

Problemas de Termodinâmica e Estrutura da Matéria
4ª série

- 4.1) O filamento de tungstênio de uma lâmpada incandescente está à temperatura de $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine o comprimento de onda da radiação emitida mais intensa.
- 4.2) O temperatura à superfície do corpo humano é de $36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine o comprimento de onda da radiação emitida mais intensa. Determine a energia dissipada por radiação, por unidade de tempo e de área. A que região espectral pertence a radiação emitida.
- 4.3) O raio do Sol tem cerca de $6.96 \times 10^8\text{ m}$ e a energia radiada por unidade de tempo é de $3.77 \times 10^{26}\text{ W}$. Calcule a temperatura à superfície do Sol e o comprimento de onda da radiação mais intensa.
- 4.4) O raio do Sol tem cerca de $6.96 \times 10^8\text{ m}$ e a energia radiada por unidade de tempo é de $3.77 \times 10^{26}\text{ W}$. A distância média do Sol à Terra é de $1.496 \times 10^{11}\text{ m}$. Qual é a pressão de radiação perto da superfície do Sol e à superfície da Terra. Compare este valor com a pressão atmosférica.
- 4.5) Uma estação de rádio emite na frequência de 94.4 MHz e o emissor tem uma potência de 100 kW . Determine o número de fótons radiados por segundo. Determine a pressão de radiação a 1 km e a 10 km do emissor.
- 4.6) O olho humano pode detectar um único fóton de luz visível. Uma lâmpada de iluminação noturna de 60 W emitir luz em todas as direções, com comprimento de onda de 580 nm (amarelo). A que distância deve estar uma pessoa da lâmpada de modo a conseguir ver um fóton por segundo. Assuma que o diâmetro da retina é de 6 mm .
- 4.7) Mostre que para grandes comprimentos de onda, a lei de Planck pode ser aproximada pela expressão, $I(\lambda, T) = 2\pi ckT/\lambda^4$ (lei de Rayleigh-Jeans). No limite em que $\lambda \rightarrow 0$, a lei de Rayleigh-Jeans previa o que se designou por catástrofe do ultravioleta.
- 4.8) Numa noite de Verão uma pessoa resolveu dormir ao relento. A temperatura durante a noite foi 26° C , a área do corpo voltada para cima era aproximadamente 0.9 m^2 e a emissividade da pessoa com a sua roupa é $e = 0.8$.
- a) Calcule a energia perdida pela pessoa por unidade de tempo.
- b) Para dormir confortavelmente ao relento, a energia radiada pela pessoa tem de ser compensada pela energia fornecida pelo seu metabolismo. Como o metabolismo da pessoa fornece 50 W de energia, determine a temperatura de equilíbrio da pessoa ao fim de algumas horas ao relento.

c) Qual teria que ser a emissividade da pessoa para que a noite ao relento fosse mais confortável. Um modo de diminuir a emissividade é usar agasalhos eficientes.

4.9) O raio do Sol tem cerca de 6.96×10^8 m, o raio médio de Vénus é de 6.52×10^6 m e o raio médio da Terra é de 6.378×10^6 m. A energia radiada pelo Sol por unidade de tempo é de 3.77×10^{26} W. A distância média do Sol a Vénus é de 1.082×10^{11} m e a distância média do Sol à Terra é de 1.496×10^{11} m. Supondo que no sistema solar estabelece-se um equilíbrio radiativo entre o Sol e os vários planetas, determine a temperatura média da radiação emitida por Vénus e pela Terra.

4.10) Quando o céσιο é iluminado com luz de comprimento de onda $\lambda = 500$ nm, a energia cinética máxima dos fotoelectrões emitidos é de 0.57 eV. Determine a função de trabalho do céσιο e determine o potencial de paragem para uma luz incidente de 600 nm.

4.11) Quando luz de comprimento de onda $\lambda = 620$ nm incide sobre a superfície de um metal alcalino, a velocidade máxima dos fotoelectrões emitidos é de 4.6×10^5 m/s. Determine a função de trabalho do metal e a sua frequência de corte. A massa do electrão é $m_e = 9.109\,389 \times 10^{-31}$ kg.

4.12) Ao irradiar lítio com luz com comprimentos de onda $\lambda = 3000$ Å e $\lambda = 4000$ Å, os potenciais de paragem encontrados foram 1.83 V e de 0.80 V, respectivamente. Com estes dados experimentais, determine a constante de Planck, a frequência de corte e a função de trabalho para o lítio. A carga do electrão é $q = 1.602\,177 \times 10^{-19}$ C.

4.13) Determine as frequências e os comprimentos de onda de corte dos seguintes metais não alcalinos: ouro, alumínio, carbono e ferro. Considere que as funções de trabalho são: $\phi_{\text{ouro}} = 5.1$ eV, $\phi_{\text{alumínio}} = 4.1$ eV, $\phi_{\text{carbono}} = 4.8$ eV, $\phi_{\text{ferro}} = 4.5$ eV. Qual das frequências de corte corresponde a radiação visível? Conclua sobre qual a melhor cobertura para os revestimentos dos satélites artificiais.

