

Problemas de Termodinâmica e Estrutura da Matéria
5ª série

5.1) 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.

5.2) 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.

5.3) O raio do Sol tem cerca de $6.96 \times 10^8\text{ m}$ e a energia radiada por unidade de tempo é de $3.77 \times 10^{26}\text{ W}$. 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.

5.4) 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.

5.5) O olho humano pode detectar um único fóton de luz visível. Uma lâmpada de iluminação noturna de 60 W emite 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 .

5.6) Numa noite de Verão, uma pessoa resolveu dormir ao relento. A temperatura durante a noite foi $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, a área do corpo voltada para cima era aproximadamente 0.9 m^2 e a emissividade da pessoa com a sua roupa é $e = 0.8$. Assuma que a temperatura da pessoa é de $36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

a) Calcule a energia perdida pela pessoa por unidade de tempo.

b) Para dormir confortavelmente ao relento, a energia radiada pela pessoa tem que 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.

5.7) O raio do Sol tem cerca de $6.96 \times 10^8\text{ m}$, o raio médio de Vénus é de $6.52 \times 10^6\text{ m}$ e o raio médio da Terra é de $6.378 \times 10^6\text{ m}$. A energia radiada pelo Sol por unidade de tempo é de $3.77 \times 10^{26}\text{ W}$. A distância média do Sol a Vénus é de $1.082 \times 10^{11}\text{ m}$ e a distância média do Sol à Terra é de $1.496 \times 10^{11}\text{ m}$. Supondo que no sistema solar se estabelece um equilíbrio

radiativo entre o Sol e os vários planetas, determine a temperatura de corpo negro da radiação emitida por Vénus e pela Terra.

5.8) O fluxo da radiação solar que chega à Terra é 1370 W/m^2 . A razão entre a energia da radiação emitida e a energia da radiação incidente, ou albedo, é 0.30. Assuma que a Terra é um corpo negro e que absorve energia como se fosse um disco de raio R_T , mas emite como uma esfera do mesmo raio. Determine a temperatura de corpo negro da Terra. Compare o resultado deste exercício com um dos resultados do exercício anterior.

5.9) Uma caixa metálica com 1 m^3 onde se fez o vácuo está à temperatura de $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Determine a energia do gás de fótons que está no interior da caixa.

5.10) Quando o cézio é iluminado com luz de comprimento de onda $\lambda = 500 \text{ nm}$, a energia cinética máxima dos fotoelectrões emitidos é de 0.57 eV . Determine a função de trabalho do cézio, assim como o potencial de paragem para uma luz incidente de 600 nm .

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

5.12) Ao irradiar lítio com luz de comprimentos de onda $\lambda = 3000 \text{ \AA}$ e $\lambda = 4000 \text{ \AA}$, 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 $q = 1.602\,177 \times 10^{-19} \text{ C}$.

5.13) 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 $400 - 780 \text{ nm}$.

5.14) 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: $\phi_{\text{ouro}} = 5.1 \text{ eV}$, $\phi_{\text{alumínio}} = 4.1 \text{ eV}$, $\phi_{\text{carbono}} = 4.8 \text{ eV}$, $\phi_{\text{ferro}} = 4.5 \text{ eV}$. Conclua sobre qual o melhor revestimentos para os satélites artificiais.

5.15) Um fóton com a energia de 511 keV colide com um electrão que podemos considerar em repouso. Depois da colisão, o fóton desvia-se 45° da direcção de incidência. Determine a energia cinética do electrão depois da colisão. Dê o resultado em keV.

5.16) Um fóton com um comprimento de onda de $\lambda = 0.7 \text{ nm}$ colide com um electrão em repouso. Depois da colisão, a velocidade do electrão é de

1.4×10^6 m/s. Quanto é o desvio de Compton e qual é o comprimento de onda do fóton depois da colisão? Depois da colisão, determine o ângulo que o fóton faz com a direcção de incidência.

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

5.18) Com os dados da espectroscopia, calcule a velocidade da luz na água e no vidro. Os índices de refacção são $n_{\text{água}} = 1.33$ e $n_{\text{vidro}} = 1.517$.

5.19) Ao irradiar uma amostra de hidrogénio gasoso com luz, os átomos do hidrogénio ionizam-se. Assuma que os electrões de todos os átomos estão no nível de energia mais ligado ao núcleo.

a) Determine a energia mínima da radiação incidente de modo a ionizar o átomo de hidrogénio. Determine o comprimento de onda dessa radiação.

b) Determine a quantidade de energia necessária para ionizar completamente 1 mole de hidrogénio gasoso.

c) 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 a que todo o hidrogénio na amostra fique ionizado.

