

## Istituzioni di Fisica della Materia

### Alcuni esercizi preparatori alla prima prova intercorso - argomento "Onde"

Lorenzo Marrucci, 12/4/2002

- 1) Su una corda tesa molto lunga di densità lineare di massa  $\lambda = 1\text{g/cm}$  e tensione  $T = 0.1\text{ N}$  c'è un'onda che si sta muovendo nel verso positivo delle  $x$  e che al tempo  $t=0$  è data dalla formula  $h(x,t=0) = A \times \exp(-a|x|)$ , dove  $a = 1\text{ m}^{-1}$ . Scrivere l'espressione di quest'onda anche per tempi  $t>0$  (a). Dove si trova il massimo positivo dell'onda per  $t=2\text{ s}$  (b)? All'istante  $t_1 = 2\text{ s}$  un'altra onda viene lanciata sulla corda in modo che viaggi nella direzione negativa delle  $x$ . Essa è descritta dal campo "iniziale" per  $t=t_1$ ,  $h(x,t=t_1) = -A(x-b) \exp(-a|x-b|)$ , dove  $b = 40\text{ m}$ . Calcolare l'istante di tempo in cui le due onde si sovrappongono in modo tale da annullare completamente il campo  $h$  (c). Calcolate la trasformata di Fourier della sola onda che si propaga in avanti (usando le variabili  $x$  e  $k$  al posto delle variabili  $t$  e  $\omega$ ) (d).
- 2) Un'onda elettromagnetica armonica di lunghezza d'onda  $\lambda = 3\text{ mm}$  e ampiezza del campo elettrico  $A = 10\text{ V/m}$  incide su uno schermo perfettamente assorbente di area  $S = 1\text{ m}^2$ . Calcolate: (a) la frequenza di oscillazione del campo elettrico; (b) il valore massimo del campo magnetico associato all'onda; (c) l'energia che il corpo assorbe in un tempo di  $10\text{ s}$ .
- 3) Un'onda armonica, che si propaga in una corda di densità lineare di massa  $0.05\text{ kg/m}$ , soggetta alla tensione di  $80\text{ N}$ , ha l'ampiezza di  $5\text{ cm}$ . La frequenza dell'onda è di  $10\text{ Hz}$ . Si trovi la potenza (intensità) che si propaga lungo la corda.
- 4) Un'onda di frequenza  $40\text{ Hz}$  si propaga lungo una corda. Due punti separati dalla distanza di  $5\text{ cm}$  sono sfasati di  $\pi/6$ . (a) Quanto vale la lunghezza d'onda dell'onda? (b) Quanto vale la differenza di fase tra i due spostamenti in un dato punto a istanti separati da un intervallo di tempo di  $5\text{ s}$ ? (c) Quanto vale la velocità di propagazione dell'onda?
- 5) Due onde di uguale ampiezza contropropaganti su una corda si sovrappongono per dare luogo ad un campo totale (onda stazionaria) rappresentata dalla seguente equazione:
$$y(x,t) = 0.02 \sin(\pi x/2) \cos(40\pi t) \quad (*)$$
dove  $x$  e  $y$  sono misurati in metri e  $t$  in secondi. (a) Determinare le equazioni delle due onde viaggianti la cui sovrapposizione dà luogo al campo (\*). (b) Quanto vale la distanza fra i nodi consecutivi dell'onda stazionaria? (c) Quanto vale la velocità (lungo  $y$ ) di un elemento di corda in  $x=1\text{m}$ ? (d) Quanto vale l'accelerazione di un elemento di corda in  $x = 1\text{m}$ ?
- 6) Determinate il campo elettrico risultante dalla sovrapposizione di due onde elettromagnetiche che si propagano nella stessa direzione, date da  $E_1 = A_1 \sin(kx - \omega t + \phi_1)$  e  $E_2 = A_2 \sin(kx - \omega t + \phi_2)$ , con  $\omega = 120\pi\text{ rad/s}$ ,  $A_1 = 6\text{ V/m}$ ,  $A_2 = 8\text{ V/m}$ ,  $\phi_1 = 0\text{ rad}$ ,  $\phi_2 = \pi/2\text{ rad}$ . Quanto valgono le intensità delle due onde componenti e dell'onda risultante?
- 7) Un'onda elettromagnetica armonica di lunghezza d'onda  $10\text{ cm}$  che si propaga lungo la direzione positiva dell'asse  $x$  incide su una superficie speculare posta in  $x=0$ , che la riflette interamente, generando una seconda onda che si propaga nella direzione opposta. L'onda riflessa ha uguale ampiezza dell'onda incidente. La fase dell'onda riflessa può essere determinata a partire dalla condizione al contorno che il campo totale si annulli sulla superficie speculare. Determinare (a) l'onda riflessa, (b) il campo risultante dalla sovrapposizione dell'onda incidente e dell'onda riflessa (onda stazionaria), (c) la posizione dei nodi del campo totale lungo l'asse  $x$ .