

## INSTRUMENTOS ÓPTICOS

Los ejercicios con (\*) entrañan una dificultad adicional. Son para investigar después de resolver los demás.

### Dos lentes

- Una lente delgada convergente, de distancia focal 30 cm, se coloca 20 cm a la izquierda de otra lente delgada divergente de distancia focal 50 cm. Para un objeto colocado a 40 cm a la izquierda de la primera lente determine la imagen final. ¿Cuál es el aumento? La imagen, ¿es real o virtual, es directa o invertida?
- Una lente delgada convergente de 5 cm de diámetro y 4 cm de distancia focal se halla 2 cm a la derecha de un diafragma de 3 cm de diámetro.
  - Si se coloca un objeto puntual axial a 9 cm a la izquierda de la lente, determinar la posición y el tamaño de las pupilas de entrada y salida, en forma gráfica y analítica.
  - Se desplaza al objeto, perpendicularmente al eje óptico, una distancia de 1,5 cm. Determine en forma gráfica y analítica, si el diafragma de apertura está bien definido.
  - Repita el cálculo para el caso en que el objeto es desplazado 3 cm. Discuta si hay o no *vigneteo*, y en caso de haberlo calcule la máxima altura del objeto para que el diafragma de apertura esté bien definido.

### Dispositivos con dos o más lentes

- Un microscopio consta de un objetivo de 4 mm de distancia focal y de un ocular de 30 mm de distancia focal. La distancia entre el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular es 18 cm. Calcule:
  - El aumento normal del microscopio.
  - La distancia objeto-objetivo.
  - Sabiendo que el microscopio no cuenta con diafragmas adicionales, y que la pupila de salida debe ser real, y del mismo diámetro aproximado que la pupila del ojo ( $\approx 12$  mm), discuta cuál de las dos lentes debe ser el diafragma de apertura, cuál debe ser su diámetro y en qué posición se halla la pupila de salida.
  - Discuta en qué posiciones colocaría un diafragma de campo, y si esta introducción modifica o no la determinación del diafragma de apertura. Justifique claramente sus respuestas.
- Un antejo astronómico (telescopio refractor o de Galileo, configuración de conjugados infinitos) utiliza como objetivo una lente convergente de 2 m de distancia focal y 10 cm de diámetro, y como ocular una lente convergente de 4 cm de distancia focal. Determine:
  - El aumento eficaz.
  - Las características de la primer imagen de la Luna y de la imagen final. El ancho de la Luna cubre  $31'8''$  del campo visual humano promedio.
  - El largo total del tubo.
  - (\*) El mínimo diámetro del ocular para que el objetivo sea diafragma de apertura. Recordar que la luna no es puntual, y por ende hay puntos objeto extra-axiales.
  - Suponiendo que el diámetro del ocular sea de 4 cm, la posición y el tamaño de la pupila de salida.
  - (\*) La posición en que debe colocarse el ojo.
  - (\*) La posición en que debe colocarse, de ser posible, un diafragma de campo.
  - (\*) El mínimo diámetro del posible diafragma de campo para que la imagen de la Luna se vea completa.
- Delante del objetivo de un telescopio refractor de dos lentes y a distancia  $s > f'_{obj}$  se coloca un objeto de altura  $h$ .



- a) Obtenga la posición de la imagen en función de  $f'_{obj}$ ,  $f'_{oc}$  y  $s$ .
  - b) Calcule el tamaño de la imagen y demuestre gráfica y analíticamente que el aumento lateral es independiente de la posición del objeto.
6. (\*) Un sensor fotográfico *CMOS* de uso científico tiene por dimensiones  $35\text{ mm} \times 124\text{ mm}$  y por objetivo una lente convergente de  $50\text{ mm}$  ( $f'$ ).
- a) Si se quiere fotografiar objetos que disten del objetivo entre  $1\text{ m}$  e infinito, ¿qué longitud debe tener la rosca que lo mueve?
  - b) El sistema se halla enfocando sobre la película a un objeto distante  $1\text{ m}$ . Analice qué ocurre con la profundidad de campo para objetos distantes del primero  $20\text{ cm}$ . Repita el análisis si el objeto enfocado inicialmente se hallase a  $3\text{ m}$  y a  $10\text{ m}$ .
  - c) Discuta qué sucedería con la longitud de rosca, la profundidad de campo y la aproximación paraxial si se quisiera fotografiar objetos distantes  $50\text{ cm}$ .
  - d) Teniendo en cuenta que el sensor es el diafragma de campo, discuta los posibles ángulos de campo máximos. Calcule los ángulos de campo asociados a la mayor dimensión del sensor, para un objeto que se encuentra en el infinito. ¿Cómo varían los ángulos de campo con la posición del objeto? ¿Cuánto es posible desplazar el objeto para que la variación no supere el  $5\%$ ?
  - e) Si se quiere fotografiar un árbol de  $5\text{ m}$  de altura, y se lo quiere fotografiar entero, ¿cuál es la mínima distancia a la que hay que ponerse?
  - f) Sabiendo que las aperturas inversas,  $f/D$  siendo  $D$  la dimensión del diafragma, varían entre  $1,4$  y  $22$ , calcule los tamaños máximo y mínimo del diafragma. Discuta cualitativamente el porqué y cómo de las variaciones de tamaño del diafragma (su relación con la velocidad del objeto, con la de obturación, con la luminosidad ambiente, etc.)