

10

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

10.1. LA SÍNTESIS ELECTROMAGNÉTICA

1. Realiza un cuadro comparativo con las principales características del campo eléctrico y del campo magnético.

Las principales analogías y diferencias entre los campos eléctrico y magnético son las que se resumen en la siguiente tabla:

Característica	Campo eléctrico	Campo magnético
Dependencia de $\frac{1}{r^2}$	Sí	Sí
Campo central	Sí	No
Una carga en reposo crea	Sí	No
Una carga en movimiento crea	Sí	Sí
Conservativo	Sí	No
Sentido de la interacción	Atractiva o repulsiva	Atractiva o repulsiva
Líneas de campo	Abiertas	Cerradas
Existencia de monopolos	Sí	No
¿Qué sustancias pueden crear campo en reposo?	Todas	Solo algunas
Dependencia del medio	Sí; depende de K	Sí; depende de μ

2. Razona cuáles fueron los principales descubrimientos que llevaron a Maxwell a buscar una teoría que unificase los campos eléctrico y magnético.

James Clark Maxwell analizó detenidamente los resultados obtenidos por Oersted, quien descubrió que las cargas eléctricas en movimiento producen un campo magnético, los trabajos realizados por Ampère destinados a dar una formulación matemática a este hecho, y la ley deducida por Faraday relativa a la aparición de corrientes eléctricas inducidas en circuitos sometidos a campos magnéticos variables, e intuyó que los campos eléctrico y magnético estaban íntimamente relacionados, de modo que la existencia, en una región del espacio, de uno de estos campos que varíe con el tiempo implicaría la existencia del otro, también variable en el tiempo. Maxwell realizó una bella formulación matemática para describir este hecho de la que se deduce la existencia de las ondas electromagnéticas, detectadas experimentalmente por primera vez por Hertz, ocho años después de la muerte de Maxwell.

10.2. DESCARGA OSCILANTE DE UN CONDENSADOR

1. **Calcula la frecuencia de oscilación que se puede obtener conectando un condensador con una carga de $6 \cdot 10^{-10}$ C y 1 mm de separación entre sus placas, entre las que se crea una d.d.p. de 12 V, a un solenoide de 7,5 cm de longitud y $0,3 \text{ cm}^2$ de sección formado por 100 espiras.**

La frecuencia de oscilación se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

La capacidad del condensador es:

$$C = \frac{q}{V_2 - V_1} = \frac{6 \cdot 10^{-10}}{12} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

Y el coeficiente de autoinducción del solenoide:

$$L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{l} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 100^2 \cdot 0,3 \cdot 10^{-4}}{7,5 \cdot 10^{-2}} = 5,03 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

Por tanto:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{5,03 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-11}}} \approx 10^7 \text{ Hz} = 10 \text{ MHz}$$

2. **Sabiendo que la intensidad máxima que recorre el circuito de la actividad anterior es 2,4 A, obtén las expresiones matemáticas correspondientes a los campos eléctrico y magnético que se crean, en función del tiempo, en el condensador y en la bobina, respectivamente.**

La expresión general de los campos eléctrico y magnético que se forman es:

$$E = E_0 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$$

$$B = B_0 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - \varphi)$$

donde:

$$E_0 = \frac{V_2 - V_1}{d} = \frac{12}{1 \cdot 10^{-3}} = 12000 \text{ V/m}$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot 2,4}{7,5 \cdot 10^{-2}} = 4,02 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 10^7 = 6,28 \cdot 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

Por tanto:

$$E = 12 \cdot 10^3 \cdot \text{sen}(6,28 \cdot 10^7 \cdot t)$$

$$B = 4,02 \cdot 10^{-3} \cdot \text{sen}\left(6,28 \cdot 10^7 \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

10.3. CAMPO ELECTROMAGNÉTICO Y DESCARGA OSCILANTE

1. **Busca información acerca de las propiedades de las ondas electromagnéticas y comenta las semejanzas y las diferencias que encuentres entre estas y las ondas mecánicas.**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las propiedades de ambos tipos de ondas, en el que se puede apreciar las semejanzas y las diferencias existentes entre ellas:

Ondas electromagnéticas	Ondas mecánicas
Son ondas transversales.	Pueden ser ondas longitudinales y ondas transversales.
Se propagan a través de medios materiales y en el vacío.	No se propagan en el vacío; tan solo a través de medios materiales.
Se producen por la variación de un campo eléctrico y un campo magnético.	Se producen por la variación de una magnitud característica del medio.
En un mismo medio, se propagan siempre a la misma velocidad.	En un mismo medio, su velocidad de propagación depende del tipo de onda.
Transportan energía, no materia.	Transportan energía, no materia.