4.14) Determine o intervalo de variação da energia da radiação visível em unidades de eV. Considere que a radiação visível está no intervalo de comprimentos de onda 400 – 780 nm.

4.15) Um fotão com a energia de 511 keV colide com um electrão que podemos considerar em repouso. Depois da colisão, o fotão desvia-se 45° da direcção de incidência. Determine a energia cinética do electrão depois da colisão. Dê o resultado em keV. A massa do electrão é $m_e = 9.109\,389 \times 10^{-31}$ kg.

4.16) Um fóton com um comprimento de onda de $\lambda = 0.7 \text{ nm}$ colide com um electrão. Depois da colisão, a velocidade do electrão é de $1.4 \times 10^6 \text{ m/s}$. Quanto é o desvio de Compton e qual é o comprimento de onda do fóton depois da colisão. Determine o ângulo do fóton depois da colisão.

4.17) Um fóton com o comprimento de onda $\lambda = 0.0016 \text{ nm}$ colide com um electrão. Para que desvio angular relativamente à direcção de incidência do fóton, a energia do fóton e do electrão são iguais depois da colisão.

4.18) Ao irradiar uma amostra de hidrogénio gasoso com luz, os átomos de hidrogénio ionizam-se. Assuma que os electrões de todos os átomos estão no nível de energia mais ligado. Determine a energia mínima da radiação incidente de modo a ionizar o átomo de hidrogénio. Determine o comprimento de onda dessa radiação. Determine a quantidade de energia necessária para ionizar completamente 1 mole de hidrogénio gasoso. Se a potência de uma lâmpada capaz de produzir radiação dessa comprimento de onda é de 500 W , determine durante quanto tempo é necessário irradiar a amostra de hidrogénio de modo que todo o hidrogénio na amostra fique ionizado.

4.19) Um electrão tem uma energia cinética de 1 MeV e o seu momento foi medido com uma precisão de 5% . Determine a incerteza mínima na posição do electrão.

4.20) Um átomo de hélio tem os seus electrões nos níveis atómicos $n = 2$ e $n = 5$. O electrão do nível $n = 2$ decai para o nível atómico $n = 1$ emitindo radiação. Essa radiação faz com que o electrão do nível atómico $n = 5$ seja expelido do átomo de hélio. Considere que os níveis de energia do átomo de hélio são, $E_n = -2 \times 13.6/n^2 \text{ eV}$.

a) Determine a velocidade do electrão expelido.

b) Se medir o momento do electrão com uma incerteza de 0.01% , determine a incerteza mínima na determinação da posição do electrão. A massa do electrão é $m_e = 9.1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

4.21) A energia radiada pelo Sol por unidade de tempo é de $3.77 \times 10^{26} \text{ W}$ e o raio do Sol é $6.98 \times 10^8 \text{ m}$. O raio do átomo de hidrogénio é da ordem de $1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$. Assuma que toda a energia radiada pelo Sol se deve a reacções de fusão nuclear e que por cada reacção de fusão de dois átomos de hidrogénio é libertada a energia de $4.24 \times 10^{-12} \text{ J}$.

a) Assumindo que o Sol é essencialmente constituído por hidrogénio numa massa muito compacta, faça a estimativa do número de átomos de hidrogénio no Sol. Determine o número de átomos de hidrogénio que se fundem por segundo.

b) Considerando que o Sol morre quando se esgotar todo o hidrogénio, faça

uma estimativa do tempo que o Sol vai demorar a extinguir-se. Dê o resultado em anos.

Soluções: 4.1) $2.7 \mu\text{m}$. 4.2) $9.4 \mu\text{m}$, $524 \text{ J}/(\text{sm}^2)$. 4.3) 5741 K , 505 nm . 4.4) 0.07 Pascal , $1.5 \times 10^{-6} \text{ Pascal}$ ($1.5 \times 10^{-9} \%$ da pressão atmosférica). 4.5) $1.6 \times 10^{30} \text{ fotões/s}$, $8.8 \times 10^{-12} \text{ Pa}$, $8.8 \times 10^{-14} \text{ Pa}$. 4.6) $2 \times 10^7 \text{ m}$. 4.8) 48.6 J/s , 36.78° C , $e = 0.82$. 4.9) 52° C , 4° C . 4.10) 1.91 eV , 0.16 V . 4.11) 1.4 eV , 339 THz . 4.12) $6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$, 558 THz , 2.3 eV . 4.13) 1233 THz , 243 nm ; 991 THz , 303 nm ; 1161 THz , 258 nm ; 1088 THz , 276 nm . 4.14) $1.59 - 3.10 \text{ eV}$. 4.15) 116 keV . 4.16) $2 \times 10^{-12} \text{ m}$, 0.702 nm , 80° . 4.17) 30.2° . 4.18) $2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$, 91 nm , $1.31 \times 10^6 \text{ J}$, 44 minutos . 4.19) $2.45 \times 10^{-11} \text{ m}$. 4.20) a) $2.6 \times 10^6 \text{ m/s}$; b) $2.8 \mu\text{m}$. 4.21) a) $1.95 \times 10^{71} \text{ átomos}$, 1.78×10^{38} ; b) $3.5 \times 10^{25} \text{ anos}$.