

ONDAS

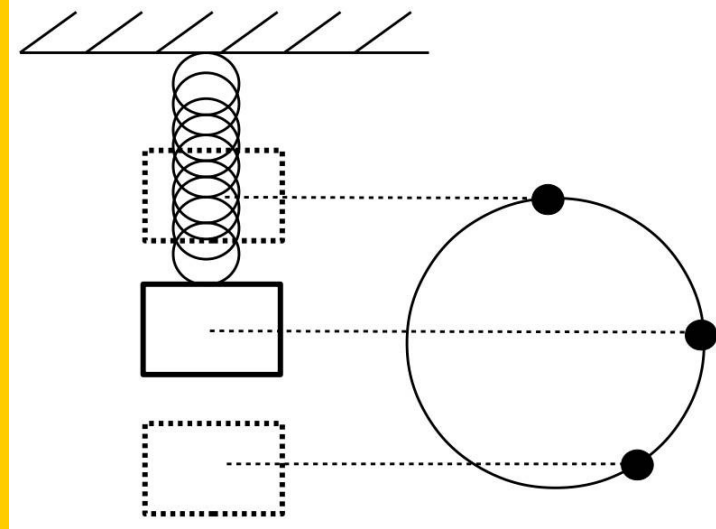
Esquema

1. Movimiento armónico simple (M.A.S.).
2. Ondas.
 - 2.1. Generalidades.
 - 2.2. Clasificación.
 - 2.3. Fenómenos de las ondas.
 - 2.4. Ondas estacionarias.
3. Problemas tipo.
4. Cuestiones tipo.

1. Movimiento armónico simple (M.A.S.).

- El movimiento armónico simple (MAS) es el movimiento periódico (que se repite en el tiempo) de un cuerpo que oscila a un lado y a otro de su posición de equilibrio.
- La aceleración y la fuerza son directamente proporcionales a la distancia del cuerpo a la posición de equilibrio (elongación).
- Es el movimiento típico de los muelles.

- Si proyectamos un MCU (movimiento circular uniforme) sobre un eje, obtendríamos el MAS.



Relación entre el MAS y el MCU

- Las magnitudes características del MAS son:

a) Elongación. Se representa por “y” si el movimiento es vertical y por “x” si el movimiento es horizontal. $y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$ o bien: $x = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$

b) Amplitud, A (m): es la elongación máxima.

c) Frecuencia angular, ω (rad/s): indica el ritmo de oscilación: $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$

c) Período, T (s): es el tiempo que tarda en dar una oscilación completa. Por ejemplo: el tiempo que tarda en pasar desde lo más alto hasta llegar a lo más alto otra vez.

d) Frecuencia, f (Hz): es el número de oscilaciones por unidad de tiempo. Es la inversa del período: $f = \frac{1}{T}$.

e) Fase inicial, φ_0 (rad): indica la posición de salida del cuerpo.

f) Velocidad de oscilación, v (m/s): indica la velocidad con la que se mueve el cuerpo:

$$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

g) Aceleración de oscilación, a (m/s²): indica la aceleración con la que se mueve el cuerpo:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

h) Energía mecánica, E_M (J): es la energía total que tiene el cuerpo.

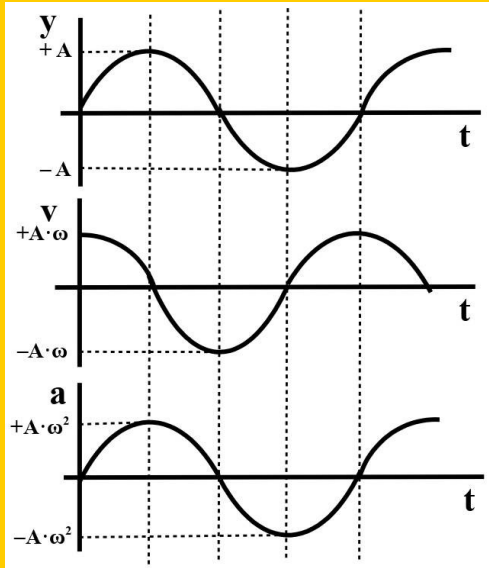
$$E_M = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A^2$$

- Los puntos más característicos del movimiento son los extremos y la posición de equilibrio. En ellos se cumple que:

