

Relación Problemas Tema 9: La luz y las ondas electromagnéticas

Problemas

1. Una onda electromagnética (o.e.m.) cuya frecuencia es de 10^{14} Hz y cuyo campo eléctrico, de 2 V/m de amplitud, está polarizado en la dirección del eje OY, se propaga en el vacío, en el sentido negativo del eje OX.
- Escribir la expresión del campo eléctrico de la onda electromagnética
 - Calcular la longitud de onda e indicar la dirección del campo magnético de la onda ($c=3 \cdot 10^8$ m/s)

Solución: a) $\vec{E} = 2\text{sen}(2\pi \cdot 10^{14}t + 210^6x)\hat{j}$ V·m⁻¹ b) $\lambda = 3 \cdot 10^{-6}$ m, \vec{B} polarizado en el eje Z

2. Una o.e.m. plana (polarizada) tiene un campo eléctrico de amplitud 3 V/m y una frecuencia de 1 MHz. Determinar la ecuación de onda que representa al campo eléctrico si la onda avanza en el eje Y y el campo está polarizado en el eje Z. Calcula asimismo la dirección del campo magnético.

Solución: a) $\vec{E} = 3\text{sen}(2\pi \cdot 10^6t - 0,021y)\hat{k}$ $\frac{\text{V}}{\text{m}}$ \vec{B} polarizado en el eje X

3. Una antena emite una onda electromagnética de frecuencia 50 kHz. a) Calcule su longitud de onda. b) Determine la frecuencia de una onda sonora de la misma longitud de onda. ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s ; $v_{\text{sonido}} = 340$ m/s)

Solución: a) $\lambda = 6000\text{m}$ b) $\lambda_{\text{sonido}} = 0,0068\text{m}$

4. El espectro visible en el aire está comprendido entre las longitudes de onda 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo).

- Calcule las frecuencias de estas radiaciones extremas. ¿Cuál de ellas se propaga a mayor velocidad?
- Determine entre qué longitudes de onda está comprendido el espectro visible en el agua, cuyo índice de refracción es 4/3. ($c = 3 \cdot 10^8$ m · s⁻¹)

Solución: a) $\nu_{\text{rojo}} = 3,85 \cdot 10^{14}$ Hz; $\nu_{\text{violeta}} = 7,89 \cdot 10^{14}$ Hz ambas a igual velocidad, si no hay dispersión. b) $\lambda_{\text{rojo}} = 584\text{nm}$; $\lambda_{\text{violeta}} = 285\text{nm}$

5. Una onda electromagnética tiene, en el vacío, una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7}$ m.

- Determine la frecuencia y el número de onda.
- 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 dicho medio. ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Solución: a) $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Hz; $K = 12,57 \cdot 10^6$ rad / m ; b) $n = 4 / 3$; ν no varía; $\lambda = 375\text{nm}$

6. Un rayo de luz de 500 nm de longitud de onda, propagándose por el aire, entra en un bloque de vidrio formando un ángulo de 30° con la normal. Sabiendo que el índice de refracción de ese vidrio es de 1,5, calcular:

- Ángulo que forma con la normal el rayo refractado.
- Longitud de onda del rayo refractado
- Ángulo límite del vidrio. Explicar qué significa dicho ángulo.

Considerar que en el aire la luz se propaga a igual velocidad que en el vacío. ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Solución: a) $\alpha_2 = 19,47^\circ$; b) $\lambda = 333\text{nm}$; c) $\alpha_L = 41,8^\circ$

7. Un rayo de luz amarilla de 580 nm en el aire, pasa a un cierto cristal en el que su longitud de onda pasa a ser de $5 \cdot 10^{-7}$ m.

- Calcular razonadamente frecuencia y velocidad de propagación en cada medio.
- Si el rayo refractado forma 30° con la normal a la frontera que separa a los dos medios, ¿Con qué ángulo incidió el rayo? Razonar, realizando un esquema de rayos.

