

PROBLEMAS DE ÓPTICA

2017

1) El espectro visible en el aire está comprendido entre las longitudes de onda 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo). Calcule la velocidad de la luz en el agua y determine entre qué longitudes de onda está comprendido el espectro electromagnético visible en el agua.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; n_{\text{agua}} = 1,33; n_{\text{aire}} = 1$$

2) El ángulo límite vidrio-agua es de 60° . Un rayo de luz, que se propaga por el vidrio, incide sobre la superficie de separación con un ángulo de 45° y se refracta dentro del agua. Determine el índice de refracción del vidrio. Calcule el ángulo de refracción en el agua.

$$n_{\text{agua}} = 1,33$$

3) La tecnología ultravioleta para la desinfección de agua, aire y superficies está basada en el efecto germicida de la radiación UV-C. El espectro del UV-C en el aire está comprendido entre 200 nm y 280 nm. Calcule las frecuencias entre las que está comprendida dicha zona del espectro electromagnético y determine entre qué longitudes de onda estará comprendido el UV-C en el agua.

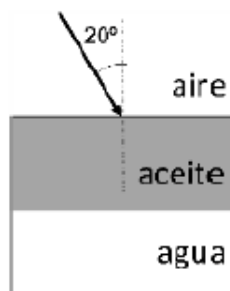
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; n_{\text{aire}} = 1; n_{\text{agua}} = 1,33$$

4) Un haz de luz de $5 \cdot 10^{14}$ Hz viaja por el interior de un bloque de diamante. Si la luz emerge al aire con un ángulo de refracción de 10° , dibuje la trayectoria del haz y determine el ángulo de incidencia y el valor de la longitud de onda en ambos medios.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; n_{\text{diamante}} = 2,42; n_{\text{aire}} = 1$$

5) Sea un recipiente con agua cuya superficie está cubierta por una capa de aceite. Realice un diagrama que indique la trayectoria de los rayos de luz al pasar del aire al aceite y después al agua. Si un rayo de luz incide desde el aire sobre la capa de aceite con un ángulo de 20° , determine el ángulo de refracción en el agua. ¿Con qué velocidad se desplazará la luz por el aceite?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; n_{\text{aire}} = 1; n_{\text{aceite}} = 1,45; n_{\text{agua}} = 1,33$$



6) El campo eléctrico de una onda electromagnética que se propaga en un medio es:

$E(x,t) = 800 \text{ sen}(\pi 108 t - 1,25 x)$ (S.I.). Calcule su frecuencia y su longitud de onda y determine el índice de refracción del medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

2016

7) Un rayo luminoso incide sobre el vidrio de una ventana de índice de refracción 1,4. a) Determine el ángulo de refracción en el interior del vidrio y el ángulo con el que emerge, una vez que lo atraviesa, para un ángulo de incidencia de 20° . b) Sabiendo que el vidrio tiene un espesor de 8 mm, determine la distancia recorrida por la luz en su interior y el tiempo que tarda en atravesarlo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{aire}} = 1$$

8) Un rayo de luz con una longitud de onda de 300 nm se propaga en el interior de una fibra de vidrio, de forma que sufre reflexión total en sus caras. a) Determine para qué valores del ángulo que forma el rayo luminoso con la normal a la superficie de la fibra se producirá reflexión total si en el exterior hay aire. Razone la respuesta. b) ¿Cuál será la longitud de onda del rayo de luz al emerger de la fibra óptica? $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{vidrio}} = 1,38 ; n_{\text{aire}} = 1$

9) Un rayo láser, cuya longitud de onda en el aire es 500 nm, pasa del aire a un vidrio. a) Describa con ayuda de un esquema los fenómenos de reflexión y refracción que se producen y calcule la frecuencia de la luz láser. b) Si el ángulo de incidencia es de 45° y el de refracción 27° , calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el interior del mismo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{aire}} = 1$$

