

# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

---



---

# УСЛОВИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

▣ Когерентность волн

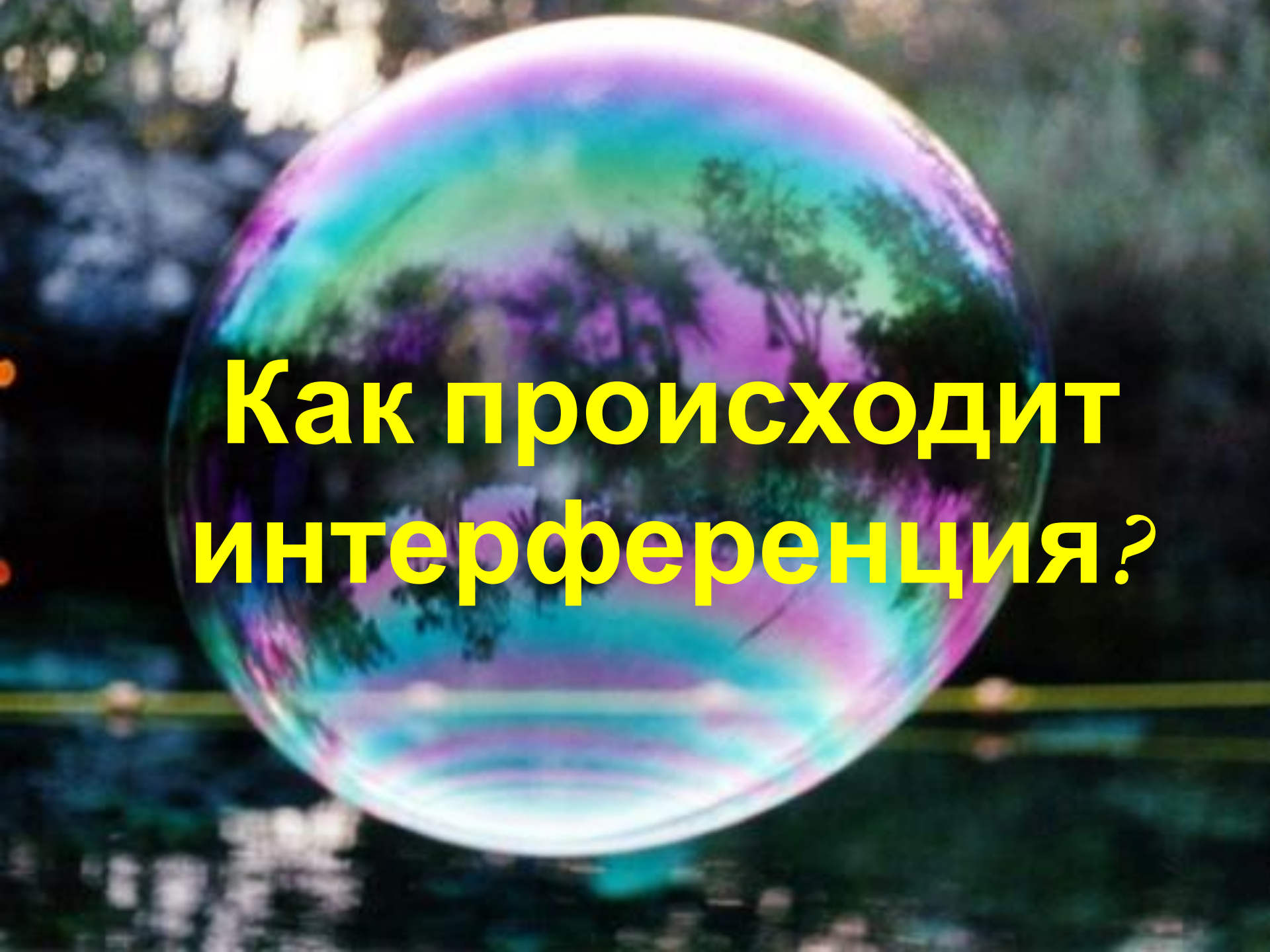
# КОГЕРЕНТНЫЕ ВОЛНЫ

---

**Это волны, имеющие одинаковые частоты, постоянную разность фаз, а колебания происходят в одной плоскости.**

# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

- ▣ Наложение когерентных волн, приводящее к перераспределению энергии в пространстве (интенсивности света).



