

3) Bloque 1. La actividad científica. Bloque 4. Ondas. Bloque 5. Óptica Geométrica.

Ondas

Contenidos

Clasificación y magnitudes que las caracterizan. Ecuación de una onda armónica unidimensional. Energía y amplitud de una onda. Ondas transversales en una cuerda y su relación con el movimiento de las partículas de la cuerda. Propagación de las ondas: principio de Huygens. Fenómenos ondulatorios: interferencia y difracción, reflexión y refracción, dispersión. Ondas estacionarias en una cuerda. Ondas longitudinales. El sonido. Ondas electromagnéticas. Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas. El espectro electromagnético.

Criterios de evaluación

- Identificar en experiencias cotidianas o conocidas los principales tipos de ondas y sus características. - Interpretar la doble periodicidad, espacial y temporal, a partir de su número de onda y frecuencia.
- Valorar las ondas como un medio de transporte de energía pero no de masa.
- Expresar la ecuación de una onda en una cuerda indicando el significado físico de sus parámetros característicos.
- Distinguir entre la velocidad de propagación de una onda transversal en una cuerda y la velocidad de vibración de las partículas de la misma.
- Utilizar el principio de Huygens para comprender e interpretar la propagación de las ondas y los fenómenos ondulatorios.
- Describir los fenómenos de la difracción y las interferencias, como propios del movimiento ondulatorio.
- Explicar los fenómenos de reflexión y refracción y describirlos utilizando sus leyes.
- Relacionar los índices de refracción de dos materiales con el caso concreto de reflexión total.
- Estudiar las ondas estacionarias en una cuerda como caso particular de interferencia de ondas.
- Comprender las características y propiedades de las ondas electromagnéticas, como su longitud de onda, polarización o energía, en actividades de la vida cotidiana.
- Particularizar los fenómenos ondulatorios estudiados al caso de la luz.
- Determinar las principales características de la radiación a partir de su situación en el espectro electromagnético.
- Conocer las aplicaciones de las ondas electromagnéticas del espectro no visible.

Comentarios

- Las cuestiones sobre características diferenciadoras de ondas y partículas incidirán en la comprensión de los fenómenos ondulatorios y sus características, limitándose a una descripción cualitativa, basada en ejemplos ilustrativos y haciendo hincapié en las propiedades diferenciales de partículas y ondas.
- Las cuestiones y problemas sobre ondas armónicas se limitarán al caso de ondas unidimensionales. Los problemas podrán incluir el cálculo de magnitudes a partir de la ecuación de la onda, cuya deducción no se exigirá. Se prestará atención a una clara distinción entre velocidad de propagación de la onda y velocidad de vibración de un punto.
- Las cuestiones relativas a la reflexión y refracción de ondas se limitarán a la comprensión y descripción genérica y cualitativa de estos fenómenos y de las características de las ondas reflejada y refractada.
- Sólo se requerirá la comprensión de los fenómenos de interferencia y difracción, su descripción cualitativa y en qué situaciones los efectos de difracción son significativos.
- No se exigirá la deducción de la ecuación de una onda estacionaria. Los problemas sobre ondas estacionarias estarán referidos a la interpretación de la ecuación de la onda, a sus magnitudes y/o a su representación gráfica.
- Las cuestiones relativas a la dispersión de la luz pueden referirse a ejemplos conocidos (dispersión en un prisma, arco iris, etc.).
- Las cuestiones sobre ondas electromagnéticas incidirán en su naturaleza y en la descripción de sus propiedades. Los problemas harán referencia a ondas armónicas (descripción de sus características y cálculo de magnitudes).

- Las cuestiones relativas a reflexión y refracción de la luz se referirán a la fenomenología (reflexión nítida y difusa, ángulo límite y reflexión total) y a sus leyes. Los problemas requerirán la aplicación de las leyes de la reflexión y/o refracción a situaciones concretas.
- Las cuestiones podrán incluir la noción de imagen virtual y referencias a ejemplos cotidianos (el bastón “roto”, la pecera, etc.).

Óptica Geométrica

Contenidos

Leyes de la Óptica Geométrica. Sistemas ópticos: lentes y espejos. Aplicaciones tecnológicas: instrumentos ópticos y la fibra óptica.

Criterios de evaluación

- Valorar los diagramas de rayos luminosos como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.
- Utilizar la ecuación de las lentes delgadas para determinar las características de la imagen (tamaño y posición).

