

### Cuestiones:

- 1.- Define los siguientes conceptos: dioptrio, eje óptico, radio de curvatura, imagen real y centro óptico.
- 2.- Indica las características de las imágenes reales y de las imágenes virtuales.
- 3.- a) Una piscina tiene una profundidad de 2,50 m. ¿Cuál será su profundidad aparente?. El  $n_{\text{agua}} = 1,33$ .  
b) Un avión pasa a 275 m de altura sobre la superficie de un lago. ¿A qué distancia ve el avión un buceador?
- 4.- a) ¿Cómo debe ser un espejo esférico para formar una imagen virtual mayor que el objeto?  
b) Deduce la ecuación aplicable a los espejos planos a partir de la Ecuación Fundamental de los Espejos Esféricos.
- 5.- ¿Qué tipo de imagen se obtiene con un espejo esférico convexo? Efectúa las construcciones geométricas adecuadas para justificar tu respuesta. ¿El foco del espejo es virtual o real?
- 6.- Indica las características de la imagen formada por un espejo esférico si la distancia imagen es negativa y el aumento lateral es positivo. ¿Qué tipo de espejo es?
- 7.- Explica mediante construcciones geométricas qué posiciones debe ocupar un objeto, delante de una lente delgada convergente, para obtener:  
a) Una imagen real de tamaño menor, igual o mayor que el objeto.  
b) Una imagen virtual.
- 8.- a) ¿Se puede distinguir al tacto una lente convergente de una divergente?  
b) ¿Qué distancia focal imagen tiene una lente de -0,5 dioptrías?  
c) ¿Qué distancia focal imagen tiene una lente de -5,5 dioptrías? ¿Cuándo vale su distancia focal objeto?
- 9.- a) Indica las características de la imagen formada por una lente si la distancia imagen es positiva.  
b) ¿Por qué los rayos que pasan por el centro óptico de una lente no se desvían?  
c) ¿Se podría quemar un papel con un trozo de hielo? Razona la respuesta.
- 10.- 10.1.- Las imágenes que se forman en la retina son:  
a) reales y derechas,      b) virtuales e invertidas,      c) reales e invertidas.  
10.2.- La hipermetropía se corrige con lentes cuya potencia es:  
a) siempre positiva,      b) siempre negativa,      c) puede ser positiva o negativa.  
10.3.- El funcionamiento del ojo humano es semejante al de:  
a) una cámara fotográfica,      b) una lupa,      c) un microscopio.  
10.4.- La lente utilizada para corregir la miopía de un ojo cuyo punto remoto está situado a 40 cm tiene una potencia de:  
a) 2,5 D;      b) -2,5;      c) -0,4 D.  
10.5.- ¿Qué defectos tienen los ojos de una persona a la que el oftalmólogo graduó así?  
Ojo derecho:      esférico: -2,5 D      cilíndrico: -0,75D.  
Ojo izquierdo:      esférico: -3,75 D      cilíndrico: -0,50 D.

### Problemas:

- 11.- Un pescador se encuentra sobre una barca, a una altura sobre la superficie del lago de 2 m, y un pez nada a 30 cm por debajo de la superficie, en la vertical del pescador. ¿A qué distancia ve el pescador al pez? ¿Cómo es el tamaño de la imagen? El índice de refracción del agua es 1,33.
- 12.- Un objeto de 1,5 cm de altura se encuentra delante de un espejo esférico de 14 cm de radio, a 20 cm del vértice del espejo. ¿Dónde está situada la imagen y qué características tiene? a) El espejo es cóncavo. b) El espejo es convexo.
- 13.- Un objeto de 12 mm de altura se encuentra delante de un espejo convexo de 20 cm de radio, a 10 cm del vértice del mismo.  
a) ¿Cómo es la imagen formada por el espejo y dónde está situada?  
b) Efectúa la construcción geométrica de la imagen.
- 14.- ¿A qué distancia de un espejo convexo debe colocarse un lápiz para que el tamaño de la imagen sea la mitad del tamaño de este? El radio de curvatura del espejo es de 30 cm.
- 15.- Un objeto de 2,0 cm de altura se sitúa a 25 cm del centro óptico de una lente convergente de 40 cm de distancia focal.  
a) Calcula la posición y el tamaño de la imagen.  
b) Construye la imagen gráficamente.
- 16.- Un objeto de 10 mm de altura se sitúa a 20 cm del centro óptico de una lente divergente de 30 cm de distancia focal.  
a) Calcula la posición y el tamaño de la imagen.  
b) Construye la imagen gráficamente.
- 17.- Mediante una lente delgada de focal  $f' = 10$  cm se quiere obtener una imagen de tamaño doble que el objeto. Calcula la posición donde debe colocarse el objeto si la imagen debe ser real e invertida.
- 18.- Una lupa se emplea para poder observar con detalle objetos de pequeño tamaño. ¿Qué tipo de lente es? ¿Dónde debe situarse el objeto a observar? ¿Qué características tiene la imagen?
- 19.- ¿Qué tamaño tiene la imagen de la Luna observada mediante una lente convergente de distancia focal igual a 40 cm? Diámetro de la Luna, 3.640 km. (Distancia de la Luna a la Tierra, 380.000 km.)
- 20.- ¿Qué lentes correctoras deben utilizarse para corregir la hipermetropía de un ojo cuyo punto próximo está situado a 1,4 m? El punto próximo de una persona con visión normal es de 25 cm.
- 21.- Un proyector de diapositivas produce una imagen nítida sobre una pantalla colocada a 5 m del proyector. Sabiendo que la diapositiva está colocada a 2 cm de la lente del proyector, calcula la potencia de la lente y el aumento lateral conseguido.
- 22.- Responde:  
a) ¿Cuál es la potencia de un sistema óptico formado por una lente convergente de 2,5 dioptrías en contacto con otra divergente de 4,3 dioptrías? ¿Cuál es la distancia focal del sistema?  
c) ¿Cuál es la potencia de un sistema óptico formado por una lente divergente de 3,5 dioptrías en contacto con otra convergente de 1,3 dioptrías? ¿Cuál es la distancia focal imagen del sistema?