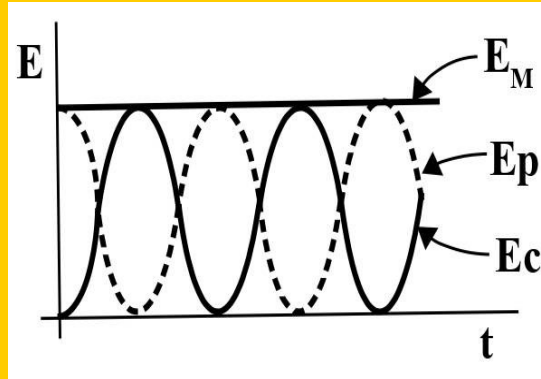
	Elongación, x	Velocidad, v	Aceleración, a
Extremo superior	Máxima = + A	0	Máxima = $-\omega^2 \cdot A$
Posición de equilibrio	0	Máxima = $A \cdot \omega$	Mínima = 0
Extremo inferior	Máxima = - A	0	Máxima = $-\omega^2 \cdot A$

	Elongación, x	Ec	Ep
Extremo superior	Máxima = + A	0	Máxima = $\frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2$
Posición de equilibrio	0	Máxima = $\frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2$	Mínima = 0
Extremo inferior	Máxima = - A	0	Máxima = $\frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2$

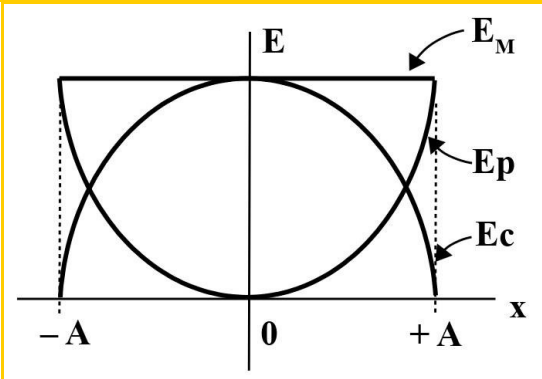
- Las gráficas del MAS son:



Gráficas y-t, v-t y a-t



Gráfica energía – tiempo



Gráfica energía – posición

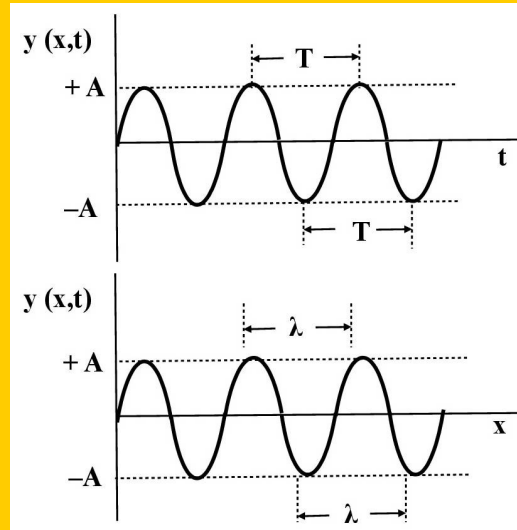
2. Ondas

2.1. Generalidades

- Una onda es una perturbación del espacio provocada por una vibración o por un campo.
- Una onda armónica es aquella que puede representarse con un movimiento armónico simple desplazándose lateralmente.

- Las ondas tienen una doble dependencia: del tiempo y de la distancia a la fuente que provoca la perturbación.

- Hay dos gráficas típicas para las ondas:



Doble periodicidad de las ondas

- Las magnitudes características de una onda son:

a) Elongación, y (m): distancia a la posición de equilibrio:

$$y = A \cdot \text{sen} (\pm \omega \cdot t \pm k \cdot x \pm \varphi_0)$$

b) Amplitud, A (m): es la elongación máxima.

c) Frecuencia angular, ω (rad/s): indica el número de veces que vibra una onda por unidad de tiempo: $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$

d) Número de onda, k (rad/m): indica el número de veces que vibra una onda por unidad de distancia: $k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$

e) Velocidad de vibración, v_v : es la velocidad con la que oscila cada punto de la onda:

$$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \text{cos} (\pm \omega \cdot t \pm k \cdot x \pm \varphi_0)$$

f) Aceleración de vibración, a (m/s^2): es la aceleración con la que oscila cada punto de la onda:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot \text{sen} (\pm \omega \cdot t \pm k \cdot x \pm \varphi_0)$$

g) Velocidad de propagación, v (m/s): es la velocidad con la que se desplaza la onda. No debe confundirse con la velocidad de vibración o de oscilación de cada punto de la onda:

$$v = \lambda \cdot f$$

- La dirección de propagación de una onda es la recta en la que se mueve la onda.
- La dirección de perturbación es la recta en la que se mueve la fuente que produce la perturbación.
- Las direcciones de propagación y de perturbación pueden coincidir o no.

