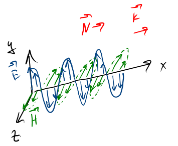


$\vec{N} = [\vec{E}, \vec{H}]$

$N = \dfrac{dW}{dS_\perp dt}$

Давление, оказываемое плоской ЭМ волной

Мех-м: $\vec{E}$ двигает заряж. частицы, затем действ-т $\vec{F}_Л$ со стороны $\vec{H}$

$$\boxed{P = (1+\rho)\cdot\langle\omega\rangle}$$

где: ρ – коэф. отражения от пов-ти тела

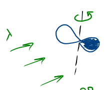
$\langle\omega\rangle$ – средн. знач-е объемн. плотн. эн-и вблизи пов-ти тела

Если пов-ть абсолютно поглощающая: $\rho = 0 \Rightarrow P = \langle\omega\rangle$

Если пов-ть идеально отражающая: $\rho = 1 \Rightarrow P = 2\langle\omega\rangle$

\# Давление света оч. мало! На расст-и $l = 1$ м от источника света в 1 млн. „свечей", то

$P \sim 10^{-7}$ Па



Интенсивность плоской ЭМ волны

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

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

$\sqrt{\varepsilon\mu} = n$ – абсолютн. показ-ль преломл-я

$\Rightarrow n = \dfrac{c}{\upsilon}$ – характер-т оптическ. плотность среды

среда с большим n наз. оптически более плотной

$n = \sqrt{\varepsilon\mu}$ – связывает электрич. и оптическ. св-ва среды

Найдём частоту, с кот-й происх-т колеб-я $\vec{E}$ или $\vec{H}$

в среде: $\lambda = \upsilon\cdot T = \dfrac{c}{n}\cdot T = \dfrac{\lambda_0}{n}$ где: $\lambda_0 = c\cdot T$ – длина свет. волны в вакууме

$n \in (1; 100)$

Длины волн λ_0 видимого спектра:

$\lambda_0 \in$ от 0,4 мкм (фиолет/синий цвет) до 0,76 мкм (красный цвет)

$\lambda_0 = c\cdot T = \dfrac{c}{\nu}$

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

$\Rightarrow$ колеб-я E и H для видимого диапазона оч. быстры

Все фотохимическ. и физиологич. действ-я света вызыв-ся действ-м $\vec{E}$

т.к. ν – большая $\Rightarrow$ за измен-м $\vec{E}$ не уследить

$\Rightarrow$ все приборы регистр-т усреднён. вел-ну

Для хар-ки действ-я света вводят интенсив-ть излуч-я (I):

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

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

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

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

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

+ для немагнитных прозрачных сред: $\mu = 1$

$\Rightarrow I \Rightarrow$

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

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

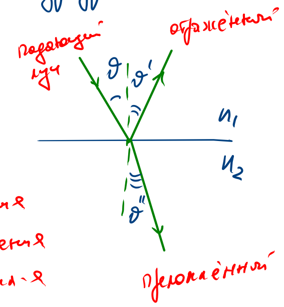
§ Геометрическая Оптика

Т.к. длина волн мала, то м. отвлечься от волн. природы света и считать, что 1) $\lambda \to 0$ и 2) свет распростр-ся вдоль линий („лучей“)

⇒ „лучевая“ или „геометрическ.“ оптика

Основа Геом. Опт. 4 закона

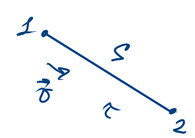
1. Зак. прямолин. распр. света: в однородн. среде вдоль прямых линий (прямолин-но)
2. Зак. независ-ти свет. лучей: лучи при пересеч-и не возмущ-т др. др.
3. Зак. Отражения: ... $\vartheta = \vartheta'$
4. Зак. Преломления: ... $\dfrac{\sin\vartheta}{\sin\vartheta''} = \dfrac{n_2}{n_1}$



ϑ – угол падения
ϑ' – угол отражения
ϑ'' – угол преломл-я

Принцип Ферма: Свет распр-ся по такому пути, для прохожд-я кот-го треб-ся MIN время

$\tau = \dfrac{S}{v} = \dfrac{n\cdot S}{c}$ где: S – геометрическ. путь



⇒ для однородн. изотроп. среды ($n = const$)

$$\boxed{\tau = \frac{n\cdot S}{c}}$$

Если среда неоднородна ($n \neq const$)

$$\tau = \frac{1}{c}\int_1^2 n\,ds$$ где: ds – ∞-малый участок геометрич. пути

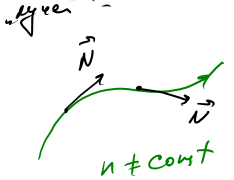
$$L \equiv \int_1^2 n\,ds$$ – оптический путь (оптическ. длина пути)

если $n = const$

$$\Rightarrow L = \int_1^2 n\,ds = n\cdot S$$

⇒ Пр. Ферма: Свет всегда движется по такому пути, для кот-го оптическ. длина пути L миним-на !

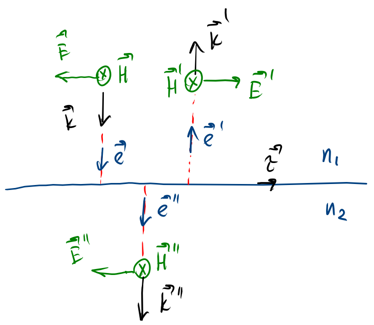
Итак, в геом. оптике свет распр-ся вдоль „лучей“ –
– линии, касательн. к кот-м совпад-т с $\vec{N}$
– линии, касат. к кот-м совпад-т с переносом эн-и



---

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

Пусть плоская э/м волна падает $\perp$ на границу $2^х$ диэл-в с показ-ми n_1 и n_2



$\vec E, \vec H$ – падающ. волна; $\vec E', \vec H'$ – отражён. волна

$\vec E'', \vec H''$ – преломлён. волна

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

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

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

На границе раздела тангенц. составл-е $\vec E$, $\vec H$ д.б. непрерывной

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

Эти рав-ва м. записать в вектор. форме:

$\vec E + \vec E' = \vec E''$ и $\vec H + \vec H' = \vec H''$

Т.к. $\vec E, \vec H$ и $\vec e$ образуют правую тройку векторов: $\vec H = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}\cdot n \cdot [\vec e, \vec E]$, $\vec e$ – ед. вектор

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

учтя, 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 $[\vec e, n_1 \vec E] = [\vec e, n_1 \vec E' + n_2 \vec E'']$

$\Rightarrow n_1 \vec E = n_1 \vec E' + n_2 \vec E''$

было ранее: $\vec E + \vec E' = \vec E''$

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

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

для $\forall$ n_1, n_2: $\vec E'' \uparrow\uparrow \vec E$ $\Rightarrow$ колеб-я преломлён. волны синфазно колеб. падающей

если $n_2 < n_1$, то $\vec E' \uparrow\uparrow \vec E$ – колеб-я отражён. волны синфазно $\vec E$

$n_2 < n_1$, то $\vec E' \uparrow\downarrow \vec E$ – колеб-я происходят в противофазе.

$\Rightarrow$ При отражении от границы раздела среды, оптически менее плотной, с средой, оптически более плотной, фаза колеб-й вектора $\vec E$ меняется на π !