

F107- Física para Biologia —Lista 2 - 1º Semestre de 2019

Esta área do curso tem os seguintes tópicos: interferência, difração, experimento de fenda simples e dupla,

1. (Cutnell, exemplo 1) Seja a luz vermelha, $\lambda = 660 \text{ nm}$ foi usada num experimento de dupla fenda com a largura da fenda de $a = 1,20 \times 10^{-4} \text{ m}$.

(a) Qual é o ângulo θ do primeiro mínimo?

Resposta

$$\theta = 0,95^\circ.$$

(b) Qual é o ângulo θ do terceiro mínimo?

Resposta

$$\theta = 2,85^\circ.$$

2. Agora faça para microondas, com $\lambda = 2,00 \times 10^{-4} \text{ m}$.

(a) Qual é o ângulo θ do primeiro mínimo?

Resposta

Neste caso não é possível ter interferência pois o comprimento de onda, λ é maior do que a largura da fenda, a .

3. (Duran) Luz vermelha de $\lambda = 700 \text{ nm}$ tem difração por uma fenda horizontal de largura de $1,4 \mu \text{ m}$.

(a) Qual deve a frequência de uma luz sonora para sofrer a mesma difração quando atravessa uma porta de 1 m de largura? A velocidade da luz sonora é de 343 m/s .

Resposta

$$\lambda = 0,5 \text{ m e } f = 686 \text{ Hz}.$$

4. (Giancoli página 670) Seja uma dupla fenda com separação de $d = 0,1 \text{ mm}$ e está localizado a $L = 1,20 \text{ m}$ de uma tela. Luz de comprimento de onda de $\lambda = 500 \text{ nm}$ incide nesta fenda.

(a) Qual é o ângulo, θ_1 , entre o máximo central e o primeiro mínimo?

Resposta

$$\theta_1 = 5,00 \times 10^{-3}$$

(b) Assuma dado que a distância entre o máximo central e o primeiro mínimo é dado por $x_1 \sim L\theta_1$, onde θ_1 é o ângulo calculado no item anterior. Qual é esta distância?

Resposta

$$x_1 \sim 6,00 \text{ mm.}$$

(c) Qual é o ângulo, θ_2 entre o máximo central e o segundo mínimo? Assuma dado que a distância entre o máximo central e o segundo mínimo é dado por $x_2 \sim L\theta_2$, onde θ é o ângulo calculado neste item. Qual é esta distância?

Resposta

$$\theta_2 = 10,0 \times 10^{-3} \quad x_2 \sim 12,0 \text{ mm.}$$

(d) Imagina agora que a tela plana é colocada a 10 m de distância. Qual é o ângulo, θ_1 , entre o máximo central e o primeiro mínimo para este caso? Assuma dado que a distância entre o máximo central e o primeiro mínimo é dado por $x_1 \sim L\theta_1$, onde θ_1 é o ângulo calculado no item anterior. Qual é esta distância para este caso?

Resposta

$$\theta_1 = 5,00 \times 10^{-3} \quad x_1 \sim 60,0 \text{ mm.}$$

5. A Figura 1 mostra o padrão de difração de uma luz no lado esquerdo e no lado direito a geometria do problema. A luz tem comprimento de onda de $\lambda = 410 \text{ nm}$. A luz passa através de uma fenda numa tela plana que é localizado 0.40 m (Veja o diagrama do lado direito na Figura 1). A distância entre o ponto médio da franja central e o primeira franja escura é chamado de y . A largura da fenda é chamada de a .

(a) Determine a localização da primeira franja escura se $a = 5,0 \times 10^{-6} \text{ m}$.

Resposta

Está em $\theta = 4,7^\circ$.

(b) Determine a localização da primeira franja escura se $a = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}$.

Resposta

Está em $\theta = 9,4^\circ$.

(c) O que aconteceu quando diminui a largura da fenda? O máximo central se esparrama ou se concentra?

