

**«Человека, умеющего
наблюдать и
анализировать, обмануть
невозможно»**

Артур Конан Дойл

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

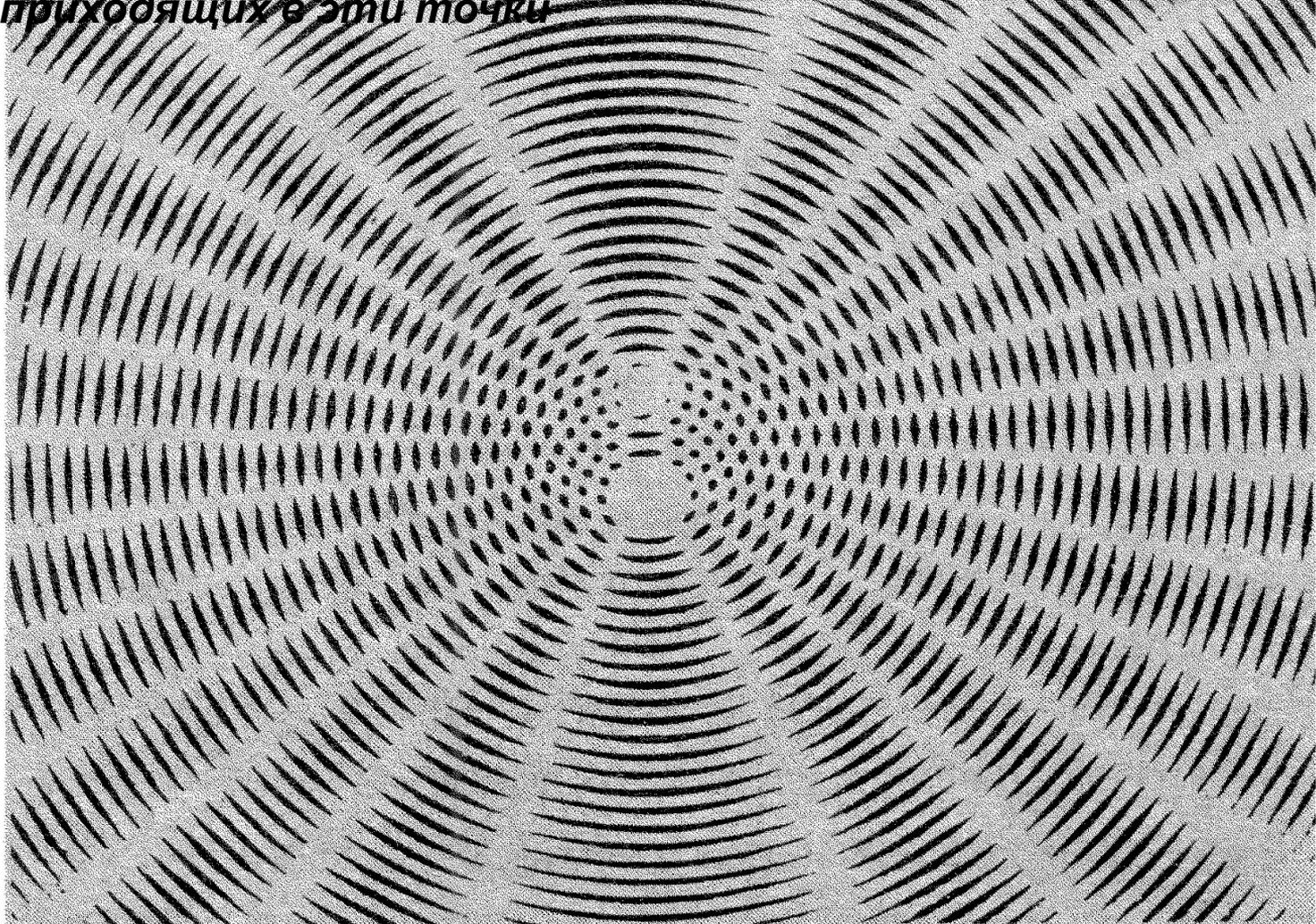
СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Интерференция механических волн
- 2. Волновой характер света
- 3. Опыт Т. Юнга
- 4. Примеры интерференции света
- 5. Расчёт условий интерференции
- 6. Применение интерференции

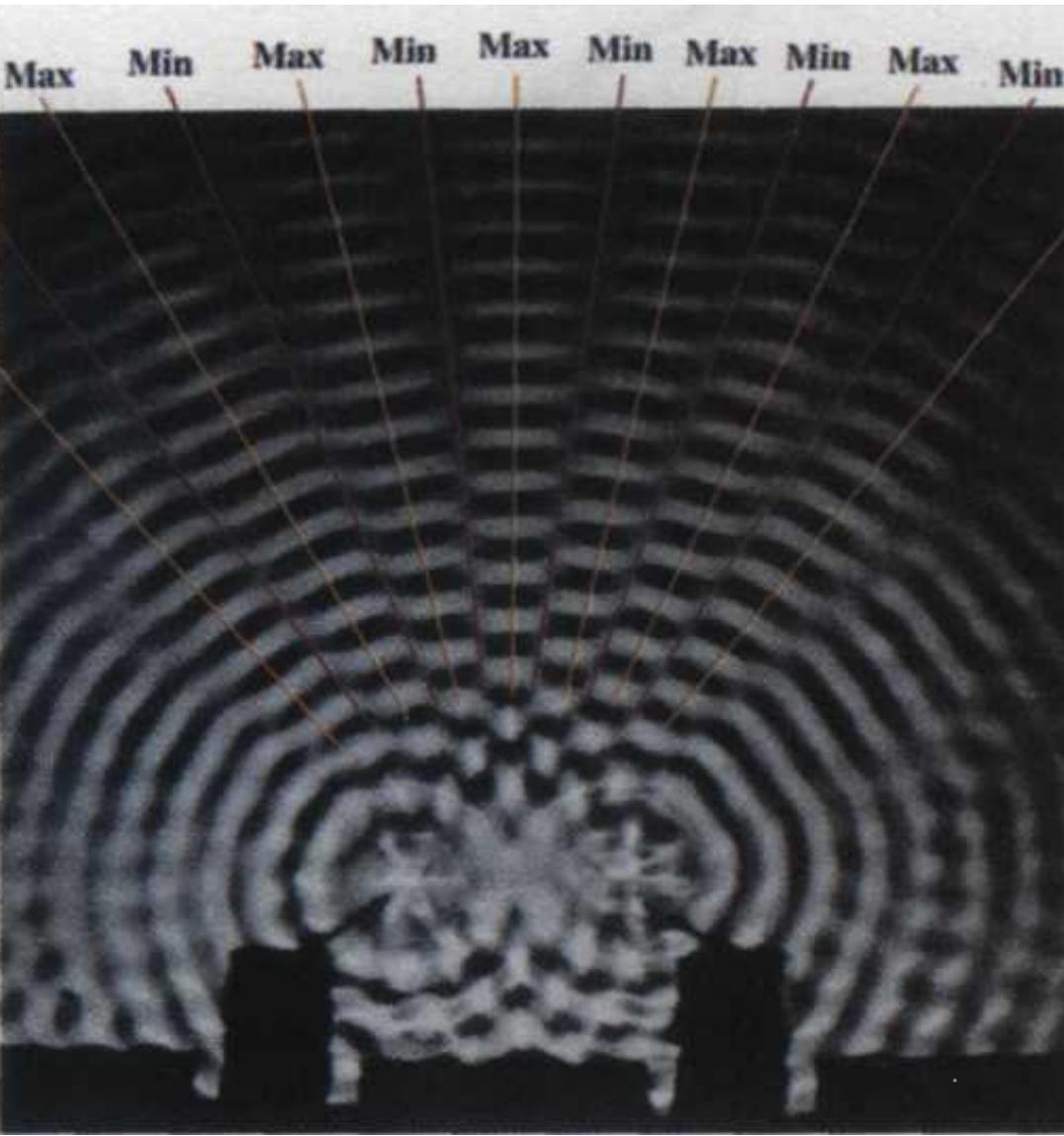
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН

*Интерференция (от лат. *inter* — взаимно и *ferio* — ударяю) — явление усиления колебаний в одних точках пространства и ослабление в других в результате наложения двух или нескольких волн, приходящих в эти точки*

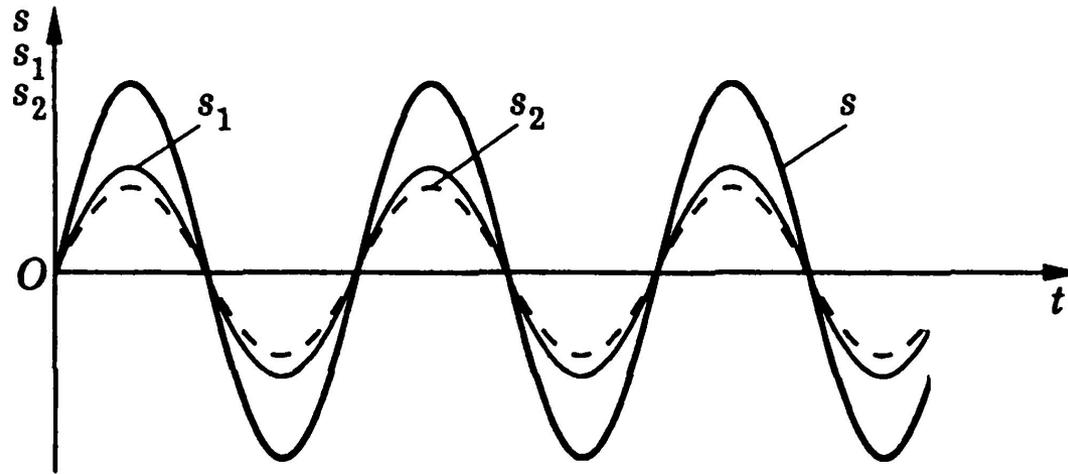


Когерентные волны

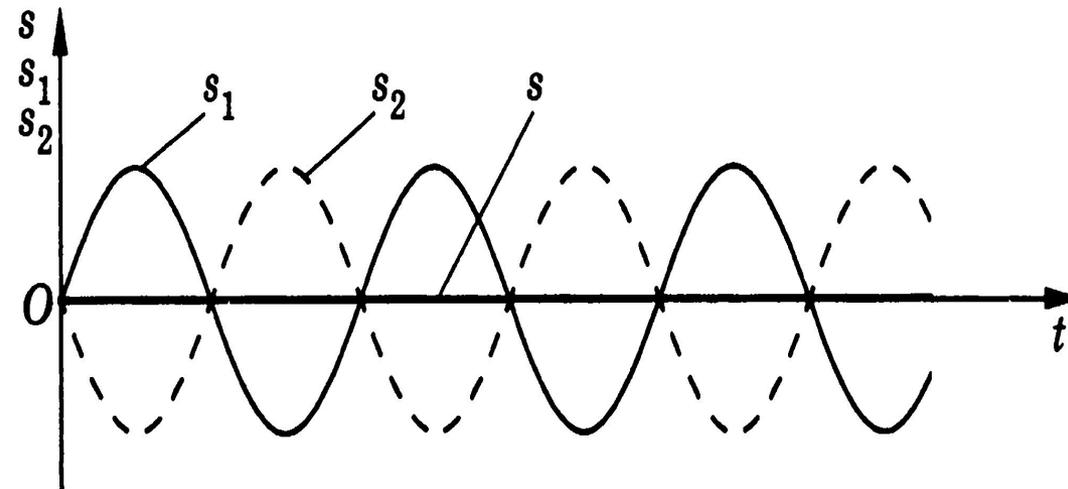


Такая *интерференционная картина* может наблюдаться, когда складываются коррелированные (взаимосвязанные), или **когерентные волны** (от лат. «*cohaerens*» - **согласование**) — волны с одинаковой частотой, поляризацией и постоянной разностью фаз.

