**Recurso**
	Licenciatura em Física, Licenciatura em Engenharia Física	**Data:** 7/6/2022

1. Considere uma massa de ar com 500 g ($c_V = 0.718$ kJ/kg K, $M_0(\text{ar}) = 28.97$ g/mol, $\gamma = 1.4$) que se encontrava inicialmente a 100 kPa e 17 ºC. Em seguida ela sofreu o seguinte ciclo de transformações:

i) Compressão adiabática até 800 kPa (A-B)

ii) Aquecimento isocórico até à temperatura de 1500 ºC (B-C)

iii) Expansão adiabática até se atingir o volume inicial (C-D)

iv) Arrefecimento a volume constante até à temperatura inicial (D-A)

	T(ºC)	P(kPa)	m³
A	17	100	0,43
B	252.3	800	0,097
C	1500	2700	0,097
D	706	337	0,43

Determine:

a) Mostre que a pressão e temperatura dos pontos do ciclo são as da tabela

b) O trabalho realizado em cada uma das transformações e no ciclo.

c) A transferência de calor envolvida em cada um dos processos e no ciclo.

d) A variação da entropia nas transformações e no ciclo e represente o diagrama T-S do ciclo

2. Dentro de um recipiente, com 10 dm³ de volume, encontram-se 14 g de azoto ($M_0(N_2) = 28$ g/mol) . Para além da translação e rotação com momento de inércia I, cada molécula pode vibrar com a mesma frequência $\nu = 7.1\times10^{13}$ Hz, mas com energia $\varepsilon_i = (i+1/2)\ h\nu$. A função de partição de cada molécula, incluindo translação, rotação e vibração é:

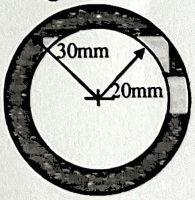
$$Z = \frac{V(2mk_BT)^{3/2}}{h^3} \times \frac{e^{-h\upsilon/k_BT}}{1-e^{-h\upsilon/k_BT}} \times \frac{8\pi^2 I k_B T}{h^3}$$

Se o gás se encontrar a 300 K, determine:

a) A energia interna do sistema

b) A pressão do gás

3. Um tubo cilíndrico de ferro com 2 m de comprimento, raio interior de 20 mm e exterior de 30 mm, contém hélio (He, gás ideal, $M_0 = 4$ g/mol) no seu interior, que é mantido à temperatura de 70ºC. Sabendo que o número de moles de He é 0.02 e que a função de partição (de cada partícula do gás, consideradas distinguíveis) é: $Z = \frac{V(2mk_BT)^{3/2}}{h^3}$, determine.



a) A entropia do sistema.

b) O seu calor específico molar, a volume constante

c) A energia cinética média dos átomos de Hélio.

d) Considere agora que o gás de He deixou de estar aquecido e que todo o sistema estabiliza a T = 27 ºC, comportando-se como um corpo negro. Qual a potência emitida (radiação) pela área exterior do tubo, a esta temperatura ? Qual o comprimento de onda do máximo da radiação emitida ?

Formulário

$R = 8.314\ \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ $\quad P_{atm} = 1.01\times10^5$ Pa $\quad N_A = 6.022\times10^{23}$

$k_B = 1.38\times10^{-23}$ J/K $\quad q_e = 1.60\times10^{-19}$C $\quad \sigma = 5.67\times10^{-8}\ \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ $\quad E = \sigma T^4$

$$\int_0^{+\infty} t^{2n} e^{-\alpha t^2} dt = \sqrt{\pi}\,\frac{(2n)!}{n!}\left(\frac{1}{2\sqrt{\alpha}}\right)^{2n+1}$$

$m_e = 9.1\times10^{-31}$kg $\quad F = U - TS$

$1\ \text{eV} = 1.6\times10^{-19}$ J $\quad h = 6.626\times10^{-34}$ Js $\quad f(v)dv = 4\pi N\left(\frac{m\beta}{2\pi}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\beta\frac{mv^2}{2}} dv$

$$\int_0^{+\infty} t^{2n+1} e^{-\alpha t^2} dt = \frac{n!}{2}\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{n+1}$$

$F = -k_B T \ln(Z)$ $\quad C_P = C_V + nR$ $\quad \lambda_M T = 2.898\times10^{-3}$mK $\quad \bar{X} = \frac{1}{\beta}\frac{\partial \ln(Z)}{x}$

$dQ = C_V\,dT + P\,dV$ $\quad dQ = C_P\,dT - V\,dP$ $\quad V_{cilindro} = \pi r^2 h$ $\quad A_{cilindro} = 2\pi r L$