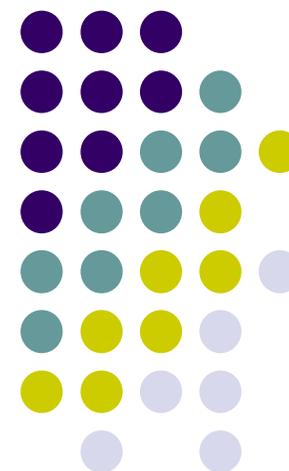
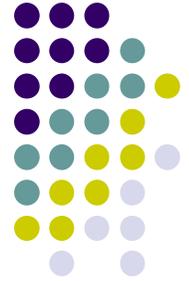


*ОБЩАЯ ФИЗИКА
ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ
ЛЕКЦИЯ №3
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА
(электромагнитных волн)*

(Для студентов элитного
технического отделения ЭТО-2)

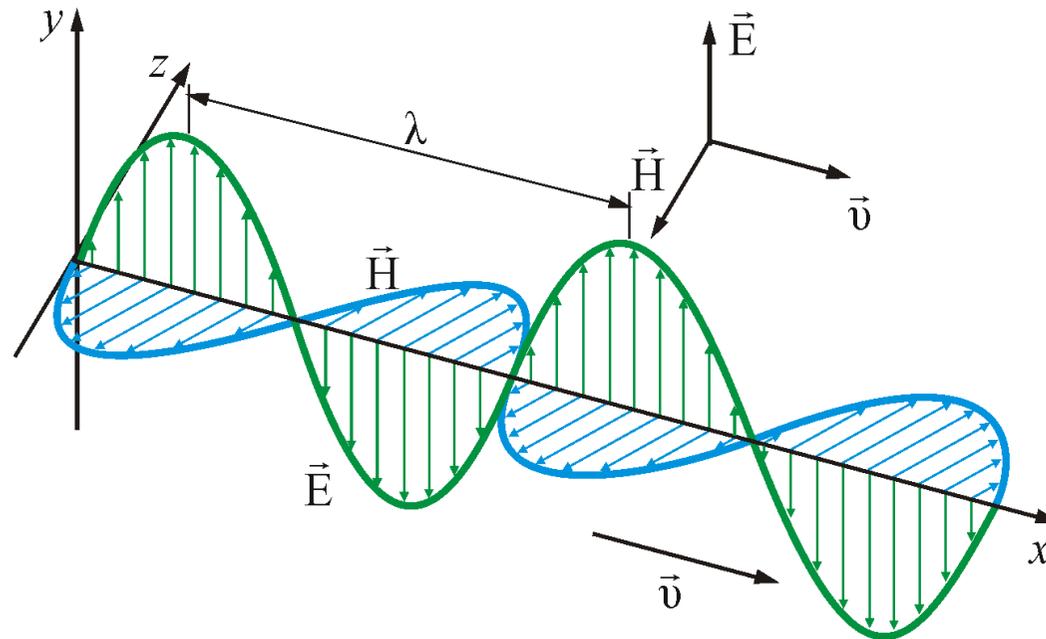


Содержание лекции



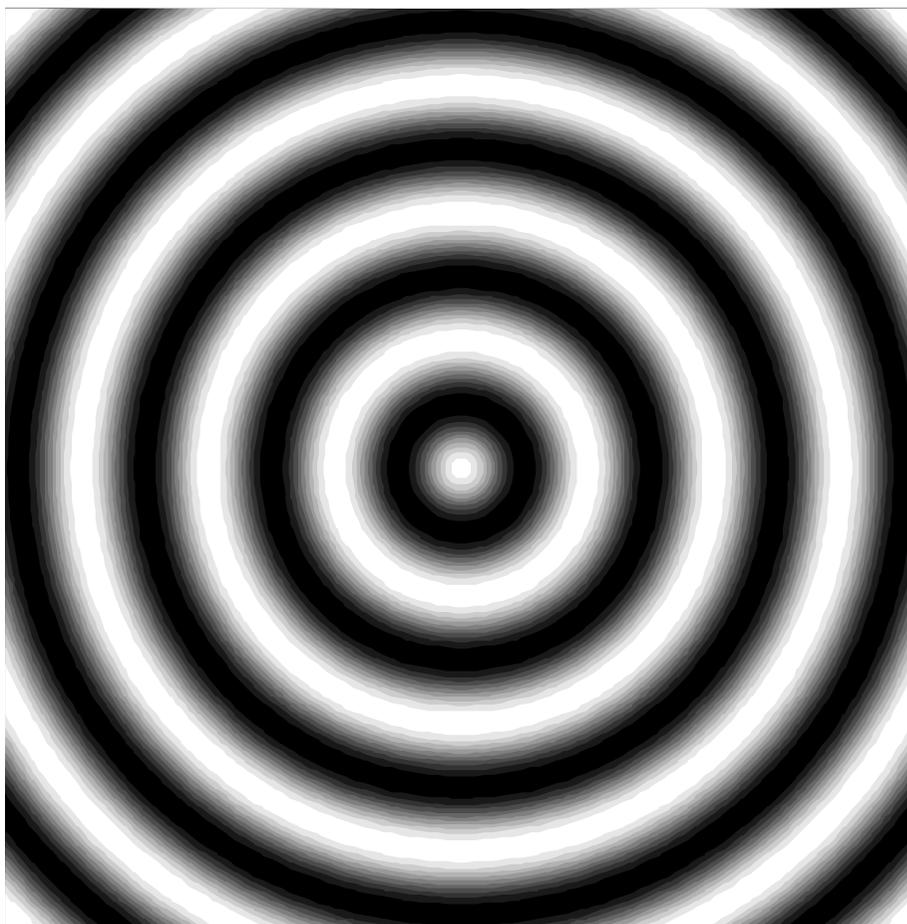
- 1. Когерентные световые волны
- 2. Условия наблюдения интерференционного максимума и минимума
- 3. Расчет интерференционной картины от двух источников
- 4. Интерференция света при отражении в тонких пленках
- 5. Кольца Ньютона в отраженном свете
- 6. Практическое применение интерференции света