2. **Explica cualitativamente el funcionamiento de una antena receptora de ondas electromagnéticas. ¿Qué orientación debe tener esta antena respecto a la antena emisora?**

Hay dos tipos de antenas receptoras. El primero consiste en una o más varillas conductoras en las que, al incidir la onda electromagnética sobre ellas, se produce una fuerza neta variable sobre los electrones del conductor, dando lugar a una tensión alterna de la misma frecuencia que la onda. En este caso, el responsable de la fuerza que actúa sobre los electrones es el campo eléctrico de la onda, por lo que para obtener una recepción óptima, la antena receptora deberá colocarse paralela a la emisora (paralela a las líneas de campo eléctrico de la onda).

El otro tipo consiste en una bobina de alambre que detecta el campo magnético de la onda electromagnética. Al incidir la onda sobre la antena, el flujo magnético variable induce una f.e.m. en la bobina también variable, dando lugar, al igual que en el caso anterior, a una corriente alterna de la misma frecuencia que la onda electromagnética. Esta antena debe colocarse, por tanto, en un plano perpendicular al definido por las líneas de campo magnético en ese punto, o, dicho de otro modo, en un plano que contenga la dirección de la antena emisora.

La señal recibida por las antenas receptoras contiene frecuencias de múltiples antenas emisoras. Para seleccionar una de estas frecuencias, los receptores disponen de un circuito oscilante *LC* similar al que se utiliza para producir la onda electromagnética.

Cuando la frecuencia propia del circuito receptor coincide con la frecuencia de la emisora que deseamos captar, decimos que hemos “sintonizado” una señal. Esto se consigue variando la capacidad, C , del condensador variable que compone el circuito oscilante LC .

10.4. NATURALEZA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

1. **Explica por qué, de acuerdo con lo estudiado, la presión de radiación que se ejerce sobre una superficie que refleja por completo la radiación que, en forma de ondas electromagnéticas, incide perpendicularmente sobre ella, es el doble de la que recibe esa misma superficie si la radiación se absorbe por completo.**

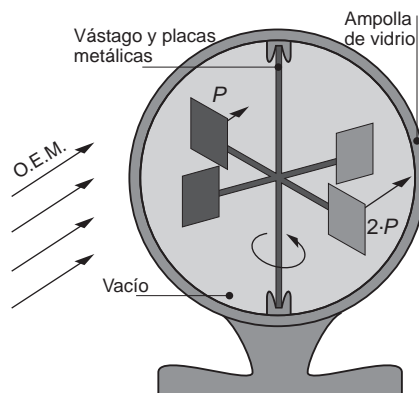
Si la onda electromagnética que incide perpendicularmente a una superficie es absorbida por completo, la presión de radiación que ejerce es:

$$P = \frac{S}{c}$$

Dicha onda, al incidir sobre la superficie, pasa de un medio al otro. Sin embargo, si al incidir sobre dicha superficie es completamente reflejada, la onda ejerce una presión doble, ya que, al igual que en el supuesto anterior, golpea la superficie; pero, al ser completamente reflejada, se “apoya” en ella de nuevo para salir despedida hacia atrás. Ese cambio en el sentido del vector cantidad de movimiento asociado a la onda explica que la presión se duplique respecto al caso en que la onda es absorbida.

2. **Diseña un dispositivo que pueda girar libremente aprovechando la presión de radiación de las ondas electromagnéticas. Explica su funcionamiento.**

El dispositivo al que hacemos referencia puede ser similar al que se muestra en la ilustración.

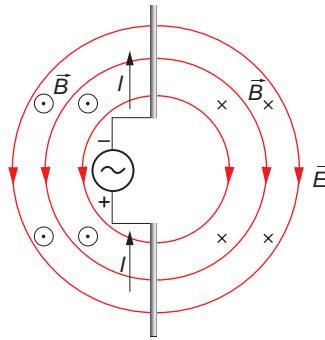


En dicho dispositivo existe un “molinete” metálico encerrado en el interior de una ampolla de vidrio a la que se ha hecho el vacío. En las cuatro aspas del molinete, una parte está pintada de negro mate, y la otra es una superficie metálica reflectante.