2015

10) Un rayo de luz monocromática incide en una lámina de vidrio de caras planas y paralelas situada en el aire y la atraviesa. El espesor de la lámina es 10 cm y el rayo incide con un ángulo de 25° medido respecto a la normal de la cara sobre la que incide. a) Dibuje en un esquema el camino seguido por el rayo y calcule su ángulo de emergencia. Justifique el resultado. b) Determine la longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina y el tiempo invertido en ello.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{vidrio}} = 1,5 ; n_{\text{aire}} = 1$$

11) Un rayo de luz roja, de longitud de onda en el vacío $650 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, emerge al agua desde el interior de un bloque de vidrio con un ángulo de 45° . La longitud de onda en el vidrio es $433 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. a) Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y determine el índice de refracción del vidrio y el ángulo de incidencia del rayo. b) ¿Existen ángulos de incidencia para los que la luz sólo se refleja? Justifique el fenómeno y determine el ángulo a partir del cual ocurre este fenómeno. $n_{\text{agua}} = 1,33$

12) Cuando un haz de luz de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ penetra en cierto material su velocidad se reduce a $2c/3$. a) Determine la energía de los fotones, el índice de refracción del material y la longitud de onda de la luz en dicho medio. b) ¿Podría propagarse la luz por el interior de una fibra de ese material sin salir al aire? Explique el fenómeno y determine el valor del ángulo límite.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

2014

13) En tres experiencias independientes un haz de luz de 10^{15} Hz incide desde el aire, con un ángulo de 20° , en la superficie de cada uno de los materiales que se indican en la tabla, produciéndose reflexión y refracción.

Material	Cuarzo	Diamante	Agua
Índice de refracción	1,46	2,42	1,33

a) Razone si el ángulo de reflexión depende del material y en qué material la velocidad de propagación de la luz es menor. Determine para ese material el ángulo de refracción. b) Explique en qué material la longitud de onda de la luz es mayor. Determine para ese material el ángulo de refracción. $n_{\text{aire}} = 1$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

14) Un buceador enciende una linterna debajo del agua y dirige el haz luminoso hacia arriba formando un ángulo de 30° con la vertical. Explique con ayuda de un esquema la marcha de los rayos de luz y determine: a) el ángulo con que emergerá la luz del agua; b) el ángulo de incidencia a partir del cual la luz no saldrá del agua. $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{agua}} = 1,33$

15) Un haz de luz roja que viaja por el aire incide sobre una lámina de vidrio de 30 cm de espesor. Los haces reflejado y refractado forman ángulos de 30° y 20° , respectivamente, con la normal a la superficie de la lámina. a) Explique si cambia la longitud de onda de la luz al penetrar en el vidrio y determine el valor de la velocidad de propagación de la luz en el vidrio. b) Determine el ángulo de emergencia de la luz (ángulo que forma el rayo que sale de la lámina con la normal). ¿Qué tiempo tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio? $n_{\text{aire}} = 1$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

16) Un haz de luz monocromática tiene una longitud de onda de 700 nm en el aire y 524 nm en el interior del humor acuoso del ojo humano. a) Explique por qué cambia la longitud de onda de la luz en el interior del ojo humano y calcule el índice de refracción del humor acuoso. b) Calcule la frecuencia de esa radiación monocromática y su velocidad de propagación en el ojo humano. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$

17) Un haz de luz láser que se propaga por un bloque de vidrio tiene una longitud de onda de 450 nm. En el punto de emergencia al aire del haz, el ángulo de incidencia es de 25° y el ángulo de refracción de 40° . a) Dibuje la trayectoria de los rayos y calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el aire. b) Razone para qué valores del ángulo de incidencia el haz de luz no sale del vidrio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$

18) Un haz compuesto por luces de colores rojo y azul incide desde el aire sobre una de las caras de un prisma de vidrio con un ángulo de incidencia de 40° . a) Dibuje la trayectoria de los rayos en el aire y tras penetrar en el prisma y calcule el ángulo que forman entre sí los rayos en el interior del prisma si los índices de refracción son $n_{\text{rojo}} = 1,612$ para el rojo y $n_{\text{azul}} = 1,671$ para el azul, respectivamente. b) Si la frecuencia de la luz roja es de $4,2 \cdot 10^{14}$ Hz calcule su longitud de onda dentro del prisma. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$