Когерентные световые волны

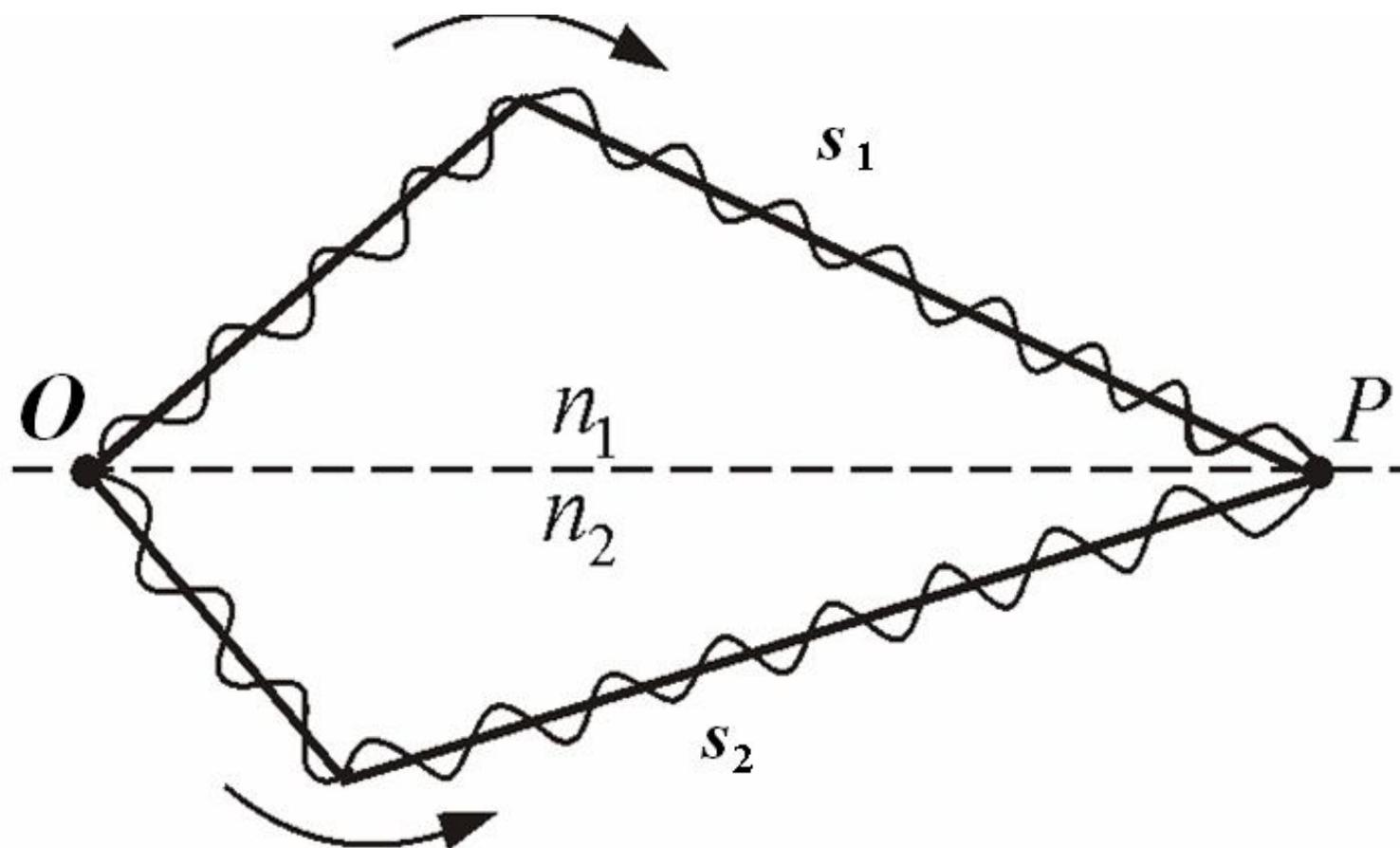


Свет – электромагнитная волна (волна светового вектора \vec{E})
Когерентные световые волны – монохроматические световые волны, при наложении которых разность фаз колебаний с течением времени не меняется.