Solución: a) En aire: $\nu = 5,17 \cdot 10^{14}$ Hz , $v = 3 \cdot 10^8$ m / s ; En cristal: $\nu = 5,17 \cdot 10^{14}$ Hz , $v = 2,6 \cdot 10^8$ m / s

8. Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio, de 30 cm de espesor, con un ángulo de incidencia de 45°

- Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción.
- Determine el ángulo de emergencia (ángulo del rayo cuando sale después de atravesar la lámina). ¿Qué tiempo tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio? ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}} = 1,3$)

Solución: a) no cambia, la frecuencia es la misma. $\alpha_2 = 32,95^\circ$; b) $\alpha_3 = 45^\circ$ $t = 1,57 \text{ ns}$

9. Tenemos una lupa de 10 cm de distancia focal. Colocamos un objeto de 1 cm a cierta distancia de la lupa. Razonar las características de la imagen y calcular su tamaño y posición si:

- El objeto está a 15 cm de la lupa.
- El objeto está a 5 cm de la lupa.

Solución: a) imagen real, invertida. $S' = 0,3 \text{ m}$, $y' = -0,02 \text{ m}$; b) imagen virtual, derecha. $S' = -0,1 \text{ m}$, $y' = 0,02 \text{ m}$

- Repetir el ejercicio anterior con una lente divergente de la misma distancia focal.
- Repetir el ejercicio anterior con un espejo cóncavo esférico de 16 cm de radio.

Solución: a) 1) im. Virtual, derecha. $S' = -0,06 \text{ m}$, $y' = 0,004 \text{ m}$; 2) im. Virtual, derecha. $S' = -0,033 \text{ m}$, $y' = 0,066 \text{ m}$
 b) 1) im. Real, invertida. $S' = 0,17 \text{ m}$, $y' = -0,011 \text{ m}$; 2) im. Virtual, derecha. $S' = -0,13 \text{ m}$, $y' = 0,026 \text{ m}$

11.- Entre las frecuencias del rojo $4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ y la del violeta $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ se encuentran todos los colores del espectro visible. ¿Cuáles son su período y su longitud de onda?

Solución: Violeta: $T = 1,33 \cdot 10^{-15} \text{ s}$; $\lambda = 4000 \text{ \AA}$; Rojo: $T = 2,32 \cdot 10^{-15} \text{ s}$; $\lambda = 7000 \text{ \AA}$

12.- Los índices de refracción del alcohol y del diamante son 1,36 y 2,41 respectivamente. ¿En cuál de los dos medios se propaga la luz más rápidamente?

Solución: Se propaga más rápidamente en el alcohol.

13.- Sabiendo que la velocidad de la luz en el agua es de 225000 km/s y de 124481 km/s en el diamante:

- Hallar los índices de refracción absolutos en el agua y en el diamante.
- Hallar el índice de refracción relativo del agua respecto al diamante.

Solución: a) $n(\text{agua}) = 1,33$; $n(\text{diamante}) = 2,42$; b) $n(\text{agua-diamante}) = 0,55$

14.- Los índices de refracción del alcohol y del diamante son 1,36 y 2,41 respectivamente.

Calcular:

- El índice de refracción del alcohol respecto al diamante.
- El índice de refracción del diamante respecto al alcohol.

Solución: a) 0,56; b) 1,77

15.- Calcular la velocidad de la luz en el aceite ($n = 1,45$) y en el vidrio para botellas ($n = 1,52$).

Solución: $V(\text{aceite}) = 206896,5 \text{ Km/s}$; $V(\text{vidrio}) = 197368,4 \text{ Km/s}$

16.- Hallar la longitud de onda y la velocidad de propagación de una luz naranja de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ de frecuencia cuando atraviesa un cristal de cuarzo, cuyo índice de refracción es 1,544.

Solución: $\lambda = 3886 \text{ \AA}$; $v = 194300,51 \text{ Km/s}$

17.- a) ¿Qué frecuencia tiene un rayo de luz que en el agua y en el vidrio tiene una longitud de onda de 3684 \AA y 3161 \AA , respectivamente? Hallar su velocidad de propagación en ambos medios si sus índices de refracción son 1,33 y 1,55. b) ¿Qué longitud de onda presentará en el vacío? ¿Cuál será ahora su frecuencia?

Solución: a) $v = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; $V(\text{agua}) = 225000 \text{ Km/s}$; $V(\text{vidrio}) = 193548,38 \text{ Km/s}$; b) $\lambda = 4900 \text{ \AA}$; La frecuencia es la misma.

