

37) Поток энергии в электромагнитной волне. Давление излучения. Электромагнитный импульс

Есть плоская э.м. волна в однородной изотропной среде. Эта волна поперечная $\Rightarrow \vec{S} \uparrow \uparrow \vec{k}$. тогда $\sqrt{\epsilon \mu} E = \sqrt{\mu} H$

$$S = \frac{c}{4\pi} EH = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \frac{\epsilon E^2}{4\pi}$$

для плоской волны плотность энергии поля: $u = u_E + u_H = \frac{\epsilon E^2}{8\pi} + \frac{\mu H^2}{8\pi} = 2 \frac{\epsilon E^2}{8\pi} = \frac{\epsilon E^2}{4\pi}$

тогда $S = v u$, где $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$

$\vec{S} = I$ - интенсивность излучения

из то: $\vec{p} = u \frac{\vec{v}}{c^2}$ [$\vec{p} = \frac{m \vec{v}}{\sqrt{1-\beta^2}}$, $u = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$ - полная энергия]

если $v = c$: $p = \frac{u}{c}$

поле в вакууме распростран. со скоростью света.

$g = \frac{u}{c}$ - плотность импульса

$$S = cu \Rightarrow u = \frac{S}{c} \Rightarrow g = \frac{S}{c^2}$$

направление распространения энергии поля совп. с \vec{S} . тогда

$$\vec{j} = \frac{1}{c^2} \vec{S} = \frac{1}{4\pi c} \vec{E} \times \vec{H}$$

предположим, что вся волна, падающая на тело, поглощается.

за время dt на площадке Π поглотится излучение в объеме $dV = c dt \cdot \Pi$

излучение в этом объеме имело импульс

$$d\vec{p} = \vec{g} dV = \vec{g} c dt \Pi \quad (\text{уср. по периоду колебаний})$$

$$P = \frac{dp/dt}{\Pi} = c \vec{g}$$

давление при полном

$$P = c \vec{j} = \frac{\vec{E}^2}{4\pi}$$

поглощением

свет. частицы отражается

$$R = \frac{I_{отр}}{I_{пад}}$$

$$P = P_{пад} + P_{отр} = \vec{u} + R \vec{u} = (1+R) \vec{u}$$

давление при частичном

$$P = (1+R) \frac{I}{c} = (1+R) \frac{\vec{S}}{c}$$

отражении