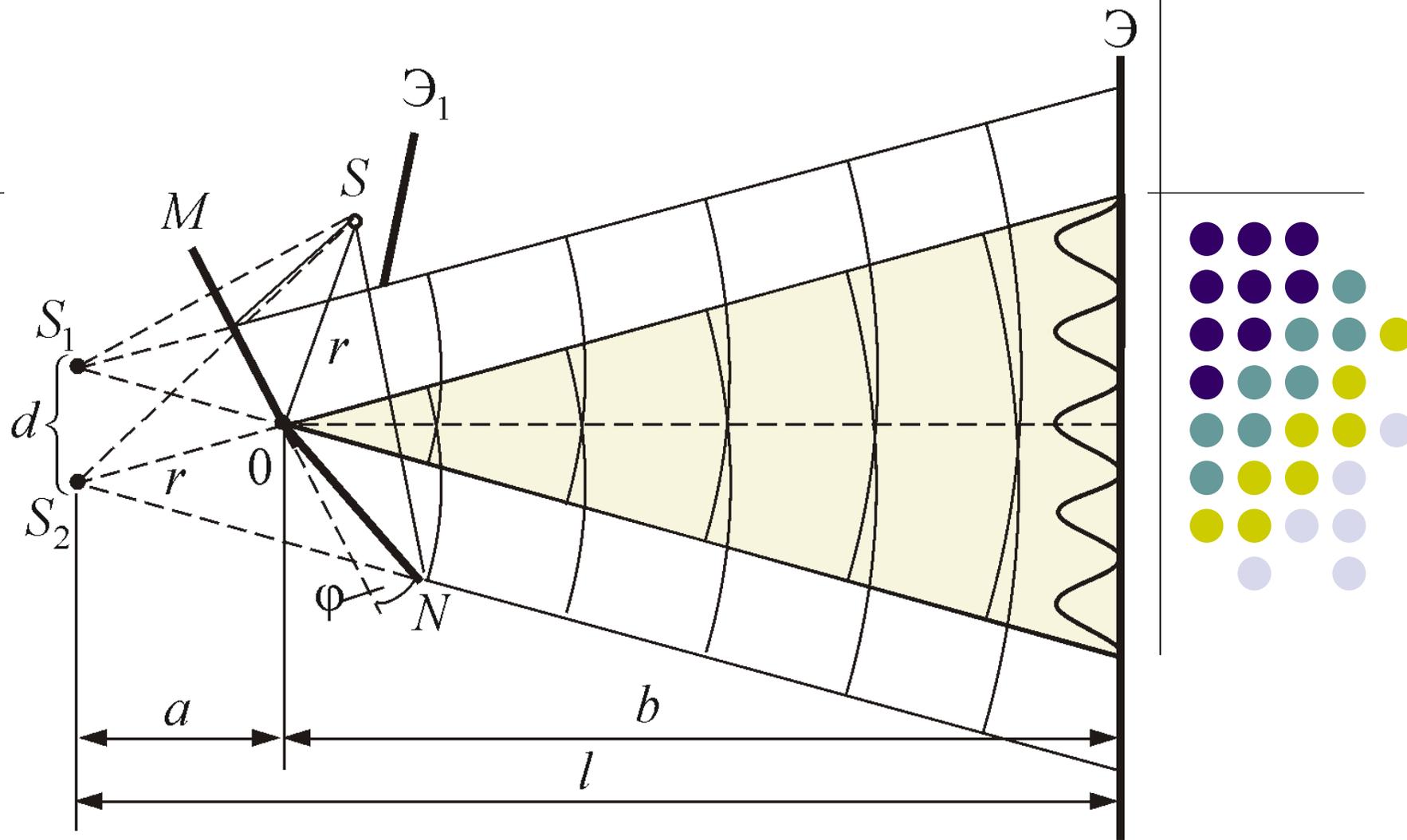
Интерференционная картина



Получение когерентных волн



Зеркала Френеля



Бипризма Френеля

