Óptica

Madrid-18

12.- Una lente delgada proporciona una imagen real, invertida y de doble tamaño que un objeto situado delante de ella. Sabiendo que dicha imagen se forma a 30 cm de la lente, la Potencia de la lente es (en D)

a) +5,0 b) +6,7 c) +10 d) -15

12. Respuesta c) +10. Real, invertida y tamaño mayor supone que la lente es convergente. Usando convenio de signos según norma DIN 1335: s'=30 cm, A=-2 y la potencia es positiva.

Para lentes $A=\frac{s'}{s}=-2 \Rightarrow s'=-2s \Rightarrow s=-15\,cm$ Para poner en dioptrías pasamos distancias a metros

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=P=\frac{1}{0{,}3}-\frac{1}{-0{,}15}=10\,dioptrías$$

Madrid-17

11.- Un rayo de luz llega a la cara superior de un acuario lleno de agua con un ángulo de incidencia de 60°. En el fondo del acuario, a 50 cm de profundidad, hay un espejo. El ángulo formado por la direcciones del rayo incidente y la del rayo que emerge tiene un valor de:

a) 40,5° b) 60° c) 81° d) 120°

11. Respuesta d) 120°. Al refractarse en el paso de aire → agua el rayo se acerca a la normal, y tras reflejarse en el fondo del acuario incidirá en el paso agua → aire con el mismo ángulo respecto a la normal, por lo que en la salida al aire volverá a formar 60° con la normal que es el ángulo con el que incidió.

12.- El espejo cóncavo de un faro de automóvil forma la imagen del filamento de la lámpara que tiene un tamaño de 4,0 mm a la distancia de 3,0 m delante del espejo, siendo el tamaño de la imagen de 30,0 cm. El radio del espejo (en cm) es:

a) 4,0 b) 7,9 c) 11,8 d)15,8

12. Respuesta b) 7,9. Al formarse la imagen con el espejo cóncavo la consideramos invertida, y planteamos con aumento negativo (usamos expresiones que asumen aproximación paraxial, y convenio de signos según norma DIN 1335: s'=-30 cm)

$A=\frac{y'}{y}=\frac{-300}{4}=-75$ Para espejos $A=\frac{-s'}{s} \Rightarrow s=\frac{-s'}{A}=\frac{-300}{75}=-4\,cm$

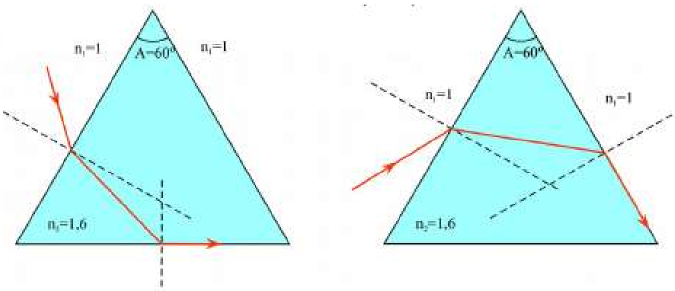
$\frac{1}{s'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{f}=\frac{2}{R} \Rightarrow R=\frac{2}{\frac{1}{-300}+\frac{1}{-4}}\approx -7{,}9\,cm$ Elegimos opción b tomando el módulo.

Madrid-16

11. Un prisma triangular (n= 1,6) tiene una sección recta que es un triángulo equilátero, y reposa sobre un suelo horizontal. Si un rayo de luz incide sobre una cara lateral y se desea que el rayo emergente lo haga por la cara horizontal, el ángulo de incidencia sobre la cara lateral debe tener un valor mínimo de (en °):

a) 35,6 b) 21,3 c) 38,6 d) 40,0

11. Respuesta a) 35,6. Al ser un triángulo equilátero el ángulo que forman sus caras es 60°. Asumimos que el exterior del prisma es aire y tiene n=1. Se puede plantear un pequeño diagrama y ver casuísticas:



-Si el rayo incide por el lado de la normal opuesto al vértice superior, incide en la otra cara que no está horizontal, y en principio saldrá por esa cara a no ser que se produzca reflexión total en esa cara.

