

Série 3 de problemas de Física Geral I
2017/18

Introdução à Física Quântica

1. (Efeito fotoelétrico) Uma dada superfície de sódio é iluminada com uma luz (uma radiação) com um comprimento de onda (c.d.o.) de 300 nm. A energia de extracção electrónica para o sódio é de 2,46 eV. Determine:

- a)** A energia cinética dos electrões ejectados da superfície do sódio
b) O c.d.o. limite (ou frequência do limiar fotoelétrico – que é a frequência abaixo da qual não há efeito fotoelétrico).

c) A velocidade máxima do electrão nas condições do problema.

($h = 6,626 \times 10^{-34}$ J.s; $1\text{nm} = 1,0 \times 10^{-9}$ m; $c = 3 \times 10^8$ m/s; massa electrão = $9,1095 \times 10^{-31}$ kg; $1\text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J).

2. A energia de extracção electrónica para o potássio é de 2,2 eV. Quando radiação ultravioleta de comprimento de onda igual a 3500 Å (angstrom) ($1\text{Å} = 10^{-10}$ m) atinge a superfície de potássio qual deverá ser a energia máxima em eV dos electrões ejectados?

3. Calcule a energia e o momento linear de um fotão de c.d.o. igual a 700 nm.

4. (Efeito de Compton) Raios gama (ou radiação gama) com um c.d.o. de $\lambda_0 = 0,20$ nm são espalhados por um bloco de um dado material. Os raios gama difundidos são observados segundo um ângulo de 45° em relação à radiação incidente.

- a)** Calcule o c.d.o. dos raios gama difundidos segundo aquele ângulo.
b) Calcule a fracção de energia perdida pelo fotão (radiação gama) incidente nesta colisão.

5. Raios X de c.d.o. igual a 0,200 nm são espalhados depois de passarem através de um bloco de carbono. Se a radiação difundida for detectada segundo um ângulo de 60° com a direcção inicial do feixe de raios X, calcule:

- a)** A diferença entre os c.d.o. do feixe incidente e do feixe difundido.
b) A energia cinética do electrão difundido.

6. Um fotão de raios X com uma frequência de 3×10^{19} Hz colide com um electrão e é desviado de um ângulo de 90° . Determine a nova frequência do raio X desviado.

7. (Determinação da constante de Planck) Uma superfície de sódio perfeitamente limpa encontra-se numa câmara de vácuo e é iluminada por luz monocromática de vários c.d.o. Para diferentes c.d.o. obtiveram-se as energias cinéticas máximas dos electrões libertados, de acordo com a tabela seguinte:

c.d.o. (Å)	2536	2830	3039	3302	3663	4358
E_c (eV)	2,60	2,11	1,81	1,47	1,10	0,57

Determine o valor da constante de Planck.

8. Um fotão com um c.d.o. de 0,0016 nm é difundido por colisão com um electrão. Para que ângulo de difusão do fotão têm o electrão e o fotão difundidos a mesma energia?

9. (Série de Balmer do átomo de hidrogénio) A série de Balmer para o átomo de hidrogénio corresponde a transições electrónicas que terminam no número quântico $n=2$ (o número quântico n corresponde a um estado de energia com um dado valor; no caso do hidrogénio, $n=1$ corresponde a uma energia de $E_1 = -13,6$ eV, $n=2$ corresponde a uma energia de $E_2 = -3,4$ eV, $n=3$ corresponde a uma energia de $E_3 = -1,51$ eV, e assim sucessivamente até $n=\infty$, de acordo com o modelo do átomo de Bohr).

a) Calcule o c.d.o. e a energia do fotão resultante de uma transição do electrão do átomo de hidrogénio de $n=3$ para $n=2$ (que corresponde à transição de menor energia e, portanto, de maior c.d.o.).

b) Calcule o c.d.o. e a energia do fotão de menor c.d.o. (resultante de uma transição do electrão do átomo de hidrogénio de $n=\infty$ para $n=2$ e à transição de maior energia).

10. Qual o valor do número quântico n associado ao c.d.o. de 94,96 nm da série de Lyman para o átomo de hidrogénio?

11. Calcule os c.d.o. das três primeiras linhas da série de Lyman para o átomo de hidrogénio.

12. a) Calcule o c.d.o. mais pequeno para cada uma das seguintes séries espectrais do hidrogénio: Lyman, Balmer, Paschen e Brackett.

b) Calcule a energia (em eV) associada aos fotões produzidos em cada uma das transições das séries anteriores.

13. Qual o raio da primeira órbita do átomo de hidrogénio de acordo com o modelo atómico de Bohr (chamado raio de Bohr)? ($K=9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

14. Qual a energia associada ao electrão para o raio de Bohr (i.e., para $n=1$ ou a_0)?

15. Para o modelo de Bohr calcule a energia associada aos níveis orbitais $n=2$ e $n=3$.

16. Mostre que a energia para as órbitas para o átomo de hidrogénio segundo o modelo de Bohr é dado por:

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ eV}.$$

17. Mostre que a partir de $E_n = \frac{-2\pi^2 \cdot e^4 \cdot m \cdot K^2}{h^2 \cdot n^2}$ se pode obter $E_n = \frac{-K \cdot e^2}{2a_0} \cdot \left(\frac{1}{n^2}\right)$, onde

$$a_0 = \frac{\hbar^2}{mKe^2} \quad \text{e} \quad \hbar = \frac{h}{2\pi}.$$

18.

a) Para a série de Balmer calcule a energia de transição do nível $n=3$ para o nível $n=2$; calcule a energia correspondente ao fotão emitido durante a transição.

b) Calcule a energia para essa mesma transição utilizando o modelo do átomo de hidrogénio de Bohr.