Лекция 7 ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

Содержание:

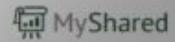
- 1) Свет как электромагнитная волна
- 2) Когерентность
- 3) Интерференция световых волн
- 4) Интерферометр Майкельсона
- 5) Принцип Гюйгенса-Френеля
- 6) Дифракция света
- 7) Рентгеноструктурный анализ
- 8) Поляризация света
- 9) Закон Брюстера
- 10) Закон Малюса
- 11) Двойное лучепреломление
- 12) Оптически активные вещества

Взгляды на природу света в XVII-XIX вв.

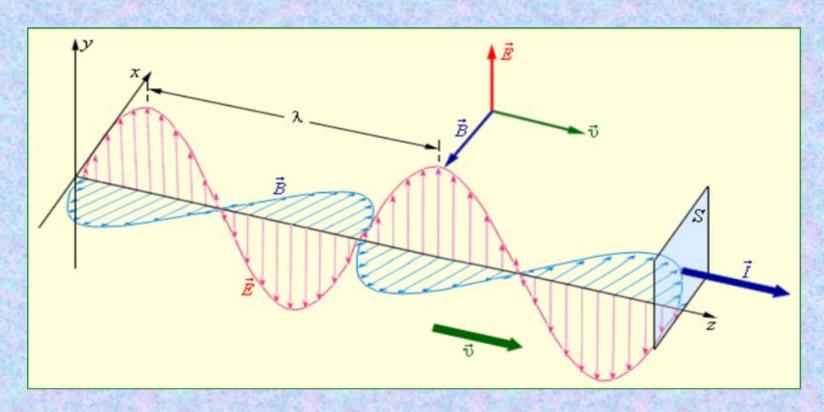




- Ньютон придерживался корпускулярной теорий, согласно которой свет – это поток частиц, идущих от источника во все стороны.
- Гюйгенс утверждал, что свет это волны, распространяющиеся в особой, гипотетической среде - эфире, заполняющим пространство и проникающим во внутрь всех тел.