18.- Para la luz amarilla del sodio, cuya longitud de onda en el vacío es de 5890 \AA , los índices de refracción absolutos del alcohol y del benceno son 1,36 y 1,50, respectivamente. Hallar la velocidad de propagación y la longitud de onda en ambos medios de la luz amarilla.

Solución: Alcohol: $\lambda = 4331 \text{ \AA}$; $V = 220588,2 \text{ Km/s}$; Benceno: $\lambda = 3927 \text{ \AA}$; $V = 200000 \text{ Km/s}$

19.- ¿Cuál es el ángulo límite para la luz que pasa de un vidrio para botellas ($n = 1,52$) al aceite de índice de refracción igual a 1,45?

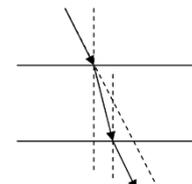
Solución: $72^{\circ}54'$

20.- a) Un rayo de luz incide con 45° y pasa desde el aire al agua ($n = 4/3$). Calcular el ángulo de refracción.
 b) Un rayo de luz incide con 45° y pasa de un medio de índice de refracción de $n = 1,55$ a otro al agua (de $n = 4/3$). Calcular el ángulo de refracción.

Solución: a) $32^{\circ}03'$; b) $55^{\circ}29'$

21.- Una lámina de vidrio de caras planas y paralelas situada en el aire tiene un espesor de 12 cm y un índice de refracción de 1,5. Si un rayo de luz monocromática incide en la cara superior del vidrio con un ángulo de 30° . Hallar:

- El valor del ángulo en el interior de la lámina y el ángulo emergente.
- El desplazamiento lateral del rayo incidente al atravesar la lámina.
- Dibujar la marcha del rayo.



Solución: a) $19,47^{\circ}$; b) 2,33 cm;

22.- La desviación lateral que experimenta un rayo que incide con un ángulo de 45° en la cara de una lámina es de 1,38 cm y el índice de refracción es de 1,56. Hallar el espesor de la lámina.

Solución: 3,98 cm

23.- Un rayo de luz incide con un ángulo de 30° sobre la superficie de separación de dos medios, uno con índice de refracción $n = 1,33$ y el otro desconocido. Si el ángulo entre el rayo reflejado y refractado es de 134° ¿Cuál es el índice de refracción del segundo medio?

Solución: 2,37

24.- Se tiene un láser que genera luz roja monocromática de longitud de onda en el aire 6630 \AA y se introduce en el agua, cuyo índice de refracción es 1,33.

- ¿Cuál es la longitud de onda de la citada luz en el agua? ¿Y en el vacío?
- Una persona bajo el agua ¿observará el mismo color (rojo) o un color ligeramente diferente? ¿Por qué?

Solución: a) $\lambda = 4984,96 \text{ \AA}$; $\lambda_0 = 6630 \text{ \AA}$; b) Lo verá rojo porque lo que cambia es la longitud de onda y no la frecuencia.

25.- Un vidrio presenta un índice de refracción para el color rojo de 1,61 y para el violeta de 1,67.

- Calcular la velocidad de cada color y la longitud de onda en dicho medio.
- ¿Cuánto vale el ángulo de apertura que se observa tras refractarse, si la luz blanca incide con un ángulo de 30° ?

Solución: a) Para el rojo: $V = 1,86 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $\lambda = 4658,4 \text{ \AA}$; Para el violeta: $V = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $\lambda = 2395,22 \text{ \AA}$; b) $0,67^{\circ}$

26.- Determinar la longitud de onda y la velocidad de propagación de una luz roja en el diamante cuyo índice de refracción es 2,42.

Solución: $\lambda = 2884,3 \text{ \AA}$; $V = 1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

27.- Determinar la longitud de onda de una luz naranja de frecuencia $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ cuando se propaga en el agua cuyo índice de refracción es $4/3$.

Solución: $\lambda = 4500 \text{ \AA}$

28.- ¿Qué ángulo deben formar los rayos del Sol con el horizonte para que al reflejarse sobre el agua de un lago ($n = 1,33$) están totalmente polarizados?

Solución: $38^{\circ}37'$

29.- Calcular el ángulo de incidencia sobre la superficie del aceite de índice de refracción $n = 1,45$ para el cual se obtiene luz polarizada linealmente por reflexión.