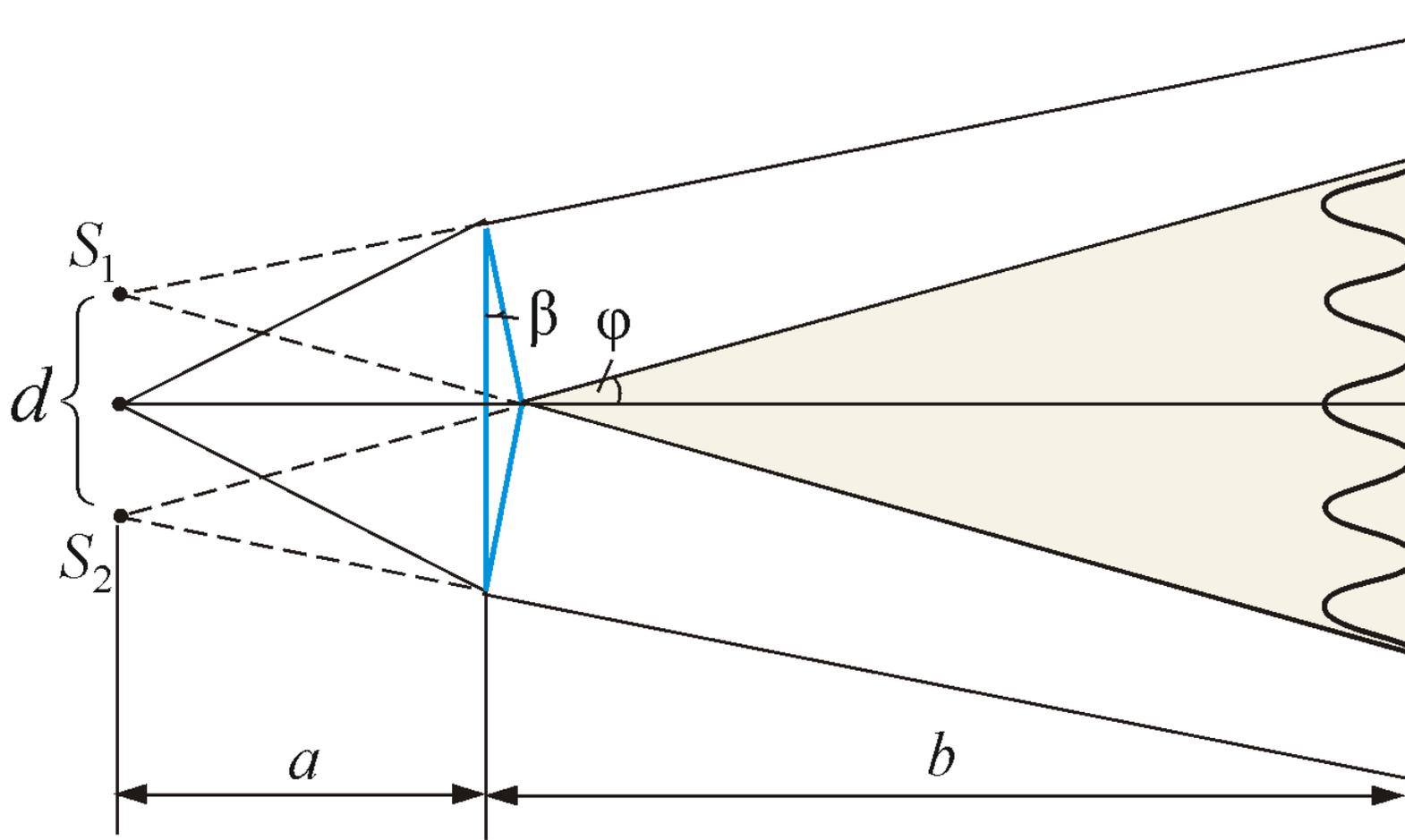
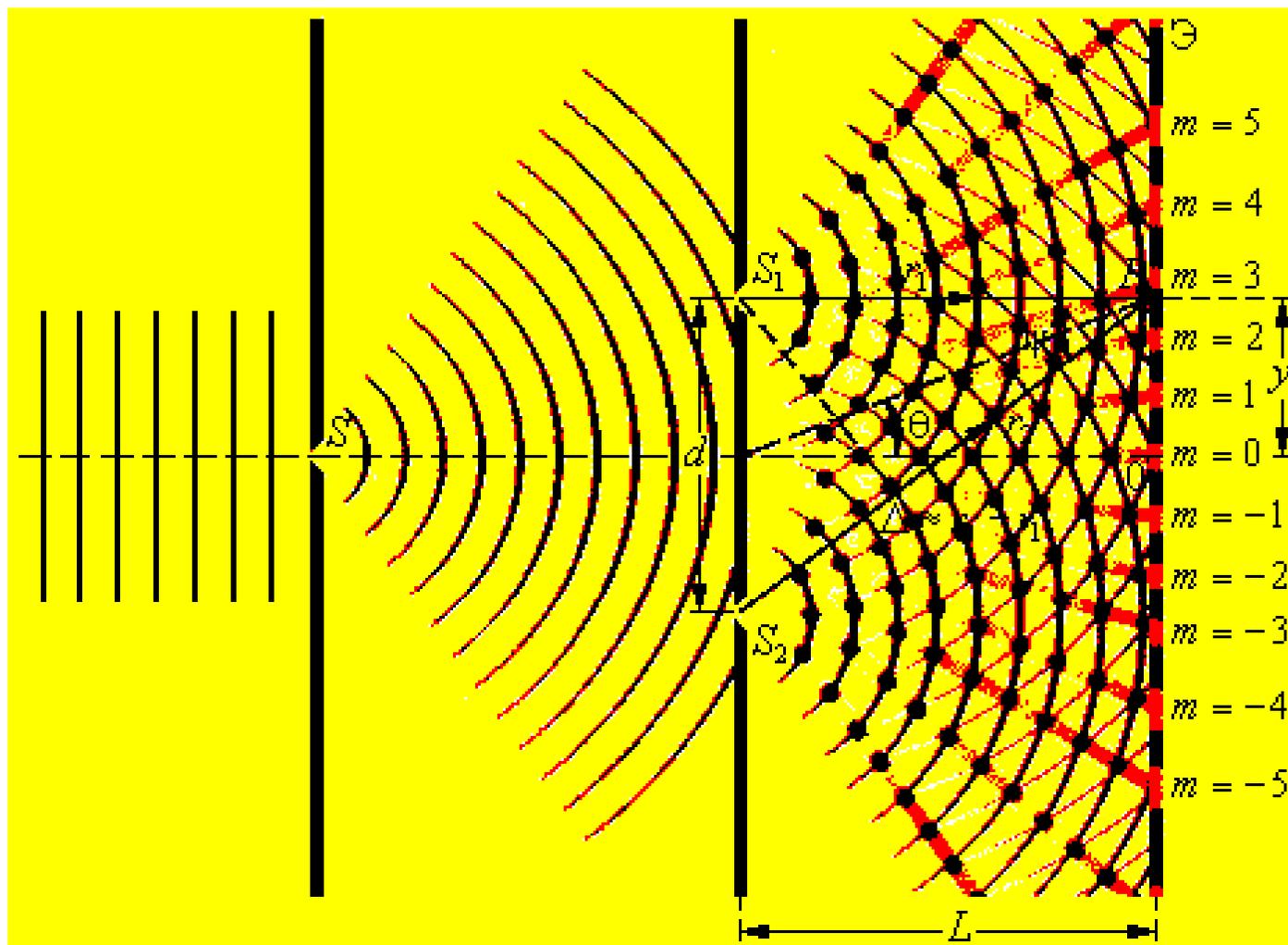
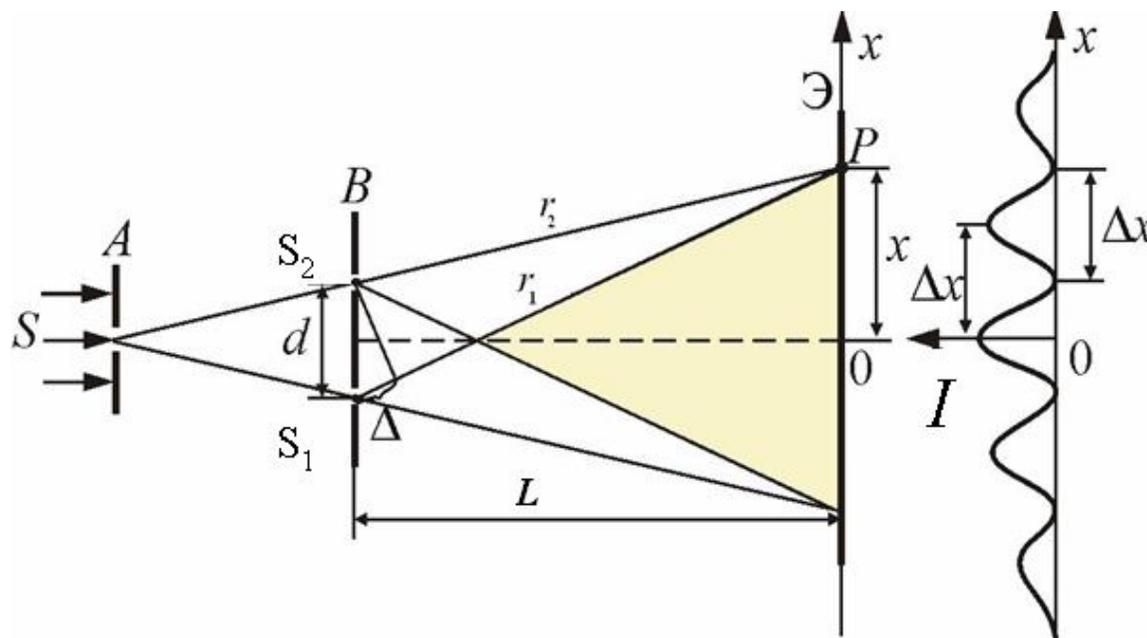


