7. Un fascio di radiazione infrarossa, che si propaga nel vuoto, in 4,16 s fornisce 1,97 J di energia a una superficie piana di area pari a 31,6 cm^2, posta perpendicolarmente all'onda elettromagnetica. Calcolare:

a. la densità volumica media di energia dell'onda elettromagnetica infrarossa;

b. i valori massimi del campo elettrico e del campo magnetico dell'onda.

7. Per prima cosa è possibile calcolare l'irradiamento dell'onda elettromagnetica, che risulta:

$$E_R = \frac{\mathcal{E}}{A \cdot \Delta t} = \frac{1{,}97\ \mathrm{J}}{(3{,}16 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}^2)(4{,}16\ \mathrm{s})} = 150\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}.$$

Il periodo T di un'onda elettromagnetica nell'infrarosso è dell'ordine delle decine di femtosecondi, per cui l'intervallo di tempo di 4,15 s considerato nell'esercizio è enorme rispetto a T. Quindi è giustificato il fatto di considerare i valori medi dell'onda elettromagnetica.

La densità volumica media di energia dell'onda elettromagnetica è:

$$\overline{w} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{c} \cdot \frac{1}{2} c \varepsilon_0 E_0^2 = \frac{E_R}{c} = \frac{150\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}}{3{,}00 \cdot 10^8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 5{,}00 \cdot 10^{-7}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}.$$

Dal primo termine della formula precedente possiamo calcolare anche:

$$E_0 = \sqrt{\frac{2\overline{w}}{\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{2\left(5{,}00 \cdot 10^{-7}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right)}{8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2}}} = 336\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}.$$

Di conseguenza troviamo anche:

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{336\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}}{3{,}00 \cdot 10^8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 1{,}12 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{T}.$$