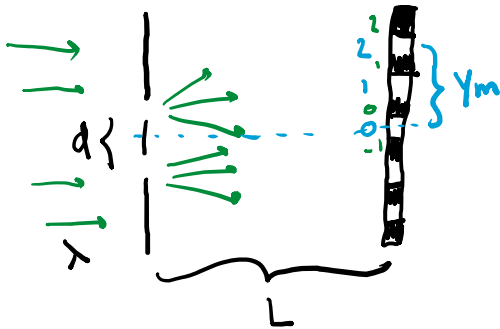


Óptica física

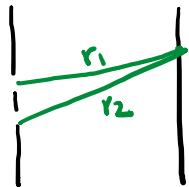
• Experimento de doble rendija



Tomamos $L \gg d$

Zonas iluminadas: máximos
→ interferencia constructiva

Zonas oscuras: mínimos
→ interferencia destructiva



$$\Delta r = |r_2 - r_1| = \begin{cases} m\lambda & \text{máximo} \\ (m + \frac{1}{2})\lambda & \text{mínimo} \end{cases}$$

$m = 0, 1, -1, 2, -2$
↳ orden del máximo/mínimo

$$y_m = \begin{cases} \frac{Lm\lambda}{d} & \text{máximo} \\ \frac{L(m + \frac{1}{2})\lambda}{d} & \text{mínimo} \end{cases}$$

6.1.2- En un patrón de interferencia de doble rendija, la distancia entre el primer mínimo y el décimo es de 18 mm. Si la distancia entre las dos rendijas es de 0,15 mm y la pantalla está a 50 cm de las mismas, ¿cuál es la longitud de onda de la luz incidente?

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m} \quad L \gg d$$

$$d = 0,15 \text{ mm} = 0,15 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$y_{10} - y_1 = 18 \text{ mm} = 18 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$y_{10} = \frac{L(10 + \frac{1}{2})\lambda}{d} = \frac{21L\lambda}{2d}$$

$$10 + \frac{1}{2} = \frac{20 + 1}{2} = \frac{21}{2}$$

$$y_1 = \frac{L(1 + \frac{1}{2})\lambda}{d} = \frac{3L\lambda}{2d}$$

$$y_{10} - y_1 = \frac{21L\lambda}{2d} - \frac{3L\lambda}{2d} = \frac{18L\lambda}{2d} = \frac{9L\lambda}{d} = 18 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$y_{10} - y_1 = \frac{21L\lambda}{2d} - \frac{3L\lambda}{2d} = \frac{18L\lambda}{2d} = \frac{9L\lambda}{d} = 18 \times 10^{-3} \text{ m}$$

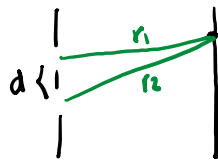
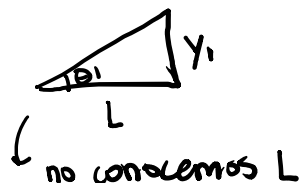
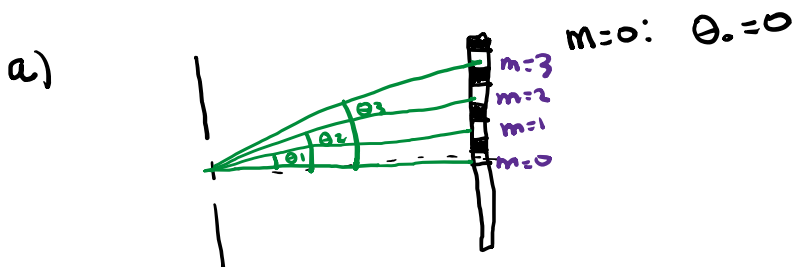
$$\rightarrow \lambda = \frac{18 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot d}{9L} = \frac{18 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 0,15 \times 10^{-3} \text{ m}}{9 \cdot 0,5} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

✓
Naranja

6.1.5- Un estudiante monta un experimento de doble rendija con luz monocromática que tiene longitud de onda λ . La distancia entre las rendijas es igual a 25λ .

- a) Encuentre los ángulos a los cuales ocurren los máximos $m = 1, 2$ y 3 sobre la pantalla de visualización.
b) ¿A qué ángulos ocurren las primeras tres franjas oscuras?
c) ¿Por qué las respuestas están tan equitativamente espaciadas? ¿El espaciamiento es equitativo para todos los órdenes?

$$\lambda, d = 25\lambda$$



$$\Delta r = |r_2 - r_1| \sim d \sin \theta$$

si θ es chico $\leftrightarrow L \gg d$

Máximos: $\Delta r = m\lambda = d \sin \theta$

$$\rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{m\lambda}{d}\right)$$

• $\theta_0 = 0$

• $\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{25\lambda}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1}{25}\right) = 2,3^\circ$

• $\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{2\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{2\lambda}{25\lambda}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{2}{25}\right) = 4,6^\circ$

• $\theta_3 = \sin^{-1}\left(\frac{3\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{3}{25}\right) = 6,9^\circ$