Схема интерференционного опыта Юнга



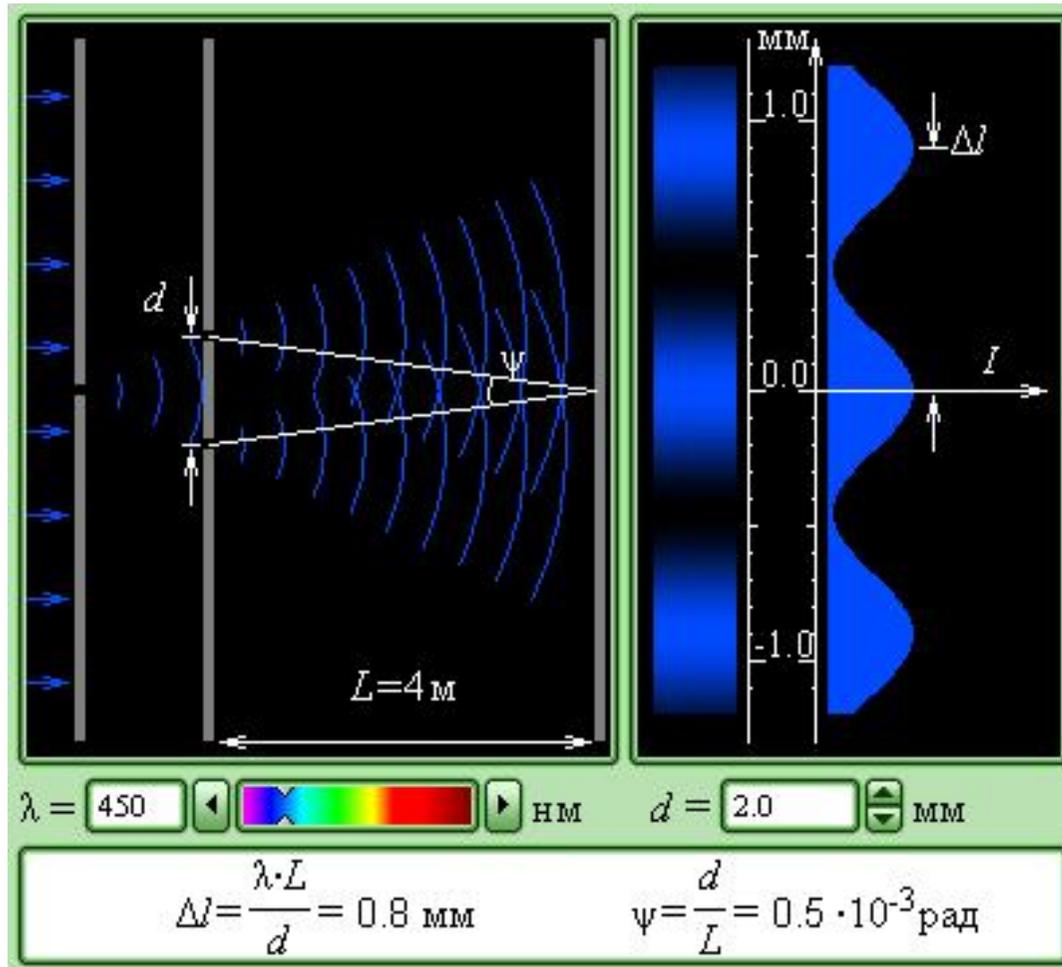
Расчет интерференционной картины от двух источников



$$\Delta r = r_1 - r_2 = \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1 + r_2} = \frac{2xd}{r_1 + r_2}. \quad \Delta = \Delta r \approx \frac{xd}{L}. \quad \alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{xd}{L} = \frac{2\pi \cdot \Delta}{\lambda}.$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \alpha \quad I_1 = I_2 = I_0. \quad I = 4I_0 \cos^2 \frac{\pi \cdot \Delta}{\lambda} = 4I_0 \cos^2 \frac{\pi x d}{\lambda L}.$$

