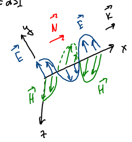
$\vec{N} = [\vec{E}, \vec{H}]$ – вект. Пойнтинга

$N = \frac{dW}{dt\, dS_\perp}$ – эн., перенос за ед. врем., через ед. площади, распол. ⊥ направл. распр.-я волны



§ Давление, оказыв. плоской Э/М волной

Механизм:

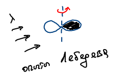
$p = (1+\rho)\cdot\langle\omega\rangle$

где: ρ – коэф. отражения поверх-ти тела
$\langle\omega\rangle$ – среднее знач-е объемн. плотн. эн-и вблизи пов-ти тела

Если пов-ть абсолютно поглощающее: $\rho = 0 \Rightarrow p = \langle\omega\rangle$
Если пов-ть идеально отражающая: $\rho = 1 \Rightarrow p = 2\langle\omega\rangle$

Давл. света оч. мало! На расст.-е $\ell = 1$ м от источника света в 1 млн. свечей, то

$p \sim 10^{-7}$ Па



§ Интенсивность плоской Э/М волны

Ск-ть распр.-я волны: $\upsilon = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0\varepsilon\mu}} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$

$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} = 3\cdot10^8$ м/с ск. света в вак.

$\sqrt{\varepsilon\mu} = n$ – абсол. пок.-ль прелом-я

В среде:
$\lambda = \upsilon\cdot T = \frac{c}{n}\cdot T = \frac{\lambda_0}{n}$

$\lambda_0 = c\cdot T$ – длина волны в вакууме
$n \in (1; 100)$

Длина волн λ_0 видимого спектра: $\lambda_0 \in$ от 0,4 (фиол./синий цвет) до 0,76 мкм (красный цвет)

мкм $= 10^{-6}$ м

$\lambda_0 = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \nu \in (0{,}39 \div 0{,}75)\cdot10^{15}$ Гц

⇒ колеб-я E и H для видимого диапазона оч. быстрые
⇒ Все фотохимическ., физиологич. действие света вызывает колеб-я $\vec{E}$
т.к. ν – большая ⇒ за измен-м $\vec{E}$ не уследить ⇒
Все приборы регистр-т усреднён-ю хар-ку

⇒ Для хар-ки дейст-я света вводят Интенсивность излуч-я (I):

$I \equiv |\langle\vec{N}\rangle| = |\langle[\vec{E}, \vec{H}]\rangle|$

$I = |\langle E\cdot H\rangle| = \left\{\begin{matrix} E = E_m\cdot\cos(\omega t - kx) \\ H = H_m\cdot\cos(\omega t - kx)\end{matrix}\right\} = |\langle E_m\cdot\cos(\omega t - kx)\cdot H_m\cdot\cos(\omega t - kx)\rangle| =$

$= E_m\cdot H_m\cdot\langle\underbrace{\cos^2(\omega t - kx)}_{1/2}\rangle = \frac{E_m\cdot H_m}{2}$

$I = \frac{E_m\cdot H_m}{2}$

т.к. $\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0}\,E_m = \sqrt{\mu\mu_0}\cdot H_m \Rightarrow H_m = \sqrt{\frac{\varepsilon\varepsilon_0}{\mu\mu_0}}\cdot E_m$

для немагнитных оптич. прозрачных сред: $\mu = 1$

$\Rightarrow I = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}\cdot\sqrt{\varepsilon}\cdot E_m^2 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}\cdot n\cdot E_m^2$ для немагнитных сред $\mu = 1$

$\Rightarrow \boxed{I \sim n\cdot E_m^2}$ (для немагн. сред)

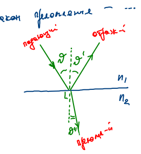
§ Геометрическая оптика

Т.к. длина волн света мала, то м. считать, что $\lambda \to 0$
и считать, что свет распр-ся вдоль линий (лучей)

⇒ „лучевая" или „геометрич." оптика

Основа 4 закона:

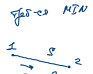
1. Зак. прямолин. распр.-я света – в однородн. среде свет распр-ся вдоль прямых линий
2. Зак. независ. свет. лучей – при пересеч-и лучи не возмущают др.-др.
3. Зак. отраж.-я ~ ... $\vartheta = \vartheta'$
4. Закон преломления – ... $\frac{\sin\vartheta}{\sin\vartheta''} = \frac{n_2}{n_1}$



ϑ – угол падения
ϑ' – угол отраж-я
ϑ'' – угол преломл.-я

Принцип Ферма: Свет распр-ся по пути, для кот. треб-ся MIN время

$\tau = \frac{S}{\upsilon} = \frac{n\cdot S}{c}$ S – геометрич. путь



– однородн. изотроп. среда ($n = const$)