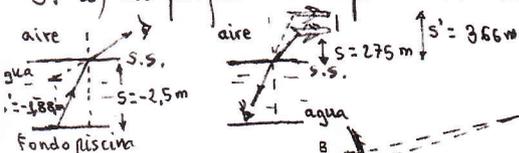
**Cuestiones:**

- 1.- **Dioptrio:** conjunto formado por dos medios transparentes, homogéneos e isotrópicos, con índices de refracción distintos, separados por una superficie.  
**Eje óptico:** eje común de todos los dioptrios de un sistema óptico. También se denomina eje principal.  
**Radio de curvatura:** radio de la superficie esférica a la que pertenece el dioptrio esférico.  
**Imagen real:** punto en el que se cortan los rayos que atraviesan un sistema óptico. No se ven a simple vista y pueden recogerse sobre una pantalla.

**Centro óptico:** es el punto de intersección del dioptrio esférico con el eje óptico.

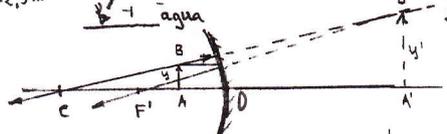
- 2.- Las imágenes virtuales no existen realmente, se ven y no pueden recogerse sobre una pantalla. Las imágenes reales no se ven a simple vista, pero pueden recogerse en una pantalla.

- 3.- a) La profundidad aparente se obtiene a partir de la ecuación del dioptrio plano:  $\frac{n'}{s'} = \frac{n}{s}$ ;  $\frac{1}{s'} = \frac{1,33}{-2,5}$ ;  $s' = -1,88$  m. Profundidad = 1,88 m.



b) Al aplicar la ecuación  $\frac{s}{s'} = \frac{n'}{n}$  se obtiene:  $\frac{275}{s'} = \frac{1,33}{1}$ ;  $s' = 366$  m.

- 4.- a) Debe ser un espejo cóncavo, y el objeto debe estar situado entre el foco y el espejo.



- b) En un espejo plano el radio de curvatura es infinito.  $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R} = 0$ ;  $\frac{1}{s'} = -\frac{1}{s}$ ;  $s' = -s$

- 5.- E.O. Todas las imágenes formadas en espejos convexos son virtuales, derechas y de menor tamaño que el objeto. El foco del espejo es virtual: un rayo paralelo al eje principal del espejo no pasa por el foco al reflejarse, pasa por el foco la prolongación en sentido contrario del rayo reflejado.

- 6.- Se trata de un enunciado teórico, no real. Como la imagen es real, el espejo es cóncavo, pero estos espejos nunca forman imágenes derechas que sean reales; por tanto, ningún espejo esférico puede formar una imagen con esas características.

- 7.- a) a1) Si el obje se situa a una distancia de la lente mayor que el doble de la distancia focal, la imagen es real, invertida y de menor tamaño que el objeto:



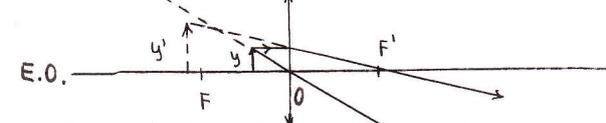
- a2) Si el objeto está situado a una distancia igual al doble de la distancia focal, se forma una imagen real, invertida y de igual tamaño que el objeto:



- a3) Cuando el objeto está situado fuera de la distancia focal pero a una distancia menor que el doble de esta, la imagen es real, invertida y de mayor tamaño que el objeto:



- b) Si el objeto está situado dentro de la distancia focal, se forma una imagen virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto.