Resposta

Como o ângulo aumenta a franja central ou máximo central se alargou.

| | | |
|-------|-------------|-------------|
| | λ_1 | λ_2 |
| d_1 | | |
| d_2 | | |

Tabela 1: Tabela para preencher.

6. Seja a Figura 2 que mostra duas fendas com larguras d_1 e d_2 e a luz com dois diferentes comprimentos de onda λ_1 e λ_2 .

(a) No caso das fendas, se a luz tem comprimento de onda λ_1 , se primeiro a luz passa pela fenda d_1 ou pela fenda d_2 . Comparando dois casos qual a separação entre o máximo central e o primeiro mínimo é maior ou menor?

(b) No caso das fendas, se a luz a luz passa pela fenda d_1 . Comparando o caso que o comprimento de onda é λ_1 ou λ_2 em qual destes a separação entre o máximo central e o primeiro mínimo é maior ou menor?

7. Seja a Figura 3 que mostra uma luz branca passando por um duas fendas (chamado experimento de Young). A Figura 3 mostra uma fotografia que ilustra as franjas de interferência (série de máximos e mínimos) quando a luz branca, que é uma mistura de todas as cores, passa numa dupla fenda. O resultado é uma franja central branca (primeiro máximo) e as franjas laterais sendo coloridas.

(a) Porquê a dupla fendas separam a luz?

Resposta Como a interferência depende do comprimento de onda, diferentes comprimentos iram ter diferentes máximos e mínimos.

(b) Porque o vermelho está mais afastado do que o verde na Figura? O comprimento de onda da cor vermelho é $\lambda = 660 \text{ nm}$ e a cor verde é $\lambda = 550 \text{ nm}$. Se diminuirmos o comprimento de onda, diminui o ângulo θ do primeiro mínimo, portanto ondas com menor comprimento de onda são mais centrais. Lembre que existem infinitas franjas.

8. (Giancoli, página 677) Uma grade difração incide uma luz de $\lambda = 400 \text{ nm}$ e de $\lambda = 700 \text{ nm}$. A grade de difração tem uma grade de 10.000 linhas por cm.

(a) Qual é a distância entre as fendas?

Resposta A distância entre as fendas é dado por $d=1/N$ onde

N é o número de linhas por m . A distância neste caso é de $1,00 \times 10^{-6} m = 1\mu m$. Veja a Figura 4.

(b) Qual é a posição do primeiro máximo?

Resposta

$\sin \theta \sim 0,4$ para $\lambda = 400 \text{ nm}$ e $\sin \theta \sim 0,7$ para $\lambda = 700 \text{ nm}$.

(b) Qual é a posição do segundo máximo? Compare a Figura 4.

Resposta

$\sin \theta \sim 0,8$ para $\lambda = 400 \text{ nm}$ e $\sin \theta \sim 1,4$ para $\lambda = 700 \text{ nm}$.

Como no segundo caso o seno do ângulo é maior do que 1, e isto não é possível não existe o segundo máximo para este comprimento de onda.

9. (Giancoli, seção 24-7) Seja a Figura 5 que mostra uma luz passando por uma grade de difração e sendo observada a um certo ângulo θ por um telescópio. Este aparelho móvel ;e o espectrometro.

(a) Seja o espectro observado por um espectrometro de um gás aquecido e pouco denso. O resultado é mostrado na primeira, segunda e terceira coluna aparecem as linhas *discretas* dos elementos químicos, respectivamente hidrôgênio, mercúrio e sódio.

(b) No sol, está n formato gasoso e num meio muito denso. Neste caso aparece o espectro contínuo mostrado na quarta coluna. Os pontos negros no espectro do sol são luz de um dado elemento que foi absorvido na atmosfera do sol e não chega até nós. De forma qualitativa quais são os elementos presentes no sol ?

10. (Giancoli, exemplo 27-1) Na Figura 7, vemos a intensidade da luz em função do comprimento.

(a) Assuma que o espectro do Sol tenha o máximo na região do visível, então qual é a temperatura do sol?

