

CAPÍTULO 7 – PROPRIEDADES CORPUSCULARES DA RADIAÇÃO – O FÓTON

(*) Capítulo 38 do Livro Texto

7ª LISTA DE EXERCÍCIOS

1 - Exercícios

1.1 - Luz absorvida como fótons: o efeito fotoelétrico

1- (Exercício 1 – Livro Texto) Um fóton de luz verde tem um comprimento de onda de 520 nm . Calcule a frequência do fóton, o módulo de seu momento linear e sua energia. Expresse a energia em joules e em elétrons-volt.

2- (Exercício 3 – Livro Texto) Uma fonte de luz de 75 W consome 75 W de potência elétrica. Suponha que toda essa energia se transfira para a luz emitida com 600 nm de comprimento de onda. (a) Calcule a frequência da luz emitida. (b) Quantos fótons por segundo a fonte emite? (c) As respostas aos itens (a) e (b) são iguais? A frequência da luz é a mesma coisa que o número de fótons emitidos por segundo? Explique!

3- (Exercício 4 – Livro Texto) Um laser usado para corrigir retinas descoladas emite luz com comprimento de onda igual a 652 nm através de pulsos que duram $20,0 \text{ ms}$. A potência média durante cada pulso é igual a $0,600 \text{ W}$. (a) Qual é a energia de cada pulso em joules? E em elétrons-volt? (b) Qual é a energia de um fóton em joules? E em elétrons-volt? (c) Quantos fótons são emitidos em cada pulso?

4- (Exercício 6 – Livro Texto) O comprimento de onda de corte para o efeito fotoelétrico em uma superfície de tungstênio é 272 nm . Calcule a energia cinética máxima dos elétrons emitidos por essa superfície de tungstênio quando ela é iluminada por uma radiação ultravioleta com frequência igual a $1,45 \times 10^{15} \text{ Hz}$. Expresse a resposta em elétrons-volt.

5- (Exercício 9 – Livro Texto) O Quando um feixe de luz ultravioleta de 400 nm incide sobre a superfície de um certo metal, a energia cinética máxima medida para os fotoelétrons emitidos é $1,10 \text{ eV}$. Qual é a energia cinética máxima dos fotoelétrons quando a luz com comprimento de onda de $300,0 \text{ nm}$ incide sobre a mesma superfície?

6- (Exercício 10 – Livro Texto) A função trabalho para o efeito fotoelétrico em uma superfície de potássio é $2,3 \text{ eV}$. Se uma luz com comprimento de onda igual a 190 nm incide sobre o potássio, calcule qual é: (a) o potencial de corte em volts; (b) a energia cinética em elétrons-volt dos elétrons emitidos com maior energia; (c) a velocidade desses elétrons.

1.2 - Luz emitida como fótons: a produção de raios X

7- (Exercício 14 – Livro Texto) (a) Qual é a diferença de potencial mínima entre o filamento e o alvo de um tubo de raios X para que o tubo possa produzir raios X com comprimento de onda igual a $0,150 \text{ nm}$? (b) Qual é o comprimento de onda mínimo dos raios X produzidos em um tubo de raios X submetido a $30,0 \text{ kV}$?

1.3 - Espalhamento da luz como fótons: espalhamento Compton e produção de par

8- (Exercício 17 – Livro Texto) Raios X com comprimentos de onda de $0,0665 \text{ nm}$ sofrem um espalhamento Compton. Qual é o maior comprimento de onda observado nos raios X espalhados? Em que ângulo de espalhamento esse comprimento de onda é observado?

9- (Exercício 19 – Livro Texto) Se um fóton com $0,04250 \text{ nm}$ de comprimento de onda se choca com um elétron livre e sofre um espalhamento que forma um ângulo de $35,0^\circ$ com sua direção original, calcule: (a) a variação no comprimento de onda desse fóton; (b) o comprimento de onda da luz espalhada; (c) a variação da energia do fóton (há uma perda ou um ganho?); (d) a energia ganha pelo elétron.

10- (Exercício 21 – Livro Texto) Os raios X com um comprimento de onda inicial de $0,900 \times 10^{-10} \text{ m}$ sofrem um espalhamento Compton. Para qual ângulo de espalhamento o comprimento de onda dos raios X espalhados é maior por $1,0\%$ que aquele dos raios X incidentes?

11- (Exercício 22 – Livro Texto) Um elétron e um pósitron estão se movendo um em direção ao outro e cada um tem velocidade $0,500c$ no ambiente de laboratório. (a) Qual é a energia cinética de cada partícula? (b) O e^+ e o e^- colidem de frente e se aniquilam. Qual é a energia produzida por cada fóton? (c) Qual é o comprimento de onda de cada fóton?

1.4 - Dualidade onda-partícula, probabilidade e incerteza

12- (Exercício 23 – Livro Texto) Um pulso ultracurto tem duração de $9,00 \text{ fs}$ ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) e produz luz a um comprimento de onda de 556 nm . Quais são o momento linear e a incerteza do momento linear de um único fóton no pulso?

13- (Exercício 25 – Livro Texto) Um laser produz luz com comprimento de onda de 625 nm em um pulso ultracurto. Qual é a duração mínima do pulso se a incerteza mínima na energia dos fótons for $1,0\%$?

2 - Problemas

14- (Exercício 26 – Livro Texto) Sabendo que a frequência média emitida por uma lâmpada incandescente de 120 W é $5,0 \times 10^{14}\text{ Hz}$ e que $10,0\%$ da potência de entrada é emitida como luz visível, aproximadamente quantos fótons por segundo da luz visível são emitidos? (b) A que distância da lâmpada isso corresponderia a $1,00 \times 10^{11}$ fótons da luz visível por cm^2 por segundo, se a luz fosse emitida igualmente em todas as direções?

15- (Exercício 29 – Livro Texto) Um fóton de raios X incidente com um comprimento de onda igual a $0,0900\text{ nm}$ é espalhado de volta no sentido oposto por um elétron livre que está inicialmente em repouso. (a) Qual é o módulo do momento linear do fóton espalhado? (b) Qual é a energia cinética do elétron depois que o fóton é espalhado?

16- (Exercício 35 – Livro Texto) Um fóton de comprimento de onda igual a $0,1100\text{ nm}$ colide com um elétron livre que está inicialmente em repouso. Depois da colisão, o comprimento de onda passa a ser $0,1132\text{ nm}$. (a) Qual é a energia cinética do elétron após a colisão? Qual é sua velocidade? (b) Caso o elétron seja subitamente contido (por exemplo, usando-se um alvo sólido), toda a sua energia cinética é empregada na criação de um fóton. Qual é o comprimento de onda do fóton?