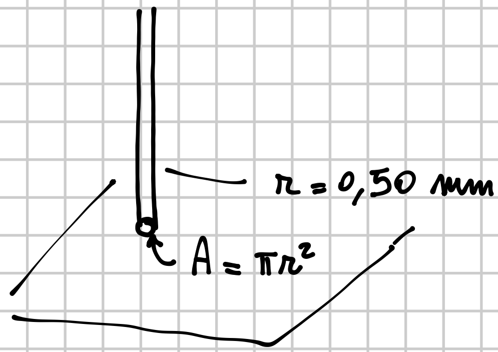
49 ◆◆◆ I laser ad alta potenza hanno applicazioni industriali per il taglio di diversi materiali, metalli o plastiche. Considera un laser che concentra in un fascio di raggio 0,50 mm un'onda elettromagnetica la cui ampiezza massima del campo elettrico è $7{,}1 \times 10^5$ V/m.

- Quale potenza produce questo laser?
- Che intensità massima ha il campo magnetico prodotto?

[$5{,}3 \times 10^2$ W; $2{,}4 \times 10^{-3}$ T]



$$E_0 = 7{,}1 \times 10^5 \ \frac{V}{m}$$

$$P = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t} \qquad E_R = \frac{P}{A}$$

IRRADIAMENTO

$$E_R = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_0^2$$

$$P = A \cdot E_R = A \cdot \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_0^2 =$$

$$= \pi (0{,}50 \times 10^{-3} \, m)^2 \cdot \frac{1}{2}\left(8{,}854 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}\right)\left(3{,}00 \times 10^8 \frac{m}{s}\right)\left(7{,}1 \times 10^5 \frac{N}{C}\right)^2 =$$

$$= 525{,}82\ldots \ W \simeq \boxed{5{,}3 \times 10^2 \ W}$$

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{7{,}1 \times 10^5 \ \frac{N}{C}}{3{,}00 \times 10^8 \ \frac{m}{s}} = 2{,}366\ldots \times 10^{-3} \ T \simeq \boxed{2{,}4 \times 10^{-3} \ T}$$

SIMULAZIONE ESAME DI STATO 12/2018

Una lampadina ad incandescenza, alimentata con tensione alternata pari a 220 V, assorbe una potenza elettrica media pari a $1{,}0 \cdot 10^2\ W$ ed emette luce grazie al surriscaldamento di un filamento di tungsteno, con

$$\frac{Potenza\ media\ luminosa\ emessa}{Potenza\ media\ elettrica\ assorbita} = 2\%$$

Ipotizzando per semplicità che la lampadina sia una sorgente puntiforme che emette uniformemente in tutte le direzioni, e che la presenza dell'aria abbia un effetto trascurabile, calcolare ad una distanza $d = 2{,}0m$ dalla lampadina:

a) l'intensità media della luce; IRRADIAMENTO

b) i valori efficaci del campo elettrico e del campo magnetico.

a) $P_{EMESSA} = 0{,}02 \cdot P_{ASSORBITA}$

$$E_R = \frac{P_{EMESSA}}{4\pi d^2} = \frac{0{,}02 \cdot 1{,}0 \times 10^2\ W}{4\pi\,(2{,}0\,m)^2} = 0{,}0397\ldots\ \frac{W}{m^2} \simeq 4{,}0 \times 10^{-2}\ \frac{W}{m^2}$$

AREA DELLA SUPERFICIE DEL FRONTE D'ONDA SFERICO

b) $E_{eff} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ $\qquad E_R = \frac{1}{2} c\,\varepsilon_0 E_0^2 \Rightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2E_R}{c\,\varepsilon_0}}$

$$E_{eff} = \sqrt{\frac{E_R}{c\,\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{0{,}0397\ldots}{(3{,}0 \times 10^8)(8{,}854 \times 10^{-12})}}\ \frac{N}{C} = 0{,}0387\ldots \times 10^2\ \frac{N}{C}$$