2012

19) Un haz de luz que se propaga por el interior de un bloque de vidrio incide sobre la superficie del mismo de modo que una parte del haz se refleja y la otra se refracta al aire, siendo el ángulo de reflexión 30° y el de refracción 40° . a) Calcule razonadamente el ángulo de incidencia del haz, el índice de refracción del vidrio y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio. b) Explique el concepto de ángulo límite y determine su valor para el caso descrito. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

20) Un rayo de luz incide desde el aire en una lámina de vidrio con un ángulo de 30° . Las longitudes de onda en el aire de las componentes azul y roja de la luz son, respectivamente, $\lambda(\text{azul}) = 486 \text{ nm}$ y $\lambda(\text{rojo}) = 656 \text{ nm}$. a) Explique con ayuda de un esquema cómo se propaga la luz en el vidrio y calcule el ángulo que forman los rayos azul y rojo. ¿Se propagan con la misma velocidad? Justifique la respuesta. b) Determine la frecuencia y la longitud de onda en el vidrio de la componente roja. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}}(\text{azul}) = 1,7$; $n_{\text{vidrio}}(\text{rojo}) = 1,6$

2011

21) Una onda electromagnética tiene en el vacío una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. a) Explique qué es una onda electromagnética y determine la frecuencia y el número de onda de la onda indicada. b) Al entrar la onda en un medio material su velocidad se reduce a $3c/4$. Determine el índice de refracción del medio y la frecuencia y la longitud de onda en ese medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

22) Un rayo de luz de frecuencia $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ penetra en una lámina de vidrio de caras paralelas con un ángulo de incidencia de 30° . a) Dibuje en un esquema los rayos incidente, refractado en el vidrio y emergente al aire y determine los ángulos de refracción y de emergencia. b) Explique qué características de la luz cambian al penetrar en el vidrio y calcule la velocidad de propagación dentro de la lámina $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}} = 1,5$

23) El espectro de luz visible (luz blanca) incluye longitudes de onda comprendidas entre $3,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (violeta) y $7,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (rojo). a) Enuncie la hipótesis de Planck y calcule la energía de los fotones que corresponden a las luces violeta y roja indicadas. b) ¿Cuántos fotones de luz roja son necesarios para acumular una energía de 3 J ? $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

24) a) Un rayo de luz monocromática emerge al aire, desde el interior de un bloque de vidrio, en una dirección que forma un ángulo de 30° con la normal a la superficie. Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de incidencia y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio. b) ¿Existen ángulos de incidencia para los que no sale luz del vidrio? Explique este fenómeno y calcule el ángulo límite. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{vidrio}} = 1,5$

2010

25) Un teléfono móvil opera con ondas electromagnéticas cuya frecuencia es $1,2 \cdot 10^9 \text{ Hz}$. a) Determine la longitud de onda. b) Esas ondas entran en un medio en el que la velocidad de propagación se reduce a $5c/6$. Determine el índice de refracción del medio y la frecuencia y la longitud de onda en dicho medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $v_{\text{sonido}} = 340 \text{ m s}^{-1}$

2009

26) Una antena emite una onda de radio de $6 \cdot 10^7$ Hz. a) Explique las diferencias entre esa onda y una onda sonora de la misma longitud de onda y determine la frecuencia de esta última. b) La onda de radio penetra en un medio y su velocidad se reduce a $0,75c$. Determine su frecuencia y su longitud de onda en ese medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$, $v = 340 \text{ m s}^{-1}$

27) Un rayo láser de $55 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ emerge desde el interior de un bloque de vidrio hacia el aire. El ángulo de incidencia es de 25° y el de refracción es de 40° . a) Calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda del rayo láser en el aire. b) Explique para qué valores del ángulo de incidencia el rayo no sale del vidrio. $n_{\text{aire}} = 1$.

28) Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio de 30 cm de espesor con un ángulo de incidencia de 30° . a) Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción. b) Determine el ángulo de emergencia (ángulo que forma el rayo que sale de la lámina con la normal) y el tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{vidrio}} = 1,3$

2008

29) Un teléfono móvil opera con ondas electromagnéticas de frecuencia $f = 9 \cdot 10^8$ Hz. a) Determine la longitud de onda y el número de onda en el aire. b) Si la onda entra en un medio en el que su velocidad de propagación se reduce a $3c/4$, razone qué valores tienen la frecuencia y la longitud de onda en ese medio y el índice de refracción del medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$

30) Un haz de luz láser cuya longitud de onda en el aire es $550 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ incide en un bloque de vidrio. a) Describa con ayuda de un esquema los fenómenos ópticos que se producen. b) Si el ángulo de incidencia es de 40° y el de refracción 25° , calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el interior del bloque. $n_{\text{aire}} = 1$

2007

31) Un foco luminoso puntual está situado bajo la superficie de un estanque de agua. a) Un rayo de luz pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de 30° . Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción. b) Explique qué es el ángulo límite y determine su valor para este caso. $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{agua}} = 1,33$

32) El láser de un reproductor de CD genera luz con una longitud de onda de 780 nm medida en el aire. a) Explique qué características de la luz cambian al penetrar en el plástico del CD y calcule la velocidad de la luz en él. b) Si la luz láser incide en el plástico con un ángulo de 30° , determine el ángulo de refracción. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{plástico}} = 1,55$

33) Un haz de luz de $5 \cdot 10^4$ Hz viaja por el interior de un diamante. a) Determine la velocidad de propagación y la longitud de onda de esa luz en el diamante. b) Si la luz emerge del diamante al aire con un ángulo de refracción de 10° , dibuje la trayectoria del haz y determine el ángulo de incidencia. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{diamante}} = 2,42$

2006

34) Un rayo de luz monocromática incide en una de las caras de una lámina de vidrio, de caras planas y paralelas, con un ángulo de incidencia de 30° . La lámina está situada en el aire, su espesor es de 5 cm y su índice de refracción 1,5. a) Dibuje el camino seguido por el rayo y calcule el ángulo que forma el rayo que emerge de la lámina con la normal. b) Calcule la longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina.

35) Un rayo luminoso que se propaga en el aire incide sobre el agua de un estanque formando un ángulo de 20° con la normal. a) ¿Qué ángulo formarán entre sí los rayos reflejado y refractado? b) Variando el ángulo de incidencia, ¿podría producirse el fenómeno de reflexión total? Razone la respuesta. $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{agua}} = 1,33$

36) El ángulo límite vidrio-agua es de 60° . Un rayo de luz, que se propaga por el vidrio, incide sobre la superficie de separación con un ángulo de 45° y se refracta dentro del agua. a) Explique qué es el ángulo límite y determine el índice de refracción del vidrio b) Calcule el ángulo de refracción en el agua. $n_a = 1,33$

2005

37) Un haz de luz que viaja por el aire incide sobre un bloque de vidrio. Los haces reflejado y refractado forman ángulos de 30° y 20° , respectivamente, con la normal a la superficie del bloque. a) Calcule la velocidad de la luz en el vidrio y el índice de refracción de dicho material. b) Explique qué es el ángulo límite y determine su valor para el caso descrito. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

38) a) ¿Cuál es la longitud de onda de una estación de radio que emite con una frecuencia de 100 Mhz? b) Si las ondas emitidas se propagaran por el agua, razone si tendrían la misma frecuencia y la misma longitud de onda. En el caso de que varíe alguna de estas magnitudes, determine su valor. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{agua/aire}} = 1,3$

39) Un rayo de luz que se propaga por un medio a una velocidad de 165 km s^{-1} penetra en otro medio en el que la velocidad de propagación es 230 km s^{-1} . a) Dibuje la trayectoria que sigue el rayo en el segundo medio y calcule el ángulo que forma con la normal si el ángulo de incidencia es de 30° . b) ¿En qué medio es mayor el índice de refracción? Justifique la respuesta.