Comentarios

- De la formación de imágenes por espejos planos y por lentes delgadas (convergentes y divergentes) se podrá exigir la construcción gráfica, la descripción de las características de la imagen (real o virtual, tamaño, derecha o invertida), así como el cálculo de la posición y el tamaño de objeto o imagen.
- Los problemas de lentes delgadas no requerirán el cálculo de la distancia focal a partir del radio y del índice de refracción.

Ejercicios del Bloque

1.- (ejemploA) a) Defina el concepto de onda e indique las características de las ondas longitudinales y transversales. Ponga un ejemplo de cada tipo.

b) La ecuación de una onda en una cuerda es:

$$y(x,t) = 0,02 \cos(\pi/3 x) \sin(2\pi t) \text{ (S.I.)}$$

Indique qué tipo de onda es y calcule la velocidad de oscilación de una partícula situada en el punto $x = 1,5 \text{ m}$ en el instante $t = 0,25 \text{ s}$. Explique el resultado obtenido.

2.- (ejemploB) a) Un rayo de luz monocromático pasa de un medio de índice de refracción n_1 a otro medio con índice n_2 . Si $n_1 > n_2$ compare la velocidad de propagación del rayo, su longitud de onda y su frecuencia en cada medio y razone si existe la posibilidad de fenómeno de reflexión total.

b) Se sitúa un objeto a 80 cm a la izquierda de una lente divergente y la imagen se localiza a 40 cm a la izquierda de la lente. Indique las características de la imagen y determine la distancia focal de la lente. Si el objeto tiene un tamaño de 3 cm, calcule el tamaño de la imagen.

3.- (17 JUN) a) Explique la naturaleza de las ondas electromagnéticas e indique las distintas zonas en las que se divide el espectro electromagnético, indicando al menos una aplicación de cada una de ellas.

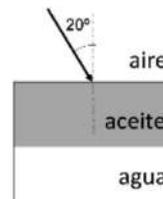
b) Una antena de radar emite en el vacío radiación electromagnética de longitud de onda 0,03 m, que penetra en agua con un ángulo de incidencia de 20° respecto a la normal. Su velocidad en el agua se reduce al 80 % del valor en el vacío. Calcule el periodo, la longitud de onda y el ángulo de refracción en el agua.

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

4.- (17JUN) a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz. Explique la diferencia entre ambos fenómenos.

b) 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?

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



5.- (17 SEP) a) ¿Por qué un objeto situado en el fondo de una piscina llena de agua se observa desde el aire aparentemente a menor profundidad de la que en realidad se encuentra? Justifique la respuesta con la ayuda de un esquema.

b) Sobre una de las caras de una lámina de vidrio de caras paralelas y espesor 8 cm, colocada horizontalmente en el aire, incide un rayo de luz con un ángulo de 30° respecto de la normal. Calcule el tiempo que tarda la luz en atravesar la lámina y el desplazamiento horizontal, con respecto a la normal en el punto de incidencia, que experimenta el rayo al emerger por la otra cara de la lámina de vidrio.

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

6.- (17 SEP) a) ¿Qué es una onda electromagnética? Si una onda electromagnética que se propaga por el aire penetra en un bloque de metacrilato, justifique qué características de la onda cambian al pasar de un medio al otro.

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

$$E(x,t) = 800 \text{ sen}(\pi \cdot 10^8 t - 1,25 x) \text{ (S.I.)}$$

Calcule su frecuencia y su longitud de onda y determine el índice de refracción del medio.

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

7.- (17) a) Explique la doble periodicidad de las ondas armónicas e indique las magnitudes que las describen.

b) En una cuerda tensa se genera una onda viajera de 10 cm de amplitud mediante un oscilador de 20 Hz. La onda se propaga a 2 m s^{-1} . Escriba la ecuación de la onda suponiendo que se propaga en el sentido negativo del eje X y que en el instante inicial la elongación en el foco es nula. Calcule la velocidad de un punto de la cuerda situado a 1 m del foco en el instante $t = 3 \text{ s}$.

8.- (17) a) Describa, con la ayuda de construcciones gráficas, las diferencias entre las imágenes formadas por una lente convergente y otra divergente de un objeto real localizado a una distancia entre f y $2f$ de la lente, siendo f la distancia focal.

b) 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.

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

9.- (17) a) Escriba la ecuación de una onda armónica que se propaga en el sentido negativo del eje X. ¿Qué se entiende por periodo y por longitud de onda? ¿Qué relación hay entre esas dos magnitudes?

b) Una onda armónica se propaga por una cuerda en el sentido positivo del eje X con una velocidad de 10 m s^{-1} . La frecuencia del foco emisor es 2 s^{-1} y la amplitud de la onda es 0,4 m. Escriba la ecuación de la onda considerando que en el instante inicial la elongación en el origen es cero. Calcule la velocidad de una partícula de la cuerda situada en $x = 2 \text{ m}$, en el instante $t = 1 \text{ s}$.

