



## 5. ÓPTICA | FÍSICA 2.º BACH

### EJERCICIOS

ALBA LÓPEZ VALENZUELA

## ÓPTICA FÍSICA

### 5.1. Óptica física >> Naturaleza electromagnética de la luz

- 1 El rango de longitudes de onda del espectro visible es de 400 nm a 700 nm, aproximadamente. Calcula este rango en frecuencias.

Solución:  $4.29 \times 10^{14} - 7.51 \times 10^{14}$  Hz

- 2 Calcula la energía de un fotón de longitud de onda  $5.8 \times 10^{-3}$  nm en eV. Datos:  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J s;  $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$  J.

Solución:  $2.14 \times 10^5$  eV

- 3 A la vista de la siguiente imagen, qué llama es más energética la de un mechero (naranja) o la del calentador (azul).

### Espectro electromagnético visible

periodo	1,3 fs	1,5 fs	1,7 fs	1,8 fs	2,0 fs	2,2 fs	2,3 fs	2,5 fs
frecuencia	750 THz	666 THz	600 THz	545 THz	500 THz	461 THz	428 THz	400 THz
longitud número	400 nm	450 nm	500 nm	550 nm	600 nm	650 nm	700 nm	750 nm
	2,5 Mm <sup>-1</sup>	2,2 Mm <sup>-1</sup>	2,0 Mm <sup>-1</sup>	1,8 Mm <sup>-1</sup>	1,7 Mm <sup>-1</sup>	1,5 Mm <sup>-1</sup>	1,4 Mm <sup>-1</sup>	1,3 Mm <sup>-1</sup>

- 4 Un rayo de luz se desplace con longitud de onda 580 nm. Calcula su frecuencia. ¿En qué zona del espectro está? ¿Qué color es?

Solución:  $5.17 \times 10^{14}$  Hz

- 5 Sea un rayo de luz que cae en el rango de los ultravioleta y otro en el rango de las ondas microondas.

- ¿Cuál tiene mayor energía?
- ¿Cuál tiene mayor longitud de onda?
- ¿Cuál tiene menor frecuencia?
- ¿Cuál de ellos es radiación no ionizante?

### 5.1. Óptica física >> Índice de refracción

- 6 Calcula la velocidad que llevará la luz en un medio cuyo índice de refracción es 1.36.

Solución:  $2.21 \times 10^8$  m/s

- 7 Calcula el índice de refracción de un material por el que la luz viaja a una velocidad de  $2 \times 10^8$  m/s.

Solución: 1.5

- 8 Sabiendo que la velocidad de la luz en el vacío es de 300 000 km/s, calcula la velocidad que llevaría en el agua, conociendo su índice de refracción que es  $4/3$ .

Solución:  $2.25 \times 10^5$  km/s

- 9 Una onda electromagnética que se propaga en el vacío tiene una longitud de onda de  $5 \times 10^{-7}$  m. Calcula su longitud de onda cuando penetra en un medio de índice de refracción 1.5.

Solución: 333 nm

- 10 El índice de refracción del agua para la luz amarilla del sodio es de 1.33. Si la longitud de onda de la luz amarilla del sodio es de 5980 Å, en el vacío, ¿cuál es la velocidad de propagación y la longitud de dicha luz en el agua? Dato:  $n_{\text{agua}} = \frac{4}{3}$