Усиление и ослабление волн при наложении

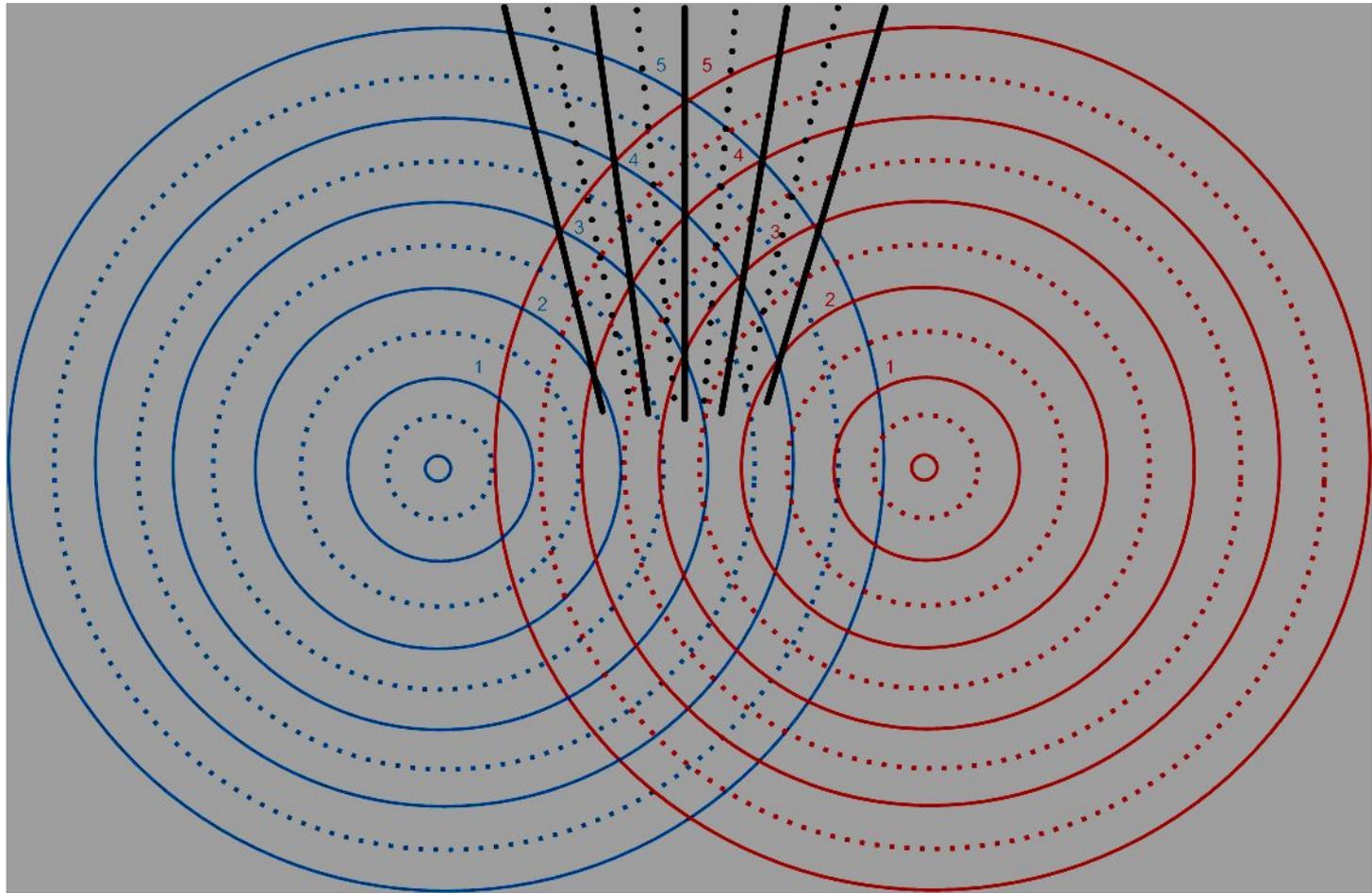


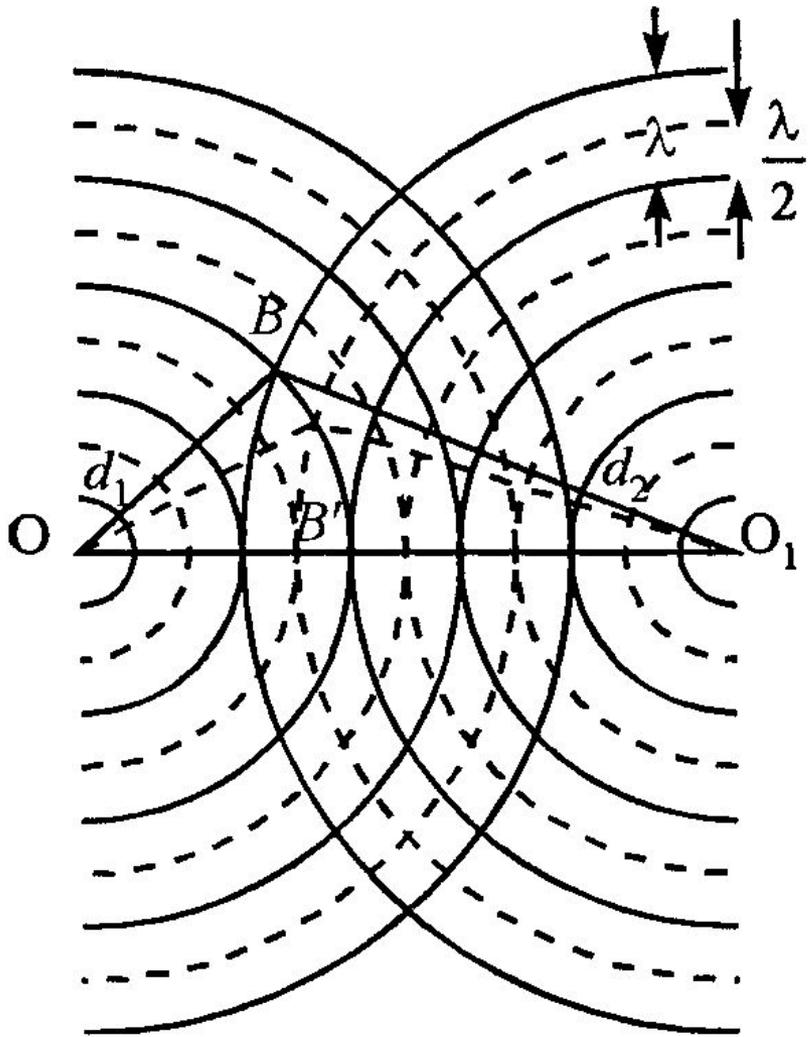
Усиление – гребень совпадает с гребнем, а впадина с впадиной
 $S = S_1 + S_2$



Ослабление – гребень совпадает с впадиной
 $S = S_1 - S_2$

Условия усиления и ослабления ВОЛН





Разность хода в точке B (max – гребень на гребень) равна

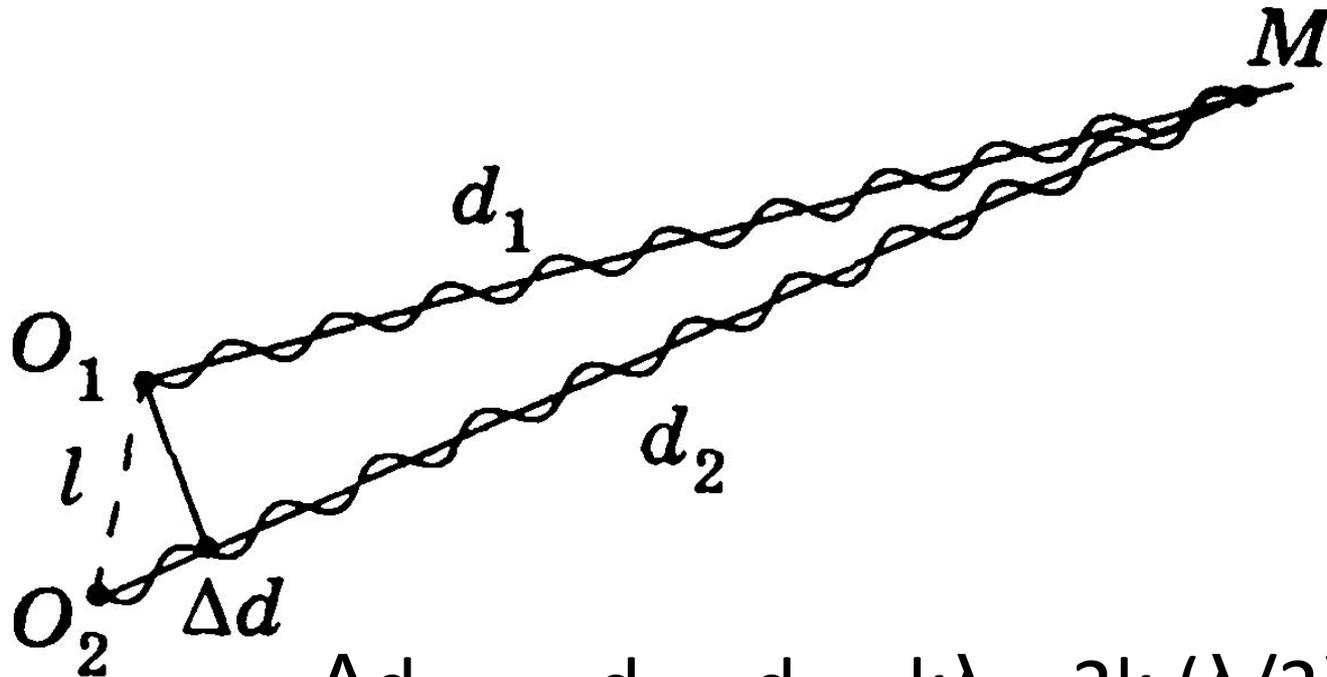
$$\Delta d = d_2 - d_1 = 4\lambda - 2\lambda = 2\lambda.$$

Разность хода двух волн в точке B' (min - гребень на впадину) равна

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 3(1/2)\lambda - 2\lambda = (3/2)\lambda.$$

Разность хода волн Δd как условие
усиления (max) или ослабления (min)