- 8.- a) Las lentes convergentes son más gruesas en el centro que en los bordes. En las lentes divergentes ocurre lo contrario.  
 b)  $P = \frac{1}{f}$ ;  $f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-0,5 \text{ m}^{-1}} = -2 \text{ m}$ ;  $f = -f' = 2 \text{ m}$  Se trata de una lente divergente, ya que su potencia y su distancia focal imagen son negativas.  
 c)  $P = \frac{1}{f}$ ;  $f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-5,5 \text{ m}^{-1}} = -0,18 \text{ m}$ ;  $f = -f' = 0,18 \text{ m}$ .

- 9.- a) Como la distancia imagen es positiva, la imagen es real y, además será invertida.  
 b) Porque en este caso la lente se comporta, aproximadamente, como si fuera una lámina delgada de caras planas y paralelas.  
 c) Si, formando con el hielo una lente convergente y situando el papel en el foco de la lente.
- 10.- 10.1.- c) reales e invertidas. 10.2.- a) la hipermetropía se corrige con lentes convergentes, por tanto, su potencia siempre es positiva.

10.3.- a) Una cámara fotográfica. 10.4.- b)  $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = P$ ;  $\frac{1}{-0,4 \text{ m}} - \frac{1}{\infty} = P$ ;  $P = -2,5 \text{ D}$ .

10.5.- Miopía, por tener valores de lentes correctoras esféricas con potencia negativa (lentes divergentes) y astigmatismo, por necesitar corrección cilíndrica.

**Problemas:**

- 11.- La profundidad aparente a la que se encuentra el pez es:  $\frac{s'}{s} = \frac{n'}{n}$ ;  $\frac{s'}{-30 \text{ cm}} = \frac{1}{1,33}$ ;  $s' = -22,6 \text{ cm}$ .

Para el pescador, el pez se encuentra a una distancia total de 2,226 m, aproximadamente 2,23 m. La imagen del pez es de igual tamaño que el objeto, es decir, que el pez objeto.

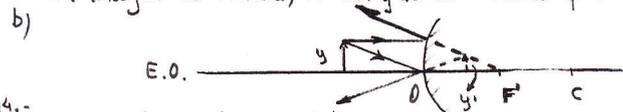
- 12.- a) El tamaño de la imagen se obtiene a partir de la ecuación del aumento lateral:  $M_L = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$ ;  $\frac{y'}{1,5 \text{ cm}} = -\frac{-11 \text{ cm}}{-20 \text{ cm}}$ ;  $y' = -0,8 \text{ cm}$ . La imagen es real, invertida y de menor tamaño que el objeto.

- b)  $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}$ ;  $\frac{1}{s'} + \frac{1}{-20 \text{ cm}} = \frac{2}{-14 \text{ cm}}$ ;  $s' = 5,2 \text{ cm}$ .  $M_L = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$ ;  $\frac{y'}{1,5 \text{ cm}} = -\frac{5,2 \text{ cm}}{-20 \text{ cm}}$ ;  $y' = 0,4 \text{ cm}$ . La imagen es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.

13. a) La posición de la imagen se obtiene aplicando la ecuación fundamental de los espejos esféricos y su tamaño a partir del aumento lateral: (ecuación de Descartes)

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}; \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{-10 \text{ cm}} = \frac{2}{20 \text{ cm}}; \quad s' = 5 \text{ cm}; \quad M_L = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}; \quad \frac{y'}{1,2 \text{ cm}} = -\frac{5 \text{ cm}}{-10 \text{ cm}}; \quad y' = 0,6 \text{ cm} = 6 \text{ mm}.$$

La imagen es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.



