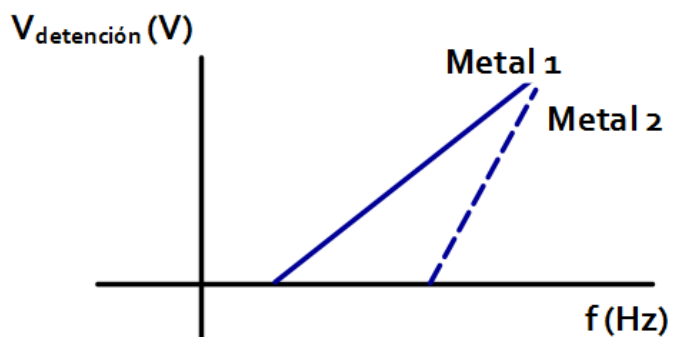
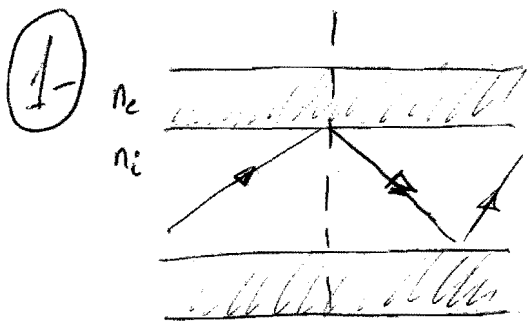


Nombre:

Apellidos:

- Un rayo de luz cuya longitud de onda en el vacío es  $\lambda = 5,9 \cdot 10^{-7}$  m se propaga por el interior de una fibra óptica de índice de refracción  $n_i = 1,5$ . Si la fibra óptica tiene un recubrimiento exterior cuyo índice de refracción es  $n_e = 1,0$ , determine: **(3p)**
  - La velocidad de propagación y la longitud de onda del rayo en el interior de la fibra óptica.
  - El ángulo de incidencia mínimo en la pared interna de la fibra para que el rayo que incida sobre ella no salga a la capa externa.
  - Si el ángulo de incidencia es la mitad que el calculado en el apartado b; ¿qué ocurrirá con el rayo de luz?  
*Dato: Velocidad de la luz en el vacío =  $3,00 \times 10^8$  m/s.*
- Un objeto de 4 cm de altura se sitúa a 6 cm por delante de la superficie cóncava de un espejo esférico. Si la imagen obtenida tiene 10 cm de altura, es positiva y virtual: **(3p)**
  - ¿Cuál es la distancia focal del espejo?
  - Realiza un diagrama de rayos del sistema descrito.
  - Si sustituimos el espejo esférico por otro con la distancia radial opuesta al anterior, ¿qué naturaleza tendrá la imagen proyectada? ¿a qué distancia del espejo se formará?
- La energía total de un protón es tres veces su energía en reposo. **(3p)**
  - ¿Cuál es la energía en reposo del protón?
  - ¿Cuál es la velocidad del protón?
  - ¿Cuál es la energía cinética del protón?  
*Nota: Expresa las energías en MeV.*  
*Dato: Masa en reposo del protón =  $1,67 \times 10^{-27}$  kg.*
- Razona si es posible obtener las siguientes gráficas al realizar con dos metales diferentes una experiencia de efecto fotoeléctrico. **(1p)**





a) El índice de refracción absoluto se define:

$$n = \frac{c}{v} \text{ y la velocidad de propagación de la luz:}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

En el interior de la fibra óptica:

$$v_i = \frac{c}{n_i} = \frac{300 \cdot 10^8}{1,5} = 2,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$n_i = 1,5$$

$$n_e = 1,0$$

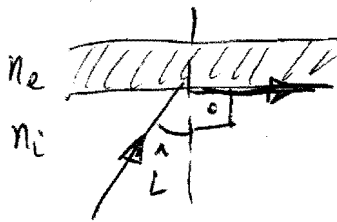
$$\lambda_0 = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