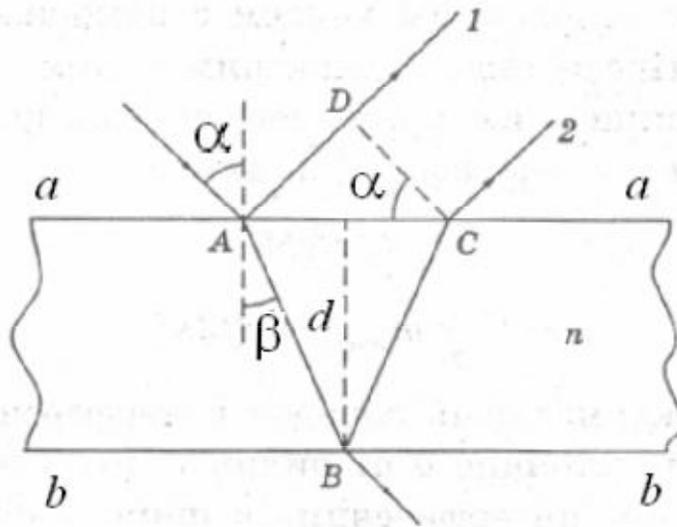
Интерференция монохроматического света



В этом случае возникает система чередующихся светлых и темных полос

В случае белого света интерференционная картина имеет радужную окраску

Интерференция света при отражении в тонких пленках



$$\Delta L = (AB + BC)n - AD = \frac{2dn}{\cos\beta} - 2d \operatorname{tg}\beta \sin\alpha.$$

$$\Delta L = 2dn \left(\frac{1}{\cos\beta} - \frac{\operatorname{tg}\beta \sin\alpha \sin\beta}{\sin\alpha} \right) =$$

$$2dn \left(\frac{1}{\cos\beta} - \frac{\sin^2\beta}{\cos\beta} \right) = 2dn \cos\beta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}.$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x; \quad \Delta x = \frac{\lambda_0}{2\pi} \Delta\varphi = \frac{\lambda_0}{2\pi} \cdot \pi = \frac{\lambda_0}{2}.$$

Введем «эффективную» разность хода

$$\Delta_{\text{эфф}} = \Delta \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} \pm \frac{\lambda}{2}.$$

Если $\Delta_{\text{эфф}} = \pm m\lambda_0$ то наблюдается интерференционный максимум, а если

$\Delta_{\text{эфф}} = \pm(2m+1)\frac{\lambda_0}{2}$, то наблюдается интерференционный минимум. ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

Эффективная разность хода



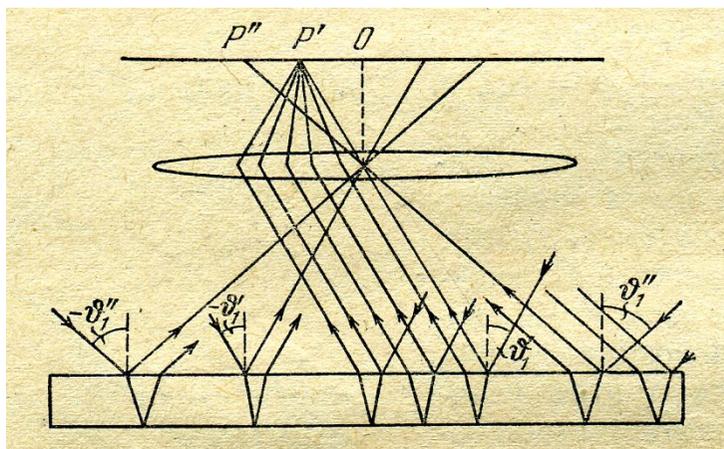
При отражении волны от оптически более плотной среды фаза волны меняется на π . Это явление называют потерей половины длины волны при отражении

$$\Delta_{\text{эфф}} = \Delta \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}.$$

Полосы равного наклона



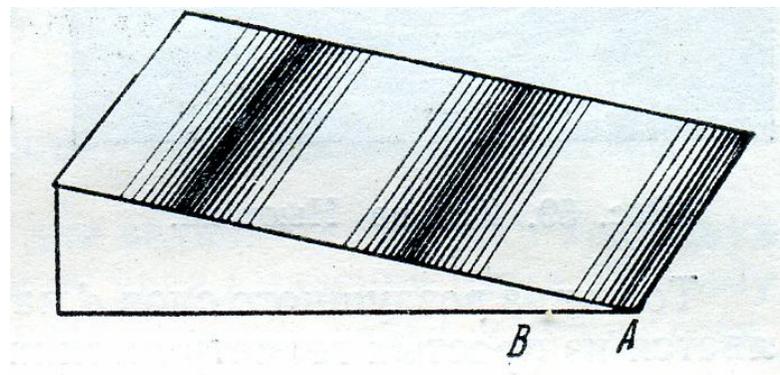
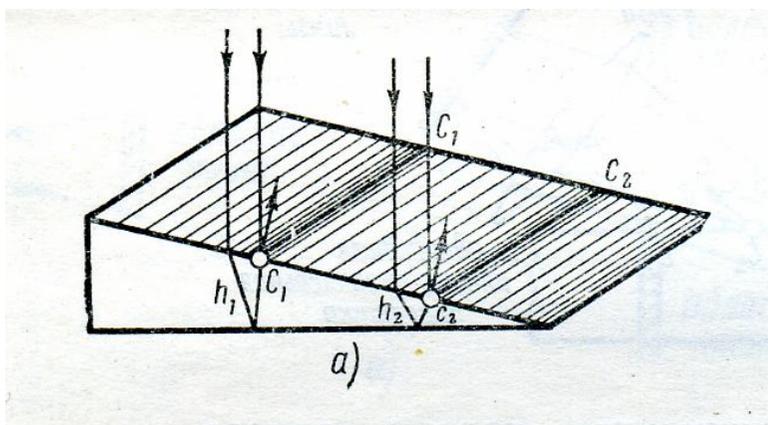
Если свет падает на пленку под разными углами, то на экране наблюдается система светлых круговых полос. Каждому углу соответствует своя интерференционная полоса. Такие полосы называют полосами равного наклона : $\alpha = \text{const}$.