Solución: $55^{\circ}40'$

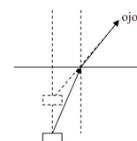
30.- Un pescador situado en su barca se encuentra a 2,5 m de altura sobre la superficie del agua, mientras un pez nada 1 m por debajo de ella.

- ¿A qué distancia ve el pez al pescador?

- b) ¿Y el pescador al pez?
c) ¿Qué distancia cree el pescador que hay entre él y el pez?

Solución: a) 3,32 m de la superficie; b) 0,75 m de la superficie; c) 3,25 m

31.- Se coloca una moneda en el fondo de un vaso de agua ($n = 1,33$) y el ojo la ve a una distancia aparente de la superficie del agua, de 10 cm. ¿Cuál es el fondo real del vaso? Dibujar el trazado de rayos.

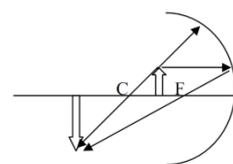


Solución: 13´3 cm

32.- Calcular la profundidad aparente de una piscina de agua ($n = 1,33$) de 2,5 m de profundidad.

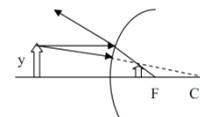
Solución: 1,88 m

33.- Cierta espejo esférico forma una imagen real, invertida y de tamaño doble, siempre que los objetos se sitúan a 20 cm. ¿De qué tipo es el espejo? Dibujar la situación que se cita.



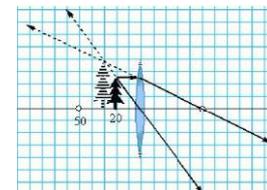
Solución: Será cóncavo y con el objeto entre el centro y el foco. Imagen invertida tal que $y' = -2y$

34.- a) Define el concepto de foco de un espejo esférico convexo. b) ¿Cómo será la imagen de un objeto situado delante de un espejo convexo? Hacer una construcción de rayos e indicar si la imagen es real o virtual, invertida o no y de mayor o menor tamaño.

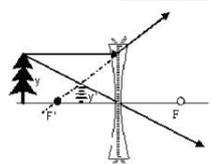


Solución: a) Foco es el punto por el que pasan todos los rayos que viajan paralelos al eje del espejo. En el caso de un espejo convexo llegan al foco sólo las prolongaciones de los rayos. b) La imagen es virtual, derecha y más pequeña que el objeto.

35.- Se coloca un objeto de 10 cm de altura a 0,2 m de una lente biconvexa de 2 dioptrías. Obtener gráficamente la posición y tamaño de la imagen que resulta. ¿Es real o virtual?

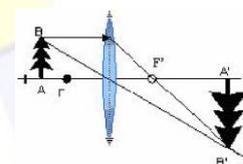


Solución: Imagen virtual ($s' = -0,33$ cm), derecha y mayor ($y' = 16,67$ cm).



36.- Se coloca un objeto de 4 mm a 50 cm de una lente divergente ($P = -6$ D). Obtener gráficamente la posición y tamaño de la imagen que resulta.

Solución:



37.- Hacer la construcción de rayos para una lente convergente cuyo objeto está a mayor distancia que la distancia focal pero menor que el doble de ésta.

Solución:

38.- Indica las características de la imagen formada en cada caso:

- El objeto está entre el centro y el foco de un espejo cóncavo.
- Un espejo esférico convexo.
- Una lente divergente
- En una lente convergente el objeto está a una distancia de la lente mayor que el doble de la distancia focal.

Solución: a) Real, invertida y de mayor tamaño; b) Virtual, derecha y de menor tamaño; c) Virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto; d) Real, invertida y de menor tamaño que el objeto.

39.- Escribe las ecuaciones de una onda electromagnética que se propaga en el sentido positivo del eje OX, sabiendo que su longitud de onda es $4 \cdot 10^7$ m y la máxima amplitud del campo eléctrico es 8 V/m.

