



Тема урока:

---



# Интерференция. Интерференция света

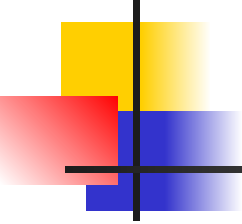


# Принцип суперпозиции

- Точка, в которой «встретились» две волны, участвует в двух колебаниях.
- Результирующее смещение точки от положения равновесия равно сумме смещений, вызываемых каждой волной в отдельности

# Что получится в результате сложения волн?