) $4,6 - 2,3 = 2,3$

) $6,9 - 4,6 = 2,3$

b) Mínimos: $\Delta r = (m + \frac{1}{2})\lambda = d \sin \theta \rightarrow \theta = \sin^{-1} \left(\frac{(m + \frac{1}{2})\lambda}{d} \right)$

$\theta_0 = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{1}{2} \lambda}{d} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{25}}{1} \right) = 1,1^\circ$

$\theta_1 = \sin^{-1} \left(\frac{(1 + \frac{1}{2}) \lambda}{d} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{25}}{1} \right) = 3,4^\circ$

$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{(2 + \frac{1}{2}) \lambda}{d} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{5}{2} \cdot \frac{1}{25}}{1} \right) = 5,7^\circ$

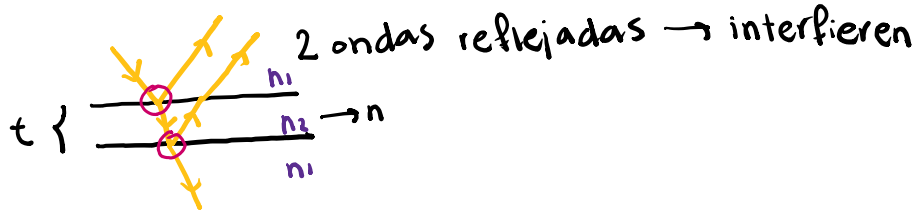
$) 3,4 - 1,1 = 2,3$

$) 5,7 - 3,4 = 2,3$

c) Asumimos θ chicos: $\sin \theta \sim \theta$

Para ángulos grandes no funciona

• Interferencia en películas delgadas $\rightarrow \lambda \sim t \sim \text{espesor}$



Cambios de fase: si $n_1 > n_2$, no hay cambio de fase (en la reflexión) si $n_1 < n_2$, hay cambio de fase de 180°

• si $\phi = 0^\circ \text{ o } 360^\circ \rightarrow$ máximos si $2tn = m\lambda$ $m = 0, 1, 2, 3 \dots$
 $\rightarrow$ mínimos si $2tn = (m + \frac{1}{2})\lambda$

• si $\phi = 180^\circ \rightarrow$ máximos si $2tn = (m + \frac{1}{2})\lambda$
 $\rightarrow$ mínimos si $2tn = m\lambda$

6.1.6- Una película de índice de refracción 1,33 y espesor 320 nm está suspendida en el aire. Si luz blanca incide normalmente sobre ella, ¿qué color tendrá la luz reflejada?

Rangos aproximados de longitud de onda para el espectro visible: $\lambda_{\text{violeta}} = 380-430\text{nm}$, $\lambda_{\text{añil}} = 430-450\text{nm}$, $\lambda_{\text{azul}} = 450-500\text{nm}$, $\lambda_{\text{celeste}} = 500-520\text{nm}$, $\lambda_{\text{verde}} = 520-565\text{nm}$, $\lambda_{\text{amarillo}} = 565-590\text{nm}$, $\lambda_{\text{naranja}} = 590-625\text{nm}$, $\lambda_{\text{rojo}} = 625-780\text{nm}$.

$n_1 = 1$

$n_2 = 1,33$

$t = 320\text{ nm}$

$n_1 < n_2 \rightarrow \phi = 180^\circ$

máximos $\rightarrow$ luz visible

mínimos $\rightarrow$ no visibles

Espectro visible:

380 - 780 nm

$$\text{Máximos: } 2tn = (m + \frac{1}{2})\lambda \leadsto \lambda = \frac{2tn}{m + \frac{1}{2}}$$

m	λ
0	1702 nm X no visible
1	567 nm Amarillo
2	340 nm X no visible

$$\lambda_0 = \frac{2tn}{(1/2)} = \frac{2 \cdot 320 \text{ nm} \cdot 1.33}{(1/2)} = 1702 \text{ nm}$$

$$\lambda_1 = \frac{2tn}{3/2} = 567 \text{ nm}$$

6.1.10- Examen agosto 2024- Una película delgada de índice de refracción $n = 1,50$ está rodeada de aire. Se ilumina normalmente con luz blanca y se observa por reflexión. El análisis de luz reflejada resultante muestra que las únicas longitudes de onda que se han perdido son las de 450 y 600 nm. Es decir que en el caso de estas longitudes de onda existe interferencia destructiva. ¿Qué colores correspondientes al rango visible serán las más brillantes en el diagrama de interferencia reflejado? Rangos aproximados de longitud de onda para el espectro visible: $\lambda_{\text{violeta}}=380-430 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{añil}}=430-450 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{azul}}=450-520 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{verde}}=520-565 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{amarillo}}=565-590 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{naranja}}=590-625 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{rojo}}=625-780 \text{ nm}$.