ВОЛН

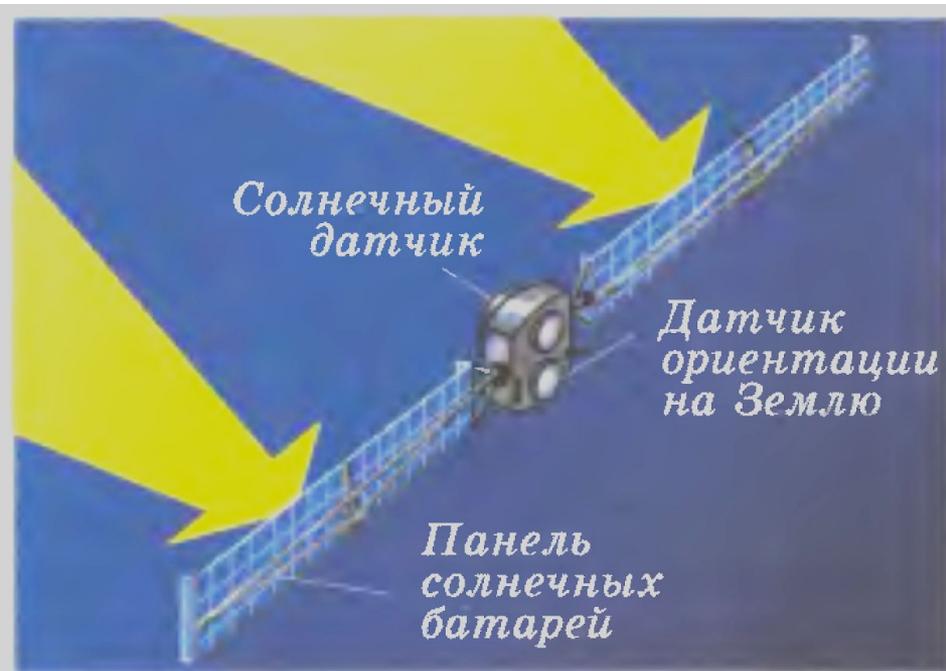


$$\Delta d_{\max} = d_2 - d_1 = k\lambda = 2k \cdot (\lambda/2)$$

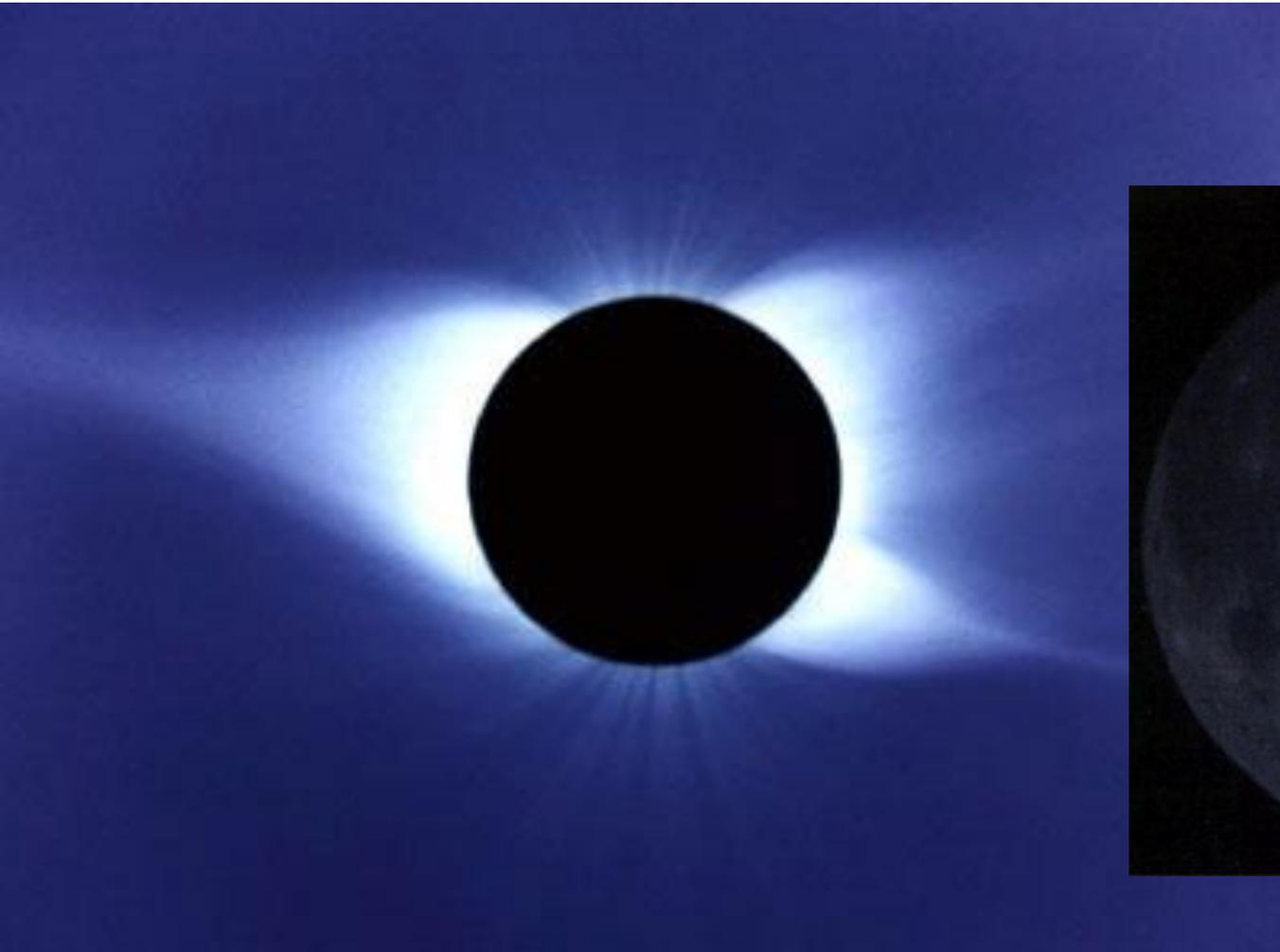
$$\Delta d_{\min} = d_2 - d_1 = k\lambda + (\lambda/2) = (2k + 1) \cdot (\lambda/2)$$

где $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

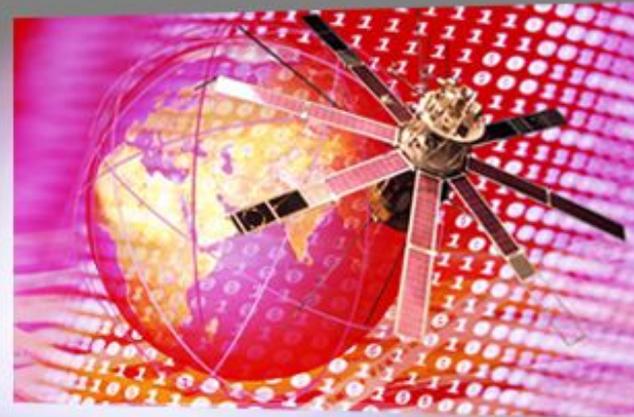
Свет, подобно потоку частиц, оказывает давление на тела



Солнечные и лунные затмения



Световые пучки, пересекаясь в пространстве,
никак не действуют друг на друга



Интерференция света на плёнках и дисперсия на призме

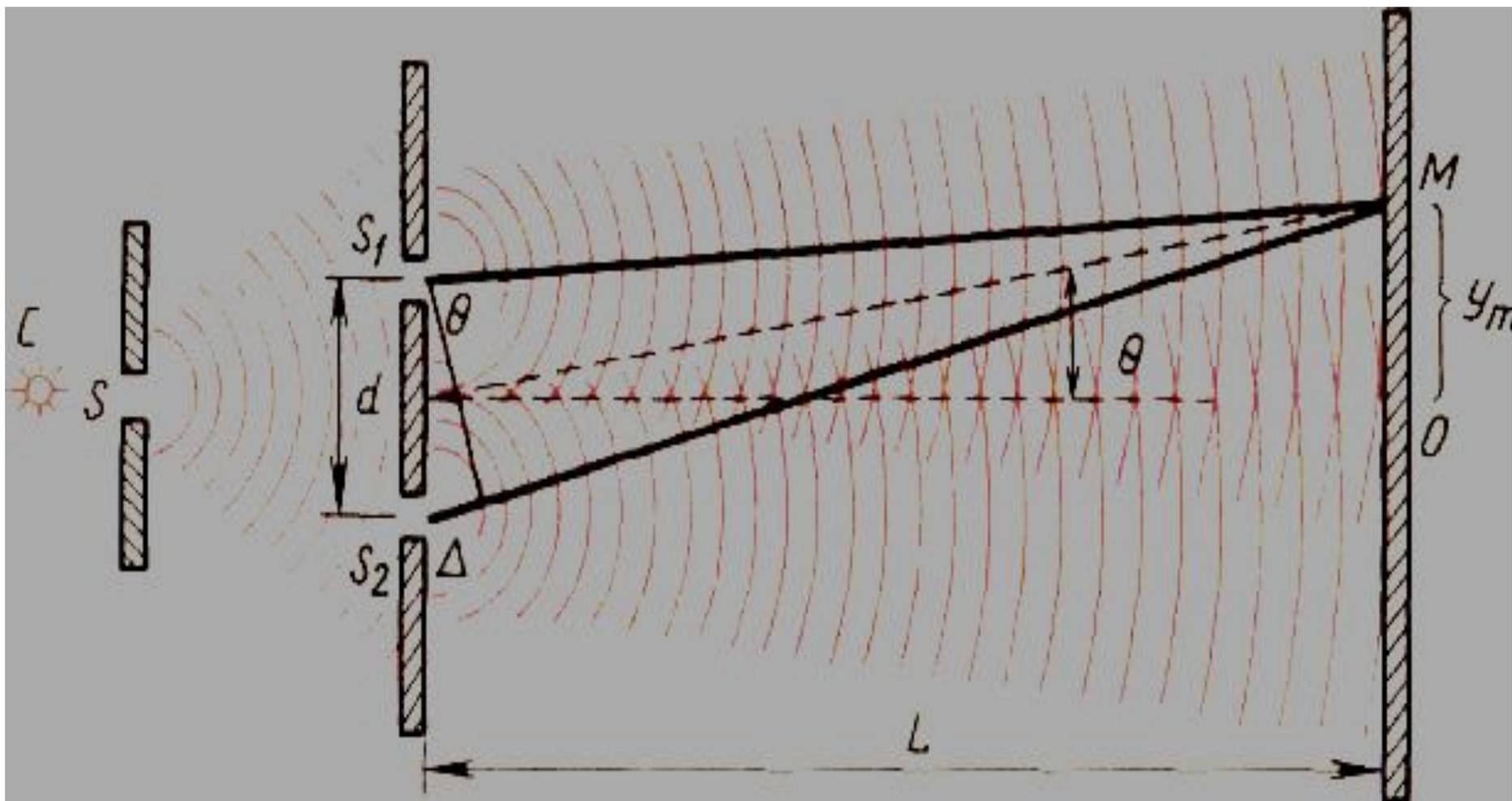


ТОМАС ЮНГ (1773 – 1829)

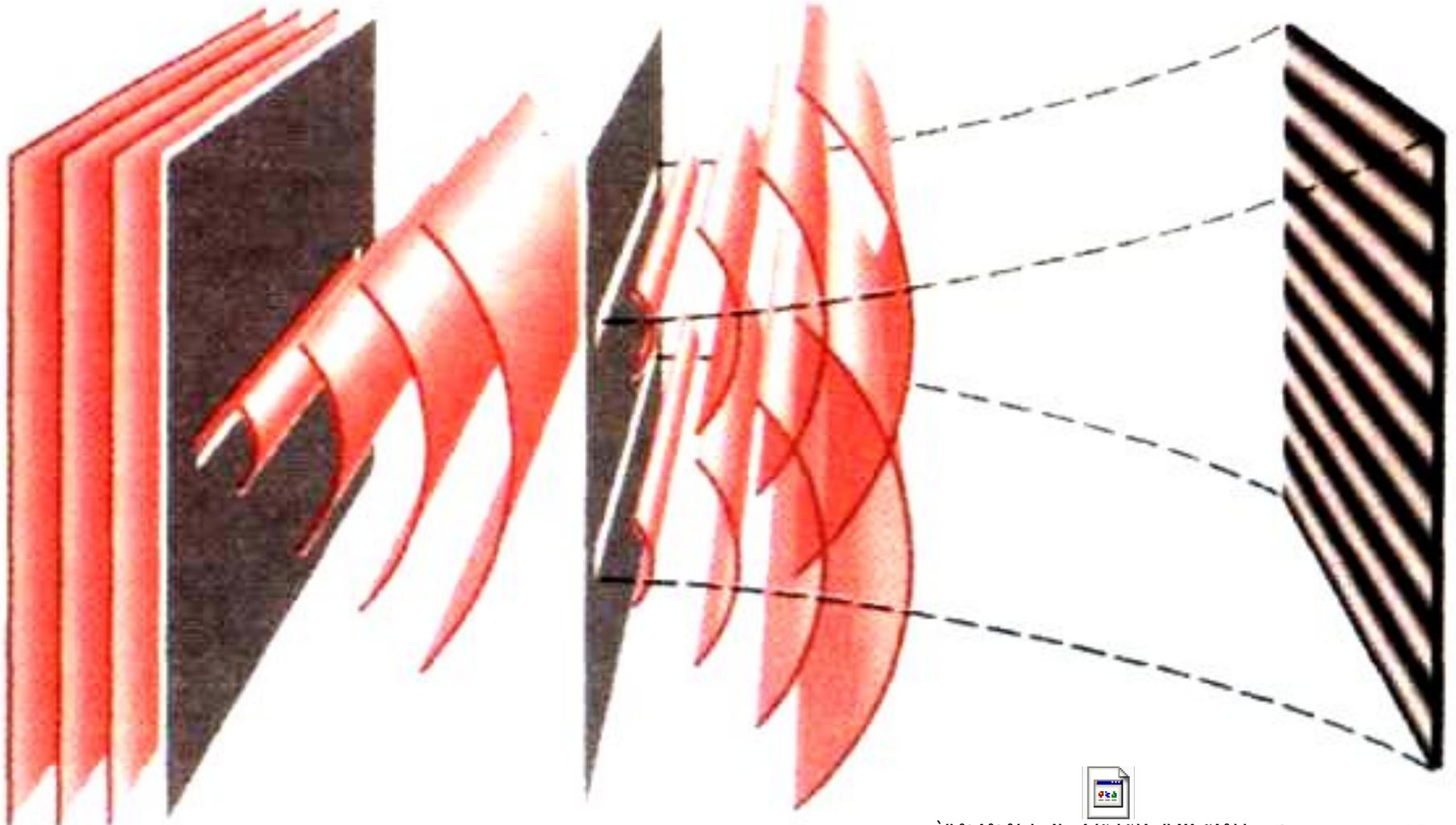


- «Всякий человек может сделать то, что делают другие».