Solución:  $2.25 \times 10^8$  m/s;  $4.48 \times 10^{-7}$  m

## 5.1. Óptica física &gt;&gt; Reflexión y refracción

- 11 Se tienen dos espejos de 10 cm separados 5 cm. Incide un rayo justo en el borde del espejo inferior formando un ángulo de  $30^\circ$  con su normal, ¿cuántas veces rebota el rayo en el espejo superior?  
Solución: 2
- 12 Un rayo incide con un ángulo de  $30^\circ$  con la normal sobre la superficie de separación de dos medios. Parte del rayo se refleja, ¿qué ángulo forma el rayo reflejado con la superficie?  
Solución:  $60^\circ$
- 13 El índice de refracción del agua con respecto al aire es de  $4/3$ . Calcular el ángulo de refracción que corresponde a un ángulo de incidencia de  $60^\circ$  desde el aire con la normal de la interfase.  
Solución:  $40.5^\circ$
- 14 Un estrecho haz de luz de frecuencia  $5 \times 10^{14}$  Hz incide sobre un cristal de índice de refracción  $n = 1.52$  y anchura  $d$ . El haz incide desde el aire formando un ángulo de  $30^\circ$ . Se pide:  
(a) ¿Cuánto vale la longitud de onda de la luz incidente en el aire y en el cristal?  
(b) ¿Cuál será el ángulo que forma el haz de luz cuando atraviesa el cristal y entra de nuevo en el aire?  
Solución: (a)  $\lambda_{\text{aire}} 600 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{agua}} 395 \text{ nm}$ ; (b)  $30^\circ$
- 15 Un rayo de luz incide sobre una lámina de caras paralelas de vidrio de  $n = 1.5$  formando un ángulo de  $30^\circ$  con la normal. Calcula: a) El ángulo de refracción. b) El ángulo de salida al otro lado de la lámina.  
Solución: (a)  $19.5^\circ$ ; (b)  $30^\circ$
- 16 Calcula el ángulo que forman entre sí, los rayos rojo y violeta después de atravesar una lámina de caras planas y paralelas de 3 cm de longitud si el índice de refracción para cada color es:  $n_r = 1.32$ ;  $n_v = 1.35$  y el ángulo de incidencia es de  $30^\circ$ .  
Solución:  $0^\circ$
- 17 Considera dos láminas de caras planas paralelas de espesor 1.5 cm cada una, unidas por una de sus caras. El índice de refracción de la primera es 1.4 y el de la segunda, 1.8. Calcula la desviación que sufre un rayo que incide desde el aire en la primera de las caras con un ángulo de  $60^\circ$ .  
Solución: 1.59 cm
- 18 Un haz luminoso está constituido por dos rayos de luz superpuestos: uno azul de longitud de onda 450 nm y otro rojo de longitud de onda 650 nm. Si este haz incide desde el aire sobre la superficie plana de un vidrio con un ángulo de incidencia de  $30^\circ$ , calcule:  
(a) El ángulo que forman entre sí los rayos azul y rojo reflejados.  
(b) El ángulo que forman entre sí los rayos azul y rojo refractados.  
Datos: Índices de refracción del vidrio:  $n_{\text{AZUL}} = 1,55$ ;  $n_{\text{ROJO}} = 1,40$ .  
Solución: (a)  $0^\circ$ ; (b)  $2.1^\circ$
- 19 Una superficie plana separa dos medios de índices de refracción distintos  $n_1$  y  $n_2$ . Un rayo de luz incide desde el medio de índice  $n_1$ . Razone si son verdaderas o falsas las afirmaciones siguientes:  
(a) El ángulo de incidencia es mayor que el ángulo de reflexión.  
(b) Los ángulos de incidencia y de refracción son siempre iguales.  
(c) El rayo incidente, el reflejado y el refractado están en el mismo plano.  
(d) Si  $n_1 > n_2$  se produce reflexión total para cualquier ángulo de incidencia.
- 20 Calcula el índice de refracción de una sustancia respecto al aire sabiendo que su ángulo límite es de  $30^\circ$ .  
Solución: 2
- 21 Explica en qué consiste la reflexión total. ¿Puede ocurrir cuando la luz pasa del aire al agua?
- 22 Un rayo de luz monocromática que se propaga por un medio con índice de refracción de 1.58 penetra en otro medio de índice de refracción de 1.23 formando un ángulo de incidencia con respecto a la normal de  $15^\circ$ .  
a) Calcula el ángulo de refracción.  
b) Definir ángulo límite y calcular el valor para los dos medios anteriores.  
Solución: (a)  $19.42^\circ$ ; (b)  $51.12^\circ$

- 23 Un haz de luz incide sobre un medio material con ángulo de incidencia y de refracción de  $45^\circ$  y  $15^\circ$ , respectivamente. Calcula con relación al aire: a)  $n$ , b) el ángulo límite.

Solución: a) 2.73, b) No se puede producir reflexión total.

- 24 Un rayo viaja desde el aire formando un ángulo de  $30^\circ$  con interfase con otro medio. El rayo reflejado y el refractado forman entre sí un ángulo de  $128^\circ$ . Calcula:

- (a) El índice de refracción del segundo medio.  
(b) La velocidad de la luz en dicho medio.