Solución: $E_y = 8 \cdot \text{sen}\left(15\pi t - \frac{\pi}{2} \cdot 10^{-7} x\right)$; $B_z = \frac{8}{3} \cdot 10^{-8} \text{sen}\left(15\pi t - \frac{\pi}{2} \cdot 10^{-7} x\right)$

Cuestiones Teóricas

- Describe brevemente el modelo corpuscular de la luz. ¿Puede explicar dicho modelo los fenómenos de interferencia luminosa?
 - Dos rayos de luz inciden sobre un punto ¿Pueden producir oscuridad? Explique razonadamente este hecho.
- Los rayos X, la luz visible y los rayos infrarrojos son radiaciones electromagnéticas. Ordénalas en orden creciente de sus frecuencias e indique algunas diferencias entre ellas.
- ¿Cambian las magnitudes características de una o.e.m. que se propaga en el aire al penetrar en un bloque de vidrio? Si cambia alguna, ¿aumenta o disminuye? ¿Por qué?
- Enuncie las leyes de reflexión y refracción de la luz. Explique las diferencias entre ambos fenómenos.
 - Compare lo que ocurre cuando un haz de luz incide sobre un espejo y sobre un vidrio de ventana.
- Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío con velocidad c . ¿Cambia su velocidad de propagación en un medio material? Defina el índice de refracción de un medio.
 - Sitúe, en orden creciente de longitud de onda, las siguientes regiones del espectro electromagnético: infrarrojo, rayos X, ultravioleta y luz visible. Dos colores del espectro visible: rojo y verde, por ejemplo, ¿pueden tener la misma intensidad? ¿Y la misma frecuencia?
- Una lupa produce imágenes directas de objetos cercanos e invertidas de los lejanos. Utilizando trazado de rayos, ¿Dónde está el límite de distancia del objeto a la lente entre ambos casos? ¿Son las imágenes virtuales o reales? Razonar.
- Explicar por qué, cuando introducimos una cuchara en un vaso de agua, la vemos como si estuviera rota (o doblada).
- Podemos considerar el cristal de una pecera esférica como una lente convergente. Razonar cómo es que vemos a un pez del interior con un tamaño mayor que el que realmente tiene.
- Explicar el funcionamiento del espejo retrovisor exterior de un coche. ¿De qué tipo de espejo se trata?

Cuestiones PAU Andalucía

- (96-E) a) ¿Qué se entiende por interferencia de la luz? b) ¿Por qué no observamos la interferencia de la luz producida por los dos faros de un automóvil?
- (96-E) a) ¿Qué es una onda electromagnética? B) ¿Cambian las magnitudes características de una onda electromagnética que se propaga en el aire al penetrar en un bloque de vidrio? Si cambia alguna, ¿aumenta o disminuye? ¿por qué?
- (97-R) a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz. Explique la diferencia entre ambos fenómenos. b) Compare lo que ocurre cuando un haz de luz incide sobre un espejo y sobre un vidrio de ventana.
- (97-R) a) Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío con velocidad c . ¿Cambia su velocidad de propagación en un medio material? Definir el índice de refracción de un medio. b) Sitúe, en orden creciente de frecuencias, las siguientes regiones del espectro electromagnético: infrarrojo, rayos X, ultravioleta y luz visible. Dos colores del espectro visible: rojo y verde, por ejemplo, ¿pueden tener la misma intensidad? ¿y la misma frecuencia?

(98-E) a) Los rayos X, la luz visible y los rayos infrarrojos son radiaciones electromagnéticas. Ordénalas en orden creciente de sus frecuencias e indique algunas diferencias entre ellas. b) ¿Qué es una onda electromagnética? Explique sus características.

(98-E) a) Describe brevemente el modelo corpuscular de la luz. ¿Puede Explique dicho modelo los fenómenos de interferencia luminosa? b) Dos rayos de luz inciden sobre un punto. ¿Pueden producir oscuridad? Explique razonadamente este hecho.

(98-R) a) Explique los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. b) El índice de refracción del agua respecto del aire es $n > 1$. Razone cuáles de las siguientes magnitudes cambian, y cómo, al pasar un haz de luz del aire al agua: frecuencia, longitud de onda, y velocidad de propagación.

(99-E) a) Explique la naturaleza de las ondas electromagnéticas. ¿Cómo caracterizarías mejor una onda electromagnética, por su frecuencia o por su longitud de onda? b) Ordenar, según longitudes de onda crecientes, las siguientes regiones del espectro electromagnético: microondas, rayos X, luz verde, luz roja, ondas de radio.

(99-R) a) Explique en qué consiste el fenómeno de la refracción de la luz y enuncia sus leyes. b) Un haz de luz pasa del aire al agua. Razone cómo cambia su frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.