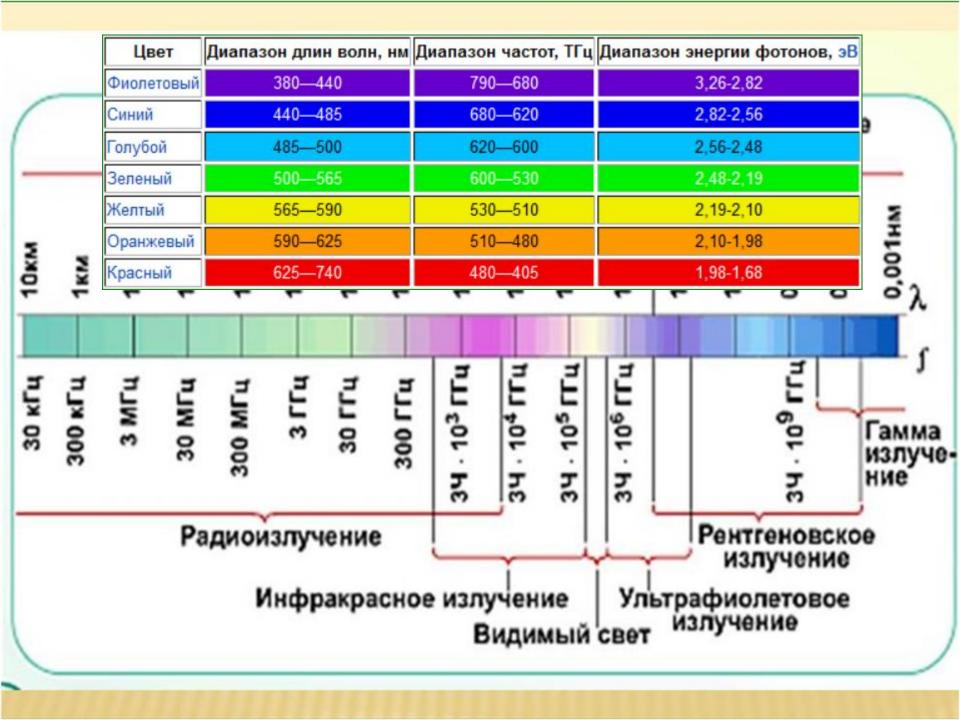


Электромагнитные волны

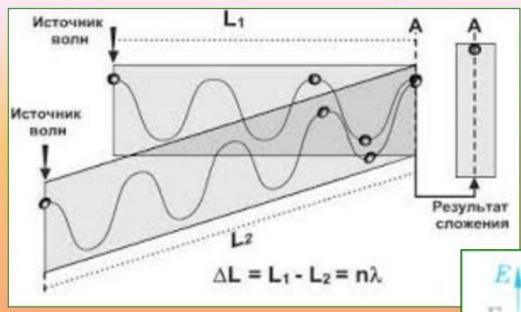


$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/c} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/c}.$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \epsilon_0 \mu \mu_0}}$$

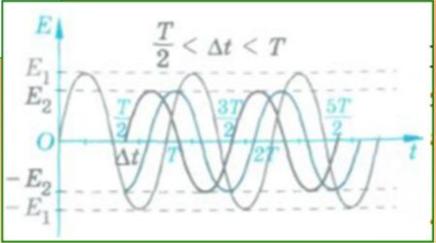


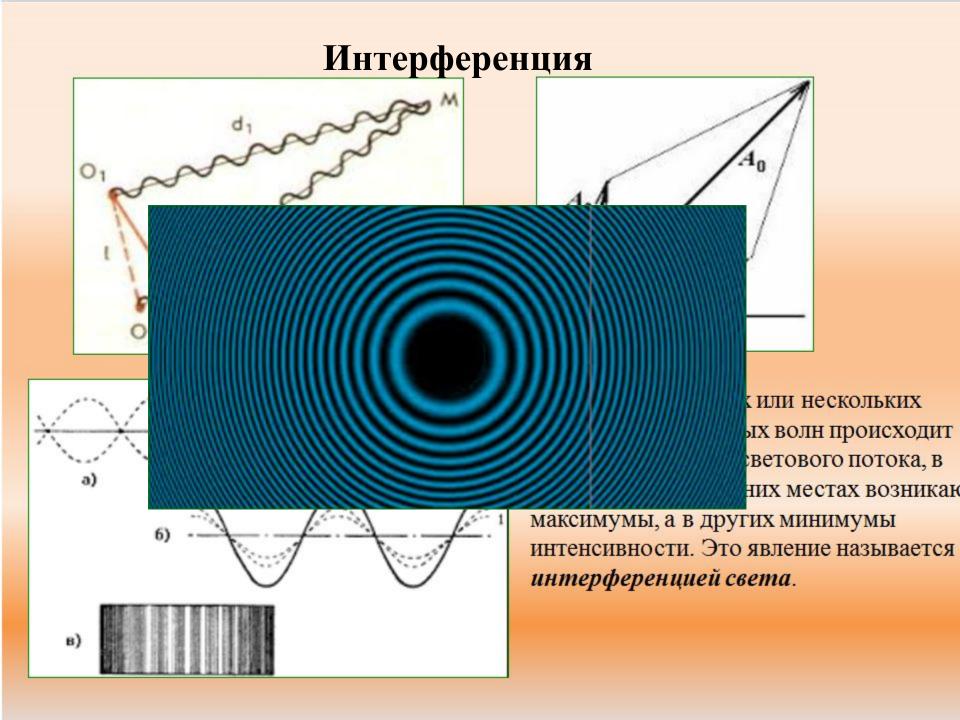
Когерентность



Когерентность — согласованное протекание во времени и пространстве колебательных или волновых процессов. Необходимое условие интерференции.