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

5.21) 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 $E_n = -2 \times 13.6/n^2$ 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 $m_e = 9.109\,384 \times 10^{-31}$ kg.

5.22) Considere que num gás de hidrogénio os electrões atómicos podem estar nos níveis de energia $n = 1$ e $n = 2$. Determine a percentagem de átomos com electrões no nível $n = 2$, à temperatura ambiente $T = 0$ °C, e no interior do Sol, em que $T \simeq 6\,000$ K.

5.23) A emissão de radiação de um laser de CO_2 deve-se às transições quânticas entre dois estados de vibração-rotação da molécula de CO_2 . A diferença de energia entre esses níveis quânticos é de 0.117 eV.

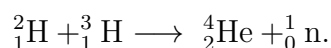
- a) Determine a frequência da radiação laser. Dê o resultado em tera-Hertz.
- b) Determine o comprimento de onda da radiação laser. Dê o resultado em micrómetros.
- c) Determine a região espectral (cor) da radiação emitida.

5.24) Presentemente na Terra, no urânio natural, as abundâncias relativas de ^{238}U e de ^{235}U são 99.27% e 0.72%, respectivamente, e os seus períodos de semivida são 4 510 e 703.8 milhões de anos. Assumindo que durante a formação da Terra os isótopos ^{238}U e ^{235}U foram criados em quantidades iguais, estime a idade da Terra.

5.25) A energia radiada pelo Sol por unidade de tempo é de 3.77×10^{26} W e o raio do Sol é 6.98×10^8 m. O raio do átomo/núcleo de hidrogénio é da ordem de 1.2 fm. Considere que 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 4.24×10^{-12} 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.

5.26) Considere a reacção nuclear de fusão



Antes e depois da reacção, o deutério, o trítio e o hélio estão em repouso. Determine a velocidade do neutrão depois da reacção. As massas dos isótopos são: $m({}^2_1\text{H}) = 2.0141$ u, $m({}^3_1\text{H}) = 3.0160$ u, $m({}^4_2\text{He}) = 4.0026$ u e $m({}^1_0\text{n}) = 1.0087$ u.

5.27) A galáxia mais próxima da Via Láctea é a galáxia anã designada por Cão Maior. A distância do Cão Maior ao Sol é de 25 000 anos-luz e a distância do Cão Maior ao centro da nossa galáxia, a Via Láctea, é de 42 000 anos-luz. Faça uma estimativa da intensidade da força de atracção entre o Cão Maior e o Sol e entre o Cão Maior e a Via Láctea. A massa do Sol é de 1.989×10^{30} kg, a massa da Via Láctea é da ordem de 2×10^{42} kg e a massa do Cão Maior é da ordem de 2×10^{39} kg.

Soluções: 5.1) $2.7 \mu\text{m}$. 5.2) 5749 K, 504 nm. 5.3) 0.07 Pascal, 1.5×10^{-6} Pascal (1.5×10^{-9} % da pressão atmosférica). 5.4) 1.6×10^{30} fótons/s, 8.8×10^{-12} Pa, 8.8×10^{-14} Pa. 5.5) 2×10^7 m. 5.6) (a) 48.4 J/s, (b) 36.8 °C, (c) $e = 0.83$. 5.7) 53 °C, 4 °C. 5.8) -18 °C. 5.9) 1.05×10^{-6} J. 5.10) 1.91 eV, 0.16 eV. 5.11) 1.4 eV, 339 THz. 5.12) 6.6×10^{-34} Js, 556 THz, 2.3 eV. 5.13) 1.59 – 3.10 eV. 5.14) 1233 THz, 243 nm; 991 THz, 303 nm; 1161 THz, 258 nm; 1088 THz, 276 nm. 5.15) 116 keV. 5.16) 2×10^{-12} m, 0.702 nm, 80°. 5.17) 30.2°. 5.18) $0.75c$, $0.66c$. 5.19) (a) 2.18×10^{-18} J, 91 nm, (b) 1.31×10^6 J, (c) 44 minutos. 5.20) 0.3 Å. 5.21) (a) 2.6×10^6 m/s, (b) $2.8 \mu\text{m}$. 5.22) 6×10^{-189} , 3×10^{-9} . 5.23) (a) 28.3 THz, (b) $10.6 \mu\text{m}$; c) infravermelho. 5.24) 5927 milhões de anos. 5.25) (a) 1.97×10^{71} átomos, 1.78×10^{38} , (b) 3.5×10^{25} anos. 5.26) $5.7 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$. 5.27) 4.7×10^{18} N, 1.7×10^{30} N.