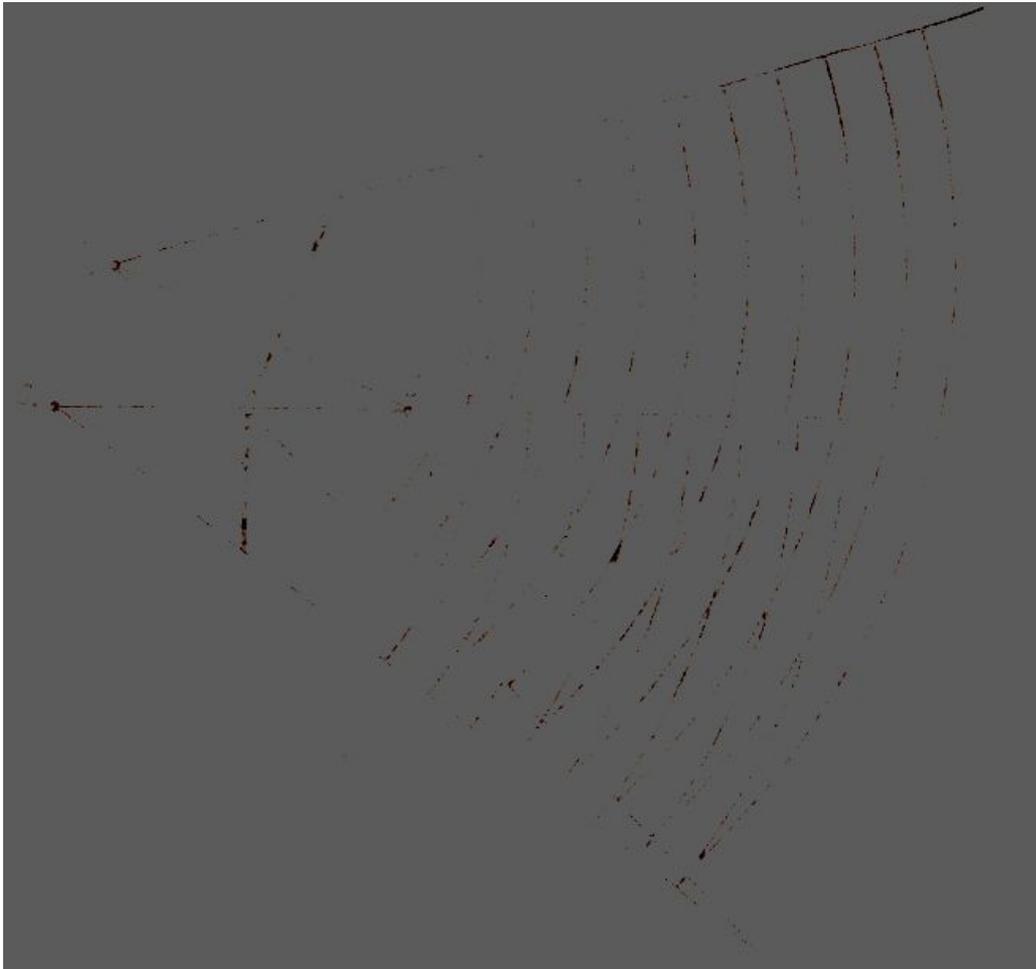
Опыт Томаса Юнга



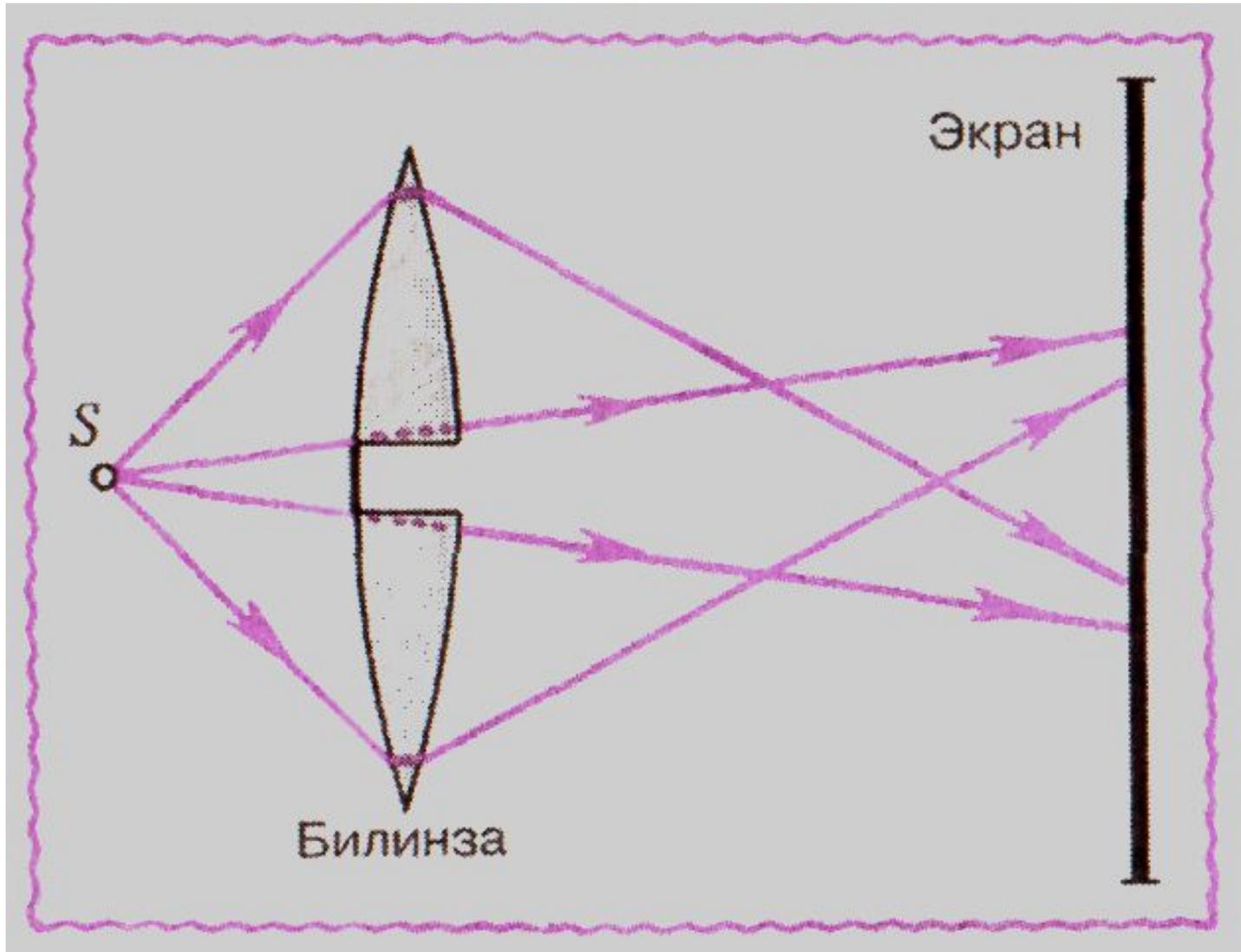
Интерференция света на двух щелях



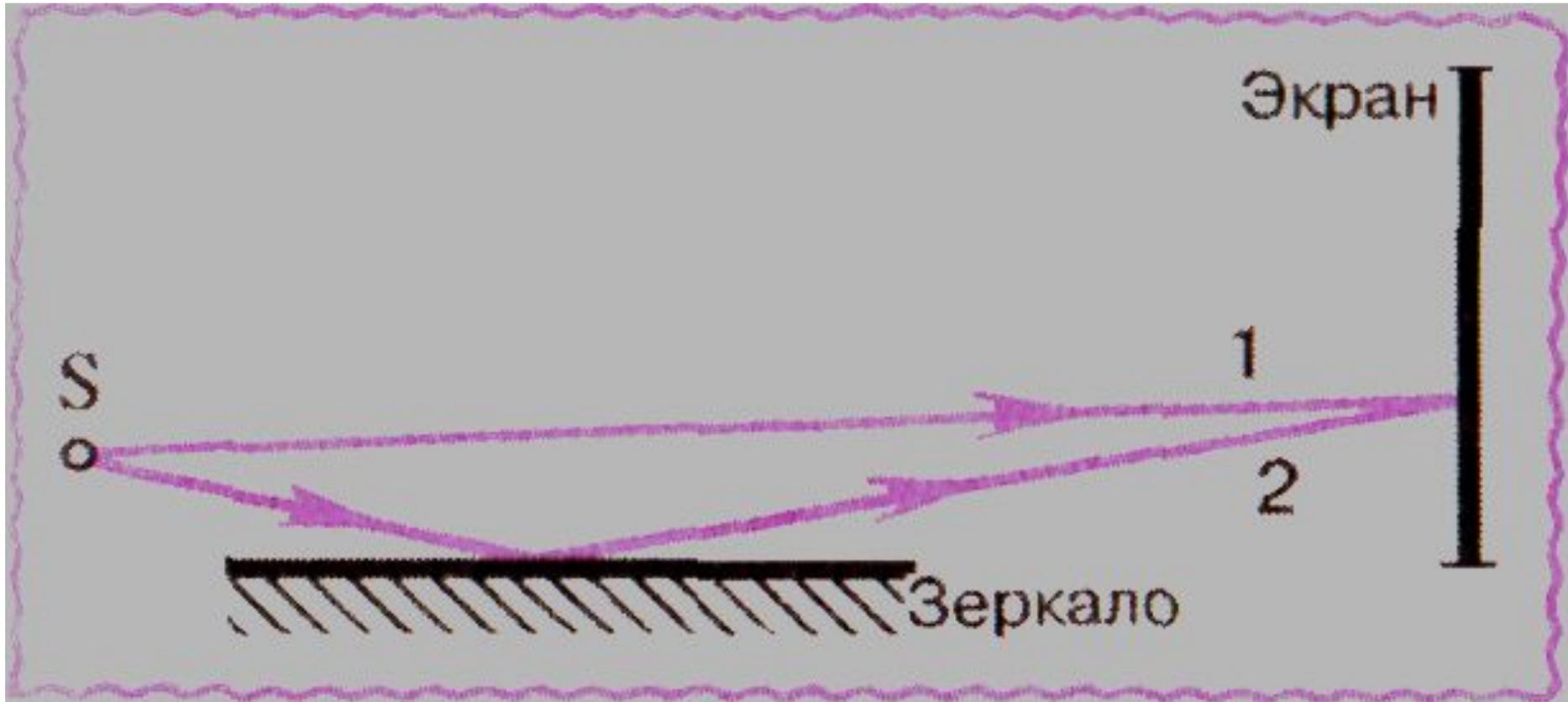
Бизеркало Френеля



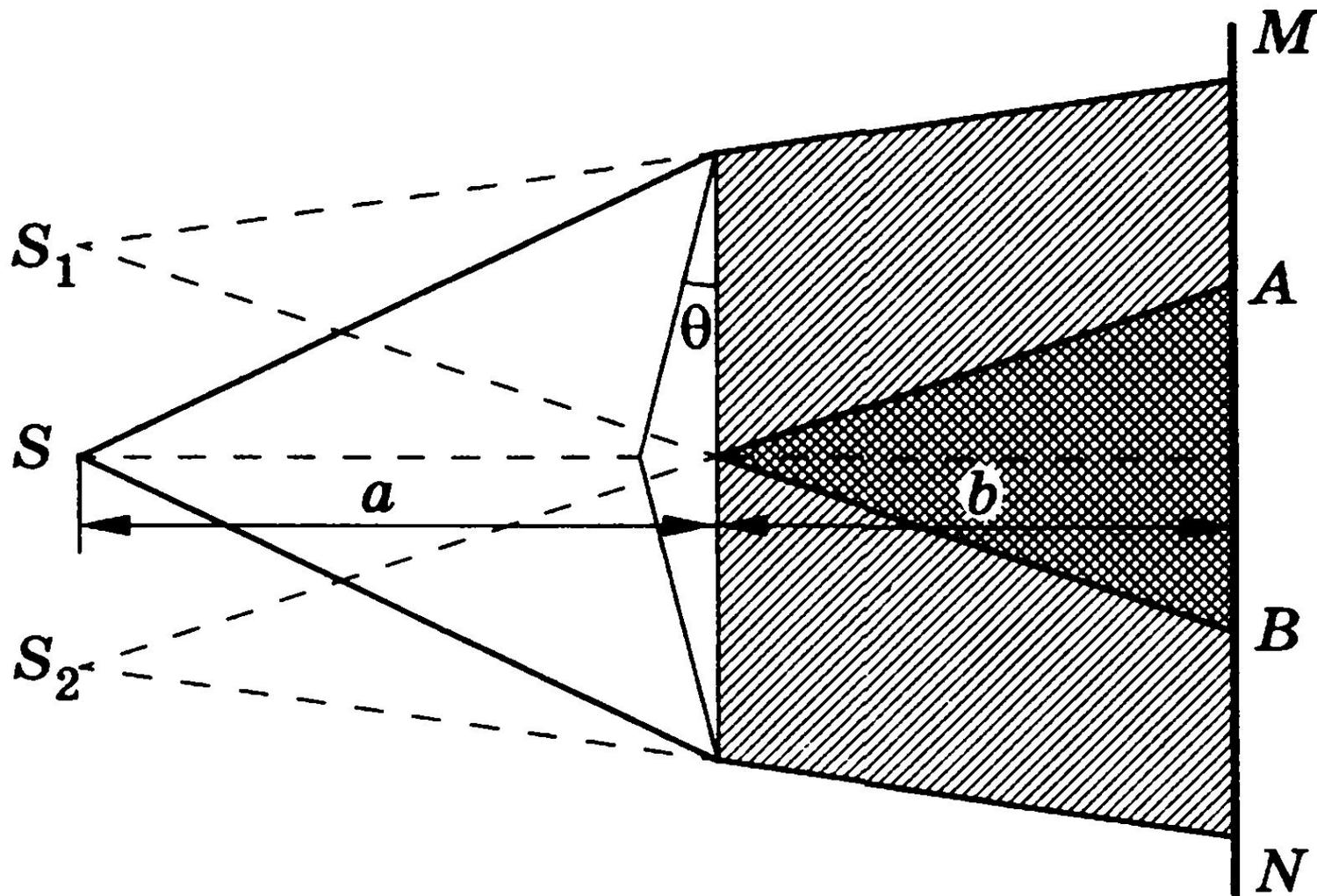
БИЛИНЗА БИЙЕ



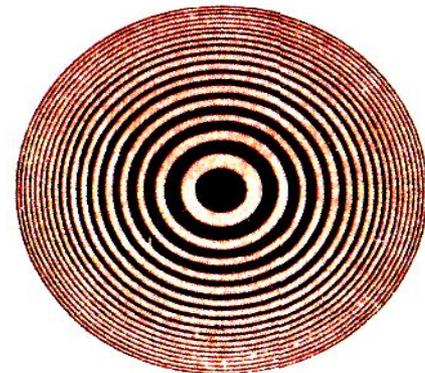
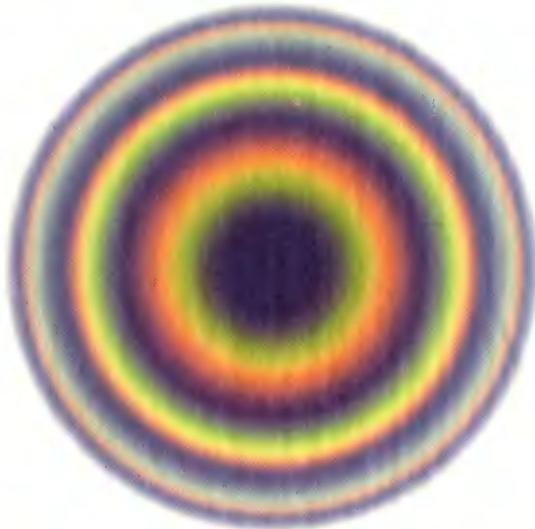
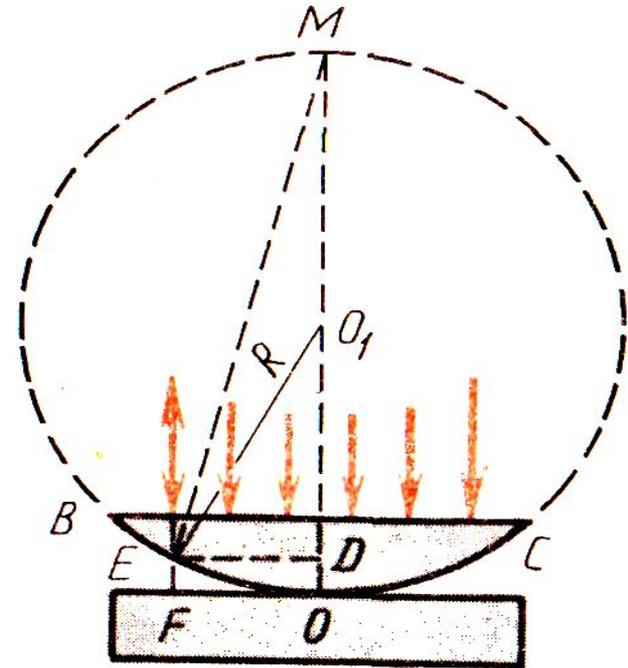
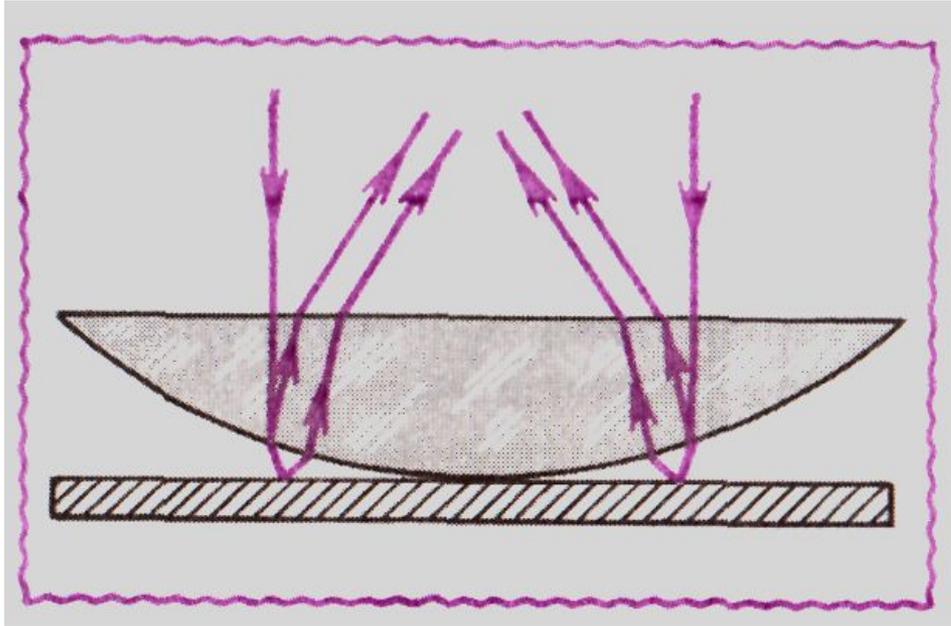
ЗЕРКАЛО ЛЛОЙДА