10.- (17) a) Utilizando un diagrama de rayos, construya la imagen en un espejo cóncavo de un objeto real situado: i) a una distancia del espejo comprendida entre f y $2f$, siendo f la distancia focal; ii) a una distancia del espejo menor que f . Analice en ambos casos las características de la imagen.

b) Un haz de luz de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 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.

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

11.- (17) a) Considere la siguiente ecuación de las ondas que se propagan en una cuerda:

$$y(x,t) = A \text{ sen}(Bt \pm Cx)$$

¿Qué representan los coeficientes A, B y C? ¿Cuáles son sus unidades en el Sistema Internacional? ¿Que indica el signo “ \pm ” que aparece dentro del paréntesis?

b) Obtenga la ecuación de una onda transversal de periodo 0,2 s que se propaga por una cuerda, en el sentido positivo del eje X, con una velocidad de 40 cm s^{-1} . La velocidad máxima de los puntos de la cuerda es $0,5 \pi \text{ m s}^{-1}$ y, en el instante inicial, la elongación en el origen ($x = 0$) es máxima. ¿Cuánto vale la velocidad de un punto situado a 10 cm del origen cuando han transcurrido 15 s desde que se generó la onda?

12.- (17) a) Utilizando diagramas de rayos, construya la imagen de un objeto real por una lente convergente si está situado: i) a una distancia $2f$ de la lente, siendo f la distancia focal; ii) a una distancia de la lente menor que f . Analice en ambos casos las características de la imagen.

b) 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.

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

13.- (17) a) Escriba la ecuación de una onda armónica transversal que se propaga a lo largo del sentido positivo del eje X e indique el significado de las magnitudes que aparecen en ella.

b) En el centro de la superficie de una piscina circular de 10 m de radio se genera una onda armónica transversal de 4 cm de amplitud y una frecuencia de 5 Hz que tarda 5 s en llegar al borde de la piscina. Escriba la ecuación de la onda y calcule la elongación de un punto situado a 6 m del foco emisor al cabo de 12 s.

14.- (17) a) ¿Qué se entiende por refracción de la luz? Explique qué es el ángulo límite y qué condiciones deben cumplirse para que pueda observarse.

b) 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.

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

15.- (18 JUN) a) ¿Qué significa que dos puntos de la dirección de propagación de una onda armónica estén en fase o en oposición de fase? ¿Qué distancia les separaría en cada caso?

b) Una onda armónica de amplitud 0,3 m se propaga hacia la derecha por una cuerda con una velocidad de 2 m s^{-1} y un periodo de 0,125 s. Determine la ecuación de la onda correspondiente sabiendo que el punto $x = 0 \text{ m}$ de la cuerda se encuentra a la máxima altura para el instante inicial, justificando las respuestas.

16.- (18 JUN) a) Explique dónde debe estar situado un objeto respecto a una lente delgada para obtener una imagen virtual y derecha: (i) Si la lente es convergente; (ii) si la lente es divergente. Realice en ambos casos las construcciones geométricas del trazado de rayos e indique si la imagen es mayor o menor que el objeto.

b) Un objeto luminoso se encuentra a 4 m de una pantalla. Mediante una lente situada entre el objeto y la pantalla se pretende obtener una imagen del objeto sobre la pantalla que sea real, invertida y tres veces mayor que él. Determine el tipo de lente que se tiene que utilizar, así como su distancia focal y la posición en la que debe situarse, justificando sus respuestas.

17.- (18 SEP) a) Señale las diferencias entre lentes convergentes y divergentes, así como al menos un uso de cada una de ellas.

b) Desde el aire se observa un objeto luminoso que está situado a 1 m debajo del agua. (i) Si desde dicho objeto sale un rayo de luz que llega a la superficie formando un ángulo de 15° con la normal, ¿cuál es el ángulo de refracción en el aire?; (ii) calcule la profundidad aparente a la que se encuentra el objeto.

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

18.- (18 SEP) a) ¿Es lo mismo velocidad de vibración que velocidad de propagación de una onda? Justifique su respuesta en base a sus expresiones matemáticas correspondientes.

b) Dada la onda de ecuación:

$$y(x,t) = 4 \text{ sen}(10\pi t - 0,1\pi x) \text{ (SI)}$$

Determine razonadamente: (i) La velocidad y el sentido de propagación de la onda; (ii) el instante en el que un punto que dista 5 cm del origen alcanza su velocidad de máxima vibración.

