<u>Поляризация света. Закон</u> <u>Малюса.</u>

Естественный и поляризованный свет.

В электромагнитной волне
$$\stackrel{\square}{E}H$$
 связаны
$$\text{по величине}\longrightarrow \sqrt{\varepsilon\varepsilon_0}E=\sqrt{\mu\mu_0}H$$

$$u$$
 по направлению
$$\stackrel{\square}{j}=\left[\stackrel{\square}{E}\times\stackrel{\square}{H}\right]$$

Выбирают вектор *E*и называют его **световой вектор**.

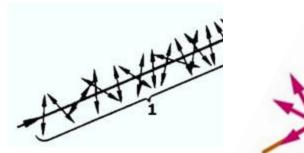
Свет, в котором направление колебаний светового вектора \bar{E} упорядочено каким-либо образом, называется поляризованным.

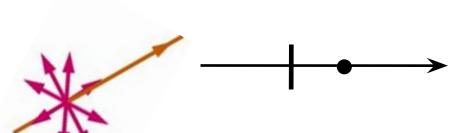




<u>Естественный свет...</u>

Обозначение:



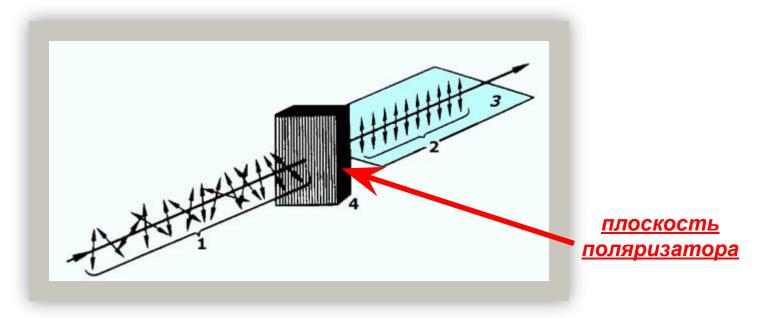


В естественной световой волне колебания разных направлений представлены с равной вероятностью. Это связано с тем, что:

- 1) излучение света атомом носит случайный характер;
- 2) длительность спонтанного излучения порядка 10 наносекунд;
- 3) одновременно свет излучается большим атомов числом.

Закон Малюса.

<u>Поляризатор</u> – прибор, при помощи которого можно получить поляризованный свет.



Поляризатор пропускает колебания, параллельные плоскости, которая называется <u>плоскостью поляризатора</u>, и полностью или частично задерживают колебания, перпендикулярные к этой плоскости.

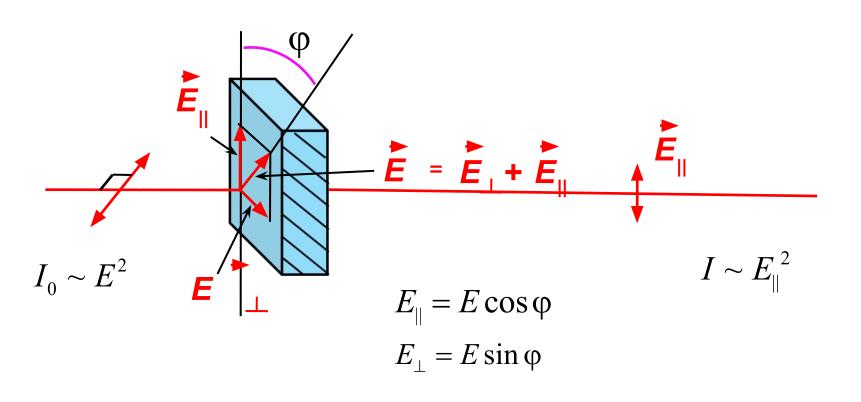
 ${\color{red} {\it 3aкон \, Maлюсa} :}$ интенсивность, выходящего из поляризатора, плоскополяризованного света I связана с интенсивностью, падающего на поляризатор, плоскополяризованного света I_0 соотношением:

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

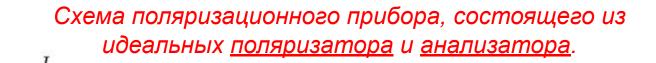
 Φ - угол между световым вектором E и плоскостью поляризатора

Докажем закон Малюса

E – амплитуда <u>плоскополяризованной</u>, волны, падающей на поляризатор



$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$



$$I_1 = I_0 < \cos^2 \phi > = \frac{1}{2}I_0$$

<u>Скрещенные идеальные</u> <u>поляризатор и анализатор</u>

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow I_2 = 0$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 \varphi = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \varphi$$

<u>Степень поляризации световой</u> <u>волны</u>

$$P = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}} \le 1$$

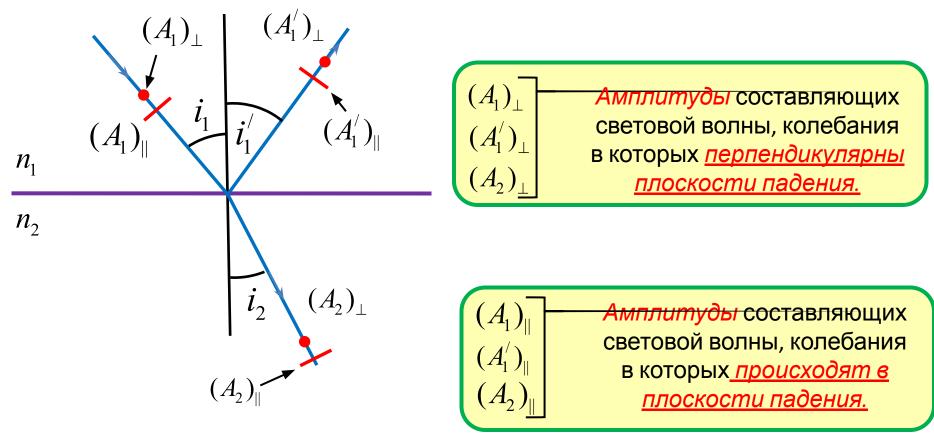


Для идеального поляризатора
$$\phi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow I_{\min} = 0 \Rightarrow P = 1$$

Поляризация света при его отражении и преломлении на границе двух сред. Закон Брюстера.