Монохроматические волны — неограниченные в пространстве одной строго определенной частоты





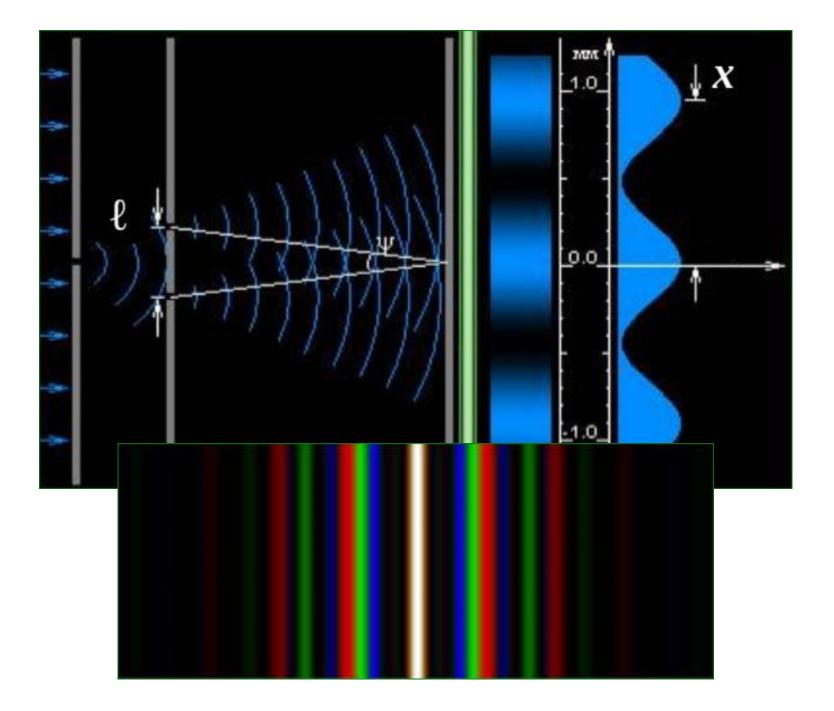
Условие максимумов и минимумов интерференции

Максимум интенсивности наблюдается в тех точках пространства, в которых оптическая разность хода равна четному числу длин полуволн:

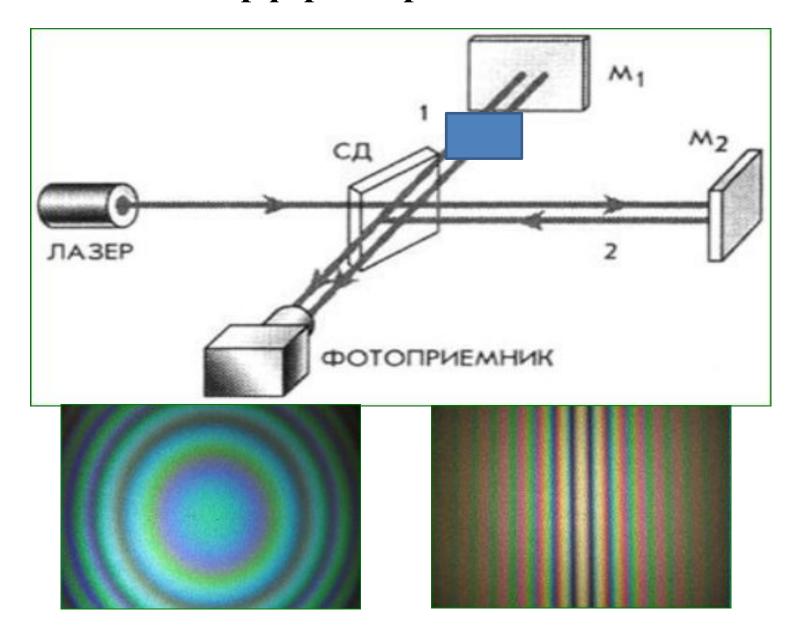
$$\Delta = \frac{\lambda}{2} 2k, \quad k = 1, 2, 3 \dots$$

Минимум интенсивности наблюдается в тех точках пространства, в которых оптическая разность хода равна нечетному числу длин полуволн:

$$\Delta = \frac{\lambda}{2}(2k+1), \quad k = 1, 2, 3...$$

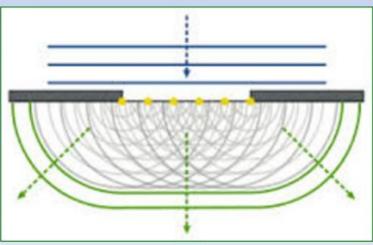


Интерферометр Майкельсона



Принцип Гюйгенса-Френеля





Волновой фронт - это поверхность, до которой дошли колебания к данному моменту времени.

