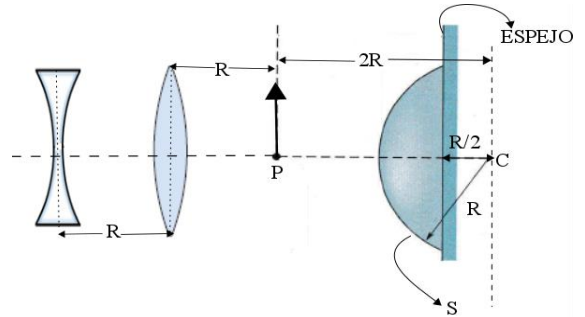
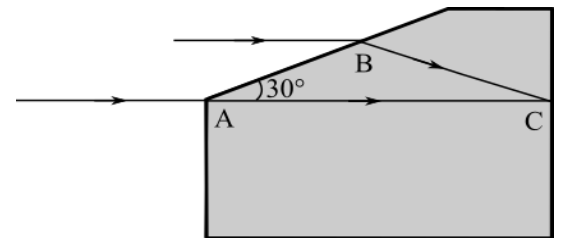


1. **Óptica geométrica.** Un objeto real P se ubica entre dos sistemas ópticos como se muestra en la figura. A su derecha tiene un sistema constituido de una superficie refractora (S) de índice de refracción 1.5 y radio de curvatura R acoplada a un espejo plano, mientras que a su izquierda tiene un conjunto de dos lentes delgadas con distancias focales de igual magnitud  $|f| = \frac{R}{4}$ , separadas una distancia R. Si el objeto está a una distancia 2R del centro de curvatura de la superficie S y a una distancia R de la primera lente hacia la izquierda y considerando que el objeto emite luz tanto a derecha como a izquierda al mismo tiempo:

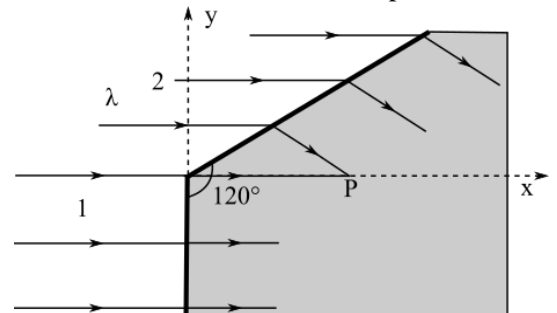


- (0.9) Hallar la posición de la imagen formada sólo por la superficie refractora y el espejo.
- (0.9) Hallar la posición de la imagen formada sólo por las dos lentes.
- (0.4) ¿Cuál de los dos sistemas ópticos genera una imagen de mayor tamaño?

2. **(0.5) Óptica Geométrica. Ley de Snell.** Dos haces de luz inciden en los puntos A y B de una cuña de material de índice de refracción  $n = \sqrt{3}$  (como se muestra en la figura). El rayo en A incide normal a la superficie y no se desvía respecto a la normal. Una vez transmitidos, los haces de luz se encuentran en el punto C. Demuestre que el triángulo ABC es isósceles.



3. **Interferencia.** Ondas electromagnéticas planas coherentes con longitud de onda  $\lambda$  inciden sobre la superficie mostrada en la figura, la cual define un cambio de medio desde el aire hacia otro medio con  $n = \sqrt{3}$ . La onda 2 se refracta en la superficie y se encuentra con la onda 1 en el punto P que está a una distancia x del origen de coordenadas.



- (0.9) Mostrar que la magnitud del desfase entre las dos ondas en el punto P está dado por:  $|\delta(P)| = \frac{2\pi}{\lambda} x (\sqrt{3} - \frac{3}{2})$ .
- (0.4) Hallar las posiciones x en las cuales existirá interferencia constructiva. Dar la respuesta en términos de  $\lambda$ .

4. **(0.5) Interferencia y difracción.** El patrón de difracción de una rejilla de 5 ranuras idénticas igualmente espaciadas muestra que el máximo principal de interferencia de orden 3 coincide con el primer mínimo de difracción. Calcule la relación entre la separación y el ancho de las rendijas ( $a/b$ ). Justificar la respuesta.

5. **(0.5) Efecto fotoeléctrico.** Con la idea de identificar un material desconocido se usa el efecto fotoeléctrico. De esta forma el material desconocido se "ilumina" con radiación electromagnética de longitud de onda  $\lambda = 205$  nm y se obtuvieron electrones emitidos con una energía cinética máxima de  $2.512 \times 10^{-19}$  J. Use esta información y la tabla adjunta para identificar el material.

Material	$\Phi$ (eV)
Tántalo	4.2
Tungsteno	4.5
Aluminio	4.3
Bario	2.5
Litio	2.3

(Consulte la solución en la plataforma moodle.)

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t; \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{r}; f = \frac{r}{2}; M = -\frac{q}{p}; \frac{n_1}{p} - \frac{n_2}{q} = \frac{n_1 - n_2}{r}; \lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

$$M = \frac{n_1 q}{n_2 p}; \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}; \frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right); M = \frac{q}{p}; \delta(p) = \frac{4\pi a n}{\lambda} \cos \theta_i + \pi$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; p = \frac{E}{c}; c = \lambda f$$

$$E_{K\text{máx}} = eV_o = hf - \phi;$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}; E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\delta = k(r_1 - r_2), \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad I = I_0 \cos^2 \left( \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} \right), \quad a \sin \theta = n\lambda, \quad a \sin \theta = (2n-1) \frac{\lambda}{2}, \quad b \sin \theta = m\lambda, \quad \sin \theta \approx \theta \approx \frac{x}{D},$$

$$I = I_0 \left[ \frac{\sin \frac{N\pi a \sin \theta}{\lambda}}{\sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}} \right]^2, \quad a \sin \theta = \frac{n}{N} \lambda, \quad I = I_0 \left[ \frac{\sin \left( \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)}{\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}} \right]^2, \quad I = I_0 \left[ \frac{\sin \frac{N\pi a \sin \theta}{\lambda}}{\sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}} \right]^2 \left[ \frac{\sin \left( \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)}{\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}} \right]^2$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}; \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; \quad 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}; \quad e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}; \quad m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}.$$