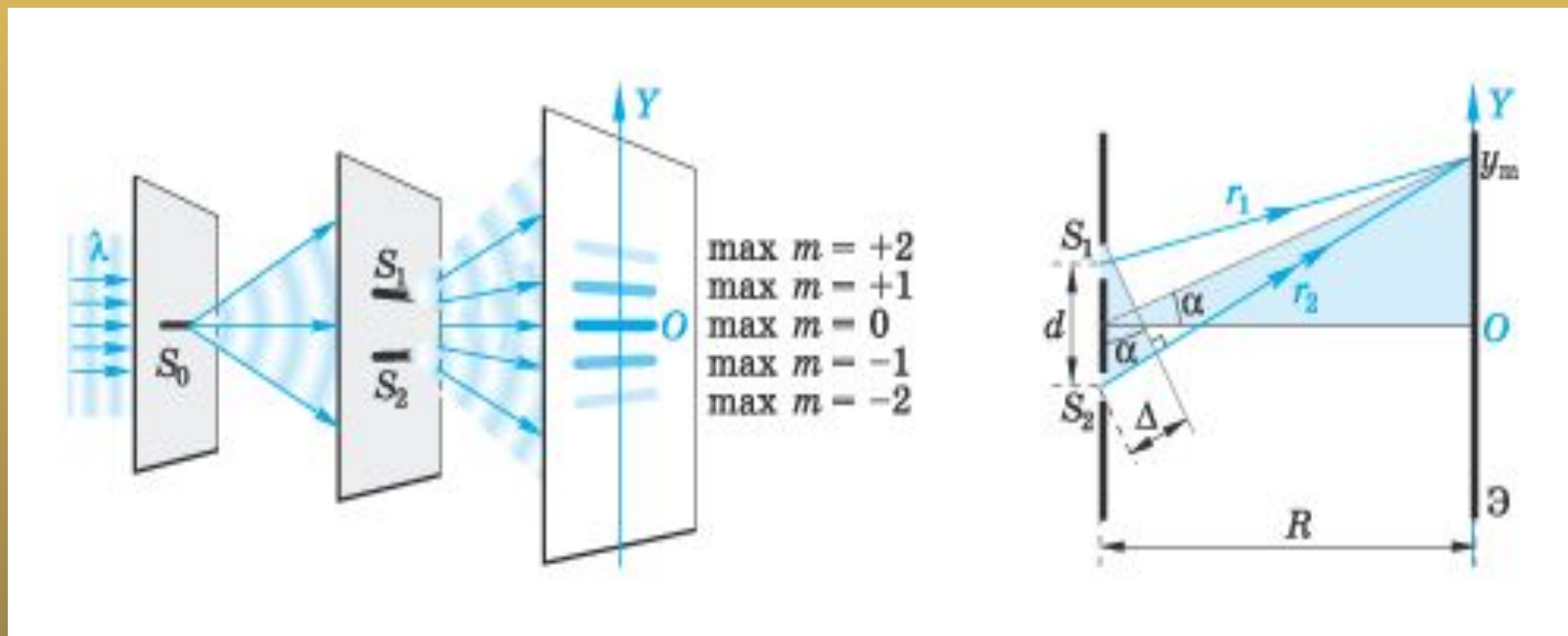
**Как происходит  
интерференция?**

**В 1801 г. английский учёный Томас Юнг разгадал причину интерференции, изучая радужные мыльные пузыри.**



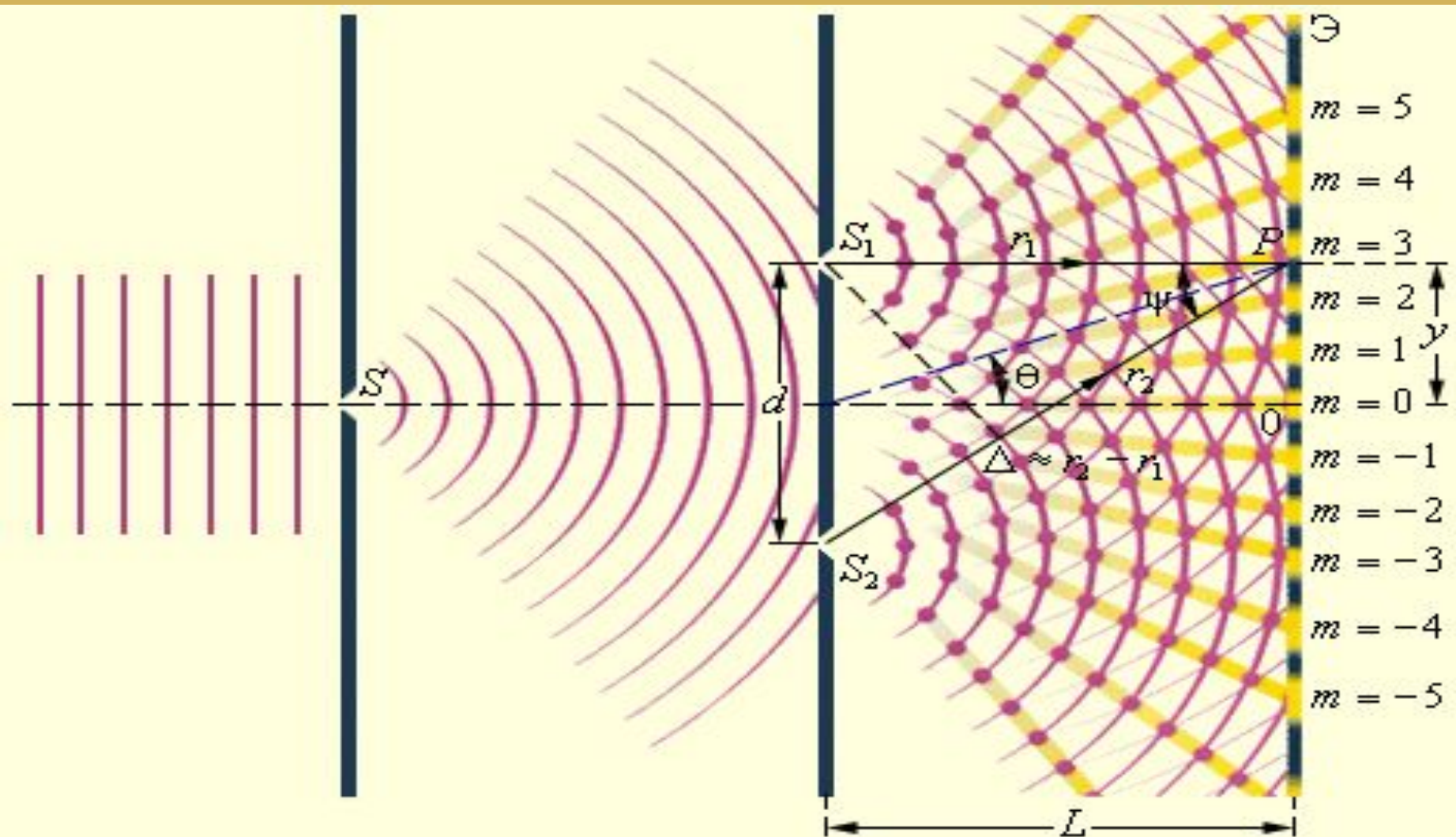
▣ **Томас Юнг – разносторонний учёный, светский человек, врач, гимнаст и музыкант. В 20 лет стал членом королевского научного общества, за доказательство того, что хрусталик человеческого глаза – линза с переменной кривизной.**