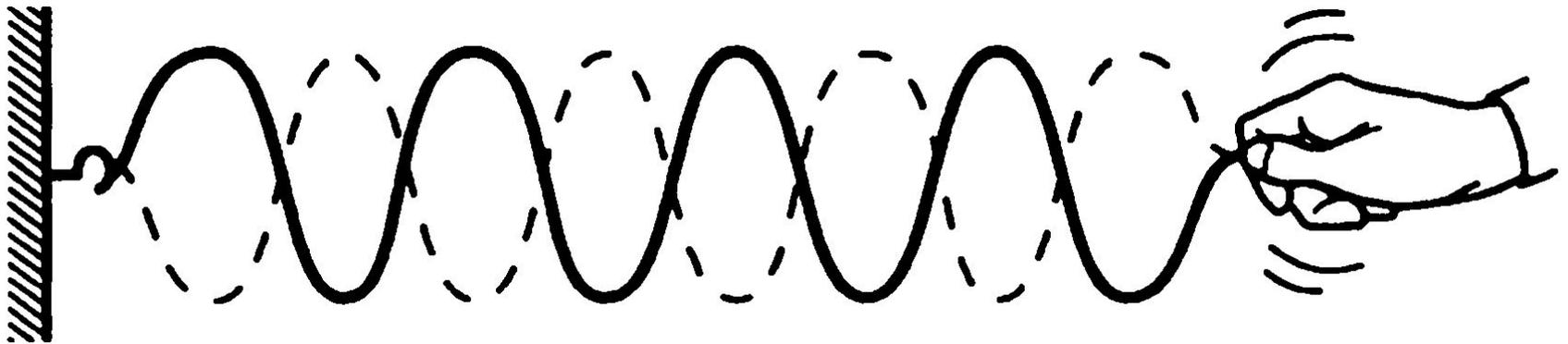
БИПРИЗМА ФРЕНЕЛЯ

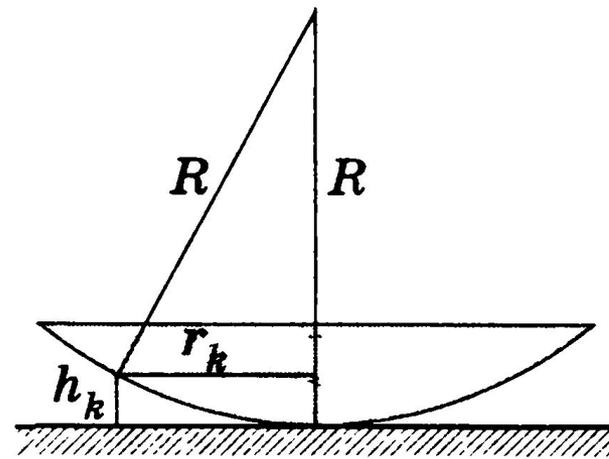
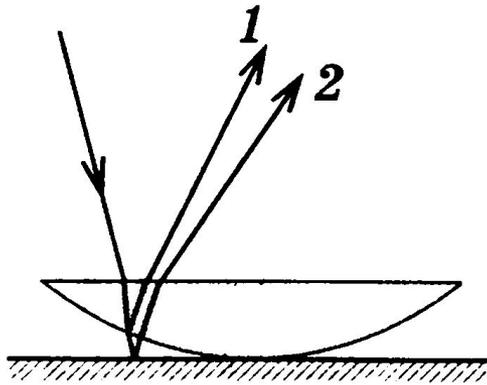


КОЛЬЦА НЬЮТОНА



Волна, отражённая от упругой
среды, смещается на
половину длины волны $\lambda/2$





$$R^2 = r_k^2 + (R - h_k)^2 \qquad h_k = \frac{r_k^2}{2R}$$

Условие min

$$2h_k + \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}(2k + 1), \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Условие max

