Esercizi Fisica 4F

dott. Stefano Lacaprara lacaprara@pd.infn.it INFN LNL

Esercizio n. 1

a) Trasformando la costante solare in unità più ortodosse: $< S >= 1532\ W/m^2$. Essa è il val medio su un periodo del modulo del vettore di Poynting:

$$|S| = \frac{|E \times B|}{\mu_0} = \frac{E \cdot B}{\mu_0} = c\epsilon_0 E^2 \quad , \quad < |S| >= |S|/2$$

E' quindi immediato calcolare i valori massimi dei campi eletrico e magnetico:

$$E_0 = \sqrt{\frac{2 < S >}{c\epsilon_0}} = 1.07\ kV/m$$

$$B_0 = E_0/c = 3.58 \cdot 10^{-6}\ T$$

b) Con un ragionamento puramente dimensionale $< p >= \frac{<F>}{\Sigma}$. Visto che $I =< |S| >= \frac{<F>v}{\Sigma}$, e che l'unica velocità a disposizione è c, risulta:

$$< p >=< S > /c = 5 \cdot 10^{-6}\ N/m^2$$

Esercizio n. 2

a) E' sufficiente fare il rapporto tra l'angolo solido di 1 m^2 sulla terra visto dal sole $\Omega = \frac{1}{R^2_\odot}$ e l'angolo solido totale 4π:

$$L_\odot = 4\pi R^2 \Phi = 4.2 \cdot 10^{26}\ W$$

b) Per il ragionamento dell'esercizio precedente:

$$p_{rad} = \Phi/c = 5 \cdot 10^{-6}\ N/m^2$$

Quindi:

$$p_{rad}/p_{atm} = 5 \cdot 10^{-11}$$

Alternativamente: $\vec{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$. Considero un volumetto $V = \Sigma\Delta x$: la quantità di moto della luce in questo volumetto è $\vec{p} = \vec{g}V = \frac{\vec{S}}{c^2}V$, dove $\vec{g}$ è la densità di quantità di moto della luce.
Risulta quindi:

$$\vec{F} = \frac{\vec{S}}{c^2}\Sigma\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\vec{S}\Sigma}{c}$$

La pressione è dunque pari a:

$$p = \frac{F}{\Sigma} = \frac{S}{c}$$

c) Devo fare delle ipotesi sulla vela. Uso una analogia meccanica: se l'urto della luce è anaelastico, allora la luce cede alla vela la sua quantità di moto. Se invece l'urto è elastico, cede il doppio. Conviene quindi una vela riflettente e non una nera.

Confronto la forza di pressione con quella gravitazionale:

$$F_p = 2Sp_{rad} = \frac{2SL}{4\pi R^2 c} \quad , \quad F_G = \frac{GM_\odot m}{R^2}$$

e le due sono in equilibrio se la superficie è pari a:

$$S = 2\pi G\frac{M_\odot mc}{L_\odot} = 6 \cdot 10^5\ m^2 = (770\ m)^2$$

d) Calcolo la forza di pressione sulla sferetta e la confronto con qualla gravitazionale.

$$F_p = p\pi a^2$$

$$\frac{F_p}{F_G} = \frac{3L_\odot}{16\pi ac\rho GM_\odot} = \frac{r_c}{a}$$

Quindi se la sferetta ha un raggio più piccolo di $r_c = 1.6 \cdot 10^{-5}\ cm$, cioè che domina non è la forza gravitazionale ma la pressione di radiazione: in altre parole, sferette di questa densità così piccole vengono respinte dal sole e non attratte verso di esso.