Solución: (a) 1.334, (b)  $2.249 \times 10^8$  m/s

- 25 Un haz de luz que viaja por el aire incide sobre un bloque de vidrio. Los haces reflejado y refractado forman ángulos de  $30^\circ$  y  $20^\circ$ , respectivamente, con la normal a la superficie del bloque.

- (a) Calcula la velocidad de la luz en el vidrio y el índice de refracción de dicho material.  
(b) Explica qué es el ángulo límite y determina su valor para al caso descrito.

Solución: a)  $v_v = 2.05 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>,  $n_v = 1.46$ ;  $\theta_L = 43.23^\circ$

- 26 Un rayo de luz roja que se propaga por el aire incide sobre un vidrio y forma un ángulo de  $30^\circ$  con la dirección normal a la superficie del vidrio. El índice de refracción del vidrio para la luz roja es  $n_v = 1,5$  y el del aire es  $n_a = 1$ . Calcula el ángulo que forman entre sí el rayo reflejado y el rayo refractado.

Solución:  $\alpha + \beta = 130.53^\circ$

- 27 Un rayo monocromático incide en la cara vertical de un cubo de vidrio de índice de refracción  $n' = 1.5$ . El cubo está sumergido en agua ( $n = 4/3$ ). ¿Con qué ángulo debe incidir sobre una cara lateral para que en la cara superior del cubo haya reflexión total?

Solución:  $31^\circ$

- 28 Un prisma rectangular de vidrio de 20 cm de anchura y 30 cm de altura tiene un índice de refracción  $n = 1.48$ . Se emite un rayo desde un punto A situado en el centro de su base, de manera que forma un ángulo  $\alpha$  con la normal.

- (a) Si el medio exterior es aire, ¿cuál es el valor que puede alcanzar  $\alpha$  para que el rayo no salga por la cara lateral?  
(b) Si el medio exterior es agua ( $n = 4/3$ )  
i. ¿cuál debe ser el nuevo valor de  $\alpha$  para que el rayo no salga por la cara lateral?  
ii. Para ese ángulo  $\alpha$  calcula por qué cara saldrá el rayo y con qué ángulo.

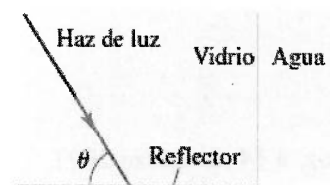
Solución: (a)  $\alpha < 42.5^\circ$ , (b) i.  $\alpha < 48.6^\circ$ ; ii.  $33.7^\circ$

- 29 [Examen IES Zurbarán, Badajoz (2021)] Un vaso de precipitados con fondo de espejo se llena con un líquido cuyo índice de refracción es 1.63. Un haz luminoso incide en la superficie del líquido a un ángulo de  $42.5^\circ$  con respecto a la normal. a) ¿A qué ángulo en relación con la normal saldrá el haz luminoso del líquido después de bajar a través del líquido, reflejarse en el fondo del espejo y regresar a la superficie? b) ¿Cuál es el ángulo límite para la interfaz líquido-aire?

Solución: a)  $\alpha = 42.5^\circ$ ; b)  $\theta_L = 37.84^\circ$

- 24 [Examen IES Zurbarán, Badajoz (2021)] Un cubo grande de vidrio tiene un reflector metálico en una de sus caras y agua en una cara adyacente como se muestra en la figura.

Un haz de luz incide sobre el reflector, como se ilustra en la figura. Se observa que conforme se incrementa de forma gradual el ángulo del haz de luz, si  $\theta \geq 59.2^\circ$  no entra luz al agua. ¿Cuál es la rapidez de la luz en este vidrio? Dato: índice de refracción del agua =  $4/3$ .



