

UNITAT 5: LES ONES. EL SO

Una ona provoca un transport d'energia sense que hi hagi un transport de matèria. Tipus d'ones

- Segons les dimensions de propagació: unidimensionals, bidimensionals i tridimensionals.
- Segons la direcció en què vibren les partícules del medi: longitudinals i transversals.
- Segons el tipus de medi en què es propaguen: mecàniques i electromagnètiques.

1) Magnituds que caracteritzen una ona:

Magnitud	Símbol	Significat	Unitat
Amplitud	A	Distància màxima que es desplaça una partícula del medi de la seua posició d'equilibri.	m
Elongació	x,y	x (direcció de propagació). y (direcció de vibració).	m
Longitud d'ona	λ	Distància mínima entre dos punts del medi que es troben en el mateix estat de vibració.	m
Període	T	Temps que tarda un punt del medi en completar una vibració.	s
Freqüència	f	Nombre de vibracions per segon.	Hz=s ⁻¹
V.propagació	v	Rapidesa amb la que avança una ona en el medi. $v = \lambda / T = \lambda \cdot f$	m/s
F. angular	ω	$\omega = 2\pi / T = 2\pi f$	rad/s
Nr d'ona	k	$k = 2\pi / \lambda$	rad/m

2) Equació matemàtica d'una ona harmònica:

$$y(x,t) = A \sin (\omega t \pm kx + \theta_0)$$

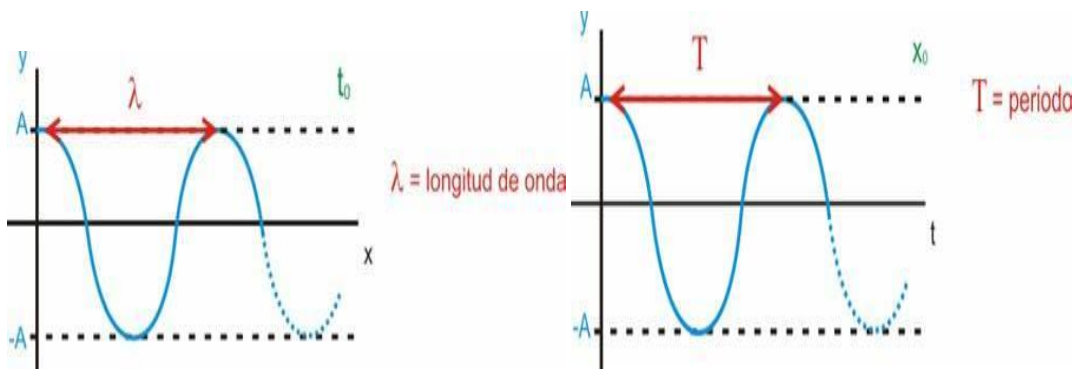
- S'utilitza el signe - si l'ona viatja en el sentit dels valors positius de X i el signe + en cas contrari.
- θ_0 és la fase inicial de l'ona que es calcula aplicant les condicions inicials (per a $x=0$ i $t=0$ sabem que $y=?$). Exemple: Si el punt O està en la posició inicial $\theta_0 = 0$ i si està en A $\theta_0 = \pi/2$.

Velocitat de vibració i acceleració en una ona harmònica

$$v = \frac{dy(x,t)}{dt} = A \cdot \omega \cos (\omega t \pm kx + \theta_0)$$

$$a = \frac{dv(x,t)}{dt} = - A \cdot \omega^2 \sin (\omega t \pm kx + \theta_0) \quad \text{o bé} \quad a = - \omega^2 \cdot y$$

Representació gràfica d'una ona transversal que viatja en el sentit positiu de l'eix X.



3) La propagació d'energia en el moviment ondulatori.

