

## Onde

### Esercizi

- Un punto di una perturbazione ondosa si sta spostando in direzione radiale da un osservatore fermo. All'istante  $1s$  si trova a distanza  $3,2m$  dall'osservatore, e all'istante  $4s$  si trova a  $7,9m$ . Qual è la velocità di propagazione dell'onda?  $[v = 1,57ms^{-1}]$
- Un'onda si propaga in un liquido con una velocità di  $0,82ms^{-1}$ , per effetto di una pulsazione di  $1,4rads^{-1}$ . Se ne calcoli la lunghezza d'onda.  $[\lambda = 0,59m]$
- Un filo di massa  $100g$  e lunghezza  $3m$ , è teso da una forza di  $55N$  applicata ai suoi capi. Qual è la velocità di propagazione di un'onda trasversale nel filo?  $[v = 40,6ms^{-1}]$
- Si vuole misurare la profondità di un pozzo avendo a disposizione un cronometro. Viene lasciato cadere un sasso e si misura l'intervallo di tempo che intercorre tra l'istante di caduta e quello in cui si sente il rumore fatto dal sasso quando tocca il fondo. Sapendo che l'intervallo di tempo è pari a  $t = 3,00s$ , si calcoli la profondità del pozzo.  $[h = 40,7m]$
- Durante un temporale, tra l'osservazione di un lampo e l'ascolto del tuono passano  $4,3s$ . Si calcoli la distanza tra il lampo e l'osservatore.  $[\Delta x = 1475m]$
- Un'onda incide con un angolo di  $30^\circ$  sulla superficie di separazione di due mezzi. Sapendo che la velocità nei due mezzi sono rispettivamente  $1800ms^{-1}$  e  $2700ms^{-1}$ , si calcoli l'angolo di rifrazione dell'onda.  $[\sin \theta_r = 0,75 \Rightarrow \theta_r = 48,6^\circ]$
- Un'onda incide con un angolo di  $45^\circ$  sulla superficie di separazione di due mezzi, emergendo con un angolo di  $18^\circ$  e una velocità di  $260 m/s$ . Determinare la velocità nel primo mezzo.  $[v_1 = 595ms^{-1}]$
- L'equazione delle onde stazionarie in una corda è  $z = a \cos(br) \cos(ct)$ , dove  $a = -10cm$ ,  $b = 7,8m^{-1}$ ,  $c = 31rad/s$ . Si calcolino la lunghezza d'onda, l'ampiezza e la frequenza delle due onde componenti.  $\left[ A = \frac{a}{2} = 5cm; \lambda = \frac{2\pi}{b} = 0,81m; f = \frac{c}{2\pi} = 4,93s^{-1} \right]$
- La corda di una chitarra misura  $58cm$  ed ha una densità lineare di  $0,12gcm^{-1}$ . Si calcoli la frequenza fondamentale quando la corda viene sottoposta ad una tensione di  $25 N$ . Si calcoli inoltre la tensione necessaria per raddoppiare la frequenza fondamentale.  $[f = 39,3s^{-1}; \tau = 100N]$
- Due onde di ampiezza  $30cm$  interferiscono in una corda per dare origine a onde stazionarie di frequenza  $4,8ms^{-1}$ . Se le onde si propagano alla velocità di  $2,5ms^{-1}$  e si formano 10 ventri, si determinino la lunghezza d'onda e la lunghezza della corda.  $[n = 10 \Rightarrow l = 0,26m; \lambda_n = 5,2cm]$
- Una persona su un molo sente la sirena di una nave ancorata nelle vicinanze. La frequenza del suono sulla nave è di  $400s^{-1}$  la velocità del suono è  $340ms^{-1}$ , mentre la velocità del vento che soffia dal mare è  $2,3ms^{-1}$ . Qual è la frequenza del suono udito dalla persona? Qual è la frequenza del suono se il vento soffia in direzione opposta?  $[f_1 = 402,7s^{-1}; f_2 = 397,3s^{-1}]$
- Due persone A e B sono ferme lungo una strada rettilinea mentre osservano un'automobile in viaggio alla velocità di  $80kmh^{-1}$  nel tratto AB. Quando l'autista preme il clacson, l'osservatore A sente un suono con la frequenza  $490s^{-1}$ , mentre B sente un suono di

frequenza minore. In quale verso sta viaggiando l'automobile?