$$2h_k + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2}$$

2

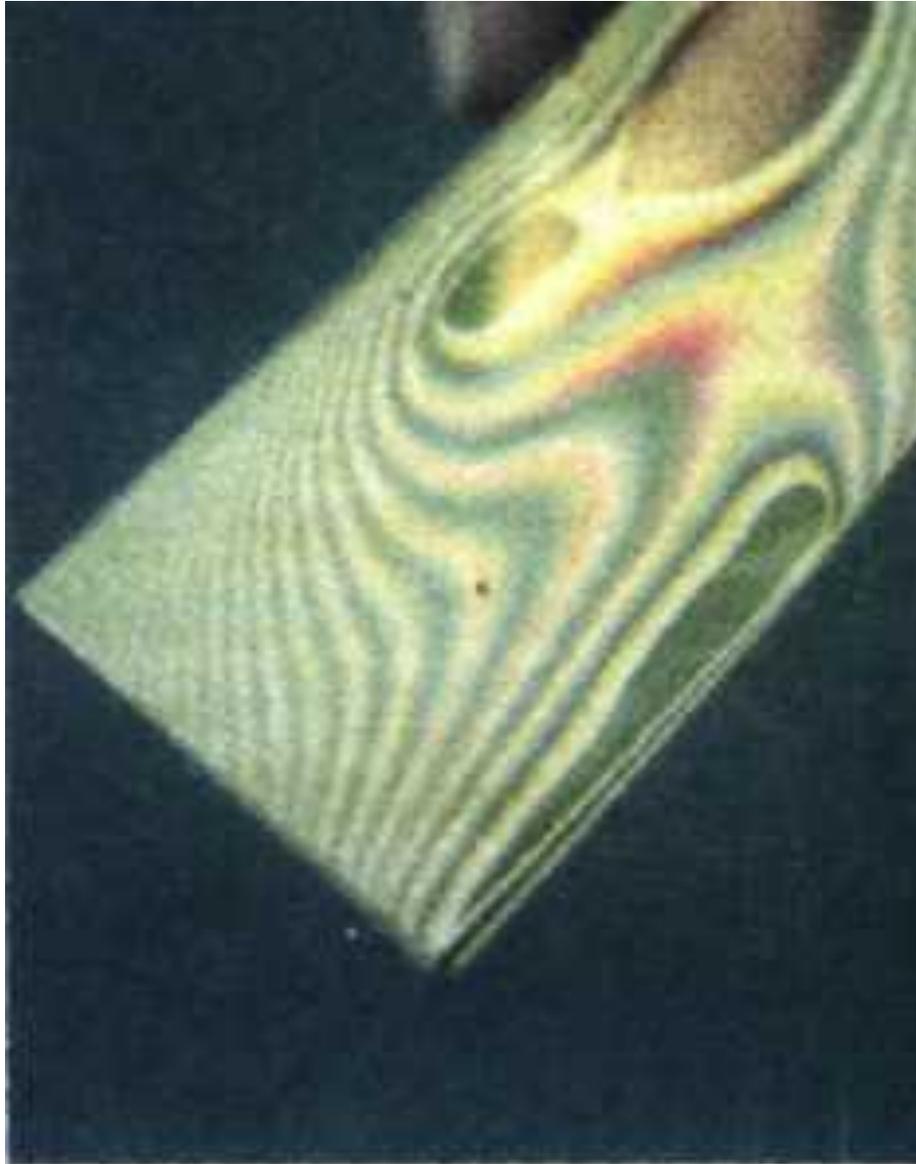
Радиус тёмных колец

$$r_k = \sqrt{\lambda R k}$$

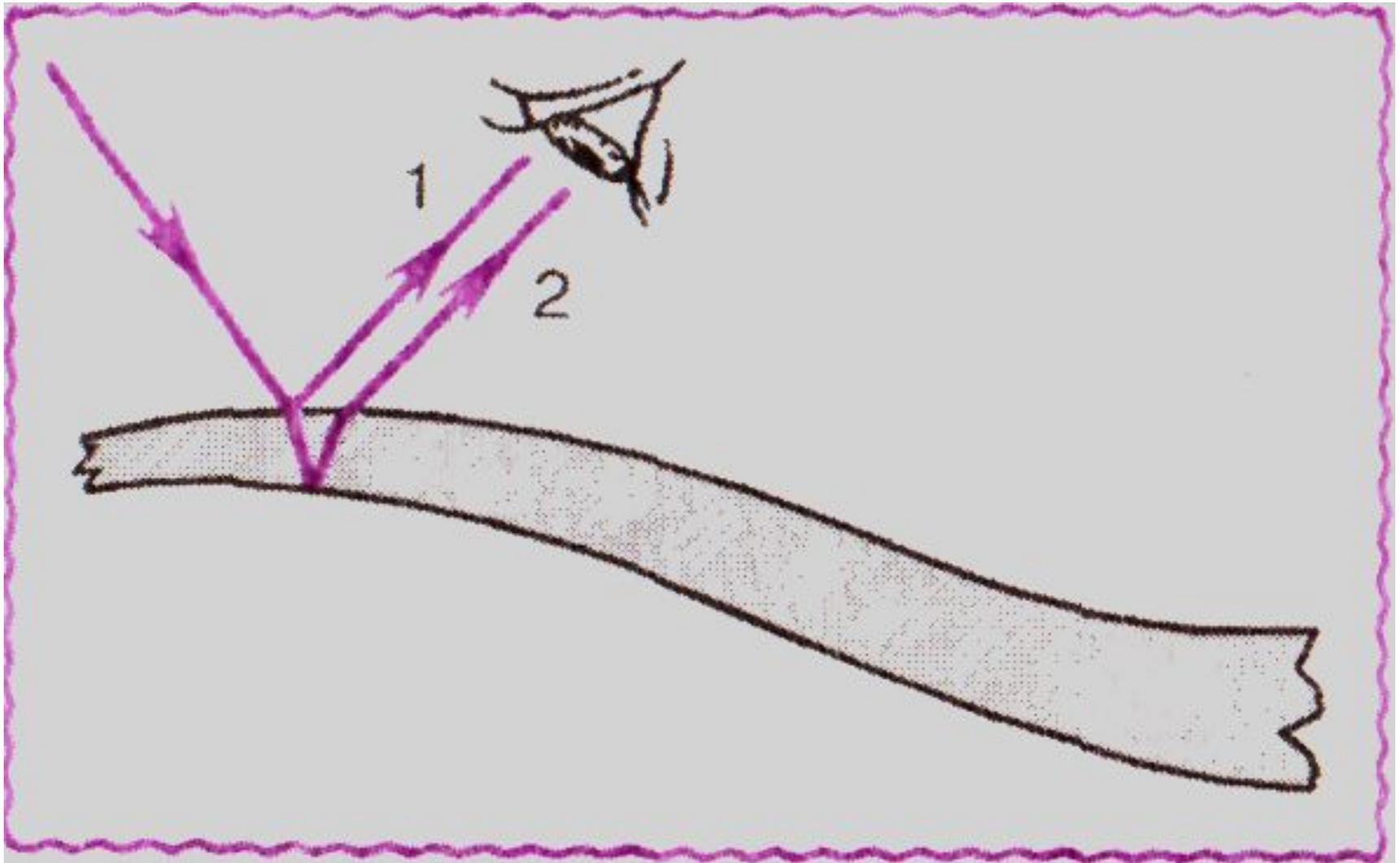
Радиус светлых колец

$$r_k = \sqrt{R \frac{\lambda}{2} (2k + 1)}$$

Интерференционная картина, созданная тонким
слоем воздуха между двумя стеклянными
пластинками

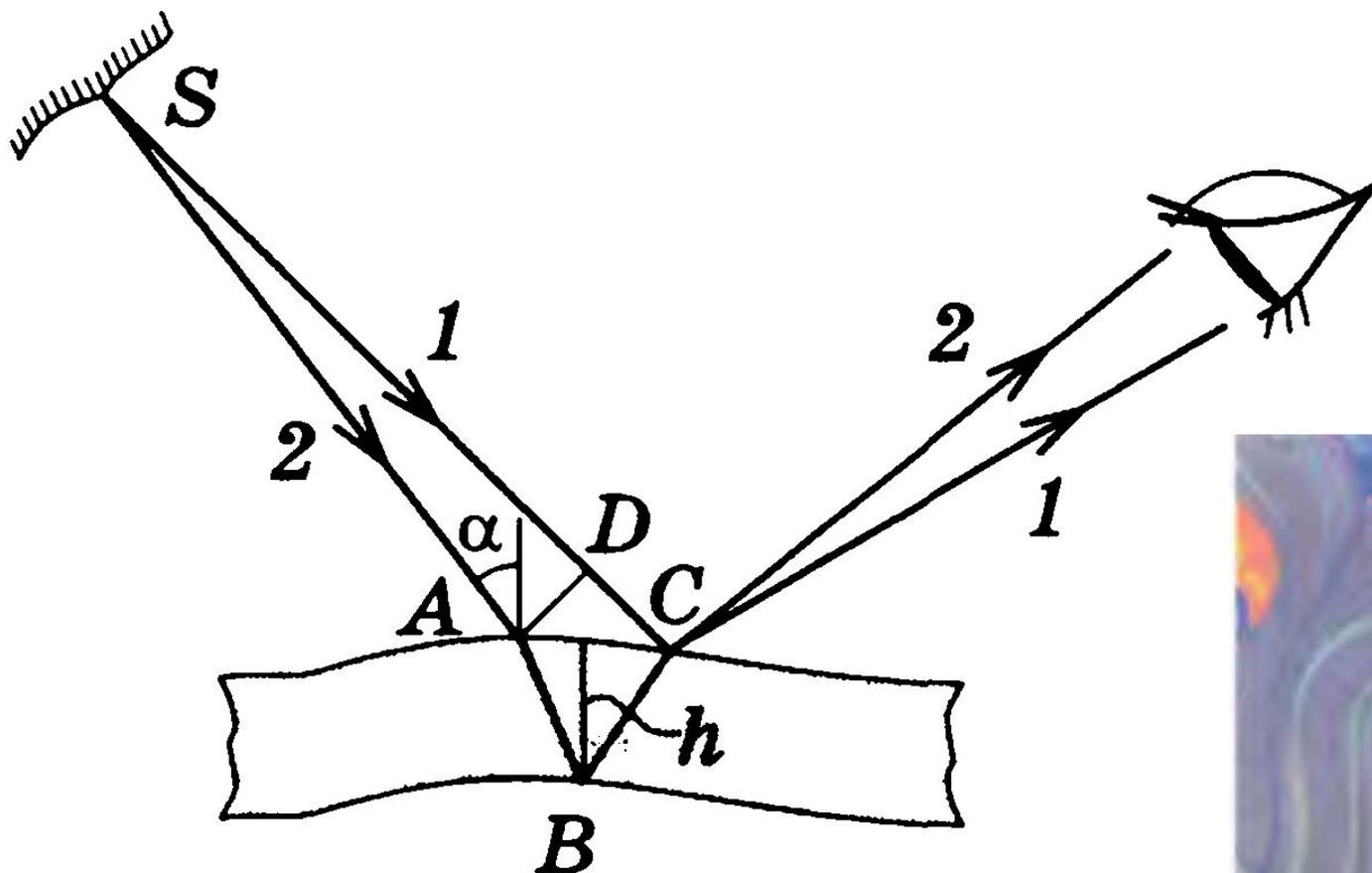


Окрашивание тонких плёнок



ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ПЛЁНКАХ

$$\Delta r = 2h \cos \alpha$$









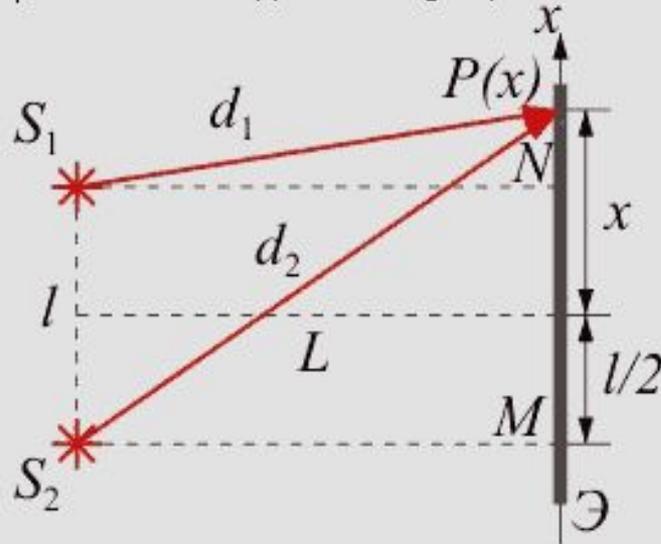






Расчет условия интерференции

Рассмотрим некоторую точку экрана $P(x)$ (выбор оси X и начала отсчета ясен из рис.2). Интенсивность интерференционной картины в точке P определяется разностью хода $\Delta d = d_2 - d_1$.



Найдём Δd . Из треугольников $S_2 P M$ и $S_1 P N$ имеем:

$$d_2^2 = L^2 + \left(x + \frac{l}{2}\right)^2$$

$$d_1^2 = L^2 + \left(x - \frac{l}{2}\right)^2 \quad (4)$$

Отсюда:

$$d_2^2 - d_1^2 = 2 \cdot l \cdot x \quad (5)$$

С другой стороны:

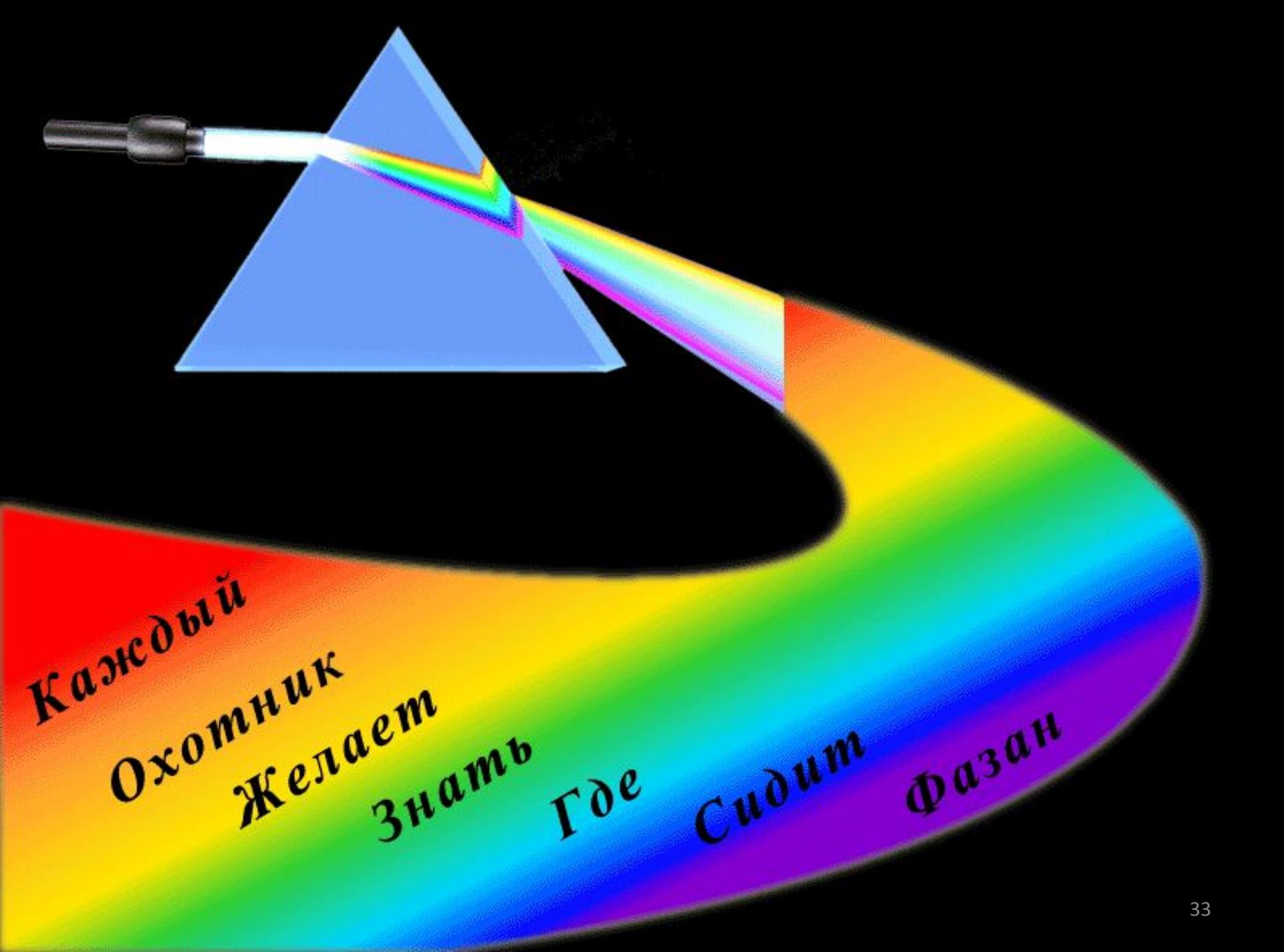
$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 - d_1) \cdot (d_2 + d_1) \approx \Delta d \cdot 2 \cdot L \quad (6)$$