2.2. Clasificación

a) Según el medio por el que se pueden propagar:

- Ondas mecánicas: necesitan un medio físico para propagarse.
- Ondas electromagnéticas: se pueden propagar por el vacío.

b) Según el número de dimensiones:

- Monodimensionales: se propagan en una sola dirección.

Ejemplos: cuerdas y muelles.

- Bidimensionales: se propagan en dos dimensiones.

Ejemplos: olas en un charco.

- Tridimensionales: se propagan en las tres dimensiones del espacio.

Ejemplos: luz y sonido.

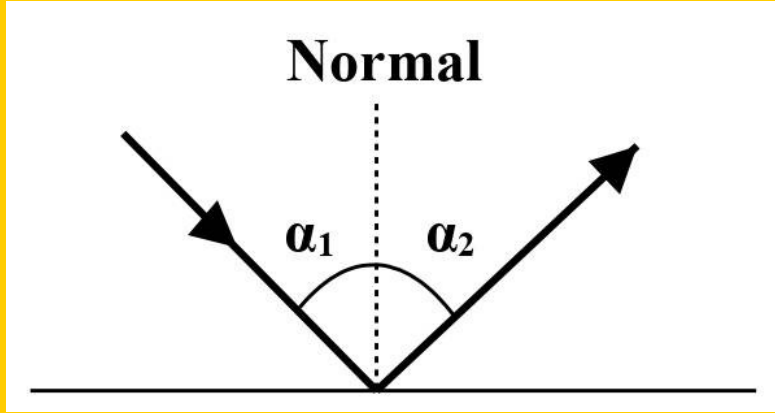
c) Según las direcciones de propagación y perturbación:

- Ondas longitudinales: las direcciones de propagación y perturbación coinciden. Ejemplo: el sonido.

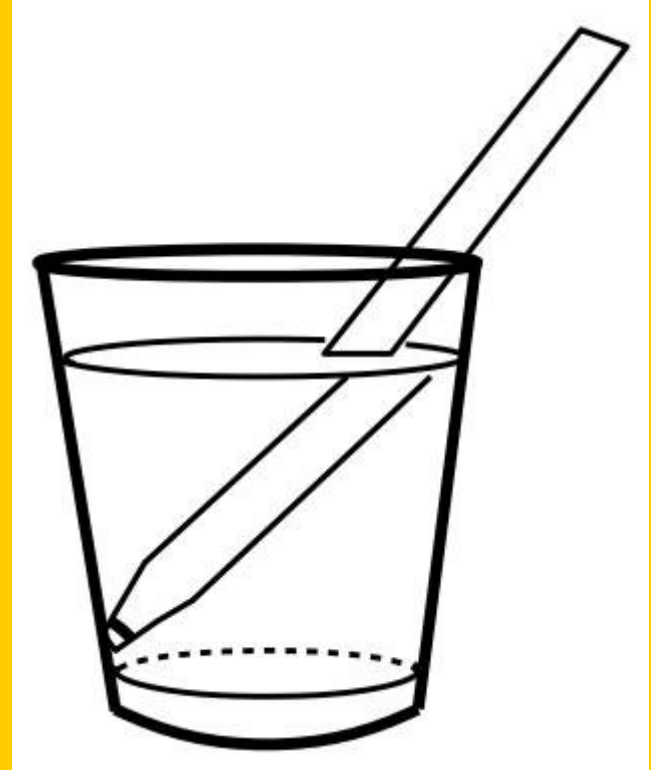
- Ondas transversales: las direcciones de propagación y perturbación son perpendiculares. Ejemplo: las ondas electromagnéticas.

