

# Fisica Generale T2 - Prof. Mauro Villa

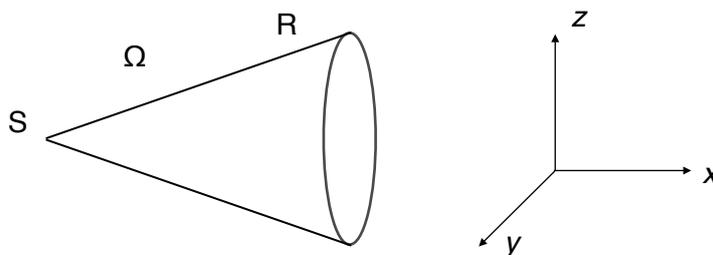
CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

10 Luglio 2018

## Scritto - Onde

### Esercizi:

- 1) Un'onda armonica viaggia lungo una corda lunga  $L = 30$  m e di massa  $m$ . Questa è tenuta tesa da una forza di modulo  $F = 150$  N. L'ampiezza dell'onda è  $A = 4$  cm, la velocità di propagazione è  $v = 60$  m/s e il periodo di oscillazione è  $T = 0,2$  s.  
Calcolare:
  - 1) la massa della corda;
  - 2) la lunghezza d'onda e la frequenza dell'onda lungo la corda;
  - 3) la potenza media  $\bar{P}$  trasmessa dalla corda.
  
- 2) Un laser He-Ne emette luce rossa, polarizzata linearmente nella direzione verticale, con  $\lambda = 632,8$  nm, potenza media  $\bar{P} = 10$  W. Supponendo la sorgente puntiforme e che il fascio attraversi uniformemente una calotta sferica di angolo solido  $\Omega = 5 \cdot 10^{-2}$ ,
  - 1) scrivere l'espressione del campo  $\vec{E}$  e del campo  $\vec{B}$  a  $R = 20$  m dalla sorgente lungo l'asse del fascio (asse x, vedi figura).
  - 2) Determinare la potenza di una sorgente che irradia isotropicamente tutto lo spazio affinché abbia alla distanza di  $R = 20$  m la stessa intensità del laser.



### Domande:

- 1) Descrivere brevemente il fenomeno dell'interferenza.
- 2) Spiegare il fenomeno dei battimenti.
- 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> .

### Svolgimenti e soluzioni:

1) 1. La relazione tra la velocità di propagazione e la tensione della corda è

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{dove} \quad \mu = \frac{m}{L}$$

$$\text{allora} \quad m = \frac{F}{v^2} L = \frac{150 \text{ N}}{3600 \text{ m}^2/\text{s}^2} \cdot 30 \text{ m} = 1,25 \text{ kg}$$

2. La lunghezza d'onda è data da

$$\lambda = v T = 60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,2 \text{ s} = 12 \text{ m}$$

3. Conoscendo il periodo di oscillazione, possiamo ricavare immediatamente la frequenza dell'onda

$$\nu = \frac{1}{T} = 5 \text{ Hz}$$

4. La potenza media è definita come

$$\begin{aligned} \bar{P} &= \frac{E}{F} = \frac{1}{2} \mu v A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{m}{L} v A^2 4\pi^2 \nu^2 = \\ &= \frac{1,25 \text{ kg}}{30 \text{ m}} \cdot 60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 2\pi^2 \cdot 25 \frac{1}{\text{s}^2} = 1,97 \text{ W} \end{aligned}$$

2) 1. La superficie della calotta sferica attraversata è data da

$$\Sigma = \Omega R^2 = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^2 \text{ m}^2 = 20 \text{ m}^2$$

Allora, l'intensità, conoscendo la potenza media e la superficie attraversata, è data da

$$I = \frac{\bar{P}}{\Sigma} = \frac{10 \text{ W}}{20 \text{ m}^2} = 0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Inoltre, sappiamo che  $I = \frac{E_0^2}{2Z_0}$ , quindi

$$E_0 = \sqrt{2 I Z_0} = \sqrt{2 \cdot 0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 377 \Omega} = 19,42 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Sapendo che

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{19.42 \text{ V/m}}{3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}} = 6.47 \cdot 10^{-8} \text{ T}$$

Per scrivere le espressioni del campo elettrico e magnetico, ci servono anche:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 9.8 \cdot 10^9 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}}{6328 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 4.74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi\nu = 2.98 \cdot 10^{15} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Ora che abbiamo trovato tutte le caratteristiche, possiamo scrivere le espressioni dei campi:

$$\vec{E} = 19.4 \cos(2.98 \cdot 10^{15}t - 9.9 \cdot 10^{15} \cdot 20)\hat{u}_y \simeq 19.4 \cos(2.98 \cdot 10^{15}t - 2 \cdot 10^{11})\hat{u}_y$$

$$\vec{B} = 6.5 \cdot 10^{-5} \cos(2.98 \cdot 10^{15}t - 2 \cdot 10^{11})\hat{u}_z$$

2. Se la sorgente è isotropica, allora  $\Sigma = 4\pi R^2$ .

$$I_L = \frac{\bar{P}_L}{\Sigma} = \frac{\bar{P}_{\text{iso}}}{\Sigma_{\text{iso}}}$$

$$\bar{P}_{\text{iso}} = \frac{\Sigma_{\text{iso}}}{\Sigma} \bar{P}_L = \frac{4\pi R^2}{\Omega R^2} \bar{P}_L = 2.51 \cdot 10^3 \text{ W}$$