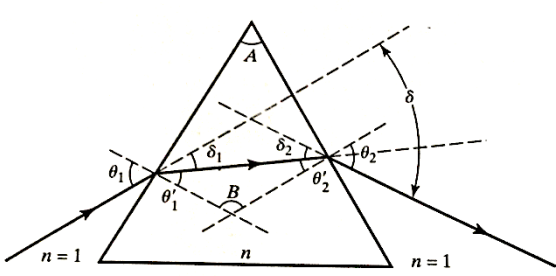
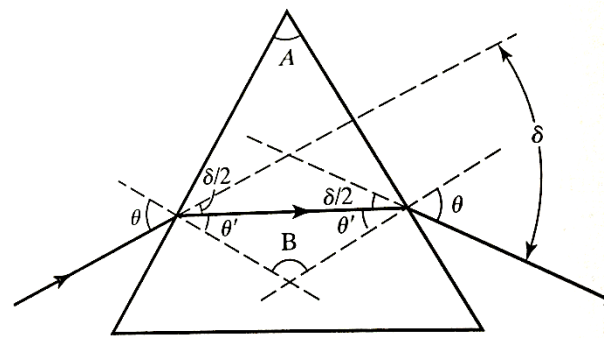


Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

Formulario

Lentes delgadas	Desviación angular en prismas
$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ $D = \frac{1}{f} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ <p>Ecuación para lentes en el aire</p> $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ <p>Cóncavo: $f < 0$ Convexo: $f > 0$</p> $n_1 \left(\frac{h_o}{s} \right) = n_2 \left(\frac{h_i}{s'} \right)$ $m = -\frac{s'}{s}$ <p>Recuerde que el aumento negativo significa que la imagen es invertida y si es positivo, entonces es derecha.</p>	 $\delta_1 = \theta_1 - \theta_1'$ $\delta_2 = \theta_2 - \theta_2'$ $B = 180 - A$ $A = \theta_1' + \theta_2'$ $\delta = \theta_1 + \theta_2 - \theta_1' - \theta_2'$ <p>A = Ángulo prismático δ = Desviación angular</p>
Desviación mínima para prismas	
$\delta = 2\theta - 2\theta'$ $A = 2\theta'$ $\theta' = \frac{A}{2}$ $\theta = \frac{\delta + A}{2}$ $n = \frac{\sin[(A + \delta)/2]}{\sin(A/2)}$ $n \cong \frac{(A + \delta)/2}{A/2} \quad \text{Ángulo escrito en radianes}$ $\delta \cong A(n - 1) \quad \text{Desviación mínima, para pequeños valores de A y prismas en el aire}$	

Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

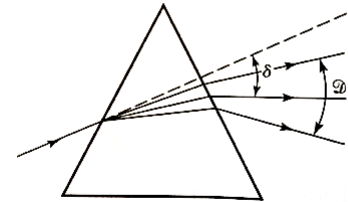
Dispersión

$$\mathcal{D} = \frac{dn}{d\lambda} = -\frac{2B}{\lambda^3}$$

$$\Delta = \frac{\mathcal{D}}{\delta} = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$$

TABLE 3-1 FRAUNHOFER LINES

λ (nm)	Characterization	n	
		Crown glass	Flint glass
486.1	F, blue	1.5286	1.7328
589.2	D, yellow	1.5230	1.7205
656.3	C, red	1.5205	1.7076



Small deviation
Large dispersion

Sistemas ópticos compuestos

$$s_{i2} = \frac{(d - s_{i1})f_2}{(d - s_{i1} - f_2)}$$

$$s_{i2} = \frac{f_2 d - [f_2 s_{o1} f_1 / (s_{o1} - f_1)]}{d - f_2 - [s_{o1} f_1 / (s_{o1} - f_1)]}$$

$$m_T = m_{T1} m_{T2}$$

$$m_T = \frac{f_1 s_{i2}}{d(s_{o1} - f_1) - s_{o1} f_1}$$

$$d.f.a = \frac{f_1(d - f_2)}{d - (f_1 + f_2)} \quad \text{distancia focal frontal}$$

$$d.f.p = \frac{f_2(d - f_1)}{d - (f_1 + f_2)} \quad \text{distancia focal posterior}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots + \frac{1}{f_n}$$