Resposta

$T=6000 \text{ K}$

(b) Seja uma estrela cuja temperatura seja de 32.500 K . O máximo de intensidade ocorre quando $\lambda_{\max} T = 2.90 \times 10^{-3} \text{ mK}$. Qual será o comprimento de onda corresponde desta estrela? Qual seria a cor desta estrela?

Resposta:

$\lambda = 89,2 \text{ nm}$ que seria ultra-violeta.

Efeitos Quânticos : Efeito compton, fotoelétrico: a introdução de fótons.

11. Fótons de uma lâmpada. Uma lâmpada de 60 J/s , i.e. que emite 60 J de energia em 1 s . A energia elétrica da corrente é convertida em luz, com uma eficiência de 2.1% , i.e. apenas 2.1% da energia é realmente aproveitada. Assuma que esta lâmpada só emita luz verde, $\lambda = 555 \text{ nm}$.

(a) Calcule a energia do fóton usando a fórmula de Planck, $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$, é dado que $h = 6.63 \times 10^{-24} \text{ J}$.

Resposta:

Usando a fórmula de Planck, $E = \frac{hc}{\lambda}$, $E = 3,58 \times 10^{-19} \text{ J}$

(b) Qual é a energia realmente usada?

Resposta:

A energia usada é $60 \text{ J/s} \times (2.1 \times 10^{-2}) = 1.3 \text{ J/s}$.

(c) Quantos fótons tem neste lâmpada?

Se a energia total disponível é de 1.3 J/s e cada fóton de comprimento de onda verde tem $E = 3,58 \times 10^{-19}$, então teremos

$$N_{\text{fotons}} = \frac{\text{Energia}}{E_{\text{foton}}} = \frac{1.3}{3,58 \times 10^{-19}} = 3,6 \times 10^{14} \text{ fótons/s.}$$

12. (Giancoli, exemplo 27-7) Na fotossíntese pigmentos tais como clorofila em plantas absorvem a energia do sol para transformar o gás carbônico CO_2 em carboidrato útil para as plantas. Se achou que 9 fótons são necessários para transformar uma molécula de gás carbônico em carboidratos e oxigênio O_2 . Assuma que a luz tenha comprimento de onda $\lambda = 670 \text{ nm}$ (clorofila absorve mais fortemente para comprimentos de onda entre 650 a 700 nm). Cada molécula de gás carbônico tem 4.9 eV . $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

(a) Qual é a energia de um fóton com este comprimento de onda? E de 9 fótons?

Resposta

$E = 2,7 \times 10^{-18} \text{ J} = 17 \text{ eV}$ para os nove fótons.

(b) Se temos $4,9 \text{ eV}$ de energia da molécula de gás carbônico qual é a eficiência deste processo de fotossíntese? A eficiência é

de $\frac{4,9}{19} = 29\%$. Em outras palavras 29% da energia disponível é usada neste processo.

13. Na Figura 8 qual caso (a) ou (b) corresponde ao que ocorre com elétrons? No caso (a) não ocorre difração e no caso (b) ocorre difração.

Resposta Se elétrons são partículas então não existe interferência ou difração, se são ondas então existe interferência ou difração. Então deveremos ter o caso (a).

14. No experimento fotoelétrico temos emissão de elétrons se a energia dos fótons é maior do que a chamada função trabalho. A função trabalho, o nome vem da história do experimento, é de 2,28 eV para o elemento sódio.

(a) Imagine que incida fótons de comprimento de onda de 410 nm, qual a energia destes fótons? É maior ou menor do que a função trabalho ?

Resposta A energia é de 3,03 eV.

(b) Imagine que incida fótons de comprimento de onda de 550 nm, qual a energia destes fótons? É maior ou menor do que a função trabalho ?

Resposta A energia é de 2,26 eV.

(c) Em qual dos dois casos será emitido elétrons?

Resposta Apenas no primeiro caso, pois no segundo o fóton tem energia menor do que a função trabalho.