-Si el rayo incide por la lado de la normal más cercano al vértice superior, el rayo sale por la cara inferior, a no ser que se produzca reflexión total (sería un diagrama similar, solamente que el lado de la derecha sería la parte inferior "horizontal" que reposa sobre el suelo)

Si se produce reflexión total en la segunda cara, el ángulo de incidencia es

$$sen(i_2)\cdot n_2 = sen(90°)\cdot n_1 \Rightarrow i_2 = arcsen(\frac{1}{1,6}) = 38,7°$$

Si aplicamos trigonometría, en el triángulo formado por el rayo según cruza el prisma, conocemos un ángulo que es de 60°, otro que es (90-38,7)=51,3°, por lo que el otro del triángulo es 180-60-51,3=68,7°, que es (90-r_1), luego el ángulo refractado al entrar en el prisma desde el aire es 21,3°. Aplicando de nuevo la ley de Snell de refracción $sen(i_1)\cdot n_1 = sen(21,3°)\cdot n_2 \Rightarrow i_1 = arcsen(sen(21,3°)\cdot\frac{1,6}{1}) = 35,5°$

Enunciado dice "ángulo de incidencia sobre la cara lateral debe tener un valor mínimo"; pángulos de incidencia mayores no se produciría reflexión total, por lo que sería la figura de la izquierda del diagrama.

12. Si de un objeto colocado a una distancia de 15 cm una lente resulta una imagen vertical y derecha tres veces menor que el objeto, la potencia de la lente (en Dioptrías) es:

a) -7,5 b) + 3,0 c) -13,3 d) + 15

12. Respuesta c) -13,3. Si la imagen es menor y "derecha" (no invertida), se trata de una lente divergente. Según convenio DIN 1335 tiene distancia focal imagen negativa, potencia negativa, y la posición del objeto es negativa, por lo que s=-15 cm. Utilizando la ecuación de lentes delgadas en m y el aumento

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{s'}{s} \Rightarrow s' = \frac{s}{3} \qquad \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = P \Rightarrow \frac{1}{-0,15/3} - \frac{1}{-15} = -13,3\,dioptrías$$

Madrid-15

11

12.- Tres láminas planoparalelas transparentes A, B y C tienen índices de refracción n_A, n_B y n_C respectivamente; las láminas están apiladas, A arriba y la B en el medio. Un rayo incide en la superficie de A y seguidamente incide en B con un ángulo α. Si el rayo solo entra en B si α< 50º y en C entraría a continuación solamente si α<30º , entonces n_C/n_A vale:

a) 0,38 b) 0,58 c) 0,65 d) 2,60

11. Respuesta a) 0,38. Asumimos que al hablar de α en el enunciado se hace referencia al ángulo de incidencia en cada caso: de A a B y de B a C, y lo que se está dando es el ángulo límite en cada caso.

Planteamos una reflexión total entre el medio A y B $n_A \cdot sen(50°) = n_B \cdot sen(90°) \Rightarrow n_B = n_A \cdot sen(50°)$

Planteamos una reflexión total entre el medio B y C $n_B \cdot sen(30°) = n_c \cdot sen(90°) \Rightarrow n_B = \frac{n_C}{sen(30°)}$

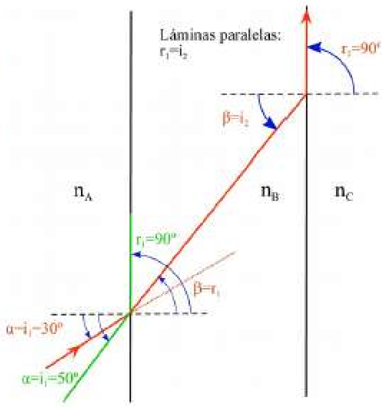
Igualando $n_A \cdot sen(50°) = \frac{n_C}{sen(30°)} \Rightarrow \frac{n_C}{n_A} = sen(50°) \cdot sen(30°) = 0,38$

Comentario: enunciado es confuso porque indica "incide en B con un ángulo α, ... y en C entraría solamente si α<30°" Si interpretamos literalmente el enunciado, α está asociado solamente al paso de A a B, $n_B<n_A$ y hay reflexión total con un ángulo α=50°, y si el ángulo α=30° no hay reflexión total en paso de A a B, pero sí en paso de B a C. Con esa interpretación la reflexión total entre A y B nos da la misma expresión, pero para la refracción en el paso de A a B y luego reflexión total en paso de B a C (llamamos β al ángulo de incidencia en C desde B) nos daría:

