

## ESERCIZI SVOLTI

## Capitolo 16

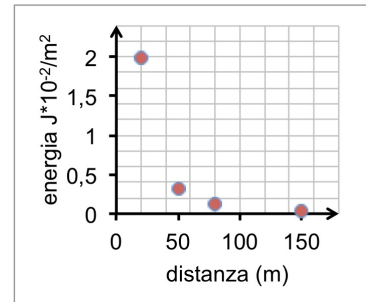
1. L'energia emessa, supponendo lo spazio isotropo, si distribuisce su una sfera di raggio  $d$  sempre crescente per cui la densità superficiale di energia la possiamo calcolare come  $\sigma_E = E/4\pi d^2$  alle varie distanze indicate:

$$\sigma_1 = 100/4\pi 20^2 = 1,99 \cdot 10^{-2} \text{ J/m}^2;$$

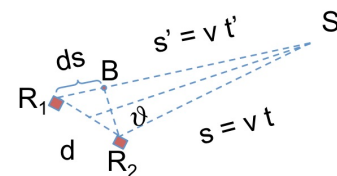
$$\sigma_2 = 100/4\pi 50^2 = 3,18 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2;$$

$$\sigma_3 = 100/4\pi 80^2 = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2;$$

$$\sigma_4 = 100/4\pi 150^2 = 3,54 \cdot 10^{-4} \text{ J/m}^2;$$



2. La lunghezza della corda è data dalla relazione (16.14) e per  $n = 1$  si ha la minima lunghezza per dare la frequenza di 440 Hz:  $L = \frac{1}{2} \cdot \lambda = \frac{1}{2} \cdot u/f$ ; con un modellino semplice della corda del pianoforte, possiamo ricavare la velocità  $u$  dalla (16.27) dove al posto di  $\kappa$  dobbiamo considerare il modulo di taglio  $G$  (per come il suono è provocato esso è trasversale alla propagazione). Purtroppo, nella stesura dell'esercizio è saltata la composizione delle corde del pianoforte che sono in acciaio, da cui abbiamo  $G_{acc} = 6,7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$  e densità  $\rho_{acc} = 7,9 \text{ g/cm}^3$ . Così  $u = \sqrt{G_{acc} / \rho_{acc}} = \sqrt{6,7 \cdot 10^{10} / 7,9 \cdot 10^3} = 2912,2 \text{ m/s}$  e  $L = \frac{1}{2} \cdot u/f = \frac{1}{2} \cdot 2912,2/440 = 3,31 \text{ m}$ .
3. L'espressione da adoperare è la (16.27) dove al posto del modulo di compressibilità  $\kappa$  appare il modulo di Young. Per l'ottone la velocità delle onde longitudinali è  $v = \sqrt{Y / \rho} = \sqrt{9,1 \cdot 10^{10} / 8,73 \cdot 10^3} = 3228,6 \text{ m/s}$  avendo trasformato la densità nelle unità del SI. Per le onde trasversali si inserisce il modulo di taglio che per l'ottone vale  $G = 3 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$  da cui  $v = \sqrt{G / \rho} = \sqrt{3 \cdot 10^{10} / 8,73 \cdot 10^3} = 1853,8 \text{ m/s}$ .
4. In questo caso il modulo di compressibilità si ricava dalla relazione (16.27)  $\kappa = v^2 \cdot \rho$ . inserendo i valori secondo il SI  $k = (5 \cdot 10^3)^2 \cdot 5 \cdot 10^3 = 1,25 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ .
5. Supponendo che la sorgente  $S$  sia lontana, l'angolo cercato lo si ricava in base alla figura 16.23 che riportiamo con qualche dettaglio in più. Assunto che la sorgente  $S$  è distante, il segmento  $R_1 B = ds$  lo si può considerare come il cateto del triangolo rettangolo  $R_1 B R_2$  e quindi  $ds = R_1 R_2 \cdot \cos \vartheta$ . Ma  $ds = s' - s = v \cdot (t' - t) = v \cdot \Delta t$  da cui  $R_1 R_2 \cdot \cos \vartheta = v \cdot \Delta t$  e ricaviamo l'angolo di inclinazione  $\vartheta = \arccos(v \cdot \Delta t / R_1 R_2) = \arccos(330 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / 0,2) = 70,73^\circ$ .
6. Questo esercizio si basa sull'effetto Doppler sintetizzato nelle espressioni (16.28) e (16.29). Per la prima parte dell'esercizio si usa l'espressione (16.29) dove  $c$  è un refuso, il termine  $v_0$  in effetti è la velocità della sorgente  $v_s$ :  $f' = u/(u - v_s)f$ . La velocità del suono è  $u = 330 \text{ m/s}$  e quella della sorgente



$v_S = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s}$  e quindi  $f' = 330/(330 - 16,67) \cdot 440 = 463,4 \text{ Hz}$ . Nel caso in cui la sorgente è ferma l'osservatore sente la frequenza  $f' = (u+v_0)/u \cdot f = (330 + 16,67)/330 \cdot 440 = 462,2 \text{ Hz}$ .

7. L'espressione (16.36) fornisce i coefficienti cercati. Visto che  $Z_2 = \frac{1}{2} \cdot Z_1$  possiamo scrivere i coefficienti in funzione del rapporto  $Z_1 / Z_2$

$$T = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{2}{Z_1 / Z_2 + 1} \quad R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} = \frac{1 - Z_1 / Z_2}{Z_1 / Z_2 + 1}$$

e ottenere  $T = 2/3 = 0,67$  e  $R = -1/3 = -0,33$ , in accordo alla (16.35).

8. Nell'esempio 4 c'è uno spunto per questo esercizio. L'intensità in acqua del suono del capodoglio è data da  $I_{ac} = I_{0,ac} \cdot 10^{L_{dB}/10} = 6,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{23} = 6,6 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2$ . Se questa intensità fosse emessa in aria corrisponderebbe ad un livello  $L_{dB} = 10 \cdot \log(I_{ac}/I_{0ar}) = 10 \cdot 16,82 = 168,2 \text{ dB}$ .

9. L'intensità è data da  $I = I_0 \cdot 10^{30/10} = 10^{-12} \cdot 10^3 = 10^{-9} \text{ W/m}^2$ .

10. Il livello di emissione è  $L_{dB} = 10 \cdot \log(I/I_0) = 10 \cdot \log(10^{-6}/10^{-12}) = 60 \text{ dB}$ .