(99-R) a) ¿En qué consiste la dispersión de la luz? ¿Depende dicho fenómeno del índice de refracción del medio y/o de la longitud de onda de la luz? b) Explique la dispersión de la luz por un prisma, ayudándote de un esquema.

(00-E) a) Explique, con ayuda de un esquema, los fenómenos de reflexión y refracción de la luz y escribir sus leyes. b) ¿Puede formarse una imagen real con un espejo convexo? Razone la respuesta utilizando los esquemas que se consideren oportunos.

(01-E) a) ¿Qué se entiende por refracción de la luz? Explique que es el ángulo límite y, utilizando un diagrama de rayos, indique cómo se determina. b) Una fibra óptica es un hilo transparente a lo largo del cual puede propagarse la luz, sin salir al exterior. Explique por qué la luz "no se escapa" a través de las paredes de la fibra. (01-E) a) Indique qué se entiende por foco y por distancia focal de un espejo. ¿Qué es una imagen virtual? b) Con ayuda de un diagrama de rayos, describa la imagen formada por un espejo convexo para un objeto situado entre el centro de curvatura y el foco.

(01-R) a) Enuncie y explique, utilizando los esquemas adecuados, las leyes de la reflexión y refracción de la luz. b) Un rayo láser pasa de un medio a otro, de menor índice de refracción. Explique si el ángulo de refracción es mayor o menor que el de incidencia ¿Podría existir reflexión total?

(02-R) a) Explique en qué consiste la reflexión total. ¿En qué condiciones se produce? b) ¿Por qué la profundidad real de una piscina llena de agua es mayor que la profundidad aparente?

(02-R) a) Si queremos ver una imagen ampliada de un objeto, ¿qué tipo de espejo tenemos que utilizar? Explique, con ayuda de un esquema, las características de la imagen formada. b) La nieve refleja casi toda la luz que incide en su superficie. ¿Por qué no nos vemos reflejados en ella?

(03-E) a) Explique los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. b) Describa, con la ayuda de un esquema, qué ocurre cuando un haz de luz monocromática incide con un cierto ángulo sobre una superficie de separación de dos medios de distinto índice de refracción. Si el segundo medio tiene menor índice de refracción que el primero, ¿podemos garantizar que se producirá siempre refracción?

(03-R) a) Explique, con ayuda de un esquema, en qué consiste el fenómeno de la dispersión de la luz blanca a través de un prisma de vidrio. b) ¿Ocurre el mismo fenómeno si la luz blanca atraviesa una lámina de vidrio de caras paralelas?

(03-R) a) Comente la concepción actual de la naturaleza de la luz. b) Describa algún fenómeno relativo a la luz que se pueda explicar usando la teoría ondulatoria y otro que requiera la teoría corpuscular.

(04-E) a) ¿Por qué la profundidad real de una piscina llena de agua es siempre mayor que la profundidad aparente? b) Explique qué es el ángulo límite y bajo qué condiciones puede observarse.

(05-E) a) Señale los aspectos básicos de las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz e indique algunas limitaciones de dichas teorías.

b) Indique al menos tres regiones del espectro electromagnético y ordénelas en orden creciente de longitudes de onda.

(05-R) a) Explique qué es una imagen real y una imagen virtual y señale alguna diferencia observable entre ellas.

b) ¿Puede formarse una imagen virtual con un espejo cóncavo? Razone la respuesta utilizando las construcciones gráficas que considere oportunas.

(05-R) Razone las respuestas a las siguientes cuestiones:

a) ¿En qué consiste la refracción de ondas? Enuncie sus leyes.

b) ¿Qué características de la onda varían al pasar de un medio a otro?

(05-R) Un rayo de luz pasa de un medio a otro, e n el que se propaga a mayor velocidad.

a) Indique cómo varían la longitud de onda, la frecuencia y el ángulo que forma dicho rayo con la normal a la superficie de separación, al pasar del primero al segundo medio.

b) Razone si el rayo de luz pasará al segundo medio, independientemente de cuál sea el valor del ángulo de incidencia.

(06-R) Dibuje la marcha de los rayos e indique el tipo de imagen formada con una lente convergente si:

a) La distancia objeto, s , es igual al doble de la focal, f .

b) La distancia objeto es igual a la focal.

