

**3ª Série de Problemas**  
**Termodinâmica e Estrutura da Matéria**  
**MEBM, MEFT e LMAC**

1. Um laser de CO<sub>2</sub> é usado para cortar chapas de alumínio numa fábrica. O laser emite luz com o comprimento de onda de 10,4 μm e a potência de 10 kW, tendo a secção do feixe um diâmetro de 0,1 mm ao incidir sobre a chapa.  
Sabe-se que a massa específica do alumínio é igual a 2,7 g cm<sup>-3</sup>, o calor específico do alumínio é 900 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>, o calor de fusão do alumínio é 9x10<sup>4</sup> J kg<sup>-1</sup> e a temperatura de fusão do alumínio é 660°C.
- 1.a) Quantos fótons incidem, por segundo, na superfície da chapa metálica?
- 1.b) Qual a quantidade de calor necessária para fazer fundir uma pequena tira de 1 cm de comprimento com a mesma largura do feixe de laser (0,1 mm)? A chapa tem 1 mm de espessura e está inicialmente à temperatura de 20°C.
- 1.c) Qual a velocidade máxima com que se poderá deslocar o feixe de laser para cortar a chapa de alumínio da alínea b) ?
2. Qual é a relação entre o calor específico molar, a volume constante e o calor específico molar a pressão constante, para um gás ideal?
- 3.
- 3.a) Qual a energia libertada por um mole de vapor de água, quando a sua temperatura baixa de 180 °C para 100 °C? O arrefecimento verifica-se a pressão constante.
- 3.b) Qual a energia libertada por essa mesma quantidade de água se se condensar totalmente, mantendo-a à temperatura de 100 °C e à pressão atmosférica normal?
- 3.c) Qual a quantidade de energia que se liberta se a temperatura da água baixar de 100 °C para 30 °C?
- 3.d) Com base nos cálculos que efectuou (30 °C é a temperatura aproximada da superfície da pele), qual espera que tenha maior gravidade: uma queimadura com vapor de água a 100 °C ou uma queimadura com água fervendo a 100 °C.  
*Calor latente de vaporização da água:  $\lambda_{vap} = 2,25 \times 10^3 \text{ Jg}^{-1}$ ;*  
*Calor específico do vapor de água:  $C_v = 3R$  (admitindo que se comporta como um gás perfeito).*

4. Pretende-se aquecer 3.0 moles de Hélio de 300 K a 500 K, gastando o mínimo de combustível. Investigue se é mais adequado aquecer o gás dentro de um contentor rígido, ou se pelo contrário se poupa energia aquecendo o gás dentro de um balão expansível mantendo a sua pressão constante. Discuta a origem da diferença.

5. O ar seco é uma mistura de gases que se comporta como um gás perfeito diatómico. Numa mole de ar existem 0,78 mole de azoto ( $N_2$ ), 0,21 mole de oxigénio ( $O_2$ ), 0,009 mole de árgon (Ar), 0,0004 mole de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e vestígios de outros gases (hélio, etc). A pressão atmosférica é a soma das pressões parciais dos vários gases.

$$m(N_2) = 28 \text{ u.m.a.}; m(O_2) = 32 \text{ u.m.a.}; m(Ar) = 39,9 \text{ u.m.a.}$$

5.a) Calcule à temperatura ambiente o calor específico molar do ar a volume constante  $C_V$  (basta considerar os gases mais abundantes). E a pressão constante  $C_p$ ?

5.b) Calcule a massa molar e a densidade do ar seco em condições PTN.

5.c) Calcule o calor específico a volume constante por unidade de massa do ar seco,  $c_V$ .

6. Num recipiente fechado de volume  $V=22,4$  L encontra-se um gás que queremos identificar. Para tal, sabemos que:

- o gás se encontra em condições normais de pressão e temperatura;
- se fornecermos 41,6 J a temperatura do gás eleva-se  $2^\circ C$ .

6.a) Trata-se de um gás monoatômico ou diatómico? Justifique com cálculos.

6.b) Sabendo que o calor específico (por unidade massa) do gás é  $c_V = 10,39 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ , diga de que gás se trata.

7. Considere um gás num recipiente fechado e à temperatura de  $25^\circ C$ . A temperatura do gás eleva-se de  $1^\circ C$  quando lhe é fornecida uma quantidade de calor de 41,57 J. No entanto, se o gás estiver à temperatura de  $3000^\circ C$ , são necessários 58,20 J para obter a mesma elevação de temperatura, nas mesmas condições. Sabendo que se trata de um gás puro e não de uma mistura, calcule:

7.a) Quantos átomos têm cada molécula do gás?

7.b) Quantos mole de gás se encontram no recipiente?

8. Misturam-se 2 g de hélio com 4 g de oxigénio.

8.a) Que quantidade de calor é preciso fornecer para elevar a temperatura da mistura de 1 grau centígrado, a volume constante?

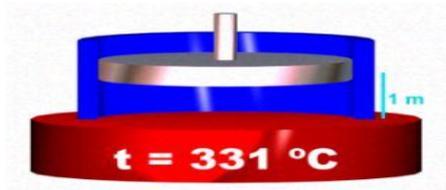
8.b) Se o aquecimento for feito a pressão constante, qual a quantidade de calor necessária para obter a mesma elevação de temperatura?

8.c) Se a mistura estiver a uma temperatura suficientemente elevada para que os átomos de oxigénio possam vibrar em torno das suas posições de equilíbrio em cada molécula, o calor específico da mistura aumenta ou diminui?

8.d) Quanto passa a ser a quantidade de calor referida em a)?

$$m(\text{He}) = 4 \text{ uma}, \quad m(\text{O}_2) = 32 \text{ uma}$$

9. Um êmbolo de 100 kg de massa encerra um cilindro de 0.2 m de raio a 1m da base. A base está em contacto com um reservatório (ou fonte) de calor à temperatura constante de  $t = 331^\circ \text{C}$ . Dentro do cilindro de paredes isolantes (como o pistão), estão 3 moles de um gás ideal à temperatura da fonte. Suponha que a pressão exterior inicial é suficiente para equilibrar o movimento do êmbolo, isto é, que inicialmente a soma da pressão exterior com o peso do êmbolo por unidade de área é igual à pressão interior. A pressão exterior diminui então até à pressão atmosférica. Considere que o pistão se move lentamente e sem atrito.



9.a) Qual a altura final a que sobe o pistão?

9.b) Qual o trabalho realizado pelo gás?

9.c) Qual o calor cedido ao gás pela fonte?

10. Uma mole de gás ideal sofre uma expansão reversível desde um volume inicial de 3.0 litros até um volume final de 10.0 litros, enquanto é mantida à temperatura constante de  $0^\circ \text{C}$ .

10.a) Explique como tentaria efectuar experimentalmente a expansão de forma reversível.

10.b) Calcule o trabalho realizado pelo gás sobre o exterior.

10.c) Calcule o calor transferido entre o gás e o exterior.

10.d) O gás regressa ao volume inicial mantendo-se a pressão constante. Calcule o trabalho.