Solución:  $v = 193\,266$  km/s

## ÓPTICA GEOMÉTRICA

### 5.2. Óptica geométrica » Espejos

- 25 Un objeto de 5 cm de altura se coloca delante de un espejo plano y a 60 cm de distancia de él. a) ¿A qué distancia del espejo se forma la imagen?, b) ¿cuál es el tamaño de la imagen?  
**Solución:** a) 60 cm, b) 5 cm
- 26 Dibujar e indicar las características de las imágenes producidas por un objeto que se refleja en un espejo esférico cóncavo en los siguientes supuestos:
- El objeto se encuentra entre C y el infinito.
  - El objeto se encuentra entre C y F.
  - El objeto se encuentra en C.
  - El objeto se encuentra entre F y el espejo.
- 27 Determinar gráfica y analíticamente la posición y tamaño de un objeto de 0.03 m de altura, situado sobre el eje óptico a 0.4 m del centro óptico de un espejo convexo de distancia focal 0.1 m.
- 28 Delante de un espejo cóncavo cuyo radio de curvatura es de 0.4 m se sitúa un objeto de 0.05 m de altura a una distancia de 0.6 m del centro óptico. Calcula: a) la distancia focal del espejo, b) la posición y el tamaño de la imagen, c) representa gráficamente el problema.
- 29 Delante de un espejo esférico convexo de 50 cm de radio de curvatura se sitúa un objeto de 4 cm de altura, perpendicularmente al eje óptico del espejo y a 75 cm de distancia de su vértice. Calcular: a) la distancia focal del espejo, b) la posición de la imagen, c) el tamaño de la imagen, d) indicar la naturaleza de la imagen.
- 30 Calcula gráfica y numéricamente la posición de la imagen de un objeto que se halla situado a 0.25 m de distancia de un espejo cóncavo, cuya distancia focal es de 0.5 m. Si el objeto tiene una altura de 0.1 m calcular el tamaño y posición de la imagen.

### 5.2. Óptica geométrica » Lentes

- 31 Un objeto de 5 cm de altura está situado a 60 cm de distancia de una lente convergente de 40 cm de distancia focal: Calcular: a) potencia de la lente; b) posición de la imagen; c) tamaño de la imagen.  
**Solución:** a) 2.5 dioptrías, b) 120 cm, c) -10 cm
- 32 La potencia de una lente es de 5 dioptrías.
- Si a 10 cm a su izquierda se coloca un objeto de 2 mm de altura, hallar la posición y el tamaño de la imagen.
  - Si dicha lente es de vidrio ( $n = 1.5$ ) y una de sus caras tiene un radio de curvatura de 10 cm, ¿Cuál es el radio de curvatura de la otra?  
**Solución:** a) -20 cm, 4 mm; b) es plana
- 33 Un objeto de 0.04 m de altura está situado a 0.40 m de una lente convergente de 0.25 m de distancia focal. Calcula la posición y el tamaño de la imagen. Haz la representación de los rayos.  
**Solución:** 0.67 m, -0.067 m
- 34 Un objeto de 5 cm de altura se sitúa a 25 cm de distancia de una lente delgada de 50 cm de distancia focal. Hallar la posición y el tamaño de la imagen: a) si la lente es convergente; b) si es divergente.  
**Solución:** a) -50 cm, 10 cm, b) -16.67 cm, 3.33 cm
- 35 Con una lente convergente se obtiene una imagen real a 5 cm de la lente si el objeto está situado a 25 cm de la lente. Calcular la distancia focal imagen.  
**Solución:** 4.17 cm
- 36 (a) Explique qué son una lente convergente y una lente divergente. ¿Cómo están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas?  
 (b) ¿Qué es la potencia de una lente y en qué unidades se acostumbra a expresar?

- 37 Razone si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: “Con una lente divergente se puede quemar un papel”.
- 38 Se dispone de dos lentes, una más potente que la otra. ¿Cuál de las dos desviará más los rayos?
- 39 Un sistema óptico centrado está formado por dos lentes delgadas convergentes de igual distancia focal ( $f' = 10$  cm) separadas 40 cm. Un objeto lineal de altura 1 cm se coloca delante de la primera lente a una distancia de 15 cm. Determine:
- La posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen formada por la primera lente.
  - La posición de la imagen final del sistema, efectuando su construcción óptica.
  - La posición, tamaño y naturaleza de la imagen final si la distancia focal de la segunda lente hubiera sido de 5 cm con respecto al objeto.

**Solución:** a) 30 cm, -2 cm, real, mayor e invertida, b) No se forma imagen, c) A 65 cm del objeto, 2 cm, tamaño doble, real, y derecha.