(06-E) a) Explique los fenómenos de reflexión y refracción de la luz con ayuda de un esquema.

b) Un haz de luz pasa del aire al agua. Razone cómo cambian su frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.

(07-R) Razone las respuestas a las siguientes cuestiones:

a) Cuando un rayo pasa a un medio con mayor índice de refracción, ¿se acerca o se aleja de la normal?

b) ¿Qué es el ángulo límite? ¿Existe este ángulo en la situación anterior?

(07-R) a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz, explicando las diferencias entre ambos fenómenos.

b) Un rayo de luz pasa de un medio a otro más denso. Indique cómo varían las siguientes magnitudes: amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.

(07-R) Es corriente utilizar espejos convexos como retrovisores en coches y camiones o en vigilancia de almacenes, con objeto de proporcionar mayor ángulo de visión con un espejo de tamaño razonable.

a) Explique con ayuda de un esquema las características de la imagen formada en este tipo de espejos.

b) En estos espejos se suele indicar: "Atención, los objetos están más cerca de lo que parece". ¿Por qué parecen estar más alejados?

(08-E) a) Explique la formación de imágenes y sus características en una lente divergente.

b) ¿Pueden formarse imágenes virtuales con lentes convergentes? Razone la respuesta.

(08-R) a) Explique los fenómenos de reflexión y refracción de una onda en la superficie que separa dos medios.

b) Razone qué magnitudes de una onda cambian cuando pasa de un medio a otro.

(08-R) a) Describa los fenómenos de reflexión y de refracción de la luz.

b) Explique las condiciones que deben cumplirse entre dos medios para que el rayo incidente no se refracte.

(09-E) a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz. Explique qué es el ángulo límite y explique para qué condiciones puede definirse.

b) ¿Tienen igual frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación el rayo incidente y el rayo refractado? Razone su respuesta.

(09-R) a) ¿Qué mide el índice de refracción de un medio? ¿Cómo cambian la frecuencia y la longitud de onda de un rayo láser al pasar del aire a una lámina de vidrio?

b) Explique la dispersión de la luz por un prisma.

(10-E) a) Explique los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

b) ¿Tienen igual frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación la luz incidente, reflejada y refractada? Razone sus respuestas.

(10-R) a) Explique el fenómeno de dispersión de la luz.

b) ¿Qué es el índice de refracción de un medio? Razone cómo cambian la frecuencia y la longitud de onda de una luz láser al pasar del aire al interior de una lámina de vidrio.

(10-R) a) Explique qué es el ángulo límite y qué condiciones deben cumplirse para que pueda observarse.

b) Razone por qué la profundidad real de una piscina llena de agua es mayor que la profundidad aparente.

Problemas PAU Andalucía

(96-E) Una antena emite una onda electromagnética de frecuencia 50 Hz.

a) Calcule su longitud de onda.

b) Determine la frecuencia de una onda sonora de la misma longitud de onda.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; v_s = 340 \text{ m s}^{-1}$$

(97-R) 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.

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

(97-R) Una onda electromagnética tienen, en el vacío, una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7}$ 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.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,36 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

(98-R) 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.

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

(98-R) 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?

$$\text{(Índice de refracción del agua respecto al aire: } n = 1,3)$$

(98-R) 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: $n = 1,3$) ; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

(99-E) 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.

(99-R) 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.

(99-R) 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?

(00-R) 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?

$n(\text{diamante}) = 2,41$; $n(\text{agua}) = 1,33$

(00-R) 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.

$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

(01-R) Un rayo de luz amarilla, emitido por una lámpara de vapor de sodio, posee una longitud de onda en el vacío de $5,9 \times 10^{-9} \text{ m}$.

- 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?

$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

(01-R) Al iluminar la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $f = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 2,5 eV.

- a) Determine el trabajo de extracción del metal.
 b) Explique qué ocurriría si la frecuencia de la luz incidente fuera: i) $2f$; ii) $f/2$.

$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

(01-R) Construya la imagen de un objeto situado a una distancia entre f y $2f$ de una lente:

- a) Convergente.
 b) Divergente.

Explique en ambos casos las características de la imagen.

(01-R) 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.