La frecuencia no varía al cambiar de medio:

$$n_i = \frac{\lambda_0 \cdot f}{\lambda_i \cdot f} \Rightarrow \lambda_i = \frac{\lambda_0}{n_i} = \frac{5,9 \cdot 10^{-7}}{1,5} = 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b) El rayo no saldrá a la capa externa si se produce el fenómeno de reflexión total, como ángulo límite es:



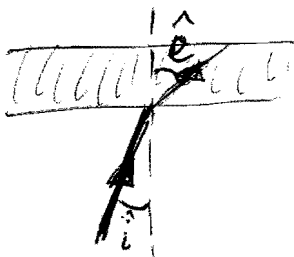
ley de Snell:

$$n_i \cdot \text{sen } \hat{i} = n_e \cdot \text{sen } \hat{e}$$

$$\text{Si } \hat{e} = 90^\circ \Rightarrow n_i \cdot \text{sen } \hat{L} = n_e \cdot \text{sen } 90^\circ$$

$$\text{sen } \hat{L} = \frac{n_e}{n_i} = \frac{1,0}{1,5} = 0,67 \Rightarrow \hat{L} = 42,8^\circ$$

c) Si  $\hat{i} = \frac{\hat{L}}{2} = 21^\circ \Rightarrow$  entonces habrá refracción de



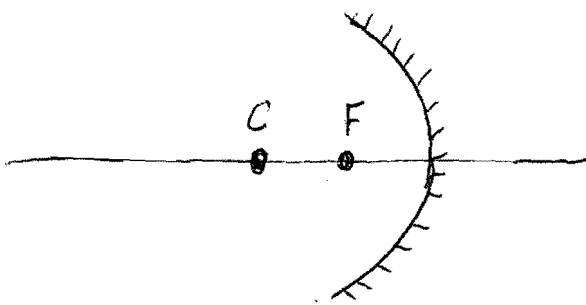
la luz desde el medio interior al recubrimiento exterior con la consiguiente pérdida de energía:

$$n_i \cdot \text{sen } \hat{i} = n_e \cdot \text{sen } \hat{e}$$

$$\text{sen } \hat{e} = \frac{n_i}{n_e} \text{sen } \hat{i} = \frac{1,5}{1,0} \cdot \text{sen } 21^\circ = 0,54$$

$$\hat{e} = 33^\circ$$

2



$$Y_1 = 4 \text{ cm}$$

$$S_1 = -6 \text{ cm}$$

$$Y_2 = 10 \text{ cm (virtual)}$$

a) LA ECUACIÓN PARAXIAL PARA ESPEJOS ESFÉRICOS:

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_1}} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{S_2} - \frac{1}{6}$$

EL AUMENTO LATERAL:

$$\boxed{A_L = \frac{Y_2}{Y_1} = -\frac{S_2}{S_1}}$$

$$\frac{10}{4} = -\frac{S_2}{-6}$$

$$\downarrow$$

$$\boxed{S_2 = \frac{6}{4} \cdot 10 = 15 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{15} - \frac{1}{6} = \frac{2-5}{30} = -\frac{1}{10}$$

$$\downarrow$$

$$\boxed{f = -10 \text{ cm}} \Rightarrow \boxed{r = 2f = -20 \text{ cm}}$$

b)

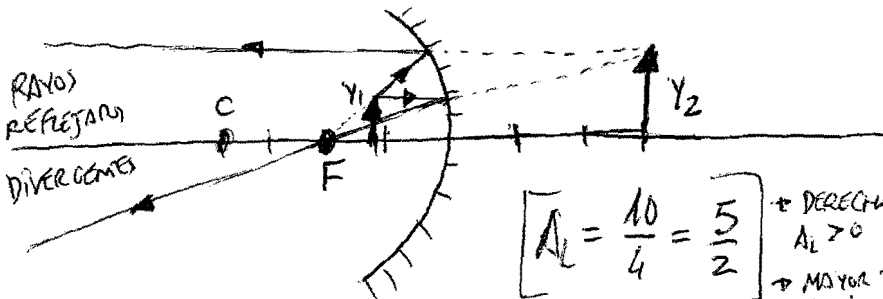


IMAGEN VIRTUAL FORMADA POR LA INTERSECCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DE LOS RAYOS REFLEJADOS.