# ТОМАС ЮНГ В 1802 Г. ВПЕРВЫЕ ОСУЩЕСТВИЛ ЯВЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ НА УСТАНОВКЕ.



- Свет от точечного монохроматического источника  $S$  падал на два небольших отверстия на экране. Эти отверстия – два когерентных источника света  $S_1$  и  $S_2$ . Волны от них интерферируют в области перекрытия, проходя разные пути:  $r_1$  и  $r_2$ .

**В ОБЛАСТИ ПЕРЕКРЫТИЯ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ  
НАБЛЮДАЛАСЬ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННАЯ КАРТИНА В ВИДЕ  
ЧЕРЕДУЮЩИХСЯ СВЕТЛЫХ И ТЁМНЫХ ПОЛОС. РАССТОЯНИЕ  
МЕЖДУ СВЕТЛЫМИ (ТЁМНЫМИ) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫМИ  
ПОЛОСАМИ НА ЭКРАНЕ СООТВЕТСТВУЮТ УСЛОВИЯМ  
МАКСИМУМА И МИНИМУМА.**





# УСЛОВИЯ МАКСИМУМА И МИНИМУМА:

$$\Delta = (2m) \frac{\lambda}{2}$$

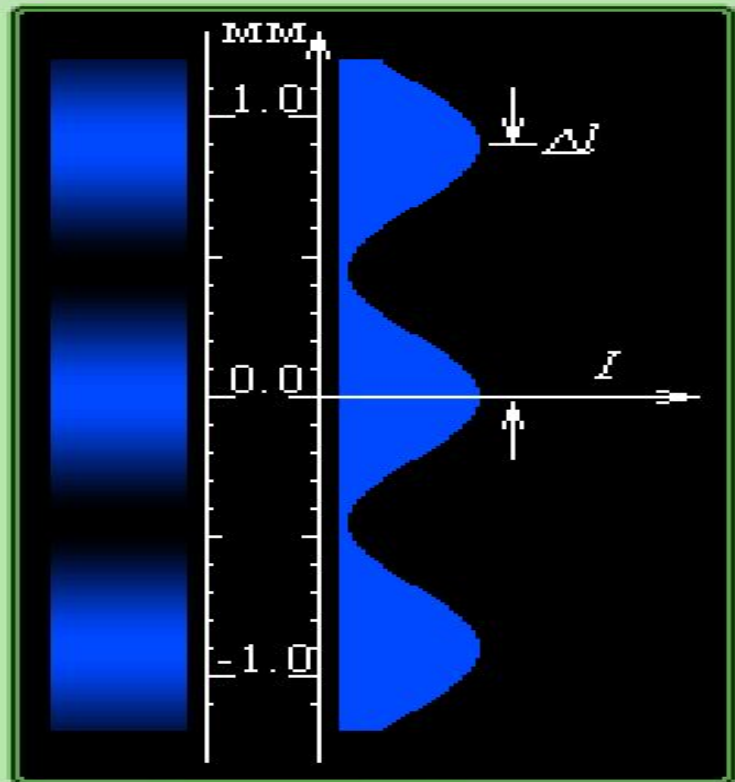
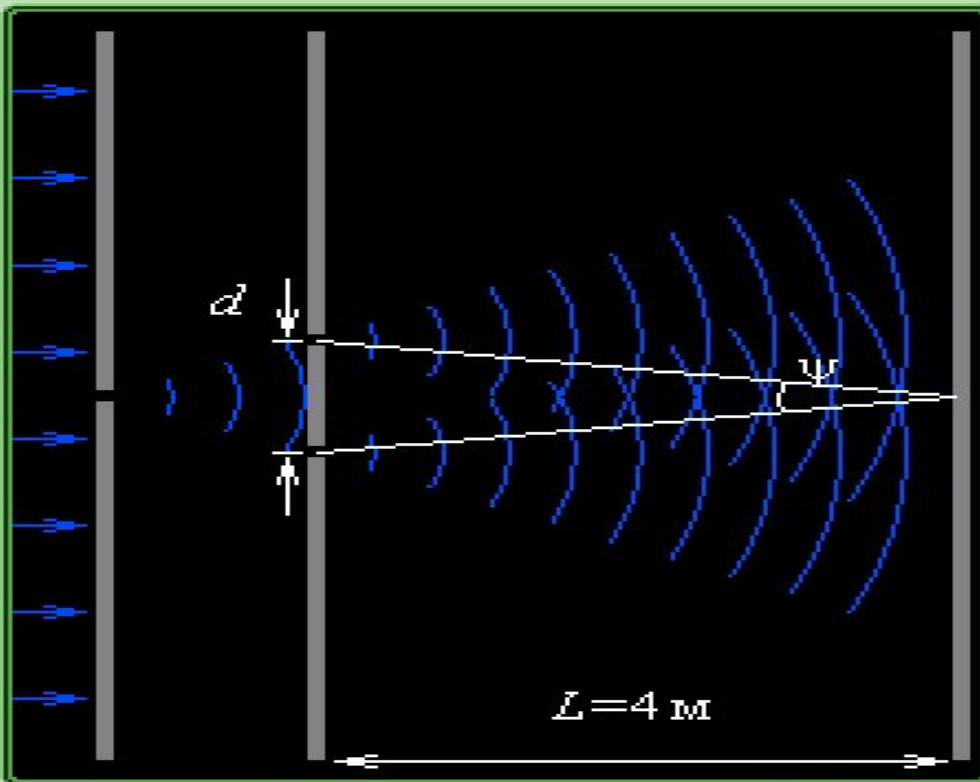
$\Delta$  – разность хода интерферирующих волн  
 $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$   
 $\lambda$  – длина волны интерферирующих волн