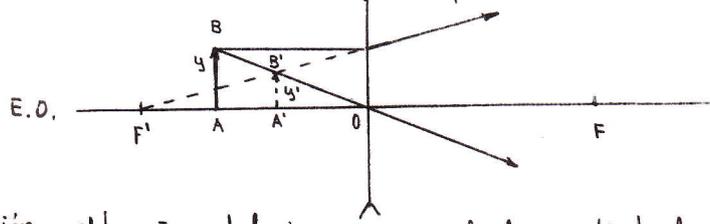
14. De acuerdo con el enunciado, se cumple  $y' = \frac{y}{2}$ . A partir de la ecuación fundamental de los espejos esféricos y del aumento lateral, se obtiene la distancia objeto s: (ecuación de Descartes)

$$M_L = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}; \quad \frac{y/2}{y} = -\frac{s'}{s}; \quad s' = -\frac{s}{2}; \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}; \quad \frac{1}{-s/2} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}; \quad s' = -\frac{R}{2} = \frac{-30 \text{ cm}}{2} = -15 \text{ cm}.$$

15. a) A partir de la ecuación fundamental de las lentes delgadas y del aumento lateral se obtiene la posición y el tamaño de la imagen. (ecuación de Gauss)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-20 \text{ cm}} = \frac{1}{-30 \text{ cm}}; \quad s' = -12 \text{ cm}; \quad M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}; \quad \frac{y'}{1 \text{ cm}} = -\frac{12 \text{ cm}}{-20 \text{ cm}}; \quad y' = 0,6 \text{ cm}.$$

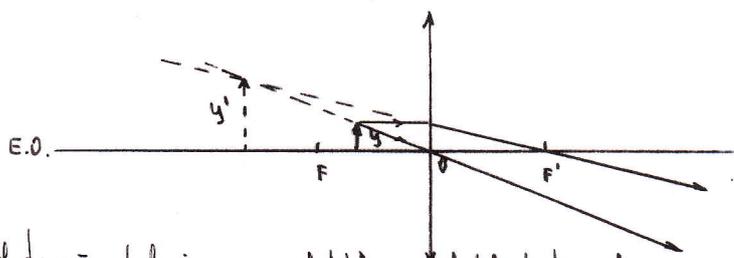
b) La imagen es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.



15. a) La posición y el tamaño de la imagen se calculan mediante la ecuación fundamental de las lentes delgadas y del aumento lateral: (ecuación de Gauss)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-25 \text{ cm}} = \frac{1}{40 \text{ cm}}; \quad s' = -67 \text{ cm}; \quad M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}; \quad \frac{y'}{2 \text{ cm}} = \frac{-67 \text{ cm}}{-25 \text{ cm}}; \quad y' = 5,3 \text{ cm}.$$

b) La imagen es virtual, derecha y mayor que el objeto.



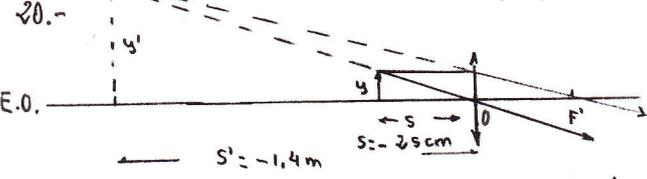
17. Como el tamaño de la imagen es el doble que el del objeto y la imagen es real e invertida, se cumple:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -2; \quad s' = -2s. \text{ De la ecuación fundamental de las lentes delgadas se obtiene: } \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{-2s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{10 \text{ cm}}; \quad s = -15 \text{ cm}.$$

18. Es una lente convergente. El objeto debe situarse entre el foco y la lente, y la imagen que se forma es derecha y virtual. (como el caso 15.- b)

19. La imagen de la Luna se forma en el foco imagen; 

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}; \quad \frac{y'}{3,640 \text{ km}} = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ km}}{3,8 \cdot 10^5 \text{ km}}; \quad y' = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ km} = 3,8 \text{ mm}.$$



Precisa una lente que, de un objeto situado a 25 cm, forme la imagen a una distancia de 1,4 m. Luego

la lente debe ser convergente (ver figura) y de potencia 3,3 D.

Ecu. fundamental lentes delgadas  $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = P; \quad P = \frac{1}{-1,4 \text{ m}} - \frac{1}{-0,25 \text{ m}}; \quad P = 3,3 \text{ D}.$  (potencia positiva - la lente es convergente-)

21. La imagen es real, puesto que se recoge en una pantalla; por tanto, la lente del proyector es convergente y su potencia es positiva.  $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = P; \quad P = \frac{1}{5 \text{ m}} - \frac{1}{-0,02 \text{ m}}; \quad P = 50 \text{ D}; \quad M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{5 \text{ m}}{-0,02 \text{ m}} = -250$  La imagen es invertida y su tamaño 250 veces mayor que el objeto.

22. a)  $P = P_1 + P_2 = 2,5 + (-4,3) = -1,8 \text{ D}; \quad P = \frac{1}{f}; \Rightarrow f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-1,8 \text{ m}^{-1}} = -0,55 \text{ m}.$

b)  $P = P_1 + P_2 = -3,5 + 1,3 = -2,2 \text{ D}; \quad P = \frac{1}{f}; \Rightarrow f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2,2 \text{ m}^{-1}} = -0,45 \text{ m}.$