19.- (18) a) Un objeto se sitúa a la izquierda de una lente delgada convergente. Determine razonadamente y con la ayuda del trazado de rayos la posición y características de la imagen que se forma en los siguientes casos: (i) $s = f$; (ii) $s = f / 2$; (iii) $s = 2 f$.

b) Un objeto de 2 cm de altura se sitúa a 15 cm a la izquierda de una lente de 20 cm de distancia focal. Dibuje un esquema con las posiciones del objeto, la lente y la imagen. Calcule la posición y aumento de la imagen.

20.- (18) a) Indique, razonando sus respuestas, qué características deben tener dos ondas que se propagan por una cuerda tensa con sus dos extremos fijos para que su superposición origine una onda estacionaria.

b) En una cuerda tensa con sus extremos fijos se ha generado una onda cuya ecuación es:

$$y(x,t) = 2 \text{ sen } [(\pi/4) x] \cos (8 \pi t) \text{ (SI)}$$

Determine la amplitud y la velocidad de propagación de dicha onda, así como el periodo y la frecuencia de las oscilaciones.

21.- (18) a) Explique el fenómeno de la dispersión de la luz por un prisma ayudándose de un esquema.

b) Un objeto de 0,3 m de altura se sitúa a 0,6 m de una lente convergente de distancia focal 0,2 m. Determine la posición, naturaleza y tamaño de la imagen mediante procedimientos gráficos y numéricos.

22.- (18) a) Discuta razonadamente la veracidad de la siguiente afirmación: “Cuando una onda incide en la superficie de separación de dos medios, las ondas reflejada y refractada tienen igual frecuencia e igual longitud de onda que la onda incidente”.

b) Una onda electromagnética que se desplaza por un medio viene descrita por la siguiente ecuación:

$$y(x,t) = 0,5 \text{ sen } (3 \cdot 10^{10} t - 175 x) \text{ (SI)}$$

Calcule el periodo, la longitud de onda y el índice de refracción del medio por el que se propaga, justificando sus respuestas.

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

23.- (18) a) Un rayo de luz pasa de un medio a otro, observándose que en el segundo medio el rayo se desvía acercándose a la superficie de separación de ambos medios. Razone: (i) En qué medio el rayo se propaga con mayor velocidad; (ii) en qué medio tiene menor longitud de onda.

b) Un rayo de luz de longitud de onda de $5,46 \cdot 10^{-7}$ m se propaga por el aire e incide sobre el extremo de una fibra de cuarzo cuyo índice de refracción es 1,5. Determine, justificando las respuestas: (i) La longitud de onda del rayo en la fibra de cuarzo; (ii) el ángulo de incidencia a partir del cual el rayo no sale al exterior.

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

24.- (18) a) Explique, ayudándose de esquemas en cada caso, la doble periodicidad espacial y temporal de las ondas, definiendo las magnitudes que las describen e indicando, si existe, la relación entre ellas.

b) Determine la ecuación de una onda armónica que se propaga en sentido positivo del eje X con velocidad de 600 m s^{-1} , frecuencia 200 Hz y amplitud 0,03 m, sabiendo que en el instante inicial la elongación del punto $x = 0$ m es $y = 0$ m. Calcule la velocidad de vibración de dicho punto en el instante $t = 0$ s.

25.- (18) a) Explique, ayudándose con un esquema, el concepto de ángulo límite. Indique las condiciones para que pueda producirse.

b) Un rayo de luz que se propaga por el aire incide con un ángulo de 20° respecto de la vertical sobre un líquido A, cuyo índice de refracción es 1,2, propagándose seguidamente a otro líquido B de índice de refracción 1,5. Represente el esquema de rayos correspondiente, determine la velocidad de la luz en cada medio y calcule el ángulo que forma dicho rayo con la vertical en el líquido B.

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

26.- (18) a) Defina, ayudándose de los esquemas precisos, los conceptos de onda estacionaria, vientre y nodo.

b) Una cuerda vibra según la ecuación:

$$y(x,t) = 5 \text{ sen}((\pi/3) x) \cos(40\pi t) \text{ (SI)}$$

Calcule razonadamente: (i) La velocidad de vibración en un punto que dista 1,5 m del origen en el instante $t = 1,25$ s; (ii) la distancia entre dos nodos consecutivos.