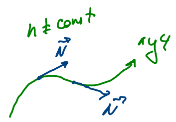
Если среда неоднородна ($n \neq const$) $\Rightarrow \tau = \frac{1}{c}\cdot\int_1^2 n\cdot dS$ где: dS – бесконечн. малый участок геометрич. пути S

$L \equiv \int_1^2 n\cdot dS$ – оптическая длина пути

$n = const$: $L = \int_1^2 n\,dS = n\cdot S$

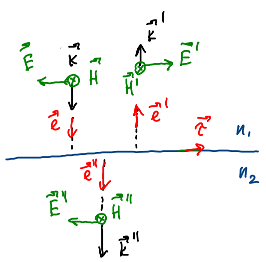
⇒ Пр. Ферма: Свет движется по такому пути, для кот. L минимальна (оптич. путь мин.)

Итак, в геом. опт. свет распр-ся вдоль линий – лучей – линий вдоль кот. перенос-ся свет. эн-я – линии, касат-е к кот-м в $\forall$ точке совпад-т с $\vec{N}$.



§ Э/м волна на границе раздела 2^x диэл-в (Отраж-е от оптически более плотной среды)

Пусть плоская э/м волна падает $\perp$ на границу 2^x однород., изотроп. диэл-в с n_1, n_2



$\vec{E}, \vec{H}$ – падающ. волна

$\vec{E}', \vec{H}'$ – отраж. волна

$\vec{E}'', \vec{H}''$ – прошедш. волна

$\vec{e} \equiv \frac{\vec{k}}{k}$ – ед. вектор падающей волны

$\vec{e}' \equiv \frac{\vec{k}'}{k'}$ – -- отраж-й

$\vec{e}'' \equiv \frac{\vec{k}''}{k''}$ – -- прошедшей

$\vec{\tau}$ – ед. вектор, касат-й к границе

На границе тангенц. сост-я $\vec{E}, \vec{H}$ д. б. непрерывной:

$$E_{1\tau} = E_{2\tau} \qquad H_{1\tau} = H_{2\tau}$$

т.к. нормальных компонент нет ($E_n = 0, \ldots$), то эти рав-ва м. записать для векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$:

$$\Rightarrow \vec{E} + \vec{E}' = \vec{E}'' \quad \text{и} \quad \underline{\vec{H} + \vec{H}' = \vec{H}''}$$

т.к. $\vec{E}, \vec{H}$ и $\vec{e}$ образуют правую тройку вект-в:

$$\vec{H} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cdot n \cdot [\vec{e}, \vec{E}]$$

$\vec{e}$ – ед. вектор

$$\Rightarrow \cancel{\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}} \cdot n_1 \cdot [\vec{e}, \vec{E}] + \cancel{\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}} \cdot n_1 \cdot [\vec{e}', \vec{E}'] = \cancel{\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}} \cdot n_2 \cdot [\vec{e}'', \vec{E}'']$$

учит., что: $\vec{e} = \vec{e}'' = -\vec{e}'$

$$\Rightarrow n_1 [\vec{e}, \vec{E}] - n_1 [\vec{e}, \vec{E}'] = n_2 [\vec{e}, \vec{E}'']$$

или

$$[\vec{e}; \underline{n_1 \cdot \vec{E}}] = [\vec{e}; \underline{n_1 \cdot \vec{E}' + n_2 \cdot \vec{E}''}]$$

$$\Rightarrow n_1 \cdot \vec{E} = n_1 \cdot \vec{E}' + n_2 \cdot \vec{E}''$$

Было ранее: $\vec{E} + \vec{E}' = \vec{E}''$

$$\Rightarrow \vec{E}' = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \cdot \vec{E}$$

$$\vec{E}'' = \frac{2 \cdot n_1}{n_1 + n_2} \cdot \vec{E}$$

$\Rightarrow$ для любых n_1, n_2: $\vec{E}'' \uparrow\uparrow \vec{E}$ колеб-я прошедшей волны синфазно кол-ю падающ. волны

Если $n_2 < n_1$, то $\vec{E}' \uparrow\uparrow \vec{E}$ – колеб-я отраж. волны синфазно $\vec{E}$

$n_2 > n_1$, то $\vec{E}' \uparrow\downarrow \vec{E}$ – колеб-я происх-т в противофазе

$\Rightarrow$ При отраж-и от границы раздела среды, оптич. менее плотной, с средой, оптич. более плотной, фаза колеб-й вектора $\vec{E}$ меняется на π!