

**1ª Série de Problemas**  
**Termodinâmica e Estrutura da Matéria**  
**MEBM, MEFT e LMAC**

1. Uma nuvem de tempestade está a um potencial eléctrico de  $10^7$  V em relação ao solo, e descarrega-se emitindo um relâmpago que dura 0,2 s, com uma corrente de  $10^3$  A. Se toda a energia do relâmpago for convertida em energia térmica, qual a quantidade de calor libertada para a atmosfera?

2. O campo gravítico da Terra atrai a atmosfera, e provoca assim uma pressão, à superfície, suficiente para suportar uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura (princípio do barómetro).

2.a) A pressão correspondente a uma coluna de mercúrio, com 76 cm de altura e  $1 \text{ cm}^2$  de base, é designada por 1 atmosfera (atm). Quantos Pascal são 1 atm? E quantos  $\text{kgf/m}^2$ ?

2.b) Desprezando a variação da atracção gravítica com a altura, obtenha uma estimativa para a massa total da atmosfera ( $M_{\text{atmosfera}}$ ).

*Considere que*

*raio da Terra,  $R_T = 6400 \text{ km}$ ;*

*densidade do mercúrio,  $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$ ;*

*massa molecular do ar,  $\sim 29 \text{ g mole}^{-1}$ .*

3. Uma lata de spray tem o volume de 0.125 litros e está à pressão interior de 2 atm quando a temperatura é de  $20^\circ\text{C}$ . A lata é fabricada para suportar uma pressão interna máxima de 5 atm. Se a lata for lançada para uma fogueira, a que temperatura explode?

*Nota: por este motivo, nunca se devem lançar latas de spray para o fogo.*

4. Num dia de calor em que a temperatura era de  $30^\circ\text{C}$ , um condutor verificou a pressão dos pneus antes de iniciar uma viagem e obtém 28 psi. No fim da viagem volta a medir a pressão e obtém 32 psi. Qual a temperatura do ar no interior dos pneus no fim da viagem?

*Nota: 1 psi (pound per square inch) = 6896,6 Pa.*

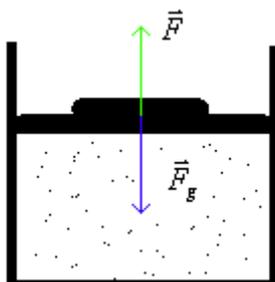
5. Uma arca frigorífica com capacidade de 120 l tem uma porta de 0,8 m de altura por 0,5 m de largura. Suponha que quando se abre a porta, o ar no interior da arca atinge uma temperatura uniforme de  $-8^{\circ}\text{C}$ . Quando se fecha a porta, o ar interior arrefece novamente até  $-10^{\circ}\text{C}$ . Se a junta da porta fosse completamente hermética, qual seria a força necessária para voltar a abrir a porta? (Experimente lá em casa!)
6. Um balão de ar quente de  $2500\text{ m}^3$  tem a massa total de 500 kg (balão, barquinha, passageiros e carga). A temperatura e a pressão ambiente são, respectivamente,  $10^{\circ}\text{C}$  e 1 atm.



A que temperatura deve o ar do balão ser aquecido para que ele levante? A densidade do ar seco à temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  é  $1.25\text{ kg/m}^3$ , e a massa molar efectiva do ar seco é  $29\text{ g/mol}$ .

- 7.
- 7.a) Qual o volume ocupado por um mole de um gás perfeito em condições normais de pressão e temperatura (PTN), isto é,  $p = 1\text{ atm}$  e  $T = 0^{\circ}\text{C}$ ? E à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ ?
- 7.b) Se o gás fosse azoto ( $\text{N}_2$ ), qual a sua massa específica e o seu volume específico a PTN? ( $\mu(\text{N}_2) = 28\text{ uma}$ )
- 7.c) Como varia  $\rho$  com a temperatura?

8. Na figura, um contentor de volume igual a  $2 \text{ m}^3$  contém um gás ideal. O êmbolo de área igual a  $10^{-4} \text{ m}^2$  e massa igual a  $2 \text{ kg}$  pode mover-se verticalmente sem atrito, por acção da pressão do gás interior, da pressão atmosférica e da gravidade. O sistema está inicialmente em equilíbrio. Admita que o contentor se encontra em contacto térmico com uma fonte de calor externa e que o gás no seu interior mantém a temperatura inalterada.



- 8.a) Qual a pressão do gás no início?
- 8.b) Qual a força de restituição sobre a tampa, quando esta é deslocada de uma distância  $dy$ ?
- 8.c) Para pequenos deslocamentos ( $dy$ ), qual a equação (diferencial) do movimento da tampa?
- 8.d) Qual a frequência de movimento da tampa?  
*Sugestão: pense numa mola.*
9. O comprimento da ponte sobre o Tejo é de cerca de  $2 \text{ km}$ . Se a amplitude térmica anual média for de  $40^\circ\text{C}$  (por exemplo com um valor mínimo de  $-1^\circ\text{C}$  e um valor máximo de  $39^\circ\text{C}$ ), qual a variação de comprimento sofrida pelas vigas de aço que sustentam as faixas de rodagem?  
*Nota: Coeficiente de dilatação linear do aço  $\alpha = 1,27 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$*

10. O pêndulo de um relógio de sala é constituído por uma haste fina de aço com um peso na extremidade. A  $20^\circ\text{C}$  a haste tem  $1,22 \text{ m}$  de comprimento e o relógio está certo.
- 10.a) De quanto é que o comprimento da haste varia se a temperatura subir para  $40^\circ\text{C}$ ?
- 10.b) O relógio passa a adiantar-se ou atrasar-se?
- 10.c) Se o pêndulo tivesse metade do comprimento, qual a variação para o mesmo aumento de temperatura? Atrasava-se ou adiantava-se mais ou menos que no caso anterior?  
*Nota: Coeficiente de dilatação linear do aço  $\alpha = 1,27 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$*

**11.** O pavimento de uma auto-estrada é composto por placas de betão com 25 m de comprimento. A estrada é construída quando a temperatura média do ar é de 10°C. Admitindo que a temperatura do betão num dia quente pode atingir 50°C, qual a folga que deve ficar entre placas adjacentes?

*Coeficiente linear de expansão do betão:  $1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

**12.** Suponha que abre a porta do frigorífico e retira com a mão esquerda uma lata de cerveja e com a mão direita uma embalagem de ovos. Qual das mãos sente o objecto mais frio? Qual dos dois objectos está a uma temperatura mais baixa? Será a nossa mão um bom "termómetro"?