Приравняв (5) и (6), получим:

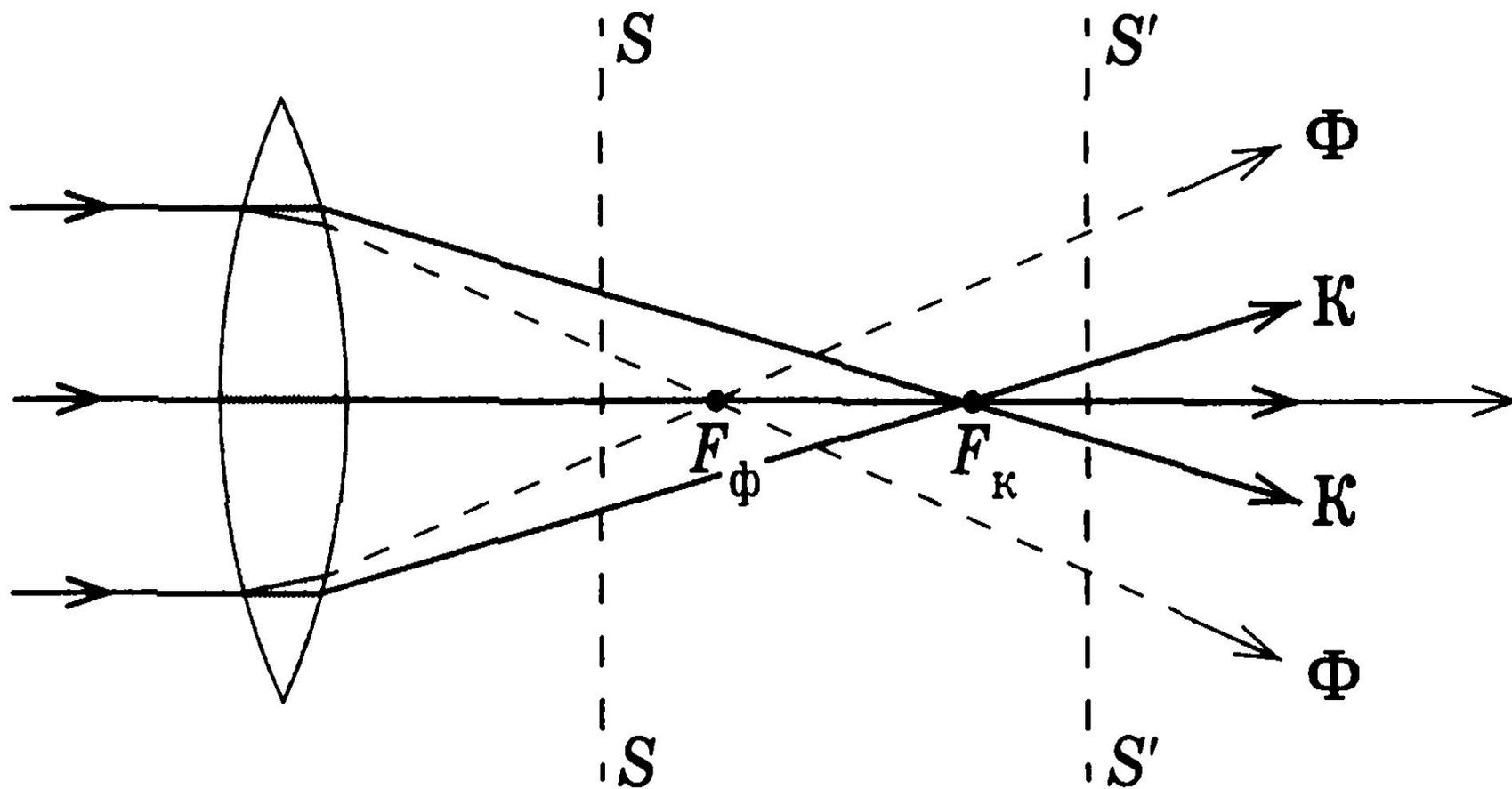
$$\Delta d = \frac{l \cdot x}{L} \quad (7)$$

В точке P будет наблюдаться максимум, если:

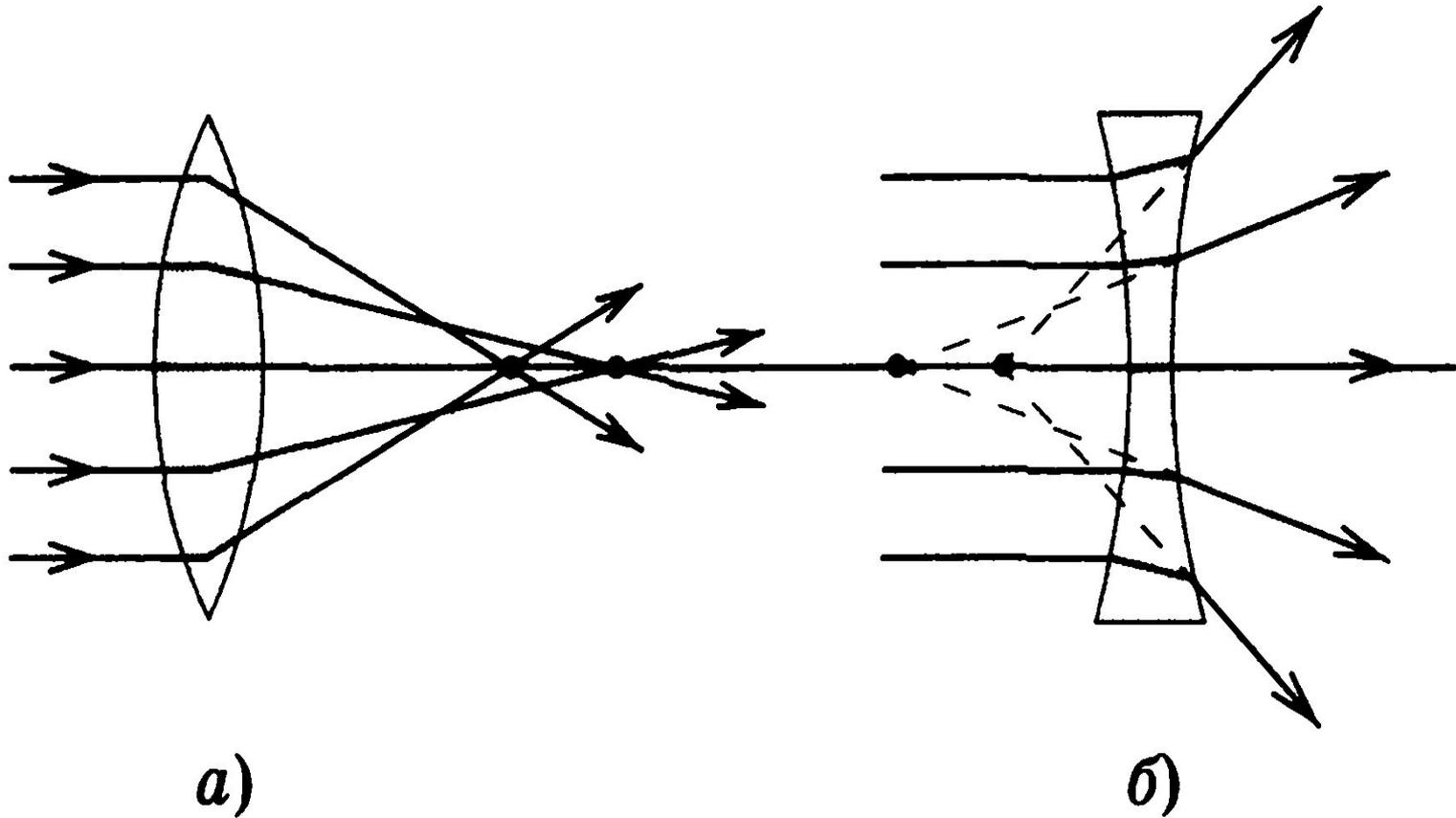
$$\Delta d = \frac{l \cdot x}{L} = m \cdot \lambda \quad (8)$$