Qual è la frequenza del suono emesso dal clacson? Qual è la frequenza percepita da B?

$$\left[ B \xrightarrow{\text{automobile}} A; f = 458s^{-1}; f_B = 430s^{-1} \right]$$

13. Due automobili A, B, stanno procedendo su un tratto rettilineo di autostrada in verso opposto. L'automobile A si muove alla velocità di  $100kmh^{-1}$ , mentre B si muove nel verso opposto alla velocità di  $120kmh^{-1}$ . Poco prima del loro incontro, l'autista di B suona il clacson e l'autista di A percepisce un suono di frequenza  $620s^{-1}$ . Calcolare la frequenza dello stesso suono percepita dall'autista di B. Ripetere il calcolo nel caso in cui le due automobili viaggiano nello stesso verso e B sta per sorpassare A.

$$\left[ f = 517s^{-1}; f = 609s^{-1} \right]$$

14. Una banda sta marciando in una strada rettilinea, e un automobilista che segue la banda si avvicina a questa alla velocità di 18 km/h, mentre viene emesso un suono alla frequenza di 440 Hz. Il brano suonato dalla banda viene raccolto da un microfono piazzato sulla strada davanti alla banda, e viene trasmesso in diretta dalla radio. L'automobilista ascolta il brano contemporaneamente dalla radio e dalla banda. I due suoni formano 4 battimenti ogni 3 secondi. Si calcoli la velocità della banda sapendo che la velocità del suono è 330 m/s.

*[L'automobile si avvicina alla banda che, a sua volta, si avvicina al microfono fermo. Quindi il suono ascoltato alla radio è modificato per effetto Doppler dovuto a sorgente in moto verso osservatore fermo]*

*(microfono)  $f' = f \left( 1 - \frac{x}{v} \right)^{-1}$ , mentre quello ascoltato direttamente dalla banda rientra nel caso di osservatore*

*che si avvicina alla sorgente (banda) in moto di allontanamento dall'osservatore  $f'' = f \left( 1 + \frac{v_A}{v} \right) \left( 1 + \frac{x}{v} \right)^{-1}$*

*Ricordando che la frequenza di battimento è  $\frac{f'' - f'}{2} = \frac{4}{3} \dots$ ].*

15. Si trovi la variazione percentuale del periodo di oscillazione di un pendolo quando questo è portato sulla luna, dove l'accelerazione di gravità sulla superficie è circa un sesto di quella terrestre.

$$\left[ T_{luna} = \sqrt{6} T_{terra} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = 1,45\% \right]$$

16. Si determini il valore della massa  $m$  da attaccare all'estremità di una molla di costante elastica  $k$ , in modo tale che oscilli con la stessa ampiezza e lo stesso periodo di un pendolo di lunghezza  $L$ , nell'approssimazione delle piccole oscillazioni.

$$\left[ \frac{k}{m} = \frac{g}{L} \Rightarrow m = \frac{kL}{g} \right]$$

17. Una corda avente la densità di  $4 \cdot 10^{-3} kg/m$  è tesa alle due estremità, e sottoposta alla tensione di  $360N$ . La differenza tra la sesta e la quinta frequenza di risonanza è  $75Hz$ . Si calcoli: a) la frequenza fondamentale; b) la lunghezza della corda.

$$\left[ v = \sqrt{T/\rho} = 300m/s; f_5 = \frac{5v}{2L}; f_6 = \frac{6v}{2L} \Rightarrow 75Hz = f_6 - f_5 = \frac{v}{2L} \Rightarrow L = 2m \right]$$

18. Un pallone viene calciato orizzontalmente contro un muro alla velocità di  $108kmh^{-1}$ , dalla distanza di  $50m$ . Si determini dopo quanto tempo, a partire da quando è stato calciato il pallone, si sente il rumore dovuto all'impatto di questo contro il muro.

$$\left[ \Delta t = 1,82s \right]$$

19. Sul timpano dell'orecchio giunge un suono di  $50dB$ . Si calcoli la potenza sonora che giunge sul timpano se la sua area è circa  $1,0cm^2$ .

$$\left[ P = 10^{-11}W \right]$$

20. Un ricevitore si avvicina ad una sorgente sonora in quiete, che vibra alla frequenza di  $1000s^{-1}$ , registrando una frequenza di  $1200s^{-1}$ . Si calcoli la velocità del ricevitore.

$$\left[ v_o = 68ms^{-1} \right]$$

21. Un'onda periodica ha una lunghezza d'onda  $\lambda = 12,0m$ , e si propaga in un mezzo con la velocità di  $4 \cdot 10^3 ms^{-1}$ . Quali sono la sua frequenza ed il suo periodo? Se incide sulla superficie di separazione con un secondo mezzo con un angolo di  $45^\circ$  rispetto alla verticale, attraversandola con un angolo di  $18^\circ$ , qual è la velocità nel secondo mezzo?

$$\left[ f = \frac{v}{\lambda} = 333HZ \Rightarrow T = 3 \cdot 10^{-3}s; v_2 = 1,7 \cdot 10^3 ms^{-1} \right]$$