De A a B, : $n_A \cdot sen(30°) = n_B \cdot sen(\beta)$

De B a C: $n_B \cdot sen(\beta) = n_c \cdot sen(90°) \Rightarrow n_B \cdot sen(\beta) = n_c$

Combinando: $n_A \cdot sen(30°) = n_C \Rightarrow \frac{n_C}{n_A} = 0,5$ *que no es ninguna de las soluciones propuestas.*



12.- Una moneda se coloca a 20,0 cm de un espejo cóncavo, dentro de su distancia focal. Si cuando el espejo cóncavo se reemplaza por un espejo plano, la imagen se mueve 15,0 cm hacia el espejo, el radio del espejo es: (en cm):

a) 40,0 b) 46,7 c) 70,0 d) 93,3

12. Respuesta d) 93,3. Utilizando el convenio de signos DIN, s=-20,0 cm. En el caso de espejo plano, s'_{espejo}=20,0 cm. Como esa imagen está 15 cm más cerca del espejo, la imagen inicial estaba en s'=35 cm

Utilizando la ecuación de espejo

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{35} + \frac{1}{(-20)} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = -2 \cdot 46,7 = 93,3\,cm$$

2.- (3 puntos) Se desea medir la focal de una lente convergente, para lo cual en un banco óptico se dispone un objeto luminoso a 15,00±0,15 cm delante de la lente, obteniéndose la imagen sobre una pantalla situada a una distancia de 30,20±0,15 cm detrás de la lente.

a) Calcular la distancia focal de la lente.

b) Aplicando la teoría de la propagación de errores calcule la incertidumbre de la distancia focal. Explique los criterios que utiliza.

Problema experimental 2.

a) Utilizamos la expresión para lentes delgadas, y convenio de signos DIN 1335; s=-15,00 cm; s'=30,20 cm

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\Rightarrow\frac{1}{30{,}20}-\frac{1}{-15}=\frac{1}{f'}\Rightarrow f'=10{,}02\,cm$$

b) Expresamos f' en función de las otras variables, s y s'

$$f'=\frac{1}{\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}}=\frac{s'\cdot s}{s-s'}$$

$$d\,f'=\sqrt{\left(\frac{\partial f'}{\partial s}ds\right)^2+\left(\frac{\partial f'}{\partial s'}ds'\right)^2}\Rightarrow\Delta f'=\sqrt{\left(\frac{\partial f'}{\partial s}\Delta s\right)^2+\left(\frac{\partial f'}{\partial s'}\Delta s'\right)^2}$$

$$\Delta f'=\sqrt{\frac{(s'\cdot(s-s')-(s'\cdot s)\cdot 1)}{(s-s')^2}\cdot\Delta s+\frac{(s\cdot(s-s')-(s'\cdot s)\cdot(-1))}{(s-s')^2}\cdot\Delta s'}$$

$$\Delta f'=\sqrt{\left(\frac{(30{,}2\cdot(-15-30{,}2)-(30{,}20\cdot(-15)\cdot 1))}{(-15-30{,}2)^2}\cdot 0{,}15\right)^2+\left(\frac{(-15\cdot(-15-30{,}2)-(30{,}2\cdot(-15))\cdot(-1))}{(-15-30{,}2)^2}\cdot 0{,}15\right)^2}$$

$$\Delta f'=\sqrt{0{,}0093759007246750224 9+0{,}000272893891893 4726}=0{,}0982\ldots$$

Indicamos el error con una única cifra significativa y llegamos a

f'= 10,0±0,1 cm

Madrid-14

14.- Sea un prisma de 45°,0 situado en el aire, con índice de refracción n=1,5. El valor del ángulo de incidencia mínimo para que salga un rayo emergente por la cara opuesta del prisma es:

a) 4º ,8 b) 9º ,6 c) 79º ,8 d) 85º ,2

14. Respuesta a) 4°,8. Tratamos el prisma como dos refracciones. En la salida del prisma el rayo incidirá con el ángulo límite, que será $\theta_{límite}=arcsen\left(\frac{1}{1{,}5}\right)=41{,}8°$