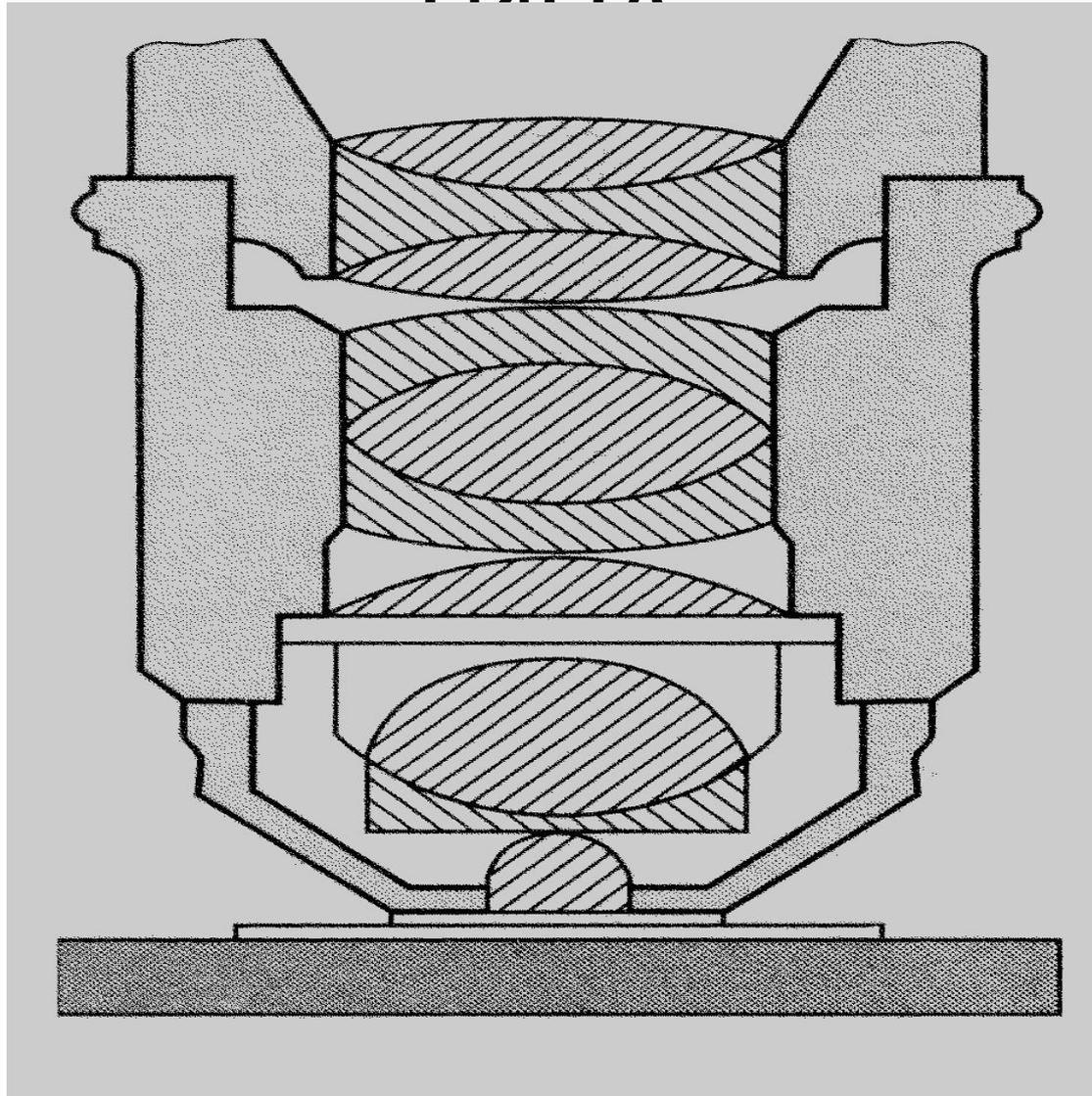
ХРОМАТИЧЕСКАЯ АБЕРРАЦИЯ ЛИНЗЫ



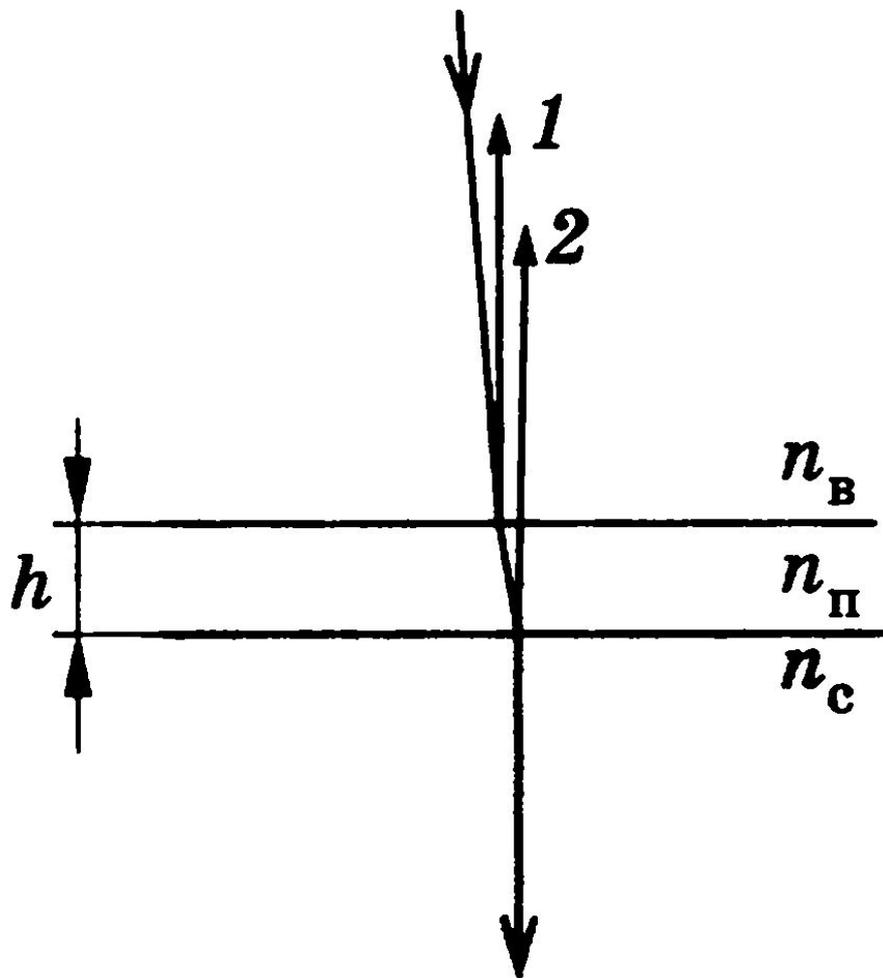
СФЕРИЧЕСКАЯ АБЕРРАЦИЯ ЛИНЗЫ



УСТРАНЕНИЕ АБЕРРАЦИЙ СОЧЕТАНИЕМ ЛИНЗ РАЗЛИЧНОГО ТИПА



ПРОСВЕТЛЕНИЕ ОПТИКИ



$$h = \frac{\lambda_3}{4n_{\text{П}}}$$



ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

КОНТРОЛЬ ПЛОСКОСТНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

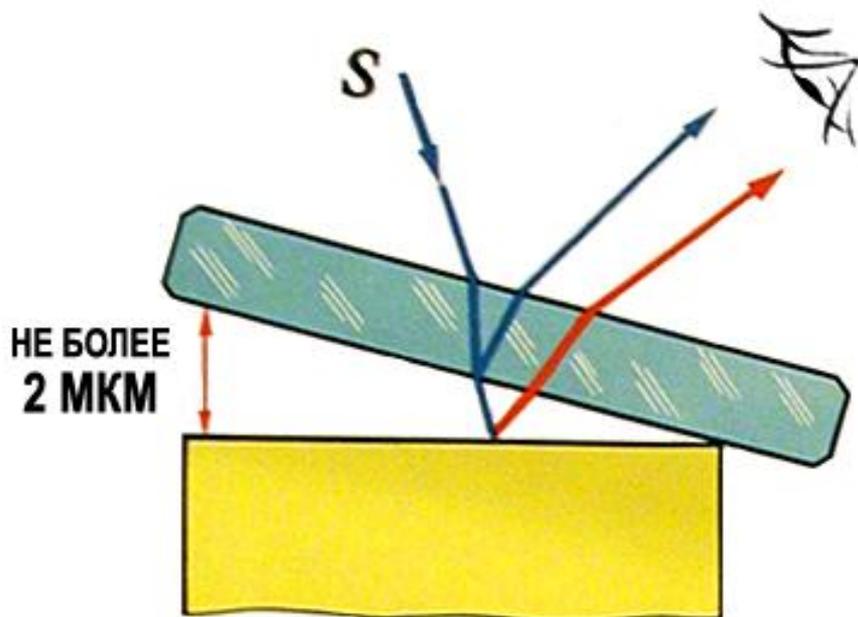
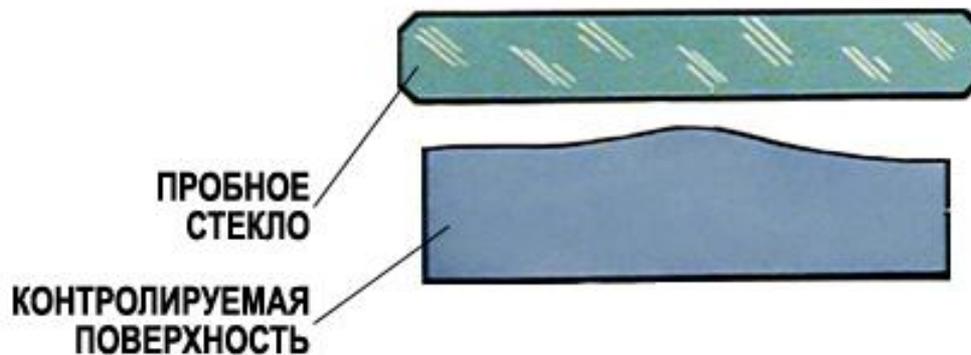
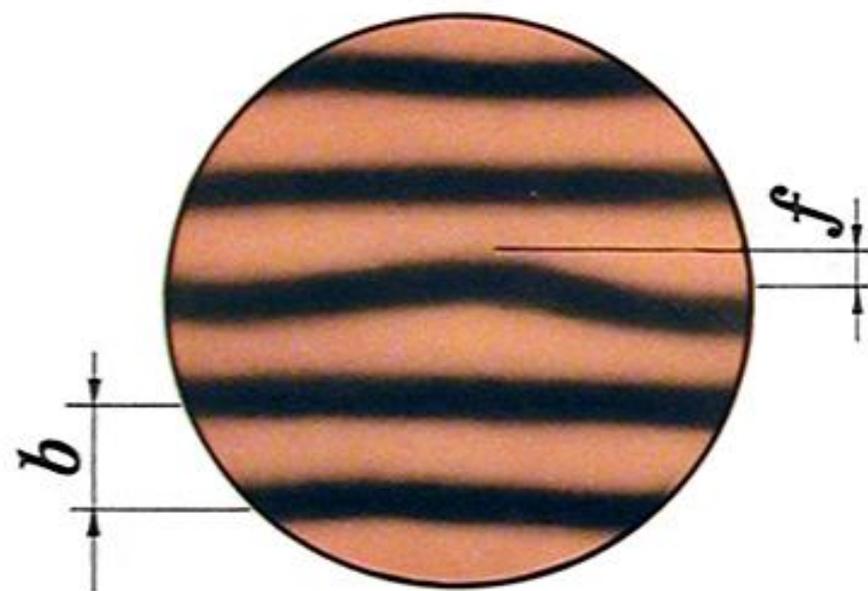


СХЕМА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СВЕТА
В ВОЗДУШНОМ КЛИНЕ

$$h = \frac{f}{b} \cdot \frac{\lambda}{2}$$

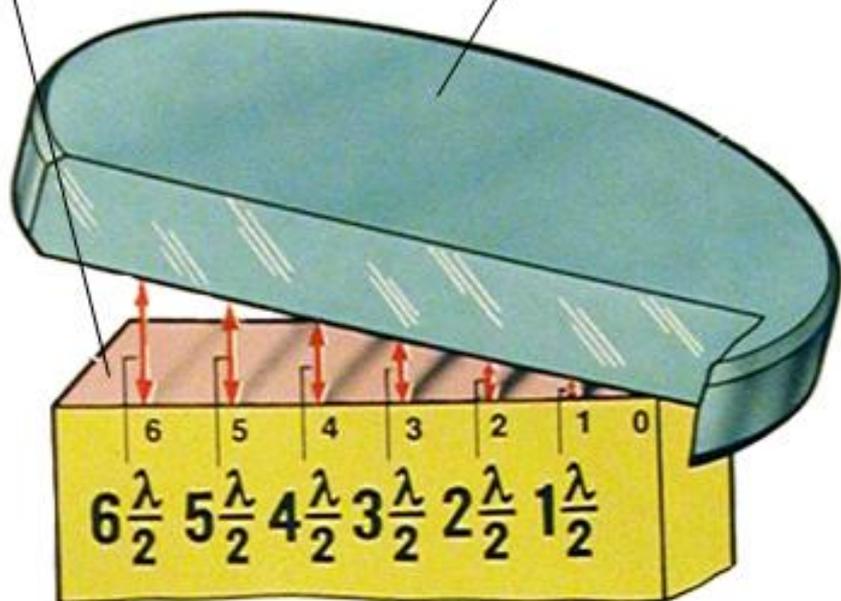


ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

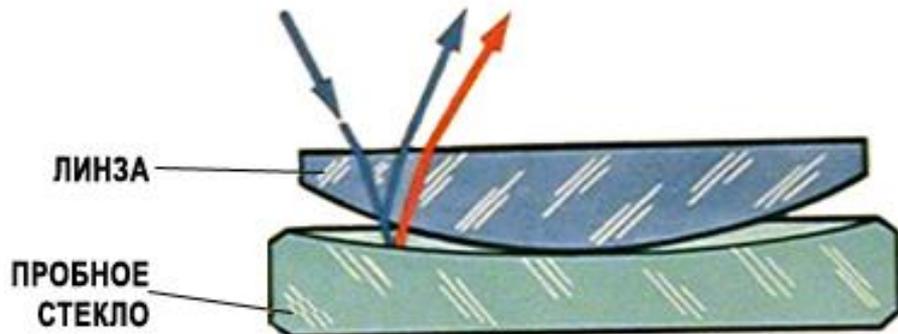
КОНТРОЛЬ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ

ПОВЕРЯЕМАЯ
ПОВЕРХНОСТЬ

ПЛОСКОЕ ПРОБНОЕ
СТЕКЛО



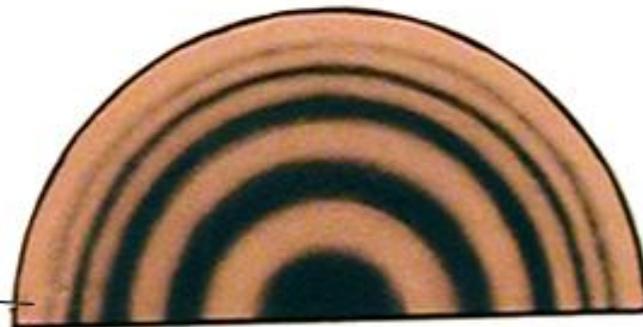
СООТВЕТСТВИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ
ПОЛОС И ТОЛЩИН ВОЗДУШНОГО КЛИНА



ЛИНЗА

ПРОБНОЕ
СТЕКЛО

КРИВИЗНА ЛИНЗЫ
БОЛЬШЕ КРИВИЗНЫ
ПРОБНОГО СТЕКЛА



КРИВИЗНА ЛИНЗЫ
МЕНЬШЕ КРИВИЗНЫ
ПРОБНОГО СТЕКЛА



Закрепление нового материала

- 1. Какие явления мы рассмотрели на уроке?
- 2. Какие факты доказывают существование интерференции света?
- 3. При каких условиях интерференция волн проявляется особенно отчетливо?

Закрепление нового материала

- 4. Какие формулы можно вывести для описания картины интерференции? Для \max ? Для \min ?
- 5. Какие величины в них входят?
- 6. Как можно определить длину световой волны, используя установку для получения картины интерференции?

Закрепление нового материала

- 7. Как изменится расстояние между полосами монохроматической интерференционной картины:
 - а) при увеличении расстояния между источниками света;
 - б) при увеличении расстояния от источников света до экрана;
 - в) при увеличении длины волны от источников света.