Полосы равной толщины



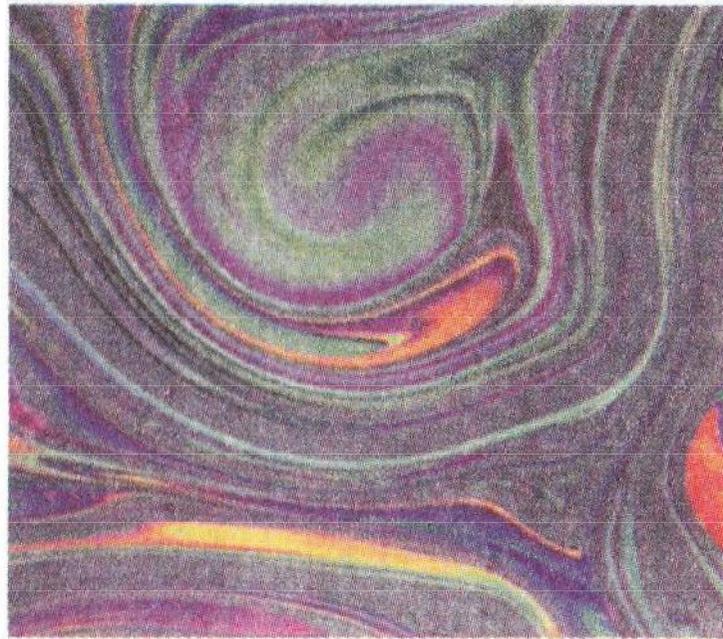
Если пластинка имеет разную толщину, то каждой толщине соответствует своя интерференционная картина. Такие полосы называют полосами равной толщины ($d = \text{const}$). Они локализованы на поверхности клина.



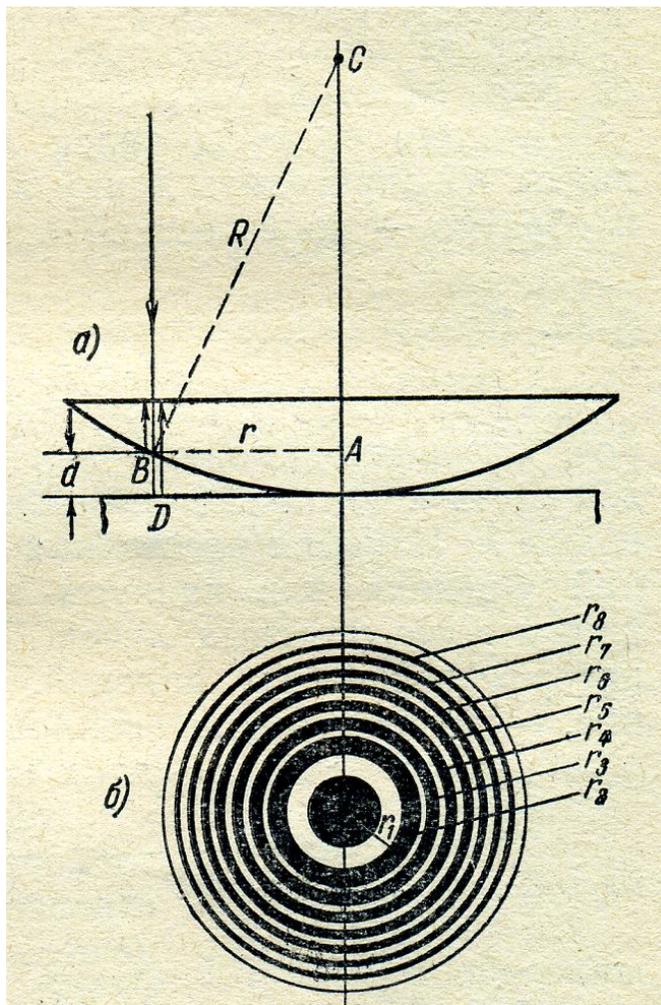
Мыльная пленка на поверхности воды



- При освещении пленки белым светом пленка окрашена в разные цвета (цвета побежалости)



Кольца Ньютона



$$\Delta = 2d$$
$$r^2 = R^2 - (R - d)^2 \approx 2Rd.$$

$$\Delta_{\text{эфф}} = \frac{r^2}{2R} + \frac{\lambda_0}{2}$$

Очевидно, что если

$$\Delta_{\text{эфф}} = m\lambda_0$$

($m = 1, 2, \dots$), то кольцо светлое;

$$\Delta_{\text{эфф}} = (2m + 1)\frac{\lambda_0}{2}$$

, ($m = 0, 1, 2, \dots$), то кольцо темное.