<u>Формулы Френеля для соотношения амплитуд колебаний на границе 2-х</u> <u>однородных изотропных диэлектриков</u> $n_2 > n_1$

Введем обозначения



<u>Формулы Френеля - </u>следствие из уравнений Максвелла и граничных условий для напряженности электрического поля.



$$(A'_{1})_{\perp} = -(A_{1})_{\perp} \frac{\sin(i_{1} - i_{2})}{\sin(i_{1} + i_{2})}$$

$$(A_{2})_{\perp} = (A_{1})_{\perp} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2})}$$

$$(A'_{1})_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{\operatorname{tg}(i_{1} - i_{2})}{\operatorname{tg}(i_{1} + i_{2})}$$

$$(A'_{2})_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2}) \cos(i_{1} - i_{2})}$$

$$(A)_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2}) \cos(i_{1} - i_{2})}$$

$$(A)_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2}) \cos(i_{1} - i_{2})}$$

$$(A)_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2}) \cos(i_{1} - i_{2})}$$

$$(A)_{\parallel} = (A_{1})_{\parallel} \frac{2 \sin i_{2} \cos i_{1}}{\sin(i_{1} + i_{2}) \cos(i_{1} - i_{2})}$$

$$(A_2)_{\perp} = (A_1)_{\perp} \frac{2 \sin i_2 \cos i_1}{\sin (i_1 + i_2)}$$
 (2)

$$(A_1')_{\parallel} = (A_1)_{\parallel} \frac{\operatorname{tg}(i_1 - i_2)}{\operatorname{tg}(i_1 + i_2)}$$
 (3)

$$(A_2)_{\parallel} = (A_1)_{\parallel} \frac{2 \sin i_2 \cos i_1}{\sin (i_1 + i_2) \cos (i_1 - i_2)}$$
(4)

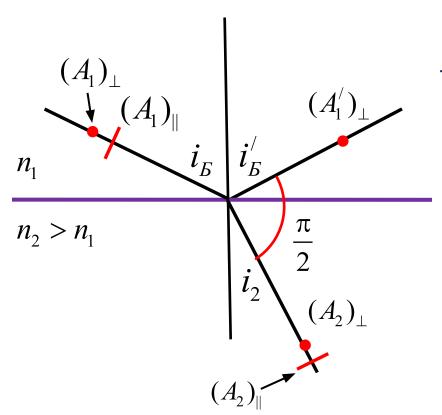
$$(A_1^{\prime})_{\parallel} = (A_1)_{\parallel} \frac{tg(i_1 - i_2)}{tg(i_1 + i_2)}$$
 (3)

$$(A_1^{\prime})_{\perp} = -(A_1)_{\perp} \frac{\sin(i_1 - i_2)}{\sin(i_1 + i_2)}$$
 (1)

$$(A_1^{\prime})_{\parallel} = (A_1)_{\parallel} \frac{tg(i_1 - i_2)}{tg(i_1 + i_2)}$$
 (3)

$$(3) \Rightarrow i_1 + i_2 = \frac{\pi}{2} \quad \rightarrow \quad (A_1^{\prime})_{\parallel} = 0 \quad -$$

отраженная волна - полностью поляризована преломленная волна - частично поляризована



угол падения, при котором отраженная волна полностью поляризована, называется углом Брюстера.

$$i_1 = i_B$$

При этом отраженный и преломленный лучи <u>взаимно перпендикулярны</u> друг другу.

<u>Закон</u> <u>Брюстера</u>

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$n_1 \sin i_E = n_2 \sin(\frac{\pi}{2} - i_E)$$



$$n_1 \sin i_{\scriptscriptstyle E} = n_2 \cos i_{\scriptscriptstyle E}$$



$$n_1 = 1$$
, $n_2 = n$

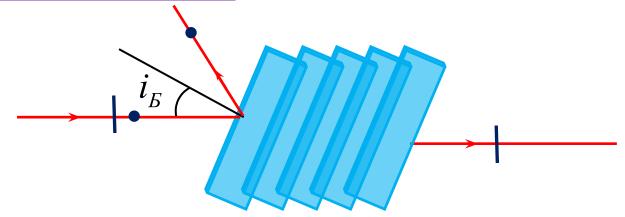
$$tgi_{B} = \frac{n_{2}}{n_{1}}$$

$$tgi_{E} = ri$$

Применения закона Брюстера.

- 1) Поляризация при отражении под углом Брюстера.
- 2) Определение показателя преломления диэлектрика.

3) <u>«Стопа Столетова»</u>



$$(A_1')_{\perp} = -(A_1)_{\perp} \frac{\sin(i_1 - i_2)}{\sin(i_1 + i_2)} \tag{1}$$

 $Eслиn_2 > n_1$, $i_2 < i_1$. Это отражает тот факт, что при отражении на границе с оптически более плотной средой происходит изменение фазы колебаний на .