

1 Esercizi sulle onde

1. Esercizio 1 (equazione delle onde)

Sia data la funzione $y = \sin 2x \cdot \cos 4t$.

- Dimostrare che la funzione soddisfa l'equazione delle onde.
- Determinare la corrispondente velocità di propagazione e i valori di ampiezza, numero d'onda e frequenza.

2. Esercizio 2 (corda vibrante)

Sia data l'onda sinusoidale $y(x, t) = 10 \sin(4x - 20t + 1)$, dove la posizione è espressa in metri e il tempo in secondi.

- Si scrivano ampiezza, fase iniziale, numero d'onda, lunghezza d'onda, frequenza angolare, periodo, frequenza e velocità dell'onda.
- Con che forza si deve tendere una corda di lunghezza $L=4\text{m}$ e massa $m=8\text{Kg}$ perché la velocità dell'onda sia quella trovata?

3. Esercizio 3 (attenuazione)

Una corda di chitarra di ferro ($\rho = 8\text{g/cm}^3$) di diametro 1 mm è tesa con tensione $T = 80\pi$ N.

- Quanto vale la velocità di propagazione di un'onda trasversa?
- Se la frequenza dell'onda è $f=400$ Hz e l'ampiezza $A=0.1$ mm scrivere la funzione d'onda sinusoidale progressiva.
- Calcolare la potenza media dell'onda in un generico punto x .
- Se l'ampiezza dell'onda si attenua secondo la legge $A = A_0 e^{-bx}$ con $b = 0.2\text{m}^{-1}$, di quanti dB si è attenuata l'onda dopo 10 m?

4. Esercizio 4 (riflessione e trasmissione)

Un'onda sinusoidale di frequenza data si propaga con velocità v_1 lungo una corda collegata a un'altra corda di densità maggiore in cui la sua velocità è v_2 .

- Dimostrare, usando la continuità delle derivate parziali prime nel punto di giunzione che per le ampiezze dell'onda incidente, trasmessa e riflessa vale $A_i^2 = A_r^2 + \frac{v_1}{v_2} A_t^2$.
- Verificare che l'energia si conserva.

5. **Esercizio 5** (onda cilindrica)

Degli indiani stanno bivaccando in un canyon a 200 m da una delle due uscite. All'altra estremità del canyon, posta a 1000 m dal bivacco, arriva una mandria di bisonti che viaggia a velocità $v_B = 40 \text{ Km/h}$. La mandria produce un rumore di intensità $I_0 = 10^{-2} \text{ W/m}^2$ a 1 m da essa. La mandria produce anche un'onda sismica superficiale di tipo s che ha un'intensità I_s pari al 10% di quella dell'onda sonora in aria e si propaga a 4000 m/s.

- (a) Quanto vale il volume del rumore della mandria per un ascoltatore posto a 1 m da essa?
- (b) Gli indiani riescono a sentire bene la mandria in avvicinamento?
- (c) quanto vale la compressibilità del terreno se la sua densità vale $\rho = 3 \text{ g/cm}^3$?
- (d) gli indiani riescono a sentire l'onda s adagiando l'orecchio al terreno?
- (e) se gli indiani corrono a 20 km/h quanto tempo hanno per raccogliere le loro cose e uscire dal canyon?
- (f) se la frequenza del suono emesso dalla mandria è 400 Hz, che frequenza percepiscono gli indiani?

6. **Esercizio 6** (effetto Doppler)

Uno strumento emette una nota La4 ($f=440 \text{ Hz}$).

- (a) Con che velocità deve muoversi lo strumento perché un ascoltatore percepisca un Sol#4 ($f=415 \text{ Hz}$)?
- (b) Se lo strumento rimane fermo, con che velocità deve muoversi l'ascoltatore per ottenere lo stesso effetto?
- (c) Come cambia la frequenza se sia lo strumento che l'ascoltatore viaggiano nella stessa direzione con la stessa velocità?