Problemas de la ponencia de Física

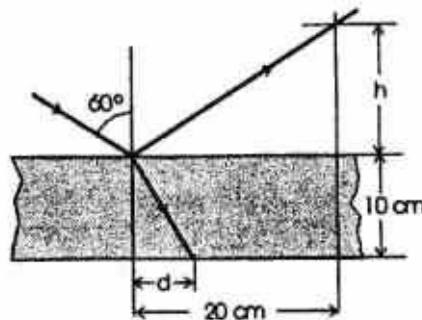
40) Una antena emite una onda electromagnética de frecuencia 50 Hz. Calcule su longitud de onda. a) Determine la frecuencia de una onda sonora de la misma longitud de onda. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $v_s = 340 \text{ m s}^{-1}$

41) El espectro visible en el aire está comprendido entre las longitudes de onda 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo). a) Calcule las frecuencias de estas radiaciones extremas. ¿Cuál de ellas se propaga a mayor velocidad? b) Determine entre qué longitudes de onda está comprendido el espectro visible del agua, cuyo índice de refracción es $4/3$. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

42) Una onda electromagnética tienen, en el vacío, una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. a) Determine la frecuencia y el número de onda. ¿Cuál es la energía de los fotones? b) Si dicha onda entra en un determinado medio, su velocidad se reduce a $3c/4$. Determine el índice de refracción del medio y la frecuencia y la longitud de onda en el medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,36 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

- 43) Un rayo de luz amarilla, emitida por una lámpara de sodio, tiene una longitud de onda en el vacío de $580 \cdot 10^{-9}$ m. a) Determine la velocidad de propagación y la longitud de onda de dicha luz en el interior de una fibra de cuarzo, cuyo índice de refracción es $n = 1,5$. b) ¿Pueden existir valores del ángulo de incidencia para los que un haz de luz, que se propague por el interior de una fibra de cuarzo, no salga al exterior? Explique el fenómeno y, en su caso, calcule los valores del ángulo de incidencia para los cuales tiene lugar. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹
- 44) Un rayo de luz pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de 30° respecto a la normal. a) Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción. b) ¿Cuál debería ser el ángulo de incidencia para que el rayo refractado fuera paralelo a la superficie de separación agua-aire? (Índice de refracción del agua respecto al aire: $n = 1,3$)
- 45) El espectro visible tiene frecuencias comprendidas entre $4 \cdot 10^{14}$ Hz y $7 \cdot 10^{14}$ Hz. a) Determine las longitudes de onda correspondientes a dichas frecuencias en el vacío. b) ¿Se modifican estos valores de las frecuencias y de las longitudes de onda cuando la luz se propaga por el agua? En caso afirmativo, calcule los valores correspondientes. (Índice de refracción del agua respecto al aire: $n = 1,3$) ; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹
- 46) Un objeto se encuentra frente a un espejo plano a una distancia de 4 m del mismo. a) Construya gráficamente la imagen y explique sus características. b) Repita el apartado anterior si se sustituye el espejo plano por uno cóncavo de 2 m de radio.
- 47) a) Un objeto se encuentra a una distancia de 0,6 m de una lente delgada convergente de 0,2 m de distancia focal. a) Construya gráficamente la imagen que se forma y explique sus características. b) Repita el apartado anterior si el objeto se coloca a 0,1 de la lente.
- 48) Cuando un rayo de luz se propaga a través del agua ($n = 1,33$) emerge hacia el aire para ciertos valores del ángulo de incidencia y para otros no. a) Explique este fenómeno e indique para qué valores del ángulo de incidencia emerge el rayo. b) ¿Cabría esperar un hecho similar si la luz pasa del aire al agua?
- 49) Un diamante está sumergido en agua y un rayo de luz incide a 30° sobre una de sus caras. a) Haga un esquema del camino que sigue el rayo luminoso y determine el ángulo con que se refracta dentro del diamante. b) ¿Cuál es el ángulo límite para la luz que pasa del diamante al agua? ¿Y si pasa del agua la diamante? n (diamante) = 2,41 ; n (agua) = 1,33
- 50) Una lámina de caras paralelas, de vidrio de índice de refracción 1,54 y de espesor 10 cm, está colocada en el aire. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz con un ángulo de incidencia de 30° . a) Haga un esquema de la marcha del rayo y determine el tiempo que este tarda en atravesar la lámina. b) ¿Con qué ángulo se refracta el rayo en la segunda cara? Compare este resultado con el ángulo de incidencia. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹
- 51) Un rayo de luz amarilla, emitido por una lámpara de vapor de sodio, posee una longitud de onda en el vacío de $5,9 \cdot 10^{-9}$ m. a) Determine la frecuencia, velocidad de propagación y longitud de onda de la luz en el interior de una fibra óptica de índice de refracción 1,5. b) ¿Cuál es el ángulo de incidencia mínimo para que un rayo que incide en la pared interna de la fibra no salga al exterior? ¿Cómo se denomina este ángulo? $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹

- 52) Construya la imagen de un objeto situado a una distancia entre f y $2f$ de una lente:
a) Convergente. Divergente. Explique en ambos casos las características de la imagen.
- 53) Una onda electromagnética armónica de 20 MHz se propaga en el vacío, en el sentido positivo del eje OX. El campo eléctrico de dicha onda tiene la dirección del eje OZ y su amplitud es de $3 \cdot 10^{-3} \text{ N C}^{-1}$. a) Escriba la expresión del campo eléctrico $\mathbf{E}(x, t)$, sabiendo que en $x = 0$ su módulo es máximo cuando $t = 0$. b) Represente en una gráfica los campos $\mathbf{E}(t)$ y $\mathbf{B}(t)$ y la dirección de propagación de la onda. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- 54) Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio, de 30 cm de espesor, con un ángulo de incidencia de 45° . a) Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción. b) Determine el ángulo de emergencia (ángulo del rayo que sale de la lámina con la normal). ¿Qué tiempo tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio?
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}} = 1,3$
- 55) Un haz de luz monocromática de frecuencia $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ se propaga por el aire. a) Explique qué características de la luz cambian al penetrar en una lámina de vidrio y calcule la longitud de onda. b) ¿Cuál debe ser el ángulo de incidencia en la lámina para que los rayos reflejado y refractado sean perpendiculares entre sí? $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}} = 1,2$
- 56) Construya gráficamente la imagen y explique sus características para: a) Un objeto que se encuentra a 0,5 m frente a una lente delgada biconvexa de 1 m de distancia focal; b) Un objeto situado a una distancia menor que la focal de un espejo cóncavo.
- 57) Un rayo de luz monocromática emerge desde el interior de un bloque de vidrio hacia el aire. Si el ángulo de incidencia es de $19,5^\circ$ y el de refracción de 30° . a) Determine el índice de refracción y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio. b) Como sabe, pueden existir ángulos de incidencia para los que no hay rayo refractado; es decir, no sale luz del vidrio. Explique este fenómeno y calcule los ángulos para los que tiene lugar. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$
- 58) Un rayo de luz, cuya longitud de onda en el vacío es $6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ se propaga a través del agua. a) Defina el índice de refracción y calcule la velocidad de propagación y la longitud de onda de esa luz en el agua. b) Si el rayo emerge del agua al aire con un ángulo de 30° , determine el ángulo de incidencia del rayo en la superficie del agua. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{agua}} = 1,33$
- 59) Construya gráficamente la imagen de: a) Un objeto situado a 0,5 m de distancia de un espejo cóncavo de 2 m de radio. b) Un objeto situado a la misma distancia delante de un espejo plano. Explique en cada caso las características de la imagen y compare ambas situaciones.
- 60) Una lámina de vidrio, de índice de refracción 1,5, de caras paralelas y espesor 10 cm, está colocada en el aire. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz, como se muestra en la figura. Calcule:
a) La altura h y la distancia d marcadas en la figura.
b) El tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$