Принцип Гюйгенса — каждая точка до которой дошла волна сама является источником вторичных волн. Огибающая этих волн задает положение волнового фронта в следующий момент времени.

Принцип Гюйгенса-Френеля – возмущение в любой точке пространства является результатом интерференции когерентных вторичных волн, излучаемых каждой точкой фронта волны.

Дифракция света

 приводит к огибанию световыми волнами препятствий и проникновению света в область геометрической тени. При этом образуется интерференционная картина. Т.е. дифракция света сопровождается интерференцией.

Интерферируют волны, обогнувшие препятствие .

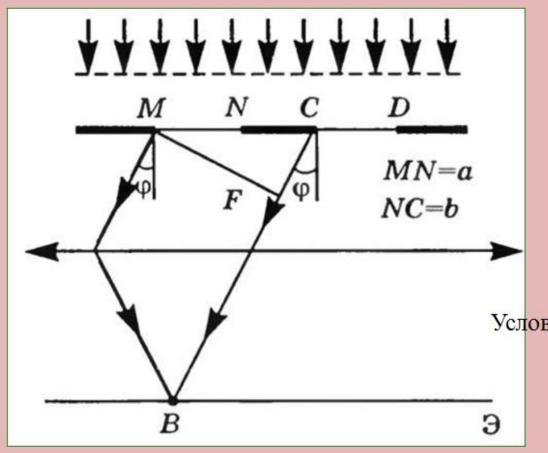


Дифракционная картина— система чередующихся светлых и темных колец, если препятствие круг или отверстие.

Если препятствие имеет линейный характер (щель, нить, край экрана), то на экране возникает система параллельных

система параллельных дифракционных полос.

Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке



Условие главных максимумов:

$$d\sin\varphi=\pm m\lambda$$
, $m=1,2,3...$

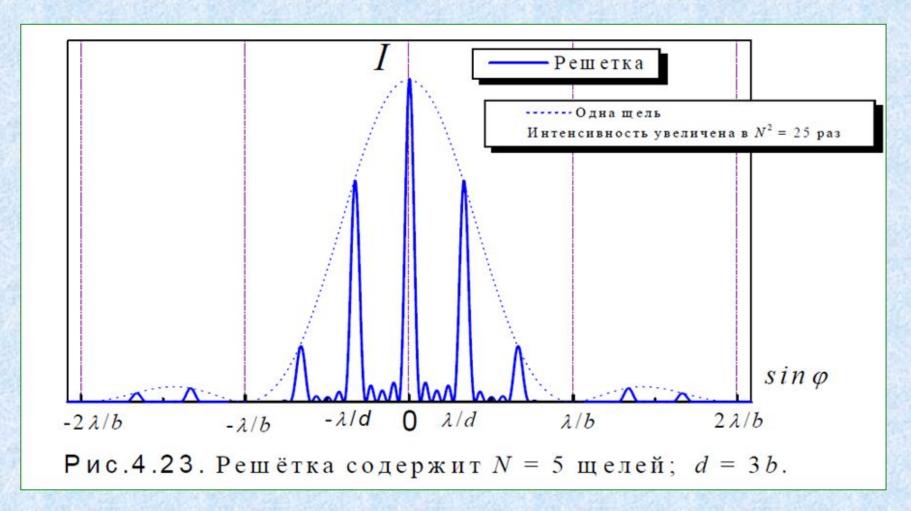
Условие главных минимумов:

