

# Fisica Generale T2 - Prof. Mauro Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

11 Febbraio 2019

## Scritto - Onde

### Esercizi:

- 1) La tua radio ti sveglia tutti i giorni con un suono irritante di lunghezza d'onda  $\lambda = 0.5$  m. Una mattina, però, comincia a funzionare male e non riesci a spegnerla. Frustrato, la lanci dalla finestra della tua camera, al quarto piano del condominio, 15.0 m rispetto al suolo.
  - a) Mentre la radio cade, qual è la frequenza dell'onda sonora che risale appena prima che questa tocchi terra?
  - b) Oltre all'onda sonora del punto precedente, c'è anche quella che rimbalza a terra e poi risale. Calcolare la frequenza di quest'ultima.
  
- 2) Le onde di una stazione radio di potenza  $P = 50$  kW e frequenza  $\nu = 10^6$  Hz vengono emesse isotropicamente nello spazio e arrivano ad un ricevitore distante  $D = 20$  km percorrendo due cammini diversi, l'uno diretto e l'altro comprendente anche una riflessione su un ostacolo metallico posto direttamente dietro il ricevitore. Calcolare:
  - a) la distanza minima  $d$  tra ricevitore e ostacolo per la quale il campo elettrico ha la sua ampiezza minima;
  - b) l'ampiezza  $E$  del segnale in questa situazione nell'ipotesi che il segnale riflesso sia attenuato del 10%.

### Domande:

- 1) Spiegare il principio fisico alla base del fenomeno della diffrazione.
- 2) Illustrare le differenze principali tra onde piane e onde sferiche.
- 3) Definire il vettore di Poynting e il suo significato.

Costanti:  $v_{\text{suono}} = 340$  m/s ,  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> ,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s .

**Svolgimenti e soluzioni:**

- 1) a. Notiamo che la velocità della radio aumenta mentre cade. Ovvero, la sorgente del suono si allontana dall'ascoltatore con una velocità che aumenta. Come conseguenza dell'effetto Doppler, la frequenza percepita sarà:

$$\nu' = \frac{v}{v - v_S} \nu \quad \text{dove } v \text{ è la velocità del suono e } v_S \text{ è la velocità della sorgente.}$$

La velocità della sorgente che cade è data da

$$v_S = v_{yi} - a_y t = 0 - g t = - g t$$

Quindi la frequenza percepita sarà:

$$\nu' = \frac{v}{v + g t} \nu .$$

Inoltre, con le equazioni del moto della radio, possiamo dire

$$y_f = y_i + v_{yi} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$-15.0 \text{ m} = 0 + 0 - \frac{1}{2} 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} t^2$$

$$t = 1.75 \text{ s}$$

La frequenza dell'onda sonora si trova facilmente dal valore della sua lunghezza d'onda:

$$\nu = \frac{v}{\lambda} = 680 \text{ Hz} .$$

Quindi la frequenza percepita vale

$$\nu' = \frac{v}{v + g t} \nu = \frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 1.75 \text{ s}} 680 \text{ Hz} = 647.35 \text{ Hz}$$

- b. La frequenza dell'onda sonora che risale è, invece, data dalla seguente relazione:

$$\nu' = \frac{v}{v + v_S} \nu = \frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 1.75 \text{ s}} 680 \text{ Hz} = 716.0 \text{ Hz}$$

2) a. Per il fenomeno di interferenza, sappiamo che

$$k(D + 2d) - kD = \pi \quad \text{nel caso di un minimo}$$

$$k2d = \pi$$

Quindi  $d = \frac{\pi}{2k}$ , ma sappiamo anche che  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , allora possiamo scrivere:

$$d = \frac{\pi \lambda}{2 \cdot 2\pi} = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4\nu} = \frac{3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}}{4 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 75 \text{ m}$$

b. Prima di tutto calcoliamo l'intensità dell'onda che arriva direttamente al ricevitore:

$$I_1 = \frac{P}{4\pi D^2} = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ W}}{4\pi(20 \cdot 10^3)^2 \text{ m}^2} = 9.95 \cdot 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Allora l'ampiezza sarà

$$E_1 = \sqrt{2Z_0 I_1} = \sqrt{2 \cdot 377 \Omega \cdot 9.95 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2} = 8.86 \cdot 10^{-2} \text{ V/m}$$

Per l'onda riflessa, invece, avremo che

$$E_r = E_1 - 10\% E_1 = 0.9 \cdot E_1$$

Quindi l'ampiezza sarà

$$E = E_1 - E_r = 0.1 \cdot E_1 = 8.66 \cdot 10^{-3} \text{ V/m} .$$