Cuando incide una onda electromagnética sobre el dispositivo –por ejemplo, un rayo de luz– la parte oscura de las aspas recibe una presión de radiación que es menor de la que recibe la parte metálica de estas. Ello hace que exista una fuerza neta que impulsa al molinete, como se indica en la ilustración anterior.

3. Justifica, basándote en lo estudiado, que los campos eléctrico y magnético en una onda electromagnética sean perpendiculares.

En las proximidades de una antena emisora, formada por dos varillas conductoras conectadas a un generador de corriente alterna, se produce un campo eléctrico cuyas líneas de campo parten de la varilla con carga positiva y entran en la varilla con carga negativa. Estas líneas de campo se disponen en planos que contienen las varillas conductoras. A su vez, la corriente que circula por las varillas produce un campo magnético cuyas líneas de campo son circunferencias concéntricas con las varillas y situadas en planos perpendiculares al eje de estas. Por tanto, los campos eléctrico y magnético producidos por la antena son perpendiculares.



Al variar con el tiempo la corriente que circula por las varillas, las líneas de campo eléctrico se cierran, dando lugar a circuitos cerrados, al igual que las líneas de campo magnético, propagándose conjuntamente como una onda electromagnética.

10.5. EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

1. Explica la naturaleza de las ondas electromagnéticas. ¿Cómo caracterizarías mejor una onda electromagnética, por su frecuencia o por su longitud de onda?

Las ondas electromagnéticas son ondas transversales. En ellas el campo eléctrico y el campo magnético son perpendiculares entre sí y, a su vez, perpendiculares a la dirección de propagación de la onda.

Se caracterizan mejor por su frecuencia: sus aplicaciones y los efectos que producen en los cuerpos que las absorben son función de ella.

2. Ordena, según longitudes de onda crecientes, las siguientes regiones del espectro electromagnético: microondas, rayos X, luz verde, luz roja, ondas de radio, radiación ultravioleta.

La ordenación en función de longitudes de onda crecientes es:

rayos X < radiación ultravioleta < luz verde < luz roja < microondas < ondas de radio

3. Señala cuál o cuáles de los tipos de onda que se indican pueden propagarse en el vacío y explica el motivo de que así sea: luz, rayos X, ultrasonidos, microondas.

La luz, los rayos X y las microondas son radiaciones electromagnéticas. Como tales, pueden propagarse en el vacío, a la velocidad de la luz: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Los ultrasonidos son ondas mecánicas, que necesitan un medio material para propagarse; no pueden hacerlo, por tanto, en el vacío.

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD

CUESTIONES

1. Señala la respuesta o las respuestas correctas acerca de las ondas electromagnéticas:

- a) Son transversales.
- b) Son longitudinales.
- c) Su longitud de onda es fija.
- d) Su frecuencia es fija.
- e) En un mismo medio, se desplazan a la misma velocidad.
- f) Todas ellas forman el espectro visible.
- g) No se propagan en el vacío.

a) y b) Las ondas electromagnéticas son transversales. Su dirección de vibración es perpendicular a su dirección de propagación. Una prueba de ello es que la luz, que es una pequeña parte del espectro electromagnético, se puede polarizar, y solo son polarizables las ondas transversales. La respuesta **a)** es correcta.

c) y d) Ni su frecuencia ni su longitud de onda son fijas. Las ondas electromagnéticas cubren un amplio espectro de frecuencias y, por tanto, de longitudes de onda, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma.

e) Es cierto. Dado un medio cualquiera, todas las ondas electromagnéticas se desplazan a la misma velocidad. Dicha velocidad es, precisamente, la velocidad de la luz en ese medio.

f) Es falso. El espectro visible comprende solo un pequeño rango de frecuencias dentro del espectro electromagnético.