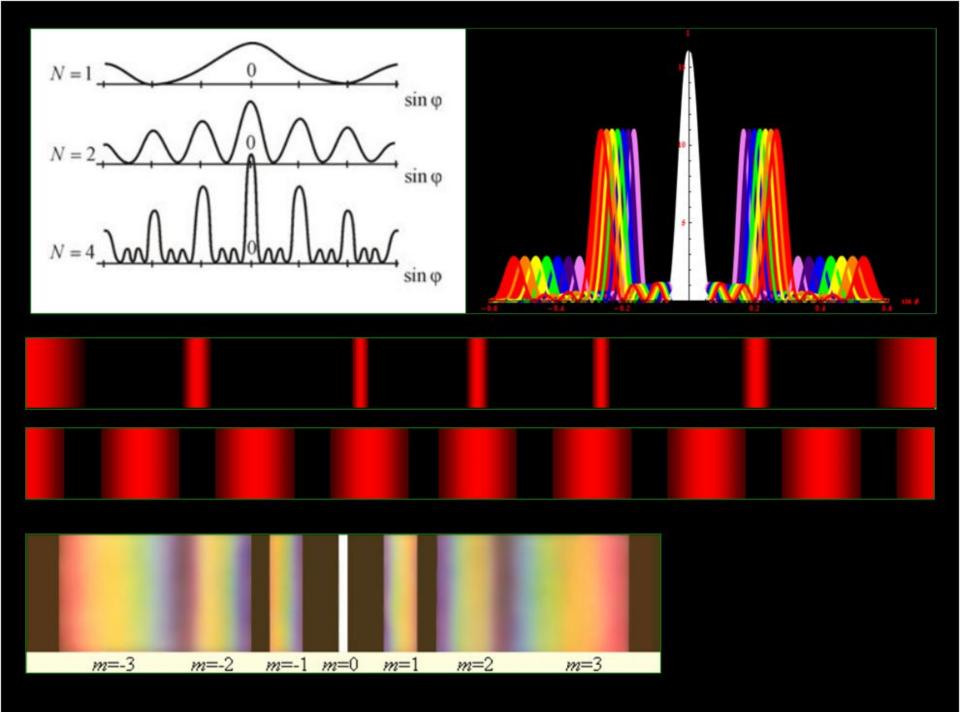
$$a\sin\varphi = \pm m\lambda$$

Условие дополнительных минимумов:

$$d\sin\varphi = \pm (2m+1)\frac{\lambda}{2}$$

Распределение интенсивности при дифракции на дифракционной решетке



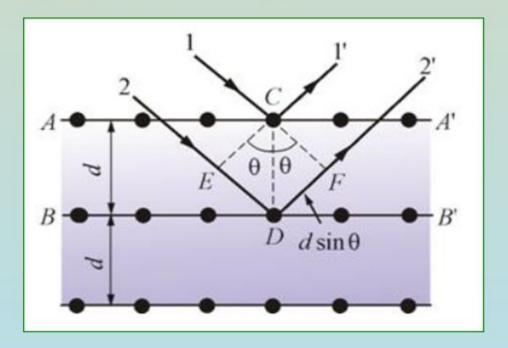


Пространственная дифракционная решетка

Пространственной, или трехмерной, дифракционной решеткой называется такая оптически неоднородная среда, в которой неоднородности периодически повторяются при изменении всех трех пространственных координат.

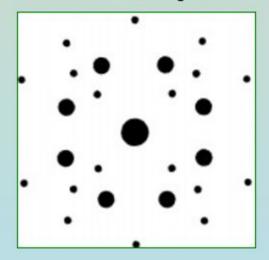
Условие Вульфа-Вреггов:

$$2d \sin \theta = m\lambda$$
, $(m = 1, 2, 3, ...)$.