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$\Delta$  – разность хода интерферирующих волн  
 $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$   
 $\lambda$  – длина волны интерферирующих волн

•МОДЕЛЬ ОПЫТА ЮНГА ИЛЛЮСТРИРУЕТ ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ПОЛОСЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СПЕКТРА ОТ:

- ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА;
- РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА;
- РАССТОЯНИЯ ОТ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ДО ЭКРАНА.

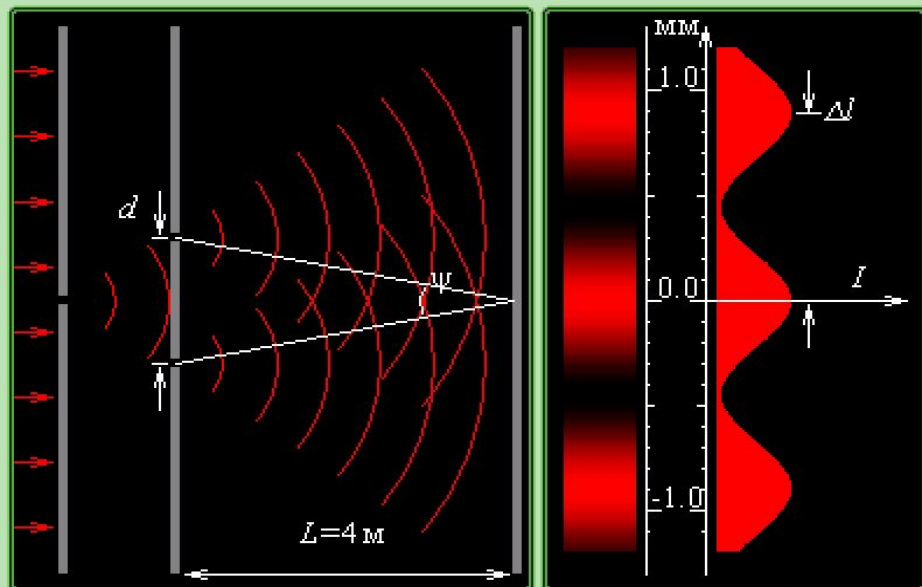


$\lambda =$      нм

$d =$     мм

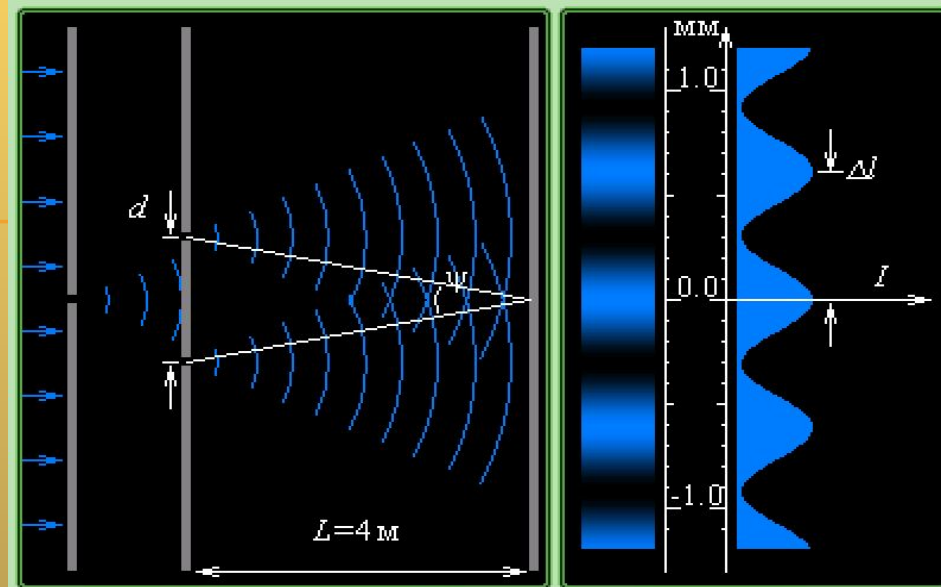
$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 0.9 \text{ мм}$$