Por geometría, si forma ese ángulo con la normal a la cara de salida, y el prisma tiene 45°, en el triángulo formado por vértice+punto salida+punto entrada podemos plantear, teniendo en cuenta que los ángulos se miden desde la normal, 45+(90-41,8)+x=180 → x=86,8°. El ángulo con la normal en el interior del prisma, que será el ángulo refractado, será 90-86,8=3,2°

Utilizando la ley de Snell, el ángulo incidente será 1·sen(i)=1,5·sen(3,2°) → i=arsen(1,5·sen(3,2°))=4,8°

15.- Una lente delgada forma una imagen derecha de aumento lateral +2/3 cuando el objeto se coloca a 5,0 cm de la lente. Si cambiamos la lente por otra y de la misma potencia en valor absoluto que la anterior, para que el aumento lateral de la imagen sea -2/3, la distancia objeto será:

a) 5 b) 10 c) 25 d) 50

15. Respuesta c) 25. Se utiliza el término "derecha" para indicar "no invertida". Para que la imagen sea no invertida y genere una imagen menor (el aumento +2/3 es menor que la unidad), se trata de una lente divergente. Usamos la ecuación de la lente delgada podemos plantear

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\qquad A=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{s'}{s}\Rightarrow s'=\frac{2}{3}s$$

Como la posición del objeto es s=-5 cm, tenemos

$$\frac{1}{f'}=\frac{1}{\frac{2}{3}\cdot(-5)}-\frac{1}{-5}=\frac{-3}{10}+\frac{2}{10}=\frac{-1}{10}$$

Si cambiamos el tipo de lente (utilizamos un subíndice para diferenciar) pero con la mismo valor absoluto de potencia, tenemos que $1/f'=-1/f_2'$. Si ahora tenemos que el aumento es -2/3, planteamos para calcular la posición del objeto:

$$\frac{1}{f_2'}=\frac{1}{s_2'}-\frac{1}{s_2}\Rightarrow\frac{1}{10}=\frac{1}{\frac{-2}{3}s}-\frac{1}{s}\Rightarrow\frac{1}{10}=\frac{-3-2}{2s}\Rightarrow s=\frac{-50}{2}=-25\,cm$$

En las opciones de la cuestión no aparece el signo menos, se indica "distancia objeto" y asumimos que hace referencia al módulo.

Madrid-13

12. Un objeto de 5,0 mm de altura se encuentra a una distancia de 6,0 cm de una lente convergente de distancia focal 8,0 cm. ¿Qué línea de datos de la tabla describe correctamente la imagen que se forma?

	Tipo de imagen	Distancia a la lente (cm)	Altura (mm)
A	Real	24	20
B	Virtual	24	20
C	Real	3,4	2,9
D	Virtual	3,4	2,9
E	Virtual	3,4	20

12. Respuesta B. Al estar situada la imagen a una distancia inferior al foco, la imagen es virtual, y la línea B de datos es la única que cumple $A=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}\Rightarrow 4=\frac{24}{6}=\frac{20}{5}$

Madrid-12

18. Una lente produce una imagen derecha y con un aumento lateral de +2/3 cuando el objeto está situado a 5,0 cm de la lente. Si se utiliza una lente inversa a la anterior pero con la misma distancia focal, la distancia (expresada en centímetros) a la que hay que colocar el objeto para que el aumento lateral fuese de -2/3 es de:
a) 10 b) 15 c) 25 d) 30

18. Respuesta c. Si utilizamos la ecuación de las lentes delgadas

$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$ y el aumento lateral en las lentes $A=\frac{s'}{s}\Rightarrow s'=A\,s=\frac{2}{3}(-5)=\frac{-10}{3}$

$\frac{-3}{10}-\frac{1}{-5}=\frac{1}{f'}\Rightarrow\frac{-3+2}{10}=\frac{1}{f'}\Rightarrow f'=-10\,cm$ Se trata de una lente divergente

Si usamos una lente inversa, convergente, f'=10 cm, y $A=\frac{s'}{s}\Rightarrow s'=A\,s=\frac{-2}{3}s$

$\frac{-3}{2s}-\frac{1}{s}=\frac{1}{10}\Rightarrow\frac{-3-2}{2s}=\frac{1}{10}\Rightarrow s=\frac{-50}{2}=-25\,cm$