El ojo como sistema óptico

distancia focal ojo+lente correctivo

$$f = \frac{f_e(d - f_l)}{d - (f_l + f_e)} \quad \text{distancia focal frontal}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_c} + \frac{1}{f_e}$$

$$\frac{1}{f_c} = \frac{1}{f_l - d}$$

$$\mathcal{D}_c = \frac{\mathcal{D}_l}{1 - \mathcal{D}_l d}$$

Las consideraciones que hacemos, es pensar que la distancia entre la córnea y el cristalino es muy pequeña, ambas corresponde al ojo-lente, el cual tiene una distancia focal f_e . Por otro lado, consideramos que la distancia entre ojo-lente y los lentes correctores es de unos 16 mm, esta misma distancia se considera entre la córnea y la lente correctiva. Así la el sistema gafas, ojo y distancia d tiene una distancia focal f .

Una lente de contacto con la córnea tiene un foco f_c que es igual a la longitud desde el ojo al punto lejano. La combinación de la lente de contacto f_c y $f_e = f$, lo que indica que ambos casos, en una lente de contacto y otra de gafas se debe igualar el punto lejano, o cercano según corresponda.

Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

Problemas

- Una fuente puntual S está localizada sobre el eje de una lente delgada plano-convexa, a 30 cm de ella. Supóngase que la lente de vidrio está sumergida en aire ($n_L=1,5$) y que tiene un radio de 5 cm. Determinar la localización de la imagen a) cuando la superficie plana mira hacia S y b) cuando la superficie curva está dirigida hacia S.
- Calcular la distancia focal de una lente delgada bicóncava, si está hecha de cristal al plomo ($n_L=1,66$) y está sumergida en agua ($n_m=1,33$)
- Calcular la distancia focal de una lente biconvexa delgada, suponga que está hecha de fluorita ($n_L=1,43$) y que está sumergida en bisulfuro de carbonato ($n_m=1,63$)
- Una lente biconvexa delgada de índice 1,5 tiene una distancia focal conocida de 50 cm en el aire. Cuando se sumerge en un líquido transparente la distancia focal resulta ser de 250 cm. Determinar el índice de refracción n , del medio líquido.
- Calcular las distancias a objetos e imagen para una lente delgada biconvexa si la imagen se proyecta en su tamaño natural directamente sobre una pantalla. La lente tiene radios iguales de 60 cm y $n=1,5$
- Un corcho de botella de vino de 3 cm de altura se situó a 75 cm de una lente delgada positiva de 25 cm de distancia focal. Describa la imagen resultante en forma completa.
- Una lente de vidrio biconvexa delgada ($n_G=1,5$) tiene radio de curvatura de 30 cm y 60 cm. Debe recoger una imagen de la mitad del tamaño natural de una lámpara del techo sobre una pantalla de papel. ¿Cuáles deben ser las distancias entre la lente y la lámpara; y entre la lente y pantalla? Construya un diagrama apropiado de los rayos.
- Una lente compuesta consiste en dos lentes delgadas biconvexas L1 y L2 de distancias focales 10 y 20 cm, separadas una por una distancia de 80 cm. Describir la imagen correspondiente a un objeto de 5 cm de altura colocado a 15 cm de la primera lente.
- Construir a escala un diagrama de rayos para el problema anterior. Calcular la localización de la imagen intermedia y verificar que ésta corresponde con la del dibujo.
- Imagínese una lente compuesta que consiste de una lente delgada positiva seguida a una distancia de 20 cm por una lente delgada negativa. Estas tienen distancias focales de +40 cm y -40 cm respectivamente, determinar la d.f.a y d.f.p
- Una lente biconvexa de distancia focal -60 mm se monta en un cilindro de cartón de 120 mm en frente de una lente plano-convexa de radio de 60 mm e índice 1,5. Determinar completamente la imagen que da una hormiga de 3 mm situada a 180 mm en frente del dispositivo.
- Una lente delgada en forma de menisco positivo (convexo-cóncavo) de índice de refracción ($n=1,5$) cuyos radios de curvatura son 5 cm y 10 cm se colocan en contacto con una lente delgada plano-cóncava ($n=1,6$) de radio 6 cm. ¿Cuál es la distancia focal efectiva del sistema de lentes? Calcule también el poder dióptrico.
- Una lente delgada en forma de menisco negativo de radio 60 y 30 cm que tiene un índice de 1,5, se sostiene horizontalmente con lado cóncavo mirando hacia arriba. La concavidad de la lente delgada se llena después con aceite transparente de índice 1,6. Determinar el poder

Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

- dióptrico de la lente delgada compuesta, suponiendo que está sumergida en air. Describir la imagen de un objeto a 100 cm en frente de la lente.
14. Al fabricar un doblete, se coloca una lente delgada equiconvexa L_1 , en contacto íntimo con lente negativa L_2 , de tal forma que la distancia focal de esta combinación sea de 50 cm en el aire. Si sus índices son 1,5 y 1,55 respectivamente, y si la distancia focal de L_2 es de -50 cm, determine todos los radios de curvatura.
15. Demuestre que $m_T = \frac{f_1 s_{i2}}{d(s_{o1} - f_1) - s_{o1} f_1}$.
16. Se establece que el punto cercano de un paciente es de 50 cm. Si el ojo mide unos dos 2 cm de largo
- ¿Cuál es la potencia del sistema refractario al enfocarlo hacia un objeto al infinito? ¿Y cuando se enfoca a 50 cm?
 - ¿Cuál debe ser la acomodación para poder ver un objeto a una distancia de 150 cm?
 - ¿Cuál debería ser la potencia del ojo para ver claramente un objeto a una distancia estándar del punto próximo de 25 cm?
 - ¿Cuánta potencia debería añadirse al sistema de visión del paciente mediante una lente correctiva?
17. Un optómetra descubre que el punto próximo de una persona hipermetrope es de 125 cm. ¿Qué potencia deberían tener las lentes de contacto para desplazar efectivamente ese punto hacia el interior a una distancia de 25 cm desde la cual poder leer cómodamente un libro? Utilice el hecho que, si la imagen del objeto se forma en el punto próximo, puede verse claramente.
18. Una persona hipermetrope puede ver montañas muy distantes con ojos relajados llevando unas lentes de contacto de +3,2 D. Recete la potencia de unas lentes para unas gafas que son llevadas a 17 mm delante de la córnea dieran el mismo resultado. Localice y compare el punto lejano en ambos casos.
19. Una persona miope con la misma visión en ambos ojos tiene un punto lejano a 100 cm y un punto cercano a 18 cm, cada uno medido desde su córnea. (a) Determine la distancia focal de las lentes de contacto correctivas necesarias. (b) Encuentra su nuevo punto cercano. Aquí tu deseas encontrar la ubicación de un objeto frente a la lente que ahora se tomará como una imagen de 18 cm frente a la lente.
20. Un miope 4D (igual para ambos ojos) quiere usar gafas a 15 mm de sus ojos. ¿Cuál es la potencia adecuada de las gafas?
21. Una persona con visión lejana usa gafas + 5D usadas a 12 mm de los ojos. Él desea obtener lentes de contacto. Determine la potencia óptica de estas lentes.
22. Las gafas correctoras y las lentes de contacto se ofrecen normalmente en tiendas ópticas con una fuerza dióptrica de 0,25 D. Considere un juego de lentes usados a 15 mm de los ojos y un juego equivalente de lentes de contacto. Su fuerza óptica normalmente debería ser diferente para el mismo resultado visual, pero para un cierto rango de dioptrías, la diferencia es menor a 0,25 D y se puede usar la misma potencia óptica para ambos. Determine este rango.

Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

23. Una persona con visión lejana no puede ver claramente los objetos que están más cerca del ojo que a 73 cm. Determine la longitud focal de las lentes de contacto que permitirán a esta persona leer una revista a una distancia de 25 cm.
24. Un profesor puede ver los objetos claramente sólo si están a entre 70 y 500 cm de sus ojos. Su optometrista prescribe lentes bifocales que le permiten ver objetos distantes claramente a través de la mitad superior de las lentes y leer las pruebas de los estudiantes a una distancia de 25 cm a través de la mitad inferior. ¿Cuáles son los poderes de las lentes superior e inferior?
25. Gire 90° un prisma de Dove, alrededor de un eje a lo largo de la dirección de los rayos: Haga un esquema de la nueva configuración y determine el ángulo de rotación de la imagen.
26. Un rayo paralelo de luz blanca es refractado por un prisma de vidrio de 60° en una posición de mínima desviación. ¿Cuál es el ángulo de separación del rayo rojo ($n=1,525$) y azul ($n=1,535$) de luz.?
27. Resuelva
- Aproxime las constantes de Cauchy A y B para el vidrio Crown y Flint usando los datos de la tabla para las líneas de Fraunhofer C y F. Usando estas constantes y la relación de Cauchy aproximada para estos dos términos, calcule el índice de refracción de la línea de Fraunhofer D para cada caso. Compare su respuesta con los valores de dados en la tabla.
 - Calcule la dispersión en la cercanía de la línea de Fraunhofer D para cada vidrio, usando las relaciones de Cauchy.
28. Un prisma equilátero de vidrio Crown de densidad de bario es usado como espectroscopio. El índice de refracción varía con la longitud de onda como se detalla a continuación.

nm	<i>n</i>
656.3	1.63461
587.6	1.63810
486.1	1.64611

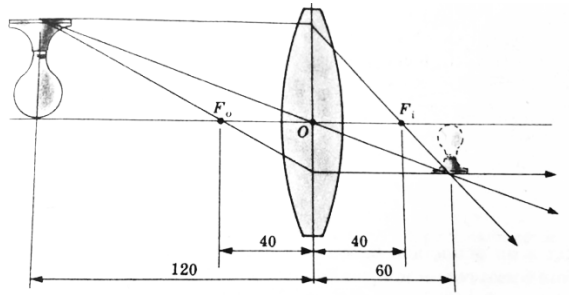
- Determine el ángulo mínimo de desviación para luz sodio de 589,3 nm
 - Determine el poder de dispersión
 - Determine las constantes de Cauchy A y B para la región de longitud de onda largo, desde la relación de Cauchy encuentre la dispersión del prisma 659,3 nm.
29. Un prisma de 60° de ángulo refractario da los siguientes ángulos de desviación mínima cuando son medidos en un espectrómetro: C= $38^\circ 20'$; D= $38^\circ 33'$ y F= $39^\circ 12'$. Determine el poder dispersivo del prisma.

Guía de ejercicios

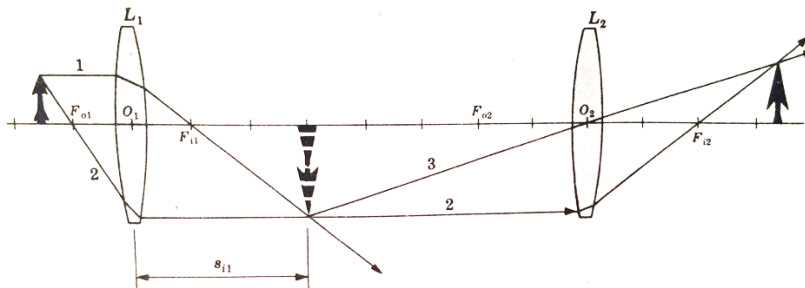
Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

RESPUESTAS

- 1) a) $s_i=15$ cm, la imagen es real y a la derecha de la lente b) $s_i=15$ cm
- 2) $f=-26,9$ cm
- 3) $f=+54,3$ cm
- 4) $n=1,36$
- 5) $f= 60$ cm, y $s_o=s_i=2f=120$ cm, $m=-1$ pues la imagen es invertida
- 6) $s_i=37,5$ cm, la imagen es real, el aumento es $-1/2$ y el tamaño es $h_i=1,5$ cm
- 7) $f=40$ cm $m=-0,5$, $s_o=120$ cm $s_i=60$ cm



- 8) $s_i=33,3$ cm $m_T=1,3$
- 9) $s_{i1}=30$ cm y está a 30 cm a la derecha de L_1