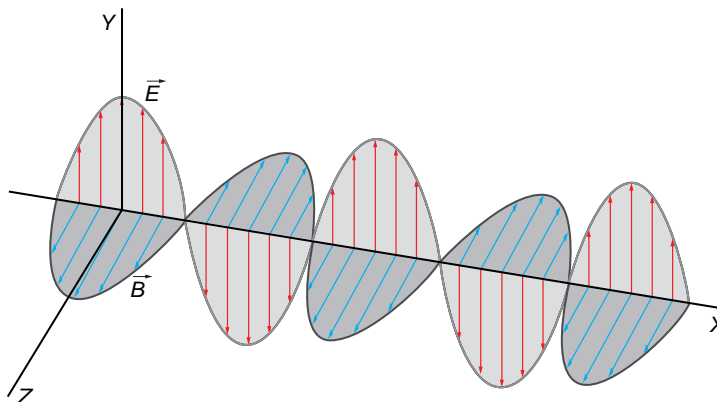
g) Es falso. Las ondas electromagnéticas sí se propagan en el vacío.

2. Para que exista una onda electromagnética, son necesarios un campo eléctrico y un campo magnético. ¿Cómo es la posición relativa entre ambos?

- a) Son paralelos.
- b) Forman un ángulo entre ambos comprendido entre 0° y 90° .
- c) Son perpendiculares.
- d) Forman un ángulo entre ambos comprendido entre 90° y 180° .
- e) Forman un ángulo de 180° .

La respuesta correcta es **c**).

Los campos magnético y eléctrico vibran en planos perpendiculares en todo instante. Su posición relativa es la que se muestra en la figura.



3. De los siguientes tipos de ondas que se indican a continuación, señala cuál o cuáles no pertenecen al espectro electromagnético:

- a) Rayos gamma.
- b) Rayos X.
- c) Ondas sonoras.
- d) Ondas de radio.
- e) Rayos infrarrojos.

De los tipos de onda que se citan en el enunciado, las únicas que no pertenecen al espectro electromagnético son las ondas sonoras. La respuesta correcta es **c**).

Por citar algunas diferencias, podemos decir que las ondas sonoras se transmiten a la velocidad de propagación del sonido en el medio y son longitudinales; mientras que las ondas electromagnéticas son transversales y se transmiten a la velocidad de propagación de la luz en dicho medio.

4. La velocidad con que se propagan las ondas electromagnéticas en un medio dado:

- a) Coincide con la velocidad de propagación del sonido en dicho medio.
- b) Coincide con la velocidad de propagación de la luz en dicho medio.
- c) Depende de su frecuencia; no podemos dar una respuesta sin ese dato.
- d) Depende de su longitud de onda; no podemos dar una respuesta sin ese dato.
- e) No podemos conocerla a priori; es necesario medirla experimentalmente, ya que depende de la temperatura.

Justifica la respuesta.

La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en un medio es constante y no depende de la frecuencia. Dicha velocidad coincide con la velocidad de propagación de la luz en ese medio, ya que la luz comprende el espectro visible de las o.e.m. La respuesta correcta es, por tanto, **b**).

5. Los rayos X son ondas electromagnéticas y se utilizan ampliamente en medicina para obtener imágenes (radiografías) del interior de nuestro cuerpo, sobre todo de sus partes duras. ¿Por qué, en vez de utilizar rayos X, lo que supone un coste elevadísimo en equipos, no utilizamos otro tipo de ondas electromagnéticas, como los rayos UVA o los rayos infrarrojos, que recibimos directamente del Sol?

Los rayos X son ondas que, debido a su frecuencia, muy elevada, son capaces de transmitir gran cantidad de energía. De hecho, son capaces de atravesar nuestro cuerpo e impresionar posteriormente una placa fotográfica. Los rayos UVA (ultravioleta-A) o cualquier otra radiación de menor frecuencia no poseen suficiente energía para conseguir ese propósito.

Se trata, por tanto, de utilizar ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia, que no recibimos directamente del Sol. Es necesario hacerlo, además, de modo controlado, tanto en tiempo de exposición como en localización del lugar concreto que se expone a la radiación. No debemos olvidar que una radiación muy energética entraña riesgos que pueden ser muy elevados, ya que puede dañar al organismo que se irradia con ella.

6. Contesta a las preguntas que siguen, referidas a los siguientes tipos de onda:

- a) Rayos X.
- b) Radiación infrarroja.
- c) Luz de color verde.
- d) Onda de TV.
- e) Luz de color violeta.

¿A cuál de ellos le corresponde mayor frecuencia?

¿Para cuál de ellos es menor la frecuencia?

¿A cuál le corresponde mayor longitud de onda?

¿A cuál le corresponde menor longitud de onda?

De las citadas, las ondas de mayor frecuencia son los rayos X. Su frecuencia es superior a la de la radiación comprendida en el espectro visible.