$$\psi = \frac{d}{L} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$



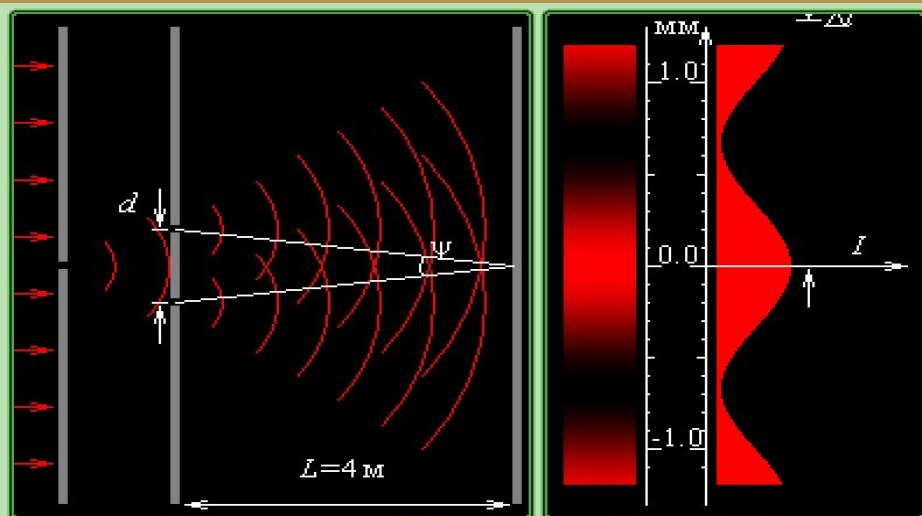
$\lambda = 670$   НМ  $d = 3.0$   ММ

$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 0.89 \text{ ММ} \quad \psi = \frac{d}{L} = 0.75 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$



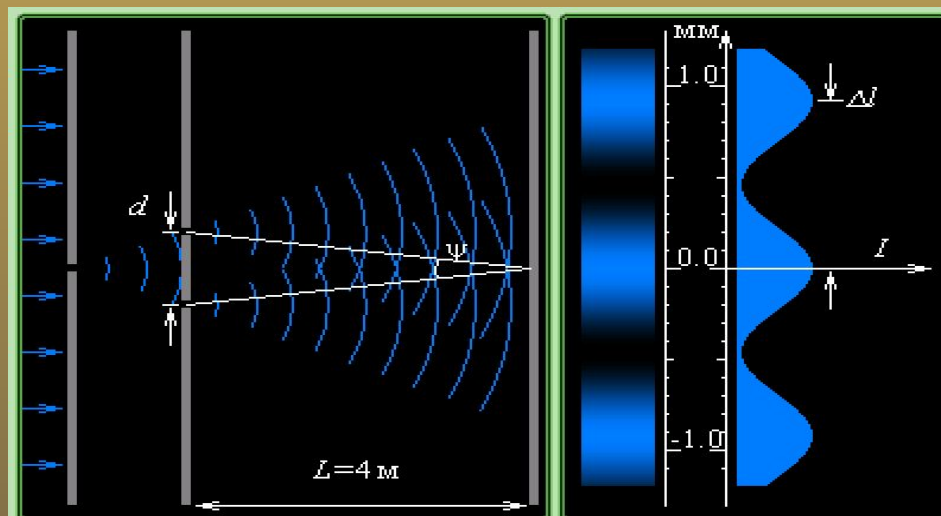
$\lambda = 460$   НМ  $d = 3.0$   ММ

$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 0.61 \text{ ММ} \quad \psi = \frac{d}{L} = 0.75 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$



$\lambda = 670$   НМ  $d = 2.0$   ММ

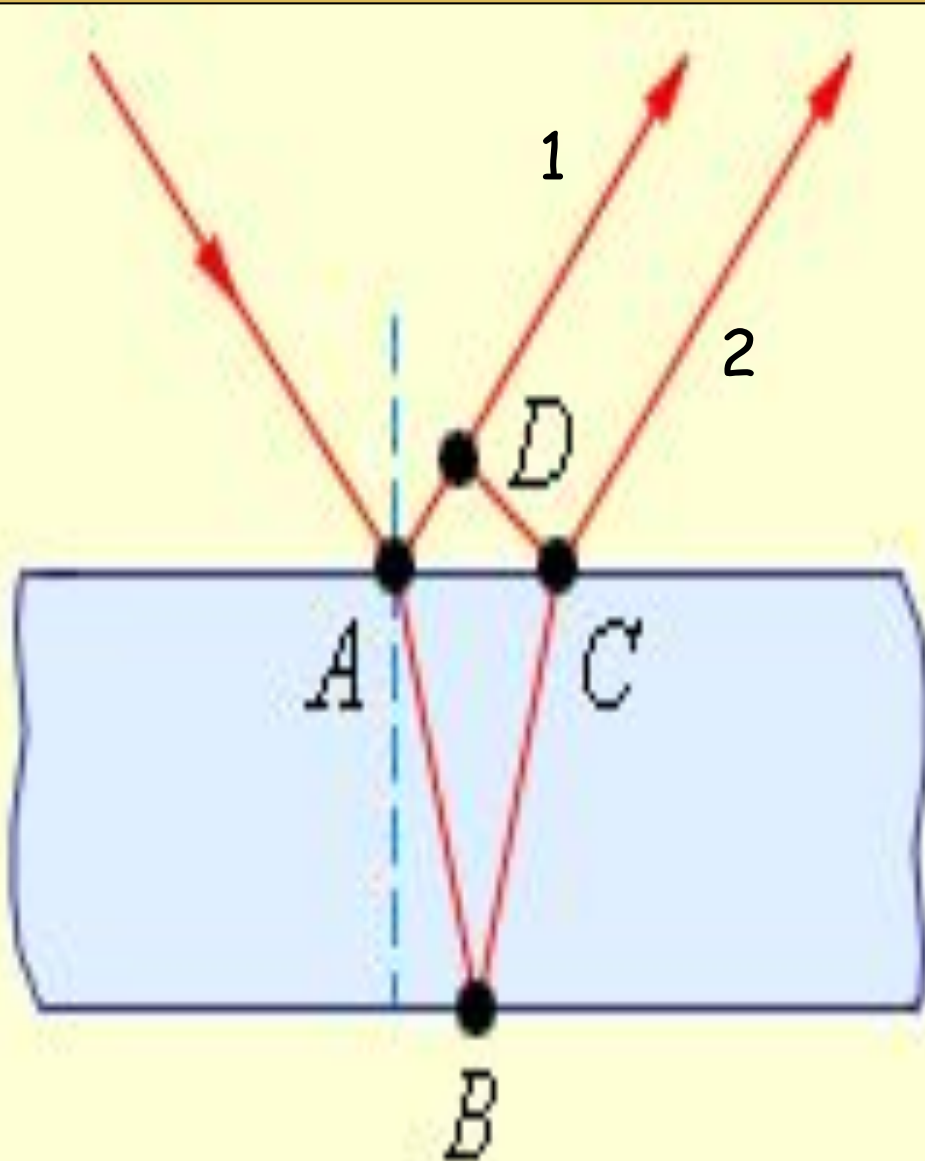
$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 1.34 \text{ ММ} \quad \psi = \frac{d}{L} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$