2.3. Fenómenos de las ondas

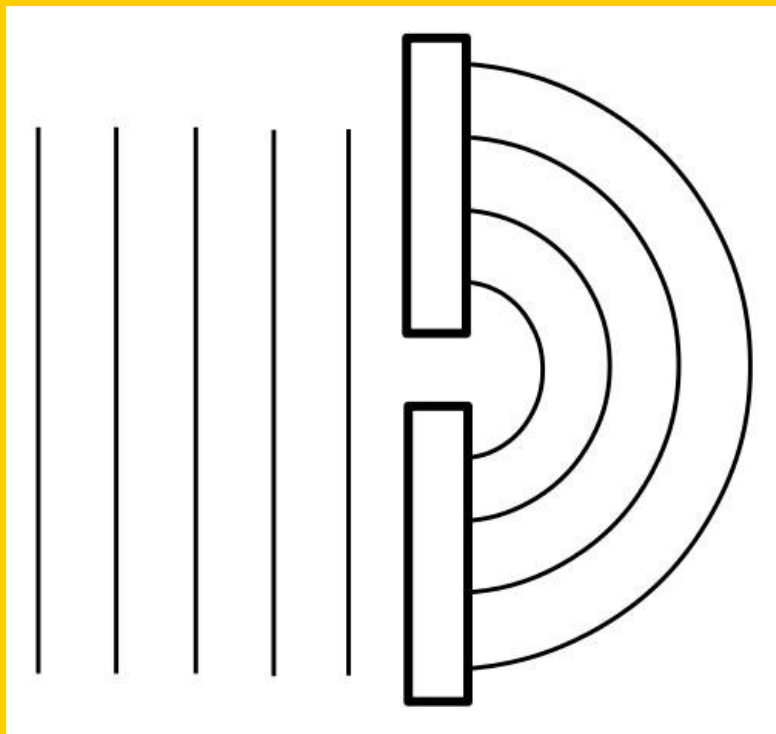
- a) Reflexión: la onda rebota al llegar a una superficie.
- b) Refracción: la onda cambia de dirección al cambiar de medio.
- c) Difracción: cuando la onda pasa por una abertura de tamaño similar a su longitud de onda, la abertura se comporta como un foco puntual de ondas.
- d) Interferencia: cuando dos o más ondas producidas por focos distintos coinciden en el mismo medio, los puntos del medio se ven afectados por las perturbaciones de todas las ondas. Es decir, se suman los efectos de todas las ondas.