Las ondas de menor frecuencia son las de TV. Su frecuencia es menor que la del espectro infrarrojo.

Para cualquier onda electromagnética, se cumple la siguiente relación:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

siendo c la velocidad de propagación de la luz en el medio, que es constante y característica de cada medio, independientemente del tipo de onda electromagnética

que se propague. Por tanto, la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales.

Podemos afirmar, por tanto, que las ondas de mayor longitud de onda son las de TV, y las de menor longitud de onda, los rayos X.

7. Si tenemos en cuenta tan solo aspectos relacionados con la frecuencia, ¿a cuál de los siguientes tipos de onda le corresponde mayor energía?

- a) Ondas de radio de baja frecuencia.**
- b) Radiación infrarroja.**
- c) Rayos X.**
- d) Rayos ultravioleta.**
- e) Ondas de radio de alta frecuencia.**

Cuanto mayor es la frecuencia de una onda, mayor es la cantidad de energía que transmite.

De las ondas propuestas, las de mayor frecuencia son los rayos X, que será, por tanto, la radiación que más energía transmite. La respuesta correcta es **c**).

8. Una carga produce un campo magnético si:

- a) Se mueve con velocidad constante.**
- b) Permanece en reposo.**
- c) Acelera.**

Una carga, por el hecho de moverse con velocidad uniforme, crea a su alrededor un campo magnético. La respuesta correcta es **a**).

9. Una carga produce una onda electromagnética si:

- a) Se mueve con velocidad constante.**
- b) Permanece en reposo.**
- c) Acelera.**

Para que una carga genere una onda electromagnética es necesario que acelere. De este modo, el campo magnético decrece por detrás de la carga en menor medida de lo que aumenta por delante de ella. En este caso, se transmite al espacio cierta cantidad de energía para establecer el campo. La transmisión de dicha energía es, precisamente, la onda electromagnética. La respuesta correcta es **c**).

10. ¿Qué diferencia existe entre un campo magnético y una onda electromagnética?

El campo magnético es una propiedad que adquiere cierta zona del espacio y que se manifiesta en la capacidad de ejercer fuerza a distancia sobre ciertas sustancias. Para que se produzca un campo magnético, es necesario que una carga eléctrica se mueva con velocidad uniforme.

A diferencia de ello, una onda electromagnética es la forma en que irradia energía una carga acelerada para establecer el campo. Como ya hemos indicado en la pregunta anterior, para producir una o.e.m. es preciso que la carga acelere.

11. El cuerpo humano es un potente emisor de cierto tipo de ondas electromagnéticas. ¿A qué tipo de ondas nos estamos refiriendo?

La transmisión de dicha onda es fundamental para nuestra supervivencia. ¿Por qué?

El cuerpo humano emite ondas infrarrojas. Este tipo de ondas está asociado a la transferencia de energía en forma de calor por radiación. Esta forma de transferir energía (como calor) es crucial para nuestra supervivencia, dado que regula la temperatura corporal, manteniéndola en el nivel que requiere el desarrollo de los mecanismos y de las actividades vitales.

12. En los aceleradores circulares de partículas, estas se aceleran mientras dan vueltas. Existen también aceleradores lineales, en los que las partículas se aceleran mientras recorren un largo tramo recto.

Supón que una misma carga eléctrica, por ejemplo, un electrón, se mueve con velocidad constante por un acelerador circular y por un acelerador lineal. ¿En cuál de los dos aceleradores se generará una onda electromagnética asociada al movimiento de la partícula? ¿Por qué?

La carga producirá una o.e.m. siempre que sea acelerada. En un acelerador circular, aunque la carga se mueva con velocidad uniforme, al describir una trayectoria circular estará sometida a una fuerza centrípeta, y, en consecuencia, a una aceleración centrípeta.

Esto no ocurre en un acelerador lineal. Sin embargo, en este también es acelerada, ya que se pretende comunicarle energía, aumentando la velocidad con que se mueve. Por tanto, en ambos tipos de acelerador se producirán ondas electromagnéticas.