15. No experimento de Compton, veja Figura 9, um fóton de comprimento λ colide com o alvo, e sai com um comprimento λ' .

(a) Raios X de 0,14 nm incidem em carbono e aparecem comprimentos de onda de 0,142 e 0,145 nm para diferentes ângulos. Calcule a energia do fóton inicial e fótons medidos após a colisão. A energia dos fótons medidos após a colisão aumentou ou diminuiu em relação ao fóton inicial? Como se pode explicar este comportamento por efeitos ondulatórios?

Resposta Energia do fóton inicial de 227 eV, energia dos fótons após a colisão, 224 e 219 eV. Parte da energia do fóton inicial foi transferida. Se isto fosse interferência ou difração a energia seria igual. Portanto não podemos explicar por efeitos de interferência ou difração, uma maneira de entender é pensar que a luz esta sendo espalhada como na sinuca pelo elétron.

16.

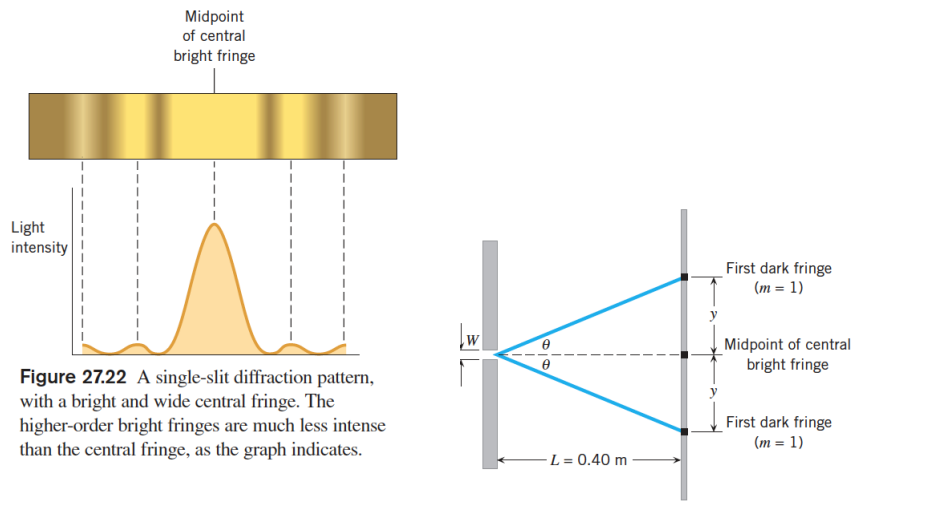


Figura 1: Difração por uma fenda simples do Cutnell e Johnson. Veja as franjas claras e escuras.

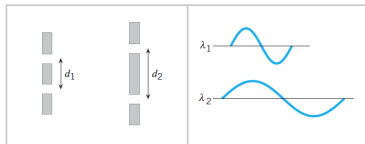


Figura 2: Difração para diferentes aberturas e diferentes comprimentos de onda.

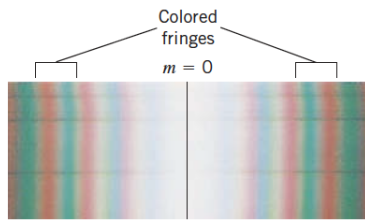


Figure 27.8 This photograph shows the results observed on the screen in one version of Young's experiment in which white light (a mixture of all colors) is used. (© Andy Washnik)

Figura 3: Dupla fenda com luz branca.

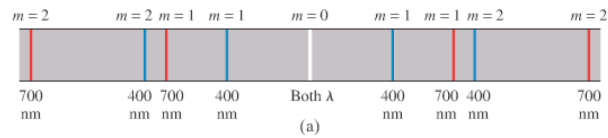


Figura 4: Dupla fenda com luz com dois comprimentos de onda.

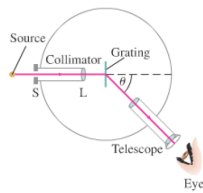


Figura 5: Espectrometro.