- 40 Una lente convergente forma, de un objeto real, una imagen también real, invertida y aumentada 4 veces. Al desplazar el objeto 3 cm hacia la lente, la imagen que se obtiene es virtual, derecha y con el mismo aumento en valor absoluto. Determine:
- La distancia focal imagen y la potencia de la lente.
  - Las distancias del objeto a la lente en los dos casos citados.
  - Las respectivas distancias imagen.
  - Las construcciones geométricas correspondientes.

**Solución:** a) 0.71 m, 1.4 dioptrías, b) -3.53 cm, -0.53 cm, c) 14.12 cm, -2.12 cm

- 41 Un objeto luminoso de 2 cm de altura está situado a 4 m de distancia de una pantalla. Entre el objeto y la pantalla se coloca una lente esférica delgada, de distancia focal desconocida, que produce sobre la pantalla una imagen tres veces mayor que el objeto. Determine:
- La posición del objeto respecto a la lente y la clase de lente necesaria.
  - La distancia focal de la lente y efectúe la construcción geométrica de la imagen.

**Solución:** a) -1 m, convergente, b) 0.75 m

- 42 Una lente convergente de 10 cm de distancia focal se utiliza para formar la imagen de un objeto luminoso lineal colocado perpendicularmente a su eje óptico y de tamaño  $y = 1$  cm.
- ¿Dónde hay que colocar el objeto para que su imagen se forme 14 cm por detrás (al otro lado) de la lente? ¿Cuál es la naturaleza y el tamaño de esa imagen?
  - ¿Dónde hay que colocar el objeto para que su imagen se forme 8 cm por delante de la lente? ¿Cuál es la naturaleza y el tamaño de esa imagen?

Efectúe la construcción geométrica en ambos casos.

**Solución:** a) -35 cm, real, menor e invertida, b) -4.44 cm, virtual, mayor y derecha

- 43 [Examen IES Zurbarán, Badajoz (2021)] Una lente de vidrio esférica, delgada y biconvexa, cuyas caras tienen radios iguales a 5 cm, y el índice de refracción del vidrio es de 1.5, forma, a partir de un objeto, una imagen. Dicha imagen es real e invertida y tiene un tamaño que es la mitad que el del objeto. Determina: a) distancia focal y b) las posiciones del objeto y de la imagen. Realiza un croquis con los rayos que forman la imagen.

**Solución:** a)  $f' = 0.05$  m; b)  $s' = 0.075$  m;  $s = -0.15$  m

## 5.2. Óptica geométrica &gt;&gt; Dioptrios

- 44 Calcular las distancias focales de un dioptrio esférico convexo. El radio es de 20 cm y los índices de refracción de los dos medios son  $n = 1$  y  $n' = 2$ .

Solución:  $f = -20$  cm;  $f' = 40$  cm

- 45 Un dioptrio esférico convexo tiene un radio de curvatura de 5 cm. Si los índices de refracción son de 1 y 1,5, ¿dónde se formará la imagen de un punto situado a 20 cm del polo del dioptrio?

Solución:  $s' = 30$  cm;  $f' = 40$  cm

- 46 A 50 cm delante de un dioptrio esférico cóncavo ( $r = 30$  cm) se encuentra un objeto de 5 cm de tamaño. Si los índices de refracción son  $n = 1$  y  $n' = 1,33$ , calcular la posición y el tamaño de la imagen.

Solución:  $s' = -42,9$  cm;  $y' = 3,2$  cm

- 47 Un pájaro está posado en un árbol situado a la orilla de un lago y a 3 m por encima de la superficie del agua. En el fondo del lago se encuentra un pez a 4 m de profundidad. El índice de refracción del aire es 1 y el del agua es,  $4/3$ .

(a) ¿A qué distancia ve el pájaro al pez? Solución:  $s' = -3$  m;  $d = 6$  m

(b) ¿Y el pez al pájaro? Solución:  $s' = -4$  m;  $d = 8$  m

Solución: a)  $s' = -3$  m;  $d = 6$  m; b)  $s' = -4$  m;  $d = 8$  m

- 48 [Examen IES Zurbarán, Badajoz (2021)] El extremo izquierdo de una larga varilla de vidrio de 8 cm de diámetro, con un índice de refracción de 1.60, se esmerila y pule para formar una superficie hemisférica cóncava con un radio de 4.00 cm. Un objeto con forma de flecha, de 1.50 mm de altura y en ángulo recto al eje de la varilla, está situado sobre el eje 24 cm a la izquierda del vértice de la superficie convexa. Calcule la posición y la altura de la imagen de la flecha formada por los rayos paraxiales que inciden en la superficie convexa. ¿La imagen es derecha o invertida? ¿Real o virtual?