13. Las gafas de visión nocturna permiten distinguir, en ausencia de luz, las siluetas y los contornos de los objetos, sobre todo de aquellos que son seres vivos o en los que viven estos.

a) ¿Qué tipo de ondas detectan estas gafas?

b) Formula una hipótesis que pueda explicar el funcionamiento de esas gafas.

a) La radiación que detectan estas gafas son los rayos infrarrojos.

b) Las gafas de visión nocturna poseen cristales que son sensibles a la radiación infrarroja. De este modo, la energía que desprenden los cuerpos en forma de calor, que se emite como radiación infrarroja, es captada por los cristales de estas gafas, haciendo posible la visión de los objetos.

Estos dispositivos limitan su utilidad a la detección de sistemas que emitan radiación infrarroja; es decir, a la detección de sistemas que actúen como foco caliente o como foco frío respecto al entorno en el que se encuentran.

Los rayos infrarrojos, cuya frecuencia es inferior a la de la radiación visible, transmiten la energía en forma de calor. Las cámaras de visión nocturna detectan esta radiación y nos ofrecen una “silueta térmica” de los objetos.

Lógicamente, los cuerpos que se encuentran a mayor temperatura emiten mayor cantidad de radiación infrarroja, y su imagen aparece más nítida.

14. En una onda electromagnética, el campo eléctrico y el campo magnético:

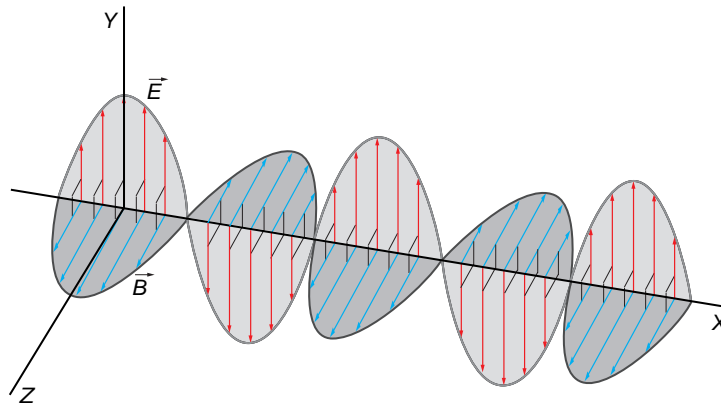
- a) Vibran en fase.
- b) Vibran en cuadratura.
- c) Vibran en oposición de fase.
- d) Vibran desfasados un ángulo cualquiera, comprendido entre 0° y 90° .

Ten en cuenta que:

- Dos movimientos ondulatorios vibran en cuadratura si uno está desfasado 90° respecto al otro.
- Dos movimientos ondulatorios vibran en oposición de fase si uno está desfasado 180° respecto al otro.

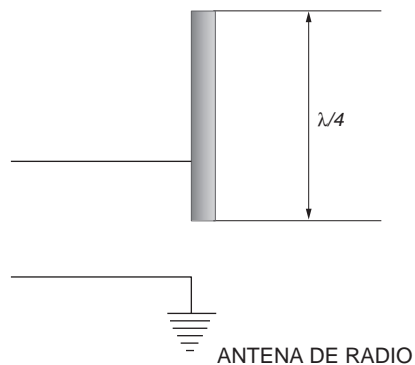
La respuesta correcta es **a)**.

Los campos magnético y eléctrico vibran en fase. Su estado de vibración es el que se muestra en la figura.



15. Explica por qué es más larga la varilla de una antena de radio que las varillas de una antena para la recepción de una señal de televisión.

En el caso de las antenas de los receptores de radio, la varilla mide un cuarto de la longitud de onda máxima que se puede recibir con el aparato. El otro cuarto de longitud de onda del dipolo se forma por reflexión en el suelo o sobre el propio vehículo, si se trata de un autorradio.



Recuerda que, en el espectro electromagnético, las ondas de radio tienen menor frecuencia que las de TV, y, por tanto, su longitud de onda es mayor.

Ello explica que la varilla de la antena de radio sea de mayor longitud que las varillas de la antena de TV.