- 61) Un rayo de luz que se propaga por un medio a una velocidad de 165 km s^{-1} penetra en otro medio en el que la velocidad de propagación es 230 km s^{-1} . a) Dibuje la trayectoria que sigue el rayo en el segundo medio y calcule el ángulo que forma con la normal si el ángulo de incidencia es de 30° . b) ¿En qué medio es mayor el índice de refracción? Justifique la respuesta.
- 62) a) ¿Cuál es la longitud de onda de una estación de radio que emite con una frecuencia de 100 Mhz ? b) Si las ondas emitidas se propagaran por el agua, razone si tendrían la misma frecuencia y la misma longitud de onda. En el caso de que varíe alguna de estas magnitudes, determine su valor. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{agua/aire}} = 1,3$
- 63) Un haz de luz que viaja por el aire incide sobre un bloque de vidrio. Los haces reflejado y refractado forman ángulos de 30° y 20° , respectivamente, con la normal a la superficie del bloque. a) Calcule la velocidad de la luz en el vidrio y el índice de refracción de dicho material. b) Explique qué es el ángulo límite y determine su valor para el caso descrito. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- 64) Un rayo de luz monocromática incide en una de las caras de una lámina de vidrio, de caras planas y paralelas, con un ángulo de incidencia de 30° . La lámina está situada en el aire, su espesor es de 5 cm y su índice de refracción $1,5$. a) Dibuje el camino seguido por el rayo y calcule el ángulo que forma el rayo que emerge de la lámina con la normal. b) Calcule la longitud recorrida por el rayo en el interior de la lámina.
- 65) Un rayo luminoso que se propaga en el aire incide sobre el agua de un estanque formando un ángulo de 20° con la normal. a) ¿Qué ángulo formarán entre sí los rayos reflejado y refractado? b) Variando el ángulo de incidencia, ¿podría producirse el fenómeno de reflexión total? Razone la respuesta. $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{agua}} = 1,33$
- 66) El ángulo límite vidrio-agua es de 60° . Un rayo de luz, que se propaga por el vidrio, incide sobre la superficie de separación con un ángulo de 45° y se refracta dentro del agua. a) Explique qué es el ángulo límite y determine el índice de refracción del vidrio. b) Calcule el ángulo de refracción en el agua. $n_a = 1,33$
- 67) Un foco luminoso puntual está situado bajo la superficie de un estanque de agua. a) Un rayo de luz pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de 30° . Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción. b) Explique qué es el ángulo límite y determine su valor para este caso. $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{agua}} = 1,33$
- 68) El láser de un reproductor de CD genera luz con una longitud de onda de 780 nm medida en el aire. a) Explique qué características de la luz cambian al penetrar en el plástico del CD y calcule la velocidad de la luz en él. b) Si la luz láser incide en el plástico con un ángulo de 30° , determine el ángulo de refracción. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{plástico}} = 1,55$
- 69) Un haz de luz de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ viaja por el interior de un diamante. a) Determine la velocidad de propagación y la longitud de onda de esa luz en el diamante. b) Si la luz emerge del diamante al aire con un ángulo de refracción de 10° , dibuje la trayectoria del haz y determine el ángulo de incidencia. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n(\text{diamante}) = 2,42$
- 70) Un teléfono móvil opera con ondas electromagnéticas de frecuencia $f = 9 \cdot 10^8 \text{ Hz}$. a) Determine la longitud de onda y el número de onda en el aire. b) Si la onda entra en un medio en el que su velocidad de propagación se reduce a $3c/4$, razone qué valores tienen la frecuencia y la longitud de onda en ese medio y el índice de refracción del medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$

71) Un haz de luz láser cuya longitud de onda en el aire es $550 \cdot 10^{-9}$ m incide en un bloque de vidrio. a) Describa con ayuda de un esquema los fenómenos ópticos que se producen. b) Si el ángulo de incidencia es de 40° y el de refracción 25° , calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el interior del bloque. $n_{\text{aire}} = 1$