Solución:  $s' = -8,348$  cm;  $y' = 0,326$  mm; derecha y virtual.

## EBAU

- 49 [Extremadura, 2022] Un fotón viaja en el vacío a la velocidad de  $3 \times 10^8$  m/s. La longitud de onda asociada al fotón es de  $5 \times 10^{-7}$  m. Determine: a) la frecuencia de la onda y b) la energía del fotón. Datos: Constante de Planck ( $h$ ) =  $6.6 \times 10^{-34}$  J s.
- 50 [Extremadura, 2023] Se hace incidir un haz muy fino de luz a  $40^\circ$  sobre la superficie de un estanque con agua. Determine con qué ángulo respecto a la vertical se observa el rayo en el interior del líquido. Datos: índice de refracción del agua: 1,33.
- 51 [Extremadura, 2021] Un haz muy fino de luz procedente del aire incide sobre la superficie de un diamante. Se observa que el rayo en el interior del diamante respecto a la horizontal forma un ángulo de  $70^\circ$ . Determine el ángulo de incidencia respecto a la normal a la superficie del diamante. Datos: índice de refracción del diamante: 2,4. Datos: índice de refracción del aire = 1
- 52 [Extremadura, 2023] Un haz muy fino de luz procedente del vidrio incide sobre la superficie de separación con aire. A) Determine el ángulo crítico para lograr la reflexión interna total de la luz que se propaga desde el vidrio hacia la interfase vidrio-aire. B) Si la superficie superior del vidrio se cubre con agua determine el ángulo refractado si el rayo incide desde el vidrio a la interfase vidrio-agua con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$ . Datos: índice de refracción del aire = 1, índice de refracción del vidrio= 1,66, índice de refracción del agua=1,33
- 53 [Extremadura, 2019] Determine el ángulo límite en la interfase líquido-aire suponiendo que la velocidad de la luz en el aire es 300 000 km/s y la velocidad de la luz en el interior del líquido es 102 000 km/s.
- 54 [Extremadura, 2023] Un objeto de 8 cm de altura está a una distancia de 10 cm de una lente convergente, cuya distancia focal es 6 cm. Determina: a) la posición de la imagen; y b) el tamaño de la imagen y las características de dicha imagen.
- 55 [Extremadura, 2023] Un objeto de 12 cm de altura está delante de una lente divergente de 8 cm de distancia focal formando una imagen a 6 cm delante de dicha lente. Determina: a) la posición del objeto; y b) el tamaño de la imagen y las características de dicha imagen.
- 56 [Extremadura, 2019] Un objeto se encuentra a 20 cm de una lente convergente delgada cuya distancia focal imagen es de 8 cm. Calcula: a) la posición y b) el aumento y la naturaleza de la imagen.
- 57 [Extremadura, 2021] Una lente de esférica, delgada y bicóncava, cuyas caras tienen radios iguales a 8 cm, tiene un índice de refracción de 1.5 y está situada en el vacío. Determine a) la distancia focal imagen; b) la posición y c) el tamaño de la imagen que esa lente forma de un objeto de altura 2 cm situado a 4 cm delante de la lente; d) por último indique las características de esa imagen.
- 58 [Extremadura, 2020] Una lente de esférica, delgada y bicóncava, cuyas caras tienen radios iguales a 4 cm, tiene un índice de refracción de 1.5 y está situada en el vacío. Determine a) la distancia focal imagen; b) la posición y c) el tamaño de la imagen que esa lente forma de un objeto de altura 6 cm situado a 5 cm delante de la lente; d) por último indique las características de esa imagen.
- 59 [Extremadura, 2021] Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La miopía del ojo humano se corrige con lentes divergentes".
- 60 [Extremadura, 2020] Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La miopía del ojo humano se corrige con lentes convergentes".
- 61 [Extremadura, 2019] Describa el fenómeno de la refracción y enuncie sus leyes.