$\lambda = 460$   НМ  $d = 2.0$   ММ

$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 0.92 \text{ ММ} \quad \psi = \frac{d}{L} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА В ТОНКИХ ПЛЁНКАХ



- Различные цвета тонких плёнок – результат интерференции двух волн, отражающихся от нижней и верхней поверхности плёнки. Усиление света произойдёт в том случае, если преломлённая волна **2** отстанет от отражённой **1** на чётное число длин волн.

- Потеря полуволны  $\lambda/2$  происходит при отражении от верхней поверхности плёнки. Следовательно, оптическая разность хода  $\Delta=2dn\lambda/2$ .
- Тогда условие максимального усиления интерферирующих лучей в отражённом свете следующее:
  - $m\lambda=2dn\lambda/2$ .
- Различные цвета тонких плёнок зависят от:
  - 1) толщины плёнки;
  - 2) вещества, соприкасающегося с плёнкой;
  - 3) угла падения;
  - 4) длины световой волны.
- Если плёнка имеет неодинаковую толщину, то при освещении её белым светом появляются различные цвета. Там, где плёнка тоньше усиливаются лучи с малой длиной волны (синие, фиолетовые), там, где толще – с большей длиной волны (оранжевые, красные).

# КОЛЬЦА НЬЮТОНА

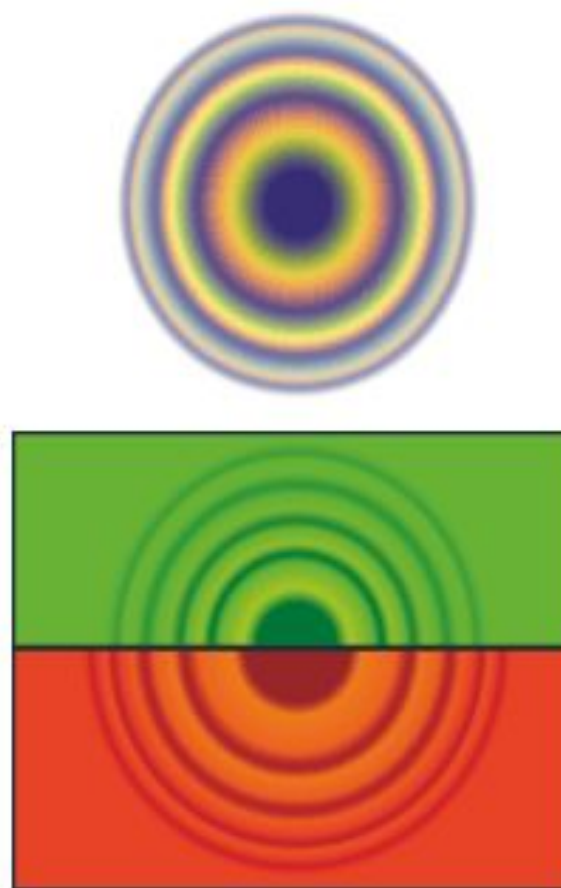
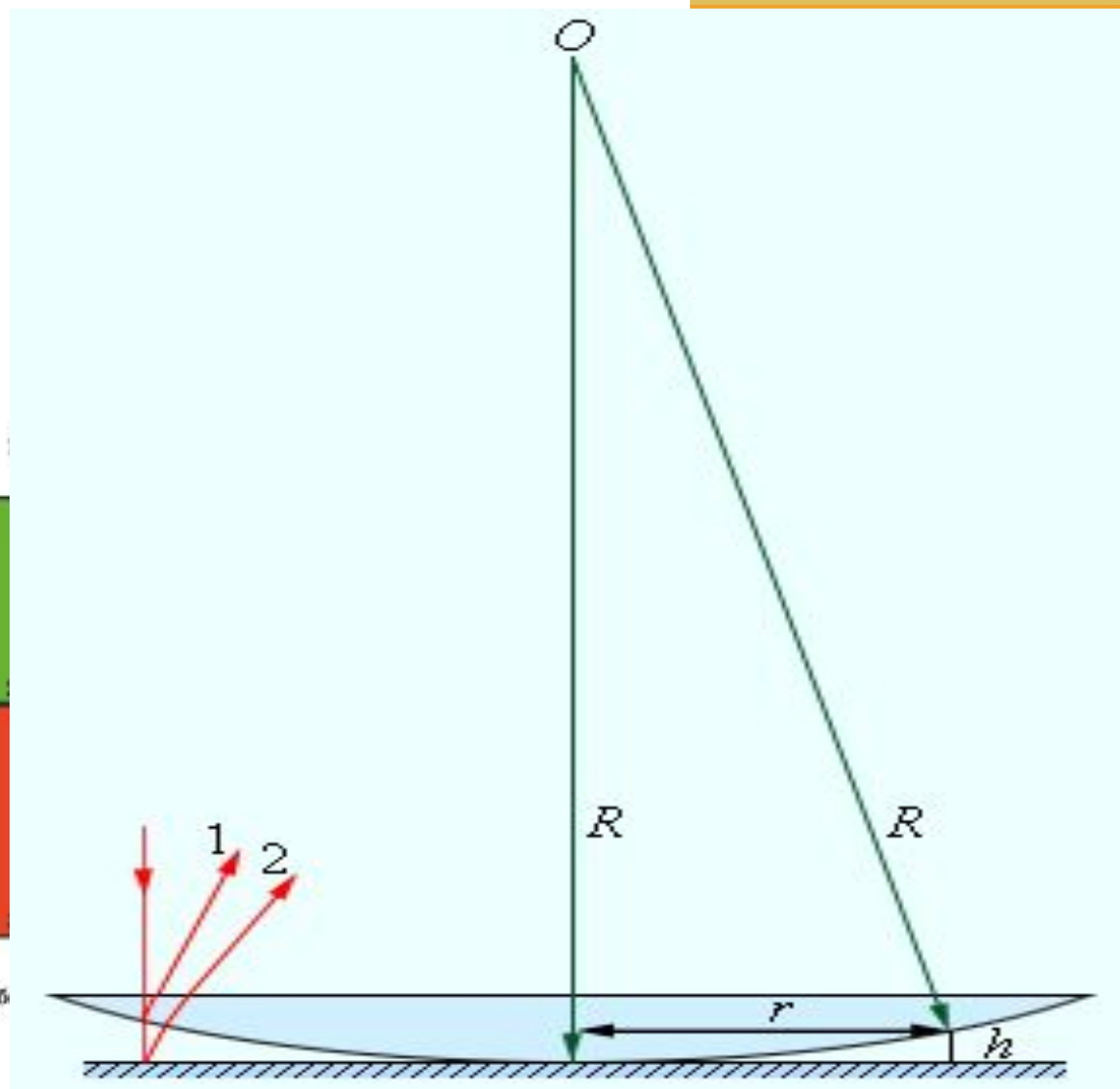
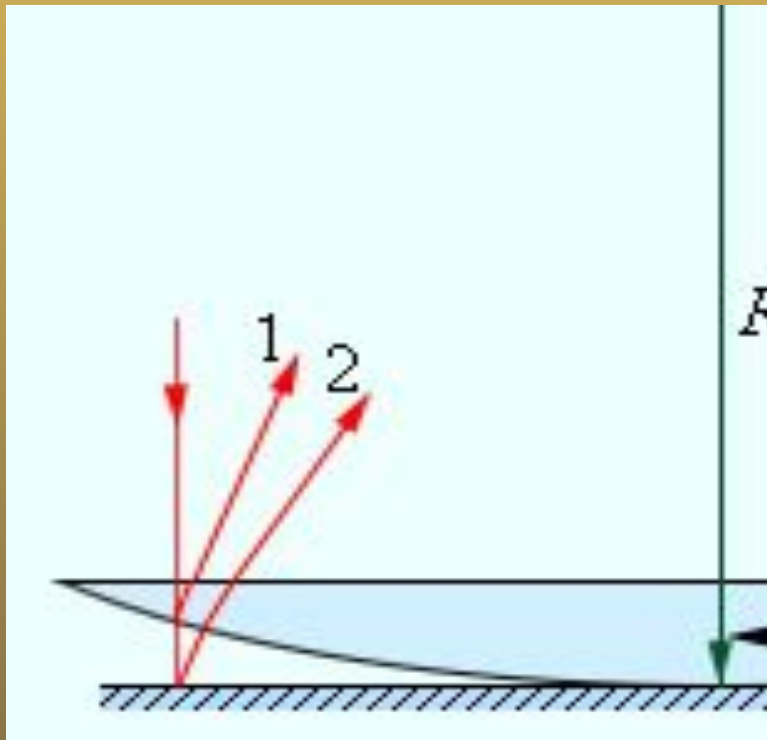


Рис. 1. Кольца Ньютона в отраженном свете: 1 — в б. лоз, 2 — в зеленом, 3 — в красном

