

Problemas de Termodinâmica e Estrutura da Matéria
1ª série

- 1.1)** Nas quedas de água, a temperatura da água na base é superior à temperatura da água no topo. Numa queda de água com 10 m de altura, determine a variação de temperatura da água. A aceleração da gravidade é $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$.
- 1.2)** Um pedaço de metal com 0.05 kg é aquecido até à temperatura de 200 °C e depois é mergulhado num recipiente com 0.5 l de água à temperatura de 20 °C. Quando o metal e a água atingem o equilíbrio térmico, a temperatura da água é de 22.6 °C. Determine o calor específico do metal.
- 1.3)** Um recipiente de alumínio contém 100 g de água à temperatura de 10 °C. A massa do recipiente é $m = 300 \text{ g}$. Calcule a temperatura do sistema água mais recipiente depois de se adicionar 100 g de água a 100 °C.
- 1.4)** Num termómetro de gás de Jolly cuja superfície livre está à pressão atmosférica, o diâmetro interno dos tubos de mercúrio é de 6 mm. A diferença entre as alturas das duas superfícies do mercúrio é de 1 cm e a superfície livre está a um nível mais elevado do que o nível da superfície interior. Calcule a pressão do gás no termómetro. A densidade do mercúrio é de 13.53 g/cm^3 .
- 1.5)** Num calorímetro com 0.5 l de água a 20 °C é colocada uma pedra de mármore de 30 g a 150 °C. Calcule a temperatura final da água no calorímetro.
- 1.6)** Numa zona costeira a água do mar está à temperatura T_0 . Suponha que a temperatura da água desce 1 °C. Este arrefecimento é acompanhado por um aumento de temperatura do ar.
- a) Calcule a quantidade de calor libertada por 1 m^3 de água.
b) O calor libertado faz subir 1 °C uma certa quantidade de ar de volume V_0 . Calcule V_0 . A densidade do ar é $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.
- 1.7)** Uma pessoa respira ao ritmo de 14 inspirações-expirações por minuto. Em cada ciclo de respiração, são expirados/inspirados 0.5 l de ar. A temperatura do ar expirado é de 28 °C. Se a temperatura exterior é de 0 °C, determine a quantidade de energia por unidade de tempo que é gasta a aquecer o ar expirado. Qual a energia gasta ao fim de um dia? Dê o resultado em kilocalorias. A densidade do ar é $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.
- 1.8)** A temperatura de ebulição do azoto é de -195.81 °C . Calcule esta temperatura em graus fahrenheit e em kelvin.
- 1.9)** Em graus celsius, a temperatura do corpo humano é de 36.5 °C. Quanto é esta temperatura em graus fahrenheit?

1.10) O tabuleiro da ponte sobre o Tejo é feito de ferro e tem 2 278 m de comprimento. Calcule a variação do comprimento da ponte quando a temperatura aumenta de 10 °C para 30 °C. O coeficiente de expansão linear do ferro é $\alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$.

1.11) Ao levantar voo e à temperatura de 30 °C, a envergadura da asa de um avião comercial é de 34 m. Considere que a fuselagem exterior do avião é feita de alumínio. À altitude de 11 000 m, a temperatura exterior é de -70 °C. Determine a envergadura do avião a 11 000 m de altitude. O coeficiente de expansão linear do alumínio é $\alpha = 2.4 \times 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$.

1.12) Um termómetro de mercúrio é constituído por um recipiente de forma esférica com 0.25 cm de diâmetro interior e por um tubo capilar de 0.004 cm de diâmetro interior. A uma certa temperatura T_0 , o mercúrio enche apenas o recipiente esférico. Calcule a variação da altura de mercúrio no capilar para um aumento de temperatura de 30 °C. O coeficiente de expansão linear do mercúrio é $\alpha = 0.606 \times 10^{-4} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$.

1.13) Qual o volume de 1 mole de ar à pressão de 1 atm e à temperatura de 30 °C.

1.14) Considere que o ar é constituído por 21 % de O_2 e 79% de N_2 . Calcule a pressão de 1 kg de ar contido num recipiente de 1 m³ à temperatura de 20 °C. Calcule as pressões parciais de O_2 e de N_2 .

1.15) A massa molar do alumínio é de 27 g/mol e a sua densidade é de 2.7 g/cm³. A massa molar do urânio é de 238 g/mol e a sua densidade é de 18.9 g/cm³. Faça uma estimativa dos diâmetros dos átomos de alumínio e de urânio.

1.16) À pressão atmosférica, 1 litro de água a 100 °C tem aproximadamente 1 dm³ de volume. Depois da transição de fase que ocorre a 100 °C, calcule o volume do mesmo número de moléculas de vapor de água a 100 °C.

1.17) Uma garrafa de mergulho com uma capacidade de 20 l e à temperatura de 20 °C contém ar à pressão de 150 atm. Um mergulhador respira 50 l de ar por minuto. Sabendo que o mergulhador respira ar à pressão a que se encontra e que a temperatura da água é de 15 °C, determine o tempo de mergulho a 10 m de profundidade.

1.18) Calcule o conteúdo calorífico de 1 l de ar à pressão atmosférica e a 25 °C. Como o ar é constituído por 21 % de O_2 e 79% de N_2 , calcule os conteúdos caloríficos contidos nas moléculas de oxigénio e de azoto. Calcule o calor específico do gás de N_2 . O calor específico do gás de O_2 é $c_{\text{O}_2} = 915 \text{ J/(kg }^\circ\text{C)}$ e o calor específico do ar é $c_{\text{ar}} = 1\,012 \text{ J/(kg }^\circ\text{C)}$.

1.19) Utilizando o modelo de van der Waals para os gases, estime o volume das moléculas de CO_2 e de O_2 . Assumindo que ambas as moléculas são aproximadamente esféricas, calcule os seus diâmetros e dê o resultado em angstrom ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$).

1.20) Calcule a temperatura crítica, a pressão crítica e o volume molar crítico para a água.

1.21) O gás etano (C_2H_6) tem um poder calorífico de 373 kcal/mol. Suponha que na sua combustão só se aproveita 60% do calor libertado. Determine que quantidade de gás etano, em litros e nas condições PTN (1 atm, 0 °C), que se deve queimar para transformar 50 kg de água a 10 °C em vapor a 100 °C. ($L_e = 540 \text{ cal/g}$).

Soluções: 1.1) 0.02 °C. 1.2) 613 J/(kg K). 1.3) 44 °C. 1.4) 102 651 Pa. 1.5) 21.6 °C. 1.6) $4181 \times 10^3 \text{ J}$, 3443 m^3 . 1.7) 4 J/s, 82 kcal. 1.8) -320.5 °F , 77.3 K . 1.9) 97.7 °F . 1.10) 0.5 m. 1.11) 33.92 m. 1.12) 3.55 cm. 1.13) 24.88 l. 1.14) 0.83 atm, 0.175 atm, 0.659 atm. 1.15) 2.6 Å, 2.8 Å. 1.16) 1.7 m^3 . 1.17) 30 minutos. 1.18) $Q_{ar} = 356 \text{ J}$, $Q_{O_2} = 75 \text{ J}$, $Q_{N_2} = 281 \text{ J}$, $c_{N_2} = 1041 \text{ J/(kg °C)}$. 1.19) (O_2) 3.8 Å, (CO_2) 4.1 Å. 1.20) $V_{mc} = 0.0915 \text{ l/mol}$, $T_c = 372 \text{ °C}$, $p_c = 217 \text{ atm}$. 1.21) 3 152 l.