- Potència d'una ona: $P = E / t$ watts (J/s)
- Front d'ona: conjunt de tots els punts del medi que es troben en el mateix estat de vibració quan arriba el moviment ondulatori.
- Intensitat d'una ona: és la potencia per unitat de magnitud que defineix un front d'ona. Podem establir la relació que hi ha entre la intensitat d'una ona i la seua distància al focus que l'ha originat.
 - a. Ona unidimensional: $I_1 = I_2 ; A_1 = A_2$
 - b. Ona bidimensional: $I_1 \cdot r_1 = I_2 \cdot r_2 ; A_1 \cdot \sqrt{r_1} = A_2 \cdot \sqrt{r_2}$
 - c. Ona tridimensional: $I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2 ; A_1 \cdot r_1 = A_2 \cdot r_2$

En les ones harmòniques bi i tridimensionals es produeix una disminució de l'amplitud de la perturbació a mesura que ens allunyem del focus. Aquest fenomen es denomina **atenuació**, però a més en una situació real, quan l'ona travessa un medi material les partícules sofreixen un fregament que fa que disminueix l'energia que transporta l'ona i per tant la seua intensitat, aquest fenomen es coneix com **absorció**.

$$I = I_0 \cdot e^{-\beta x} \quad \beta: \text{coeficient d'absorció del medi}$$

X: espessor de la capa

4) Com es propaguen les ones: El principi de Huygens. Les ones avancen de tal manera que cada punt d'un front d'ones es converteix en un focus emissor d'una ona de les mateixes característiques. L'envolupant de les ones que resulten dels diferents punts d'un front conformen el nou front d'ona.

5) Propietats de les ones:

1. Reflexió: Quan una ona xoca amb la superfície que separa dos medis diferents i retrocedeix pel mateix medi original. $\hat{i} = \hat{i}'$
2. Refracció: Quan una ona arriba a la superfície que separa dos medis diferents i avança pel segon medi. En cadascun l'ona avança amb una velocitat diferent per tant canvia la direcció en la que es propaga (excepte si la incidència es perpendicular).
 Si $v' > v$ l'ona refractada s'allunya de la normal
 Si $v' < v$ l'ona refractada s'acosta a la normal.

Llei de Snell: $\sin \hat{i} / v_{\text{incident}} = \sin \hat{r} / v_{\text{refractat}}$

3. **Difracció:** Quan una ona que es propaga en un medi es troba en el camí amb obertures o obstacles de mida comparables amb la seua λ . La difracció pot provocar un canvi en la direcció de propagació.
4. **Interferència:** Quan diversos moviments ondulatoris similars que es propaguem en un medi coincideixen en un punt. Aquest punt es veu afectat per una pertorbació que és la suma de les pertorbacions coincidents. ($x_2 - x_1 =$ diferència de camí)

$$y_1(x,t) + y_2(x,t) = A \sin(\omega t - kx_1) + A \sin(\omega t - kx_2) = 2A \cos \left[k \cdot \frac{(x_2 - x_1)}{2} \right] \sin \left[\omega t - k \cdot \frac{(x_1 + x_2)}{2} \right] = A' \sin(\omega t - kx)$$

- Interferència constructiva: $x_2 - x_1 = n \cdot \lambda$
- Interferència destructiva: $x_2 - x_1 = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

- 6) **EL SO, un moviment ondulatori.** Les ones sonores són ones mecàniques longitudinals i tridimensionals que es propaguen en qualsevol medi amb una freqüència compresa entre 20 i 20000 Hz. La velocitat a la qual es propaga el so no depèn de la seua intensitat o de les seves qualitats sinó únicament de les propietats del medi. El so de propaga més ràpid en els medis més rígids com els sòlids on també són majors les forces restauradores que fan que les partícules recuperin més ràpidament les posicions inicials. La velocitat de propagació en els gasos augmenta amb la temperatura i és més gran en els gasos més lleugers.

EFFECTE DOPPLER: És el fenomen degut al moviment relatiu de la font sonora i l'observador pel qual canvia la freqüència amb què es percep un so i la seua longitud d'ona.

$$f' = f \frac{V \pm V_o}{V \pm V_f} \quad v(\text{so}) \text{ 340 m/s; } v_o = v. \text{ de l'observador; } v_f = v. \text{ de la font.}$$

- La $f' < f$ si la font i l'observador s'allunyen entre si de manera que l'observador percep un so més greu.
- La $f' > f$ si la font i l'observador s'apropen entre si de manera que l'observador percep un so més agut

QUALITATS DEL SO:

- TO: Permet distingir entre els sons aguts i greus (aguts f altes i greus f baixes).
- INTENSITAT: Permet distingir entre els sons forts o febles (forts A altes i febles A baixes).

$$\beta = 10 \log I/I_0 \quad \beta: \text{decibelios (dB); } I_0 \text{ (intensidad umbral) = } 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

- TIMBRE: Està relacionat amb la forma de les ones sonores (permet distingir sons de igual f i A emesos per instruments diferents).