

Esercizi del corso di Fisica II (laurea in informatica) svolti in aula nell' a.a. 2004-2005

[ATTENZIONE: potrebbero esserci degli errori nelle soluzioni. Vi sarei grata se me li segnalaste.]

(il simbolo $\langle \rangle$ significa valor medio temporale)

Settimane 31 maggio -9 giugno 2005

1) Si consideri la perturbazione descritta dalla funzione d'onda $y(x, t) = \frac{2}{(x - 3t)^2 + 1}$ con y ed x sono in cm ed il

tempo t in secondi. Si disegni la forma d'onda per $t=0$ e per $t=1$ sec. Determinare la velocità dell'onda, e dire se è un'onda progressiva oppure no. [la forma d'onda è una specie di campana centrata in $x=0$ per $t=0$ e centrata in $x=3$ cm per $t=1$ sec, è un'onda progressiva con $v=3$ cm/s]

2) Un'onda sinusoidale che si propaga nel verso positivo dell'asse x ha un'ampiezza $A=15$ cm, una lunghezza d'onda $\lambda=40$ cm, una frequenza $f=8$ Hz. All'istante $t=0$ e per $x=0$ lo spostamento verticale è $y_0=15$ cm. Disegnare la forma d'onda, calcolare numero d'onda, periodo, pulsazione, velocità dell'onda e la fase [$k=15.7$ rad/m $T=0.125$ sec $\omega=50.2$ rad/sec $v=3.2$ m/sec, fase $=90^\circ$]

3) Verificare che la funzione d'onda data nell'esercizio 1) soddisfa l'equazione delle onde con $v^2=9$ cm²/s².

4) Una notizia importante viene diffusa via radio a persone che ascoltano la radio ad una distanza di 100 Km dall'emettitore e a persone che ricevono l'onda sonora nella stanza in cui viene diffusa la notizia poste a 3 metri dall'annunciatore. Sapendo che la velocità del suono nell'aria è di 343 m/s chi riceve prima la notizia? [gli ascoltatori in sala ricevono la notizia dopo $8.75 \cdot 10^{-3}$ sec, gli ascoltatori lontani la ricevono dopo $3.33 \cdot 10^{-4}$ sec cioè prima]

5) In assenza di un cavo di antenna, una televisione può ricevere i canali UHF con una antenna fatta a spira. Tale antenna produce una fem dal flusso del campo magnetico variabile concatenato con la spira. La stazione trasmette un segnale con frequenza f , il segnale ha campo elettrico con ampiezza $E_{\max}$ e campo magnetico $B_{\max}$ nel punto dove è la spira. A) Ricavare un'espressione per la fem che appare nella spira di raggio r , piccolo rispetto alla lunghezza d'onda del segnale. B) Se il campo elettrico del segnale è puntato verticalmente quale orientazione della spira produce la migliore ricezione? [$f_{em} = \pi^2 2\pi f B_{\max} \cos(2\pi f t) \cos \theta$, con θ =angolo tra direzione del campo magnetico e la perpendicolare alla spira; la spira deve essere messa con il suo piano parallelo alla direzione del campo elettrico e tale piano contiene la linea di congiunzione con il ripetitore]

6) Un telefono cellulare ha una potenza media in uscita di $\langle P \rangle = 0.6$ W da una antenna di lunghezza $l=10$ cm. a) Trovare il valor medio del vettore di Poynting ad una distanza $d=4$ cm dall'antenna (cioè in un punto della testa di chi sta telefonando), supponendo il fronte d'onda cilindrico. b) Le direttive ANSI stabiliscono che le persone che abitano in prossimità di un ripetitore di telefonia cellulare siano esposte al massimo a 0.57 mW/cm². Confrontare questo dato con il risultato della domanda a). c) Si calcolino il campo elettrico massimo corrispondente al cellulare e al ripetitore [$\langle S \rangle = \langle P \rangle / (2\pi dl) = 2.4$ mW/cm²; per il cellulare $E_{\max}=134$ V/m per il ripetitore $E_{\max}=66$ V/m]