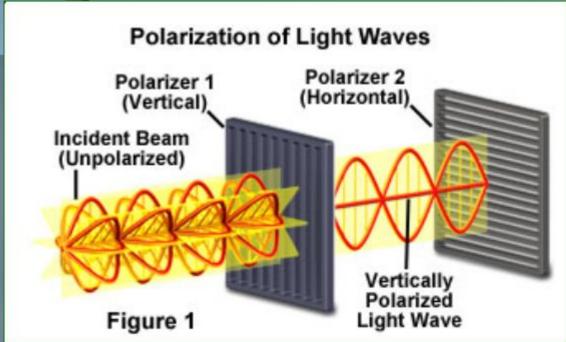
λ ≥ 2d -усло

-условие оптической однородности кристалла

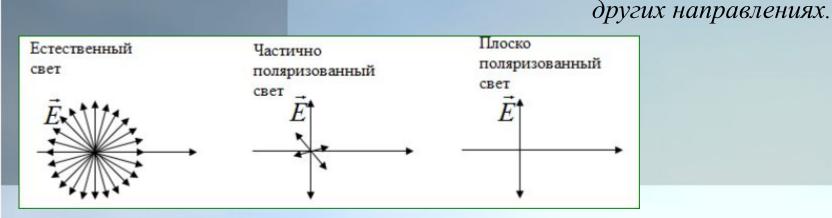


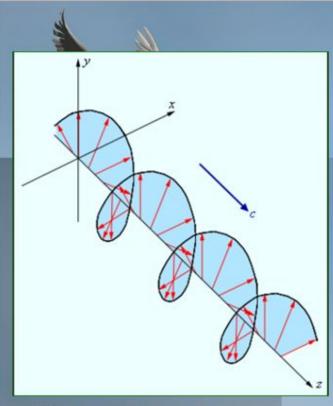


Поляризация

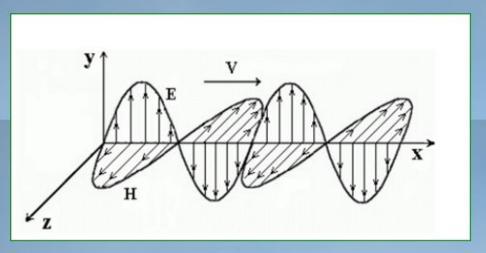


Поляризованным называется свет, в котором направления светового вектора упорядочены каким-либо образом.
Частично-поляризованный свет — в котором имеется преимущественное направление колебаний светового вектора и незначительная амплитуда в





Круговая поляризация

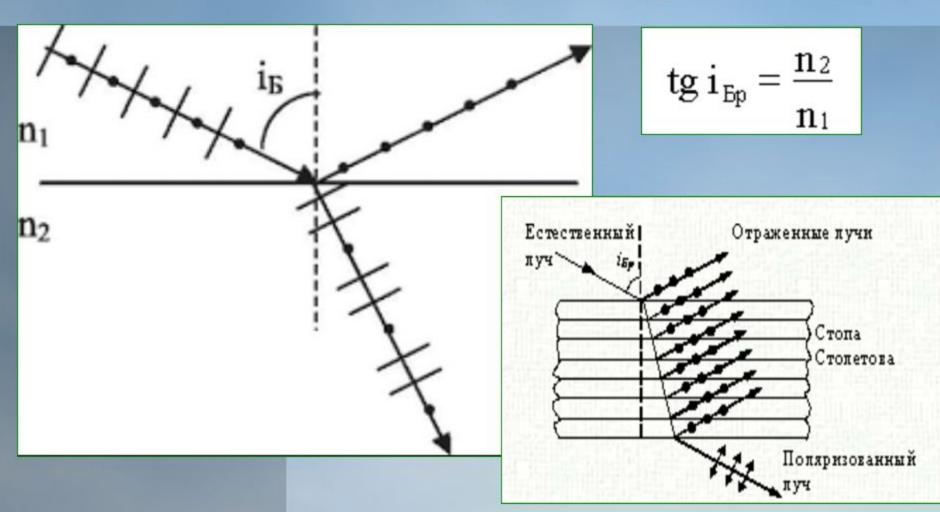


Линейно-поляризованный свет

$$P = rac{I_{
m max} - I_{
m min}}{I_{
m max} + I_{
m min}}$$
 Степень поляризации света