$$\simeq \boxed{3{,}9\ \frac{N}{C}}$$

$$B_{eff} = \frac{B_0}{\sqrt{2}} \overset{E_0 = cB_0}{=} \frac{E_0}{c\sqrt{2}} = \frac{E_{eff}}{c} = \frac{3{,}87\ldots\ \frac{N}{C}}{3{,}0 \times 10^8\ \frac{m}{s}} = 1{,}29\ldots \times 10^{-8}\ T$$

$$\simeq \boxed{1{,}3 \times 10^{-8}\ T}$$

50 ◆◆◆ All'istante $t = 0$ s il profilo di un'onda elettromagnetica è descritto dalla funzione seguente:

$$E = (20\text{N/C})\cos\left(2\pi \cdot \frac{x}{3{,}1 \times 10^{-2}\,\text{m}}\right)$$

- Quali sono l'ampiezza massima del campo elettrico e del campo magnetico dell'onda?
- Una superficie di 0,10 m² è perpendicolare a quest'onda e la assorbe. In quanto tempo essa riceve una quantità di moto pari a $1{,}6 \times 10^{-8}$ kg · m/s?

[20 N/C; $6{,}7 \times 10^{-8}$ T; 90 s]

$$E_0 = \boxed{20\ \frac{N}{C}}$$

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{20}{3{,}0 \times 10^8}\ T = 6{,}666\ldots \times 10^{-8}\ T \simeq \boxed{6{,}7 \times 10^{-8}\ T}$$

$$\Delta p = \frac{\mathcal{E}}{c} \Downarrow \mathcal{E} = c \cdot \Delta p$$

$$\underbrace{E_R = \frac{\mathcal{E}}{A \cdot \Delta t} = \frac{1}{2} c\, \varepsilon_0 E_0^2}$$

$$\frac{\cancel{c} \cdot \Delta p}{A \cdot \Delta t} = \frac{1}{2} \cancel{c}\, \varepsilon_0 E_0^2$$

$$\Delta t = \frac{2 \cdot \Delta p}{A \cdot \varepsilon_0 \cdot E_0^2} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \times 10^{-8}\ kg \cdot \frac{m}{s}}{(0{,}10\ m^2)\left(8{,}854 \times 10^{-12}\ \frac{C^2}{N \cdot m^2}\right)\left(20\ \frac{N}{C}\right)^2} =$$

$$= 0{,}00903\ldots \times 10^4\ s \simeq \boxed{90\ s}$$

51 La pressione di radiazione esercitata da un'onda elettromagnetica piana armonica su un corpo è $5{,}8 \times 10^{-8}$ Pa.

▸ Determina l'ampiezza del campo elettrico.

[$1{,}1 \times 10^{2}$ N/C]

$$P_R = \overline{w} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 \Rightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2P_R}{\varepsilon_0}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2(5{,}8\times10^{-8}\ \mathrm{Pa})}{\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N\cdot m^2}\right)}} = 1{,}144\ldots\times10^{2}\ \frac{N}{C}$$

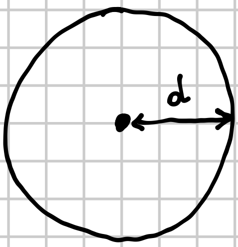
$$\simeq \boxed{1{,}1\times10^{2}\ \frac{N}{C}}$$

57 **ORA PROVA TU** Un'antenna radio emette radiazioni elettromagnetiche alla potenza di 100 W.

▸ A partire da quale distanza dall'antenna il campo magnetico emesso ha ampiezza massima minore di 1,0 μT?

[26 cm]

$$E_0 = c B_0$$



$$E_R = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$E_R = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_0^2 = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c^3 B_0^2$$

$$\frac{P}{{}_2\cancel{4}\pi d^2} = \frac{\varepsilon_0 c^3 B_0^2}{\cancel{2}_1}$$

$$d = \sqrt{\frac{P}{2\varepsilon_0 c^3 B_0^2 \pi}} =$$

$$= \sqrt{\frac{100\ \mathrm{W}}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N\cdot m^2}\right)\left(3{,}0\times10^{8}\ \frac{m}{s}\right)^3\left(1{,}0\times10^{-6}\ \mathrm{T}\right)^2\pi}} = 0{,}258\ldots\ \mathrm{m}$$

$$\simeq \boxed{26\ \mathrm{cm}}$$