7) Una stazione radio trasmette isotropicamente con una potenza media $\langle P \rangle = 4$ KW. Un'antenna ricevente lunga $l=65$ cm è sistemata a $d=6440$ m dalla stazione. Calcolare la fem massima indotta da questo segnale tra gli estremi dell'antenna ricevente [$f_{em} = E_{\max} l = 49.5$ mV con $E_{\max}^2 = 2c \mu_0 \langle P \rangle / (4\pi d^2)$]

8) Quale è il valore del vettore di Poynting ad una distanza $d=8$ km da una radiotrasmittente isotropa che emette onde con una potenza $P=250$ KW? [$S=0.31$ mW/m²]

9) Nel 1965 Penzias e Wilson scoprirono la radiazione cosmica di microonde proveniente dall'espansione dell'universo avvenuta dopo il Big-Bang. La densità media di energia totale di questa radiazione è $\langle u_{tot} \rangle = 4 \cdot 10^{-14}$ J/m³. Determinare la corrispondente ampiezza del campo elettrico [$E_{\max}^2 = 2 \langle u_{tot} \rangle / \epsilon_0$ da cui $E_{\max}=95$ mV/m]

10) Un laser usato per la chirurgia oculistica emette impulsi di energia $U=3$ mJ della durata di $\tau=1$ ns, focalizzati su un'area della retina di diametro $D=30$ micron. a) trovare la potenza per unità di area sulla retina b) calcolare quanta energia viene spedita su un'area di dimensioni molecolari, cioè un cerchio di diametro $d=0.6$ nm, indicare questa energia in eV.

[a) $S = U / (\tau \pi D^2 / 4) = 4.2 \cdot 10^{15}$ W/m² b) Energia su una molecola = $S \tau \pi d^2 / 4 = 1.2 \cdot 10^{-12}$ J = 7.4 MeV]

11) Un filamento di lampadina ha una resistenza $R=150\ \Omega$ ed è percorso da una corrente $i=1\text{ A}$. Il filamento è lungo $L=8\text{ cm}$ e ha un raggio $r=0.9\text{ mm}$ a) calcolare il vettore di Poynting sulla superficie del filamento. b) trovare i valori del campo elettrico e del campo magnetico sulla superficie del filamento [a) $S= i^2 R / (2 \pi r L)=3.3 \cdot 10^5\text{ W/m}^2$; b) $E= iR / L=1.9\text{ kV/m}$ $B= \mu_0 i / (2\pi r)=2.2 \cdot 10^{-4}\text{ T}$. Notare che in questo caso NON si hanno onde e.m. perché non ho campi variabili nel tempo ma si può comunque definire il vettore di Poynting

12) Un'antenna a paraboloide di diametro $D=20\text{ m}$, riceve con incidenza perpendicolare un segnale radio da una sorgente molto lontano. Il segnale radio è un'onda sinusoidale di ampiezza $E_0=0.2\text{ microV/m}$. Si assuma che l'antenna assorba tutta la radiazione. a) quale è l'ampiezza del campo magnetico di questa onda? b) quale è l'intensità della radiazione ricevuta dall'antenna? c) quale è la potenza media ricevuta dall'antenna? d) quale forza esercitano le onde radio sull'antenna? [a) $B_0=E_0/c=6.7 \cdot 10^{-16}\text{ T}$; b) $I=\langle S \rangle=1/2 \cdot c \cdot \epsilon_0 \cdot E_0^2=5.3 \cdot 10^{-17}\text{ W/m}^2$; c) Potenza= $\langle S \rangle \pi D^2/4=1.7 \cdot 10^{-14}\text{ W}$ d) Pressione= $I/c= \langle S \rangle/c$ per cui $F= \pi D^2/4 \cdot \langle S \rangle/c=5.6 \cdot 10^{-23}\text{ N}$]

13) Un puntatore laser utilizzato per conferenze ha una $\langle P \rangle=3.0\text{ mW}$ e crea un punto di diametro $d=2.0\text{ mm}$ sullo schermo. Determinare la pressione di radiazione sullo schermo sapendo che questo riflette il 70% della luce incidente. [Pressione= $(1+70\%) I/c= (1+0.7)\langle S \rangle/c = (1+0.7) \langle P \rangle / (c \pi D^2/4) =5.4 \cdot 10^{-6}\text{ N/m}^2$]