72) Sobre la superficie de un bloque de vidrio de índice de refracción 1,60 hay una capa de agua de índice 1,33. Una luz amarilla de sodio, cuya longitud de onda en el aire es $589 \cdot 10^{-9}$ m, se propaga por el vidrio hacia el agua. a) Describa el fenómeno de reflexión total y determine el valor del ángulo límite para esos dos medios. b) Calcule la longitud de onda de la luz cuando se propaga por el vidrio y por el agua. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹

73) Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio de 30 cm de espesor con un ángulo de incidencia de 30° . a) Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción. b) Determine el ángulo de emergencia (ángulo que forma el rayo que sale de la lámina con la normal) y el tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $n_{\text{vidrio}} = 1,3$; $n_{\text{aire}} = 1$

74) Un rayo láser de $55 \cdot 10^{-8}$ m emerge desde el interior de un bloque de vidrio hacia el aire. El ángulo de incidencia es de 25° y el de refracción de 40° . a) Calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda del rayo láser en el aire. b) Explique para qué valores del ángulo de incidencia el rayo no sale del vidrio. $n_{\text{aire}} = 1$

75) Una antena emite una onda de radio de $6 \cdot 10^7$ Hz. a) Explique las diferencias entre esa onda y una onda sonora de la misma longitud de onda y determine la frecuencia de esta última. b) La onda de radio penetra en un medio y su velocidad se reduce a $0,75c$. Determine su frecuencia y su longitud de onda en ese medio. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $v_{\text{sonido}} = 340$ m s⁻¹

76) Una antena emite una onda de radio de $6 \cdot 10^7$ Hz. a) Explique las diferencias entre esa onda y una onda sonora de la misma longitud de onda y determine la frecuencia de esta última. b) La onda de radio penetra en un medio material y su velocidad se reduce a $0,75c$. Determine su frecuencia y su longitud de onda en ese medio. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $v_{\text{sonido en el aire}} = 340$ m s⁻¹

77) Un haz láser que se propaga por un bloque de vidrio tiene una longitud de onda de 550 nm. El haz emerge hacia el aire con un ángulo de incidencia de 25° y un ángulo de refracción de 40° . a) Calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el aire. b) Razone para qué valores del ángulo de incidencia el haz láser no sale del vidrio. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $n_{\text{aire}} = 1$

78) Un teléfono móvil opera con ondas electromagnéticas cuya frecuencia es $1,2 \cdot 10^9$ Hz. a) Determine la longitud de onda. b) Esas ondas entran en un medio en el que la velocidad de propagación se reduce a $5c/6$. Determine el índice de refracción del medio y la frecuencia y la longitud de onda en dicho medio. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $n_{\text{aire}} = 1$; $v_{\text{sonido}} = 340$ m s⁻¹

79) a) Un rayo de luz monocromática emerge al aire, desde el interior de un bloque de vidrio, en una dirección que forma un ángulo de 30° con la normal a la superficie. Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de incidencia y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio. b) ¿Existen ángulos de incidencia para los que no sale luz del vidrio? Explique este fenómeno y calcule el ángulo límite. $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{vidrio}} = 1,5$

80) Un rayo de luz de frecuencia $5 \cdot 10^{14}$ Hz penetra en una lámina de vidrio de caras paralelas con un ángulo de incidencia de 30° . a) Dibuje en un esquema los rayos incidente, refractado en el vidrio y emergente al aire y determine los ángulos de refracción y de emergencia. b) Explique qué características de la luz cambian al penetrar en el vidrio y calcule la velocidad de propagación dentro de la lámina. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}} = 1,5$

81) Una onda electromagnética tiene en el vacío una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7}$ m. a) Explique qué es una onda electromagnética y determine la frecuencia y el número de onda de la onda indicada. b) Al entrar la onda en un medio material su velocidad se reduce a $3c/4$. Determine el índice de refracción del medio y la frecuencia y la longitud de onda en ese medio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$