- 10) d.f.a= 120 cm y d.f.p= 40 cm
- 11) $s_i=440$ mm, la imagen es real y a la derecha de la última lente, cuyo aumento $m_T=-2/3$ invertida y disminuida. La hormiga aparece de un tamaño de 2 mm
- 12) $f_1=20$ cm y $f_2=-10$ cm el foco combinado f es -20 cm y $\mathcal{D}=-5$ D
- 13) $\mathcal{D}_1=0,83$ D $\mathcal{D}_2=+2$ D de $\mathcal{D}=\mathcal{D}_1+\mathcal{D}_2=+1,17$ D $s_i=5,88$ m y $m_T=5,88$
- 14) $R_{11}=-R_{12}=-R_{21}=25$ cm y $R_{22}=275$ cm
- 15) -
- 16) a) $\mathcal{D} = \frac{1}{f}$. Si $s_o = \infty$ entonces $\frac{1}{f} = \frac{1}{s_i}$. $\mathcal{D} = \frac{1}{0,02} = 50$. Si $s_o = 0,50$ m, $\frac{1}{f} = \frac{1}{0,50} + \frac{1}{0,02} = 54$ D b) Una acomodación de 2 D c) $\mathcal{D} = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,02} = 54$ D d) necesita suma 2 D

Guía de ejercicios

Sistemas Ópticos y correcciones ópticas oculares

$$17) \mathcal{D} = \frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}, \quad \mathcal{D} = \frac{1}{0,25m} + \frac{1}{-1,25m} = 3,2D$$

$$18) \mathcal{D}_i = \frac{\mathcal{D}_c}{1 - \mathcal{D}_c d} = \frac{3,2D}{1 + (3,2D)(0,017m)} = +3,03D \quad \text{El foco } f_i = 0,330 \text{ m, y así el punto lejano para la lente de gafas}$$

es $0,330 \text{ m} - 0,017 \text{ m} = 0,313 \text{ m}$. Para la lente de contacto lejano $f_c = 1/3,2 = 0,313 \text{ m}$. Por lo tanto el punto lejano coincide como debe ser, para corregir la hipermetropía.

19) a) $f_c = 0,21 \text{ m}$ b) el punto cercano sería $9,7 \text{ cm}$

20) $\mathcal{D}_i = -4,255 \text{ D}$

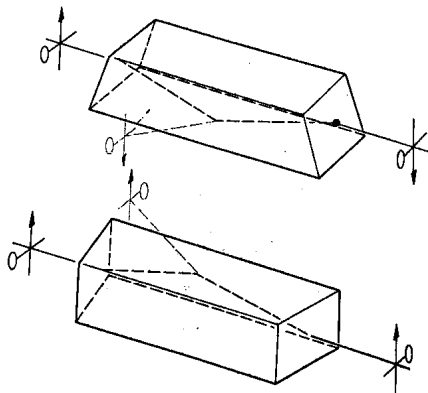
21) $\mathcal{D}_c = 5,319 \text{ D}$

22) -

23) $2,6 \text{ D}$

24) $-2,0 \text{ D}$ y $+2,6 \text{ D}$

25)



26) 53°

27) a) crown: $A=1,511$ $B=4.240 \text{ nm}^2$, $n_D=1,523$ flint: $A=1,677$ $B=13.190 \text{ nm}^2$, $n_D=1,715$

b) crown: $-4,146 \times 10^{-5} \text{ nm}^{-1}$; flint: $-1,290 \times 10^{-5} \text{ nm}^{-1}$

28) a) 50° b) $1/5,55$ c) $A=1,6205$, $B=6073,7 \text{ nm}^2$; $4,297 \times 10^{-5} \text{ nm}^{-1}$

29) $0,01909$

REFERENCIAS

- Hecht, E. (2002). *Optics* (4 ed.). San Francisco: Pearson Education, Inc.
- Hecht, E. (1988). *Teoría y problemas de Óptica*. México: McGraw-Hill.
- Pedrotti, F. J. & Pedrotti, L. S. (1993). *Introduction to Optics* (Ed. 2 ed.). Harlow: Person Education.