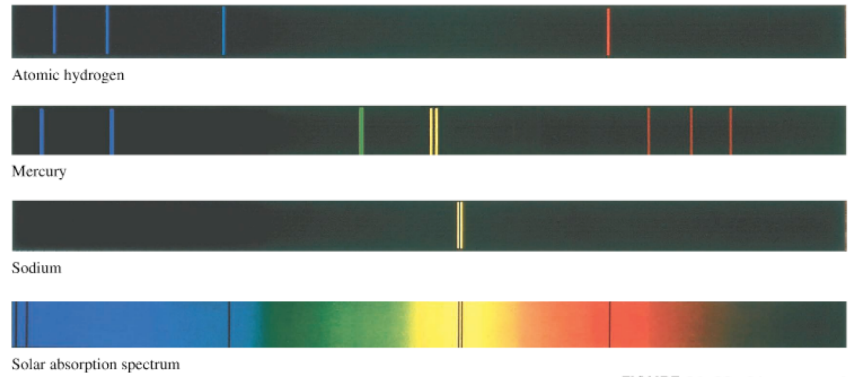


FIGURE 24-28 Line spectra for

Figura 6: Espectro de elementos químicos e do Sol.

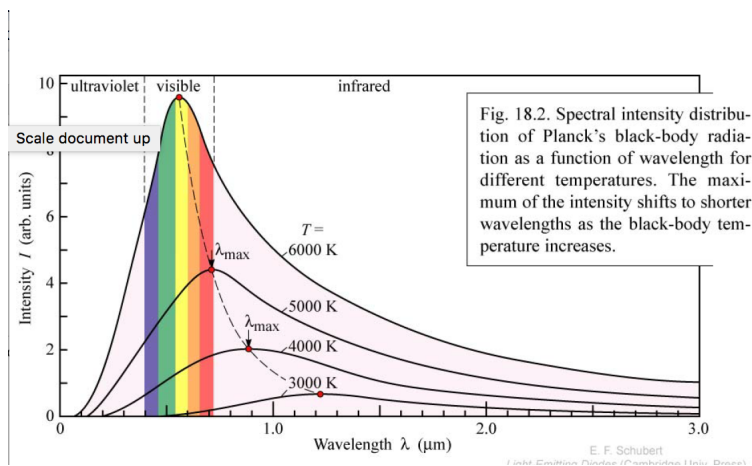


Figura 7: Intensidade do espectro em função do comprimento de onda..

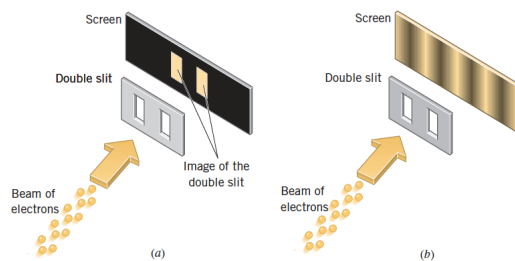
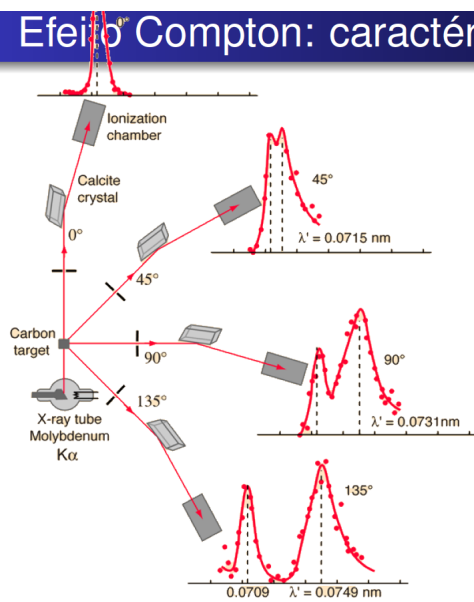


Figura 8: Electrons e luz se chocando em dupla fenda.

Efeito Compton: carácter corpuscular



Mudança no comprimento de onda:

$$\lambda_{\text{final}} > \lambda_{\text{inicial}} \rightarrow E_{\text{final}} < E_{\text{inicial}}$$

Figura 9: Espalhamento compton, dependendo do ângulo aparecem dois comprimentos de onda.