- 16. En un horno común, el tiempo de cocción es prácticamente independiente de la cantidad de comida que se cocina. Sin embargo, no ocurre lo mismo en un horno de microondas, en el que el tiempo de cocción está directamente relacionado con la cantidad de comida que queremos preparar. Explica el motivo, teniendo en cuenta la forma en que se calienta la comida en cada uno de estos dos hornos.**

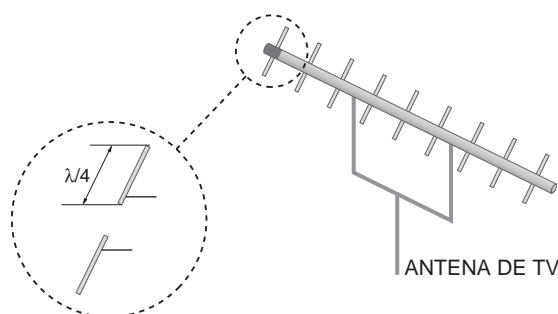
En un horno común, la comida se cocina a partir del calor emitido por la radiación infrarroja. La radiación infrarroja calienta el recinto del horno, de forma que su temperatura global sube progresivamente hasta que es apta para la cocción de los alimentos. El alimento recibe la radiación desde fuera y, por conducción, el calor se transmite hacia las zonas interiores. Por eso, en ocasiones, un horno común deja la comida “sin hacer” por dentro.

En cambio, en un horno microondas la frecuencia de las ondas que se emiten es, precisamente, la que hace resonar las moléculas de agua que todos los alimentos contienen en su interior. De este modo, toda la masa del alimento se calienta a la vez, debido al aumento que experimenta la temperatura del agua que contiene. Por ello, cuanto mayor es la masa de alimento que pretendemos cocinar, más tiempo debemos esperar, ya que se necesita mayor cantidad de energía y, por tanto, mayor cantidad de microondas emitidas para cocer o asar el alimento.

- 17. Las antenas son dispositivos imprescindibles para una transmisión y una recepción eficiente de ondas de radio o de televisión.**

Busca información acerca de cómo se propaga una señal de televisión. Si no te resulta fácil conseguir esa información, pregunta a tu profesor o a tu profesora. Con esos datos, contesta a las siguientes preguntas:

- a) **¿Por qué son de metal las barras de la antena?**
- b) **¿Cómo funciona una antena receptora de señales de televisión?**
- c) **¿Importa el tamaño, especialmente la longitud, de las barras metálicas dispuestas transversalmente sobre el eje de la antena? Justifica tu respuesta.**
 - a) Las barras de la antena son metálicas porque deben ser capaces de emitir o de recibir una onda electromagnética, para lo cual se necesita que se produzcan corrientes eléctricas en las varillas que forman dicha antena.
 - b) Una antena de televisión consiste en un eje sobre el que se sitúan parejas de varillas conductoras. En cada pareja, las dos varillas alineadas, separadas por el eje de la antena, forman un dipolo. El montaje equivale a un condensador cuyas placas son las barras metálicas y cuyo dieléctrico es el aire.



Los campos eléctricos oscilantes, generados por la recepción de la onda electromagnética, inducen corrientes a lo largo de las varillas de la antena que se traducen en una señal eléctrica que transporta, codificados, los datos de la imagen y el sonido.

- c) Una antena es un dipolo de media longitud de onda. Ello significa que la longitud total de las dos varillas es la mitad de la longitud de onda máxima de las ondas electromagnéticas que puede recibir la antena. Por tanto, cada varilla mide un cuarto de dicha longitud de onda máxima.

EJERCICIOS

- 18. Las longitudes de onda del espectro visible que nuestro ojo reconoce como color rojo comprenden el intervalo [600, 750] nm. Calcula el intervalo de frecuencias que corresponde a estas longitudes de onda.**

La frecuencia y la longitud de onda están relacionadas mediante la expresión:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Por tanto, las frecuencias asociadas a las longitudes de onda que delimitan el intervalo correspondiente al color rojo son:

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}; f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{750 \cdot 10^{-9}} = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

El intervalo de frecuencias que corresponden al color rojo está comprendido entre $4 \cdot 10^{14}$ y $5 \cdot 10^{14}$ Hz.

NOTA: la resolución de este ejercicio se ofrece también en el CD-ROM para el alumnado.

- 19. Una emisora de radio funciona en frecuencia modulada. Si la sintonizamos en 100,4 MHz, calcula la longitud de onda con que emite. La velocidad de la luz en el aire es $3 \cdot 10^8$ m/s.**

Las ondas de radio son ondas electromagnéticas. Como tales, se desplazan a la misma velocidad que la luz. Por tanto:

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{100,4 \cdot 10^6} = 2,99 \text{ m}$$

NOTA: la resolución de este ejercicio se ofrece también en el CD-ROM para el alumnado.