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 1,50$$

$$\text{Mínimos: } 450 \text{ nm y } 600 \text{ nm}$$

$$n_1 < n_2 \rightarrow \phi = 180^\circ$$

$$\begin{array}{l} \text{Mínimos: } 2tn = m\lambda \\ \lambda_1 = 450 \text{ nm} \\ \lambda_2 = 600 \text{ nm} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 2tn = m_1 \lambda_1 \\ 2tn = m_2 \lambda_2 \end{array} \right\} \quad m_1 \lambda_1 = m_2 \lambda_2$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{450}{600} = \frac{3}{4} \leadsto \begin{array}{l} m_2 = 3 \\ m_1 = 4 \end{array}$$

$$\rightarrow \underline{2tn} = m_1 \lambda_1 = 4 \cdot 450 \text{ nm} = \underline{1800 \text{ nm}}$$

$$\text{Máximos: } 2tn = (m + \frac{1}{2})\lambda = 1800 \text{ nm}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{1800 \text{ nm}}{m + \frac{1}{2}}$$

m	λ
0	3600 nm X
1	1200 nm X
2	720 nm rojo
3	514 nm azul
4	400 nm violeta
5	327 nm X

Física moderna

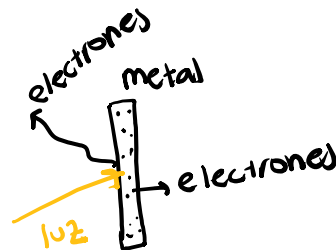
• Efecto fotoeléctrico

- Fotones: $m=0$, $v=c$

$$E = hf \rightarrow \text{frecuencia (onda)}$$

↓
cte de Planck

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$



$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
velocidad de la luz en el vacío

$$v = \lambda f = c$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{energía de un fotón}$$

- Electrón $K = \frac{mv^2}{2}$, $p = mv$ momento lineal

$$= \frac{p^2}{2m}$$

$$K_{\max} = eV_s \rightarrow \text{potencial de frenado} \quad \rightarrow \text{energía del electrón}$$

- Metal: ϕ función trabajo $\rightarrow$ energía mínima para que ocurra ef. fotoeléctrico

$$F = K_{\max} + \phi$$

$$E = K_{\max} + \phi$$

- Partículas tienen longitud de onda de De Broglie λ_B

$$\lambda_B = \frac{h}{p}$$

6.2.9- Examen agosto 2023- Si los fotoelectrones más rápidos eyectados de una placa de litio, cuya función de trabajo vale 2,93 eV, tienen una longitud de onda de De Broglie de $1,567 \times 10^{-9}$ m; ¿cuánto vale la longitud de onda de la radiación que incide sobre la placa y origina el efecto fotoeléctrico?



$$\phi = 2,93 \text{ eV}$$

$$\lambda_B = 1,567 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$p = \frac{h}{\lambda_B} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{1,567 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4,23 \times 10^{-25} \text{ kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K_{\max} = \frac{p^2}{2m} = \frac{(4,23 \times 10^{-25} \text{ kg}\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 9,8 \times 10^{-20} \text{ J}$$

↓
electrón

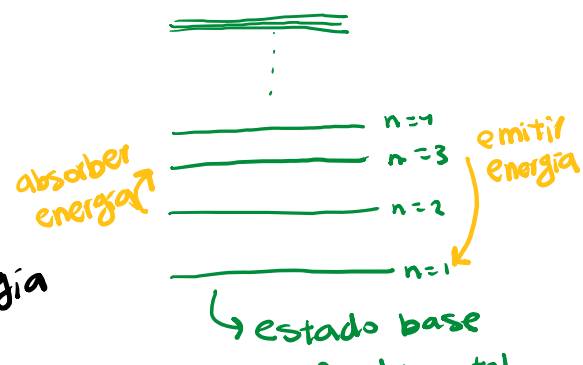
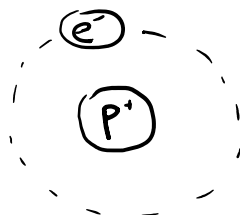
$$E = K_{\max} + \phi = 9,8 \times 10^{-20} \text{ J} + 4,69 \times 10^{-19} \text{ J} = 5,67 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{ch}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{ch}{E} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

- Modelo de Bohr:

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

$n = 1, 2, 3, \dots \rightarrow$ niveles de energía



$n=1, 2, 3, \dots \rightarrow$ niveles de energía

$n=1$
 $\rightarrow$ estado base
o fundamental

Cambio de energía: $f = \frac{\Delta E}{h}$
 $\swarrow$ frecuencia del fotón absorbido/emitido
 $\searrow$ diferencia de energía entre los niveles

6.2.4- De acuerdo al modelo de Bohr, la energía de un átomo de hidrógeno, expresada en electrón-volt vale: $E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$,

donde n es un número entero que identifica el nivel de energía.

¿Cuánto debe valer la longitud de onda del fotón que se necesita para excitar el electrón del hidrógeno desde el estado base ($n=1$) hasta el nivel $n=3$?

$$1 \rightarrow 3$$

$$E_1 = -13,6 \text{ eV} = -2,2 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_3 = -\frac{13,6 \text{ eV}}{3^2} = -1,5 \text{ eV} = -2,4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = |E_1 - E_3| = 12,1 \text{ eV} = 1,936 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{c}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{ch}{\Delta E} = 1,03 \times 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{103 \text{ nm}}}$$