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

(02-E) Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio, de 30 cm de espesor, con un ángulo de incidencia de 45° .

- Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción.
- 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?

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

(02-R) Un haz de luz monocromática de frecuencia $5 \cdot 10^{14}$ Hz se propaga por el aire.

- Explique qué características de la luz cambian al penetrar en una lámina de vidrio y calcule la longitud de onda.
- ¿Cuál debe ser el ángulo de incidencia en la lámina para que los rayos reflejado y refractado sean perpendiculares entre sí?

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; \quad n_{\text{vidrio}} = 1,2$$

(02-R) Construya gráficamente la imagen y explique sus características para:

- Un objeto que se encuentra a 0,5 m frente a una lente delgada biconvexa de 1 m de distancia focal;
- Un objeto situado a una distancia menor que la focal de un espejo cóncavo.

(03-E) 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° .

- Determine el índice de refracción y la velocidad de propagación de la luz en el vidrio.
- 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.

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

(03-R) Un rayo de luz, cuya longitud de onda en el vacío es $6 \cdot 10^{-7}$ m se propaga a través del agua.

- Defina el índice de refracción y calcule la velocidad de propagación y la longitud de onda de esa luz en el agua.
- 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.

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

(03-R) Construya gráficamente la imagen de:

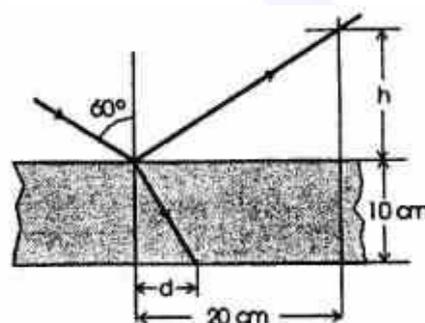
- Un objeto situado a 0,5 m de distancia de un espejo cóncavo de 2 m de radio.
- Un objeto situado a la misma distancia delante de un espejo plano.

Explique en cada caso las características de la imagen y compare ambas situaciones.

(04-E) 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:

- La altura **h** y la distancia **d** marcadas en la figura.
- El tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina.

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



(05-E) 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.

(05-R) 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.

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

(05-R) 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.

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

(06-E) 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.

(06-R) 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.

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

(06-R) 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.

$$n_a = 1,33$$

(07-R) 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.

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

(07-E) 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.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{aire}} = 1 ; n_{\text{plástico}} = 1,55$$

(07-E) Un haz de luz de $5 \cdot 10^{14}$ 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.

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

(08-R) 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.

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

(08-R) 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.

$$n_{\text{aire}} = 1$$

(08-R) 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.

- Describa el fenómeno de reflexión total y determine el valor del ángulo límite para esos dos medios.
- Calcule la longitud de onda de la luz cuando se propaga por el vidrio y por el agua.

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

(09-R) Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio de 30 cm de espesor con un ángulo de incidencia de 30° .

- Explique si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio y determine el ángulo de refracción.
- 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.

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

(09-R) 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° .

- Calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda del rayo láser en el aire.
- Explique para qué valores del ángulo de incidencia el rayo no sale del vidrio.

$$n_{\text{aire}} = 1$$

(09-E) Una antena emite una onda de radio de $6 \cdot 10^7$ Hz.

- Explique las diferencias entre esa onda y una onda sonora de la misma longitud de onda y determine la frecuencia de esta última.
- 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.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}; \quad v_{\text{sonido}} = 340 \text{ ms}^{-1}$$

(10-E) Una antena emite una onda de radio de $6 \cdot 10^7$ Hz.

- Explique las diferencias entre esa onda y una onda sonora de la misma longitud de onda y determine la frecuencia de esta última.
- 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.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; \quad v_{\text{(sonido en el aire)}} = 340 \text{ m s}^{-1}$$

(10-R) 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° .

- Calcule el índice de refracción del vidrio y la longitud de onda de la luz láser en el aire.
- Razone para qué valores del ángulo de incidencia el haz láser no sale del vidrio.

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

(10-R) Un teléfono móvil opera con ondas electromagnéticas cuya frecuencia es $1,2 \cdot 10^9$ Hz.

- Determine la longitud de onda.
- 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.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; \quad n_{\text{aire}} = 1; \quad v_{\text{sonido}} = 340 \text{ m s}^{-1}$$