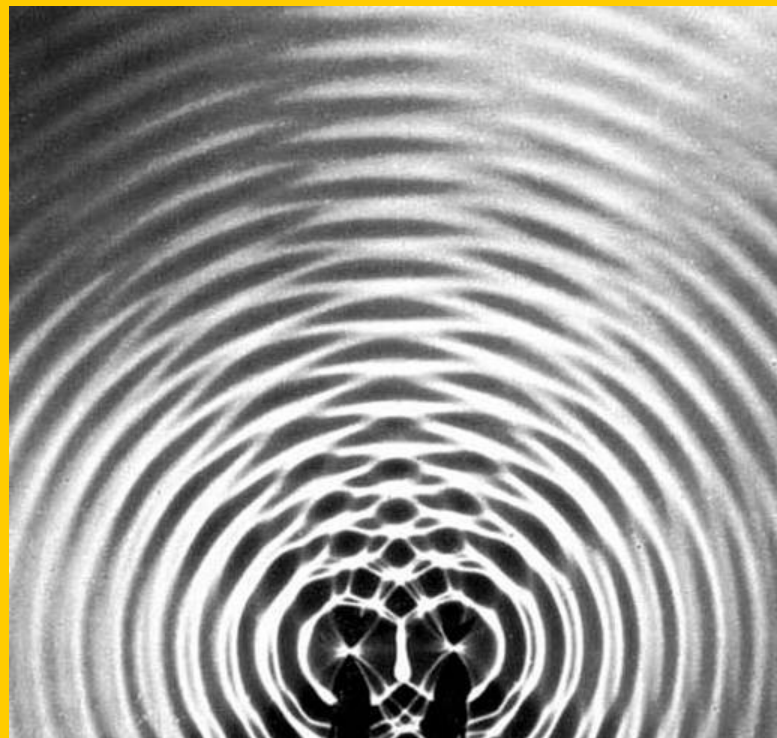
Reflexión



Refracción



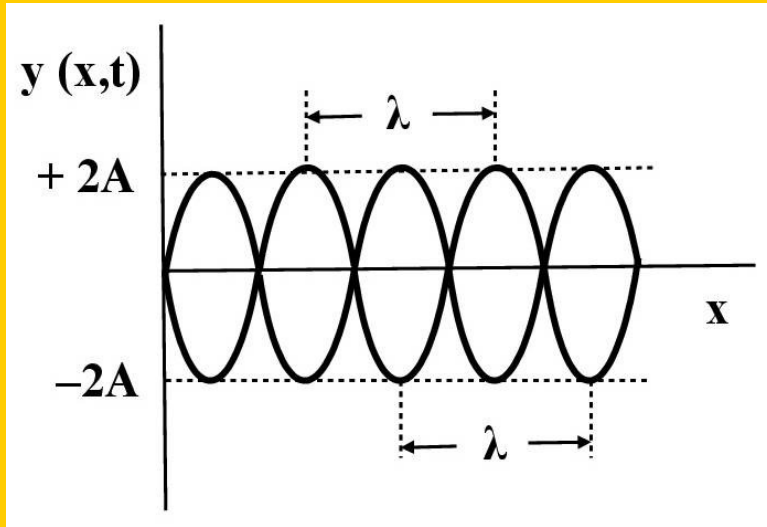
Difracción



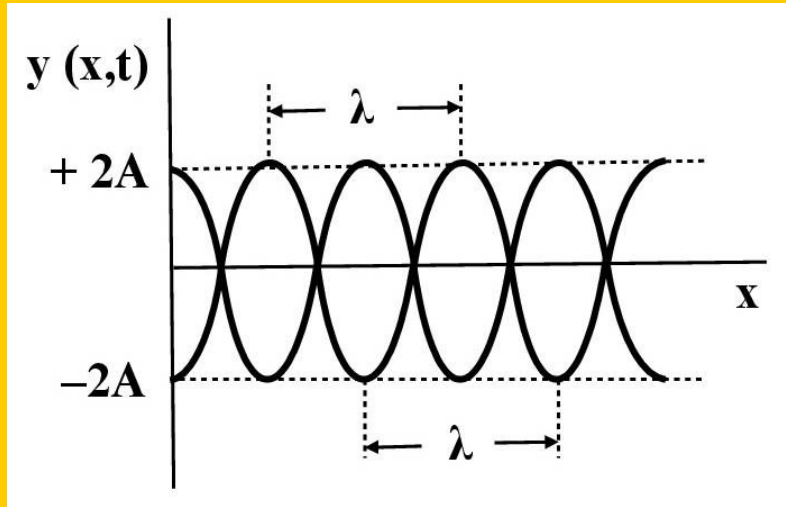
Inteferencia

2.4. Ondas estacionarias

- Una onda estacionaria es la superposición de dos ondas de iguales características que se desplazan por el mismo medio: una en un sentido y la otra en el contrario.
- Son por ejemplo las ondas que se generan en las cuerdas de una guitarra al vibrar.
- Características:
 - a) No es una onda, pues no hay propagación de energía.
 - b) Es una superposición de ondas.
 - c) La forma de la onda es fija: tiene nodos y vientres que están siempre en las mismas posiciones.
 - d) Las hay de dos tipos: de extremos fijos y de extremos libres.



Onda estacionaria de extremos fijos



Onda estacionaria de extremos libres

- Las ecuaciones correspondientes son:

$$y = 2 \cdot A \cdot \text{sen}(k \cdot x) \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) \quad (\text{m}) \quad (\text{los dos extremos fijos})$$

$$y = 2 \cdot A \cdot \text{sen}(k \cdot x) \cdot \text{cos}(\omega \cdot t) \quad (\text{m}) \quad (\text{los dos extremos fijos})$$

$$y = 2 \cdot A \cdot \text{cos}(k \cdot x) \cdot \text{cos}(\omega \cdot t) \quad (\text{m}) \quad (\text{los dos extremos móviles})$$

$$y = 2 \cdot A \cdot \text{cos}(k \cdot x) \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) \quad (\text{m}) \quad (\text{los dos extremos móviles})$$

3. Problemas tipo

- Escribir la ecuación de una onda.
- Calcular las magnitudes de una onda.
- Calcular las magnitudes de un MAS.

4. Cuestiones tipo

- La doble periodicidad de las ondas.
- Escribir la ecuación de una onda con unas determinadas características.
- Ondas estacionarias.
- Características de las ondas.
- Interferencia de ondas.
- MAS: estudio cinemático y dinámico.
- Escribir la ecuación de un MAS con unas determinadas características.