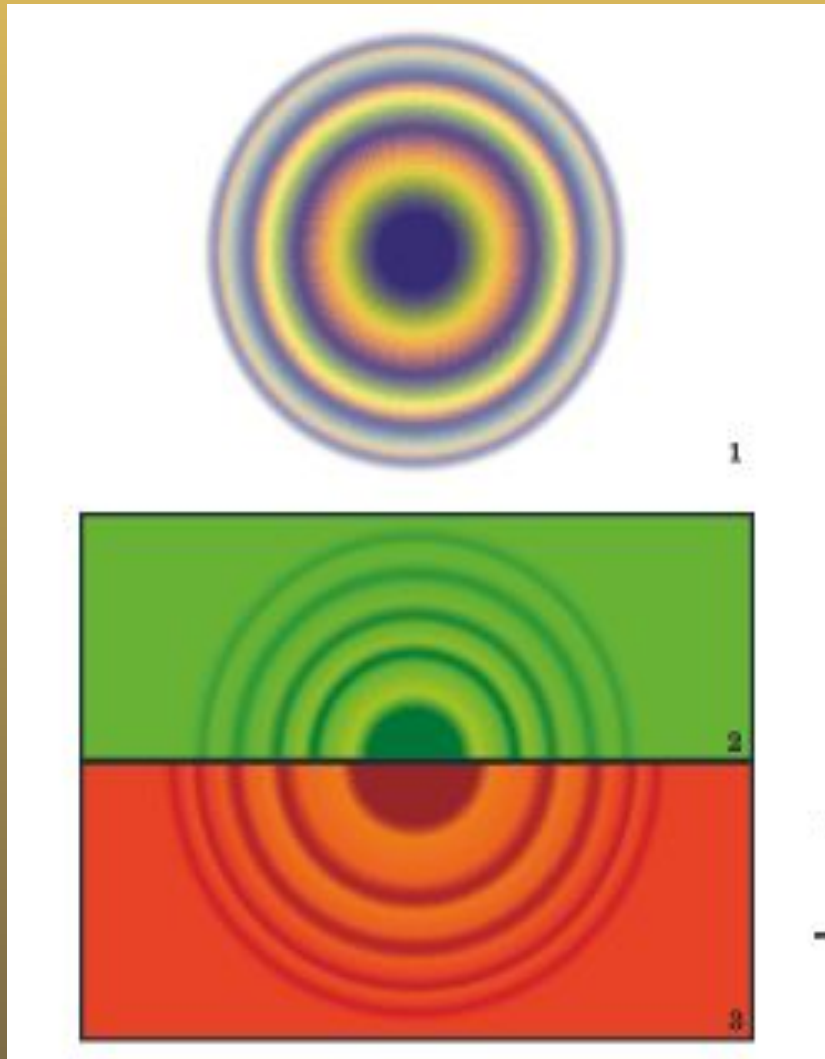


НЬЮТОН НАБЛЮДАЛ КОЛЬЦА, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ В ПРОСЛОЙКЕ ВОЗДУХА МЕЖДУ ПЛОСКОЙ СТЕКЛЯННОЙ ПЛАСТИНОЙ И ПЛОСКО-ВЫПУКЛОЙ ЛИНЗОЙ С БОЛЬШИМ РАДИУСОМ КРИВИЗНЫ, НО ОБЪЯСНИТЬ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕ МОГ, УДАЛОСЬ ЭТО Т.ЮНГУ.



- Кольца Ньютона возникают при интерференции света, отраженного верхней и нижней границами воздушного зазора.
- Волна **1** – результат отражения её от выпуклой поверхности линзы на границе стекло-воздух.
- Волна **2** – отражение от плоской пластины на границе воздух-стекло.
- Волны когерентны: они имеют одинаковую длину и постоянную разность фаз, которая возникает из-за того, что волна **2** проходит больший путь, чем волна **1**.

В ТОЧКЕ СОПРИКОСНОВЕНИЯ СТЁКОЛ НАБЛЮДАЕТСЯ ТЁМНОЕ ПЯТНО, ТАК КАК РАЗНОСТЬ ХОДА В ЭТОЙ ТОЧКЕ РАВНА НУЛЮ, В СООТВЕТСТВИИ С УСЛОВИЕМ МАКСИМУМА, ЗДЕСЬ ДОЛЖЕН БЫТЬ МАХ (СВЕТЛОЕ ПЯТНО), **НО** ПРИ ОТРАЖЕНИИ СВЕТА ОТ СРЕДЫ С БОЛЬШИМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЕГО ФАЗА ИЗМЕНЯЕТСЯ НА ПРОТИВОПОЛОЖНУЮ(180°).



- Волна **1** не изменяет своей фазы, а волна **2** при отражении от пластины возвращается в противофазе. Поэтому лучи гасят друг друга и наблюдается тёмное пятно.
- Тёмные кольца возникают при выполнении условия **MAX**: разность хода равна целому числу длин волн.
- Светлые кольца возникают там, где **MIN**: разность хода равна



---

**□ Если свет, освещающий установку, белый, то будут наблюдаться цветные кольца. По расположению колец для разных цветов можно подсчитать длину волны соответствующих цветных лучей. Юнг проделал этот расчет и определил длину волны для разных участков спектра. Интересно, что при этом он использовал данные Ньютона, которые были достаточно точными.**



□ Начиная с XIX века взгляды ученых-оптиков постепенно склоняются в пользу волновой теории света. Уже известные кольца Ньютона, цвета тонких пленок и ряд эффектов, говорящих о неаддитивности освещенности от нескольких источников, весьма смутно объяснялись корпускулярной теорией. В первую очередь благодаря работам Томаса Юнга появляется теория интерференции как явления перераспределения световой энергии в пространстве. Ставший классическим интерференционный опыт Юнга