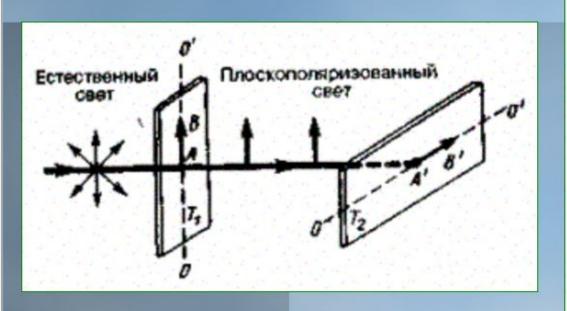


Закон Брюстера

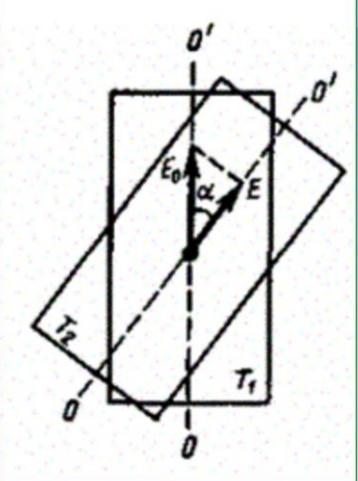


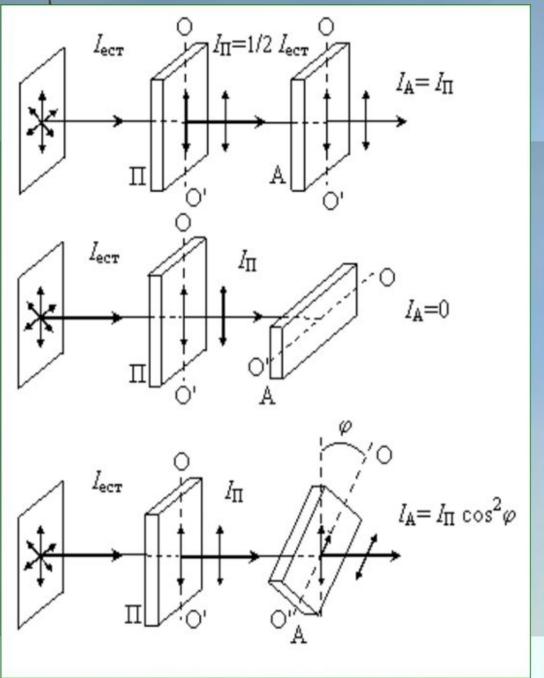


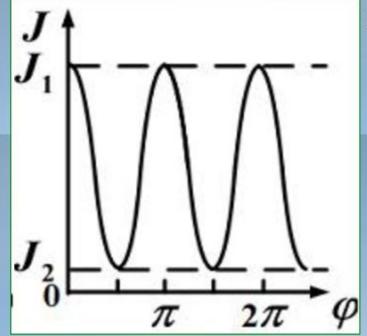
Закон Малюса

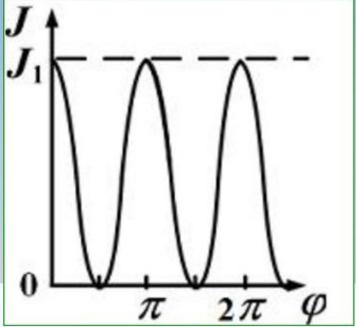


$$I = I_o \cos^2 \varphi \,,$$



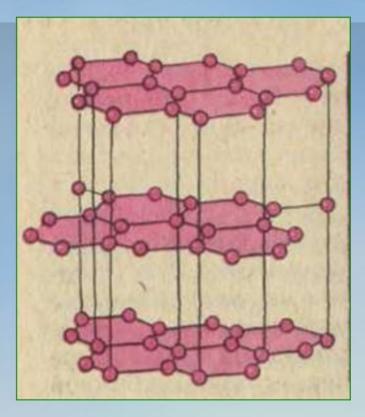




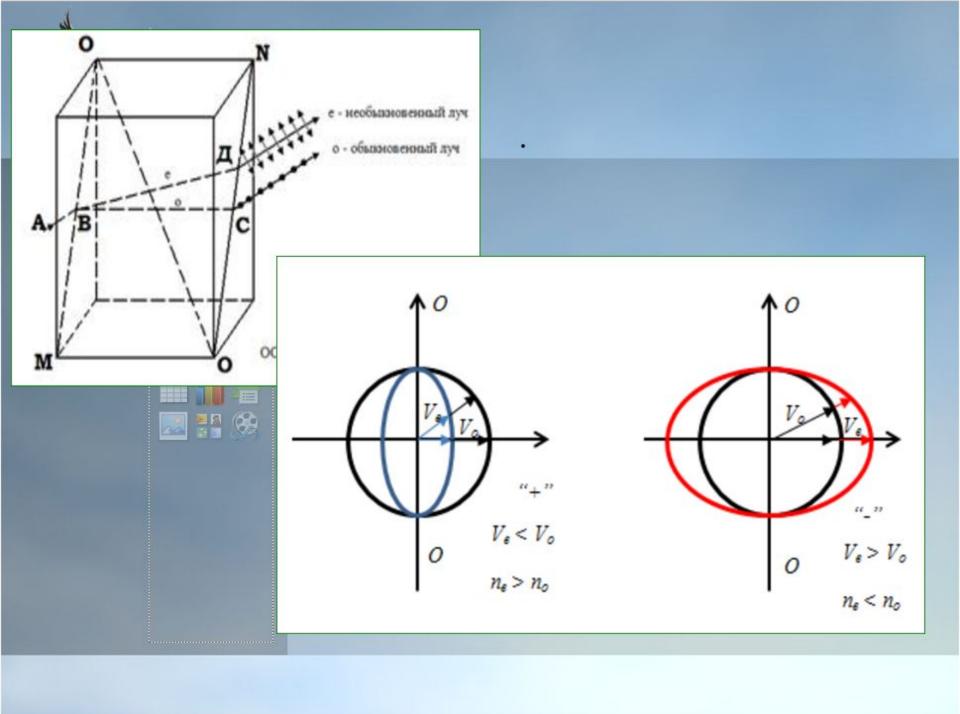


Двойное лучепреломление



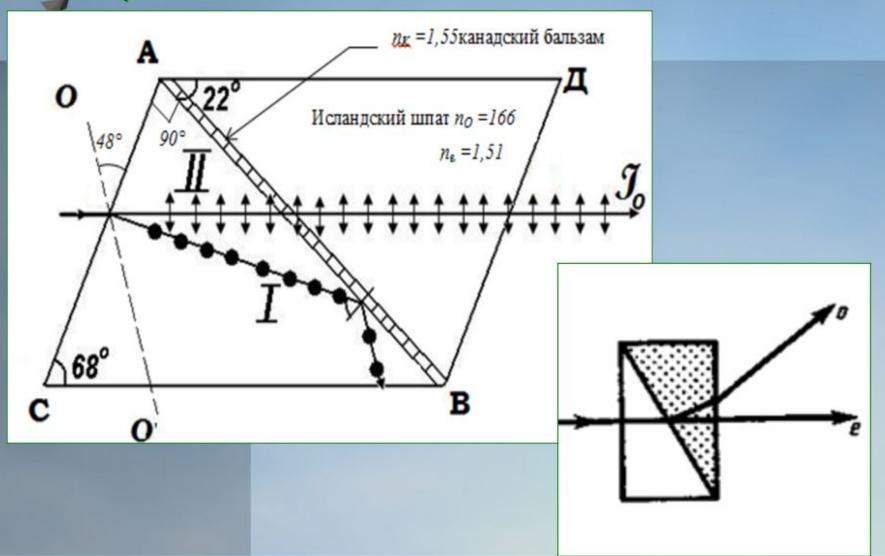


Оптически анизотропные среды — вещества, обладающие различными оптическими свойствами в разных направлениях (кристаллы, кроме кристаллов кубической формы).

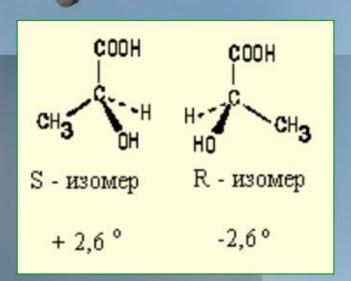




Призма Николя



Оптически активные вещества



$$\varphi = [\alpha]Cd$$

Оптически активные вещества -

вещества, способные вращать плоскость поляризации поляризованного света.

Кристалл	Формула	Класс	Длина волны, нм	[α], град/мм
Лития-калия	KLiSO ₄	C ₆	589	±3,43
сульфат Кварц	SiO ₂	D_3	434 486,1 589,3 656,3	41,924 32,761 21,724 17,320
Киноварь Натрия хло-	HgS NaClO ₃	T^3	687 556	325 ±1,42
рат Сахар Сегнетова соль	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ KNaC ₄ H ₄ O ₆ · ·4H ₂ O	C_2 D_2	589 589	1,6—5,4*1 —1,4