$$\boxed{A_L = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}}$$

→ DERECHA  $A_L > 0$   
→ MAYOR TAM.  $|A_L| > 1$

c)

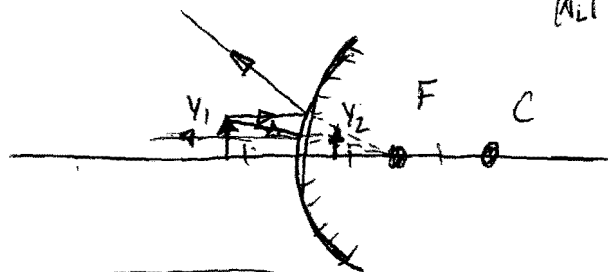


IMAGEN VIRTUAL, DERECHA Y MENOR TAMAÑO

$$r' = -r = 20 \text{ cm}$$

SE TRATA DE UN ESPEJO CONVEXO.

↓

$$f' = \frac{r'}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_1}} \Rightarrow \frac{1}{S_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{S_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{6} = \frac{3+5}{30} = \frac{4}{15}$$

$$\boxed{S_2 = \frac{15}{4} \text{ cm} = 3,75 \text{ cm}}$$

$$\boxed{A_L = \frac{Y_2}{Y_1} = -\frac{S_2}{S_1} = \frac{15/4}{6} = \frac{5}{8}}$$

3

$$E_{TOT} = 3E_0$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

a) LA ENERGÍA TOTAL RELATIVISTA VIENE DADA POR LA EXPRESIÓN:

$$E_{TOT} = m c^2 = \gamma m_0 c^2$$

LA ENERGÍA EN REPOSO:

$$E_0 = m_0 c^2 = 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

COMPARANDO:

$$E_0 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 940 \text{ MeV}$$

b) COMPARANDO AMBAS EXPRESIONES:

$$E_{TOT} = \gamma m_0 c^2 = 3E_0 = 3m_0 c^2$$

$$\gamma = 3 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{9}$$

$$v^2 = \frac{9-1}{9} c^2 = \frac{8}{9} c^2$$

$$0,94c = v = \frac{2}{3} \sqrt{2} c = 2,8 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

LÍMITE RELATIVISTA  $v \approx c$

c) LA ENERGÍA CINÉTICA RELATIVISTA:

$$E_c = E_{TOT} - E_0 = (\gamma - 1) m_0 c^2 = 2m_0 c^2 = 2 \cdot 940 = 1880 \text{ eV}$$

NO LO EXPLICA YA QUE:

EL EFECTO FOTOELÉCTRICO → EXPLICA LA EXTRACCIÓN DE  $e^-$  DE PAJOS METÁLICOS MEDIANTE EL CONCEPTO DE FOTÓN:

$$E_c = hf - W$$

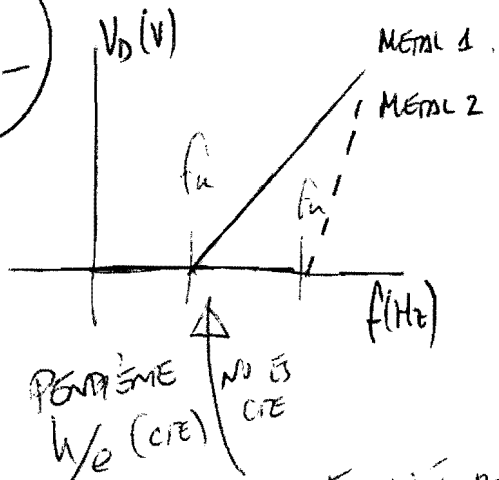
EL POTENCIAL DE RETENCIÓN:

$$eV_0 = E_{c\text{máx}}$$

$$eV_0 = hf - W_0$$

$$V_0 = \frac{h}{e} f - \frac{W_0}{e}$$

4



Ecuación de una recta