Тогда радиус темного кольца

$$r_m = \sqrt{mR\lambda_0} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

а радиус светлого кольца

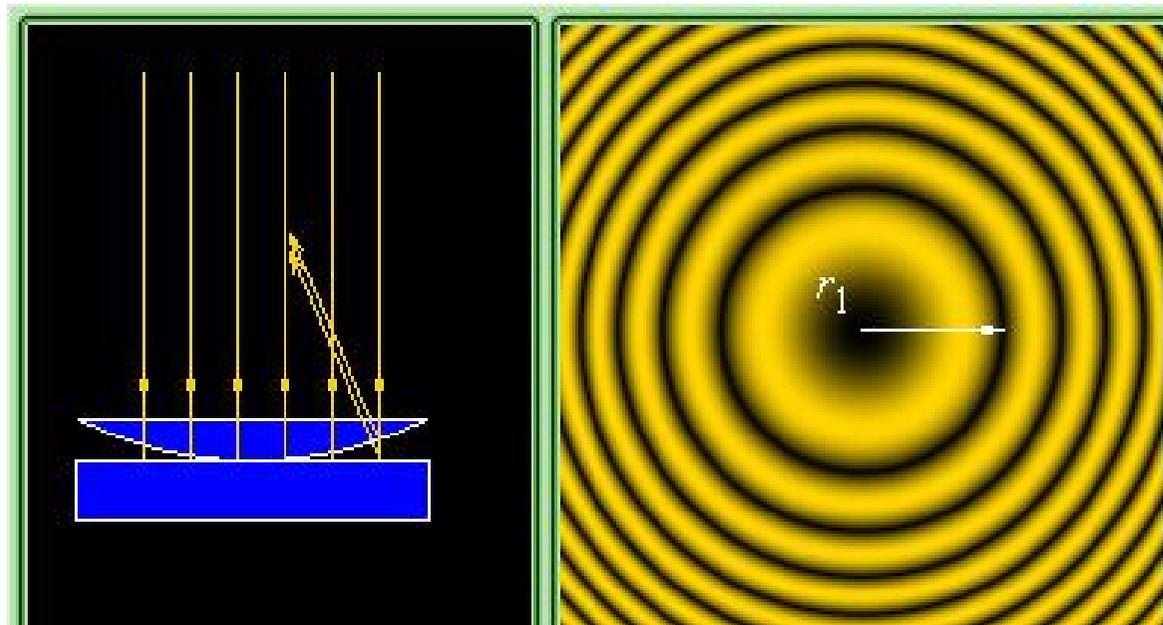
$$r_m = \sqrt{\frac{(2m - 1)\lambda_0 R}{2}}$$



Кольца Ньютона –полосы равной толщины



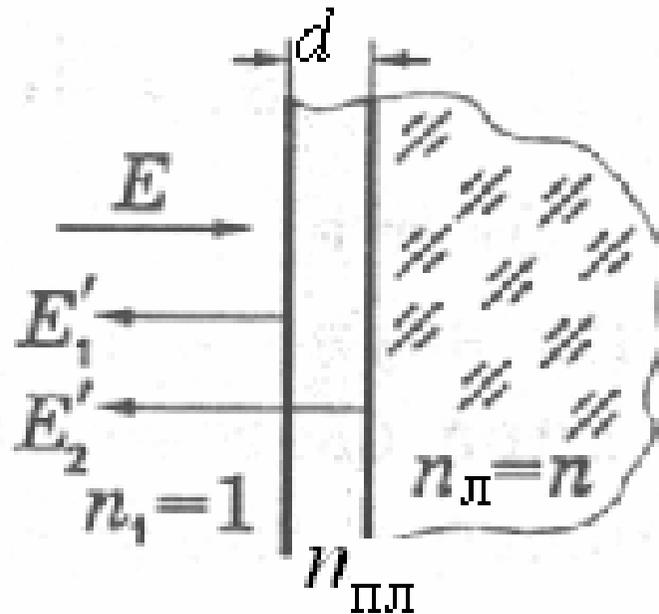
- В центре –темное пятно



Практическое применение интерференции света



1. Доказательство волновой природы света
2. Просветление оптики



$$2dn = (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2} + \frac{\lambda_0}{2} - \frac{\lambda_0}{2}.$$

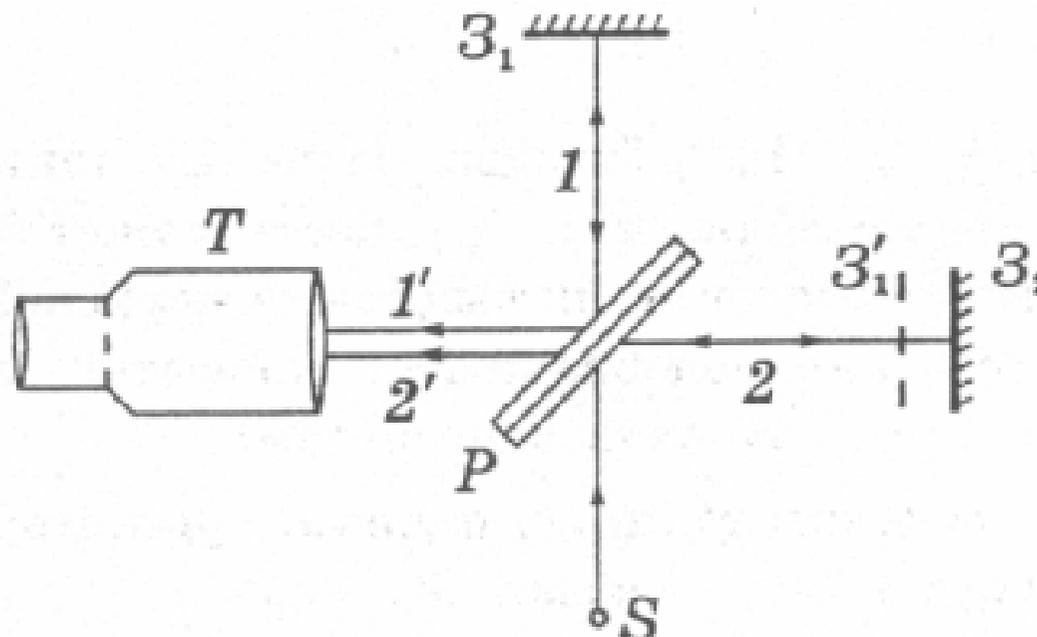
$$2dn = (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2}.$$

Тогда минимальная толщина пленки ($m = 0$):

$$d = \frac{\lambda_0}{4n_{\text{ПЛ}}} = \frac{\lambda_0}{4\sqrt{n_{\text{Л}}}}$$

3. Интерференционные методы

Интерферометр Майкельсона



С помощью этого интерферометра был осуществлен знаменитый опыт Майкельсона – Морли, доказавший независимость скорости света от движения Земли. Тем самым было показано, что скорость света – инвариант относительно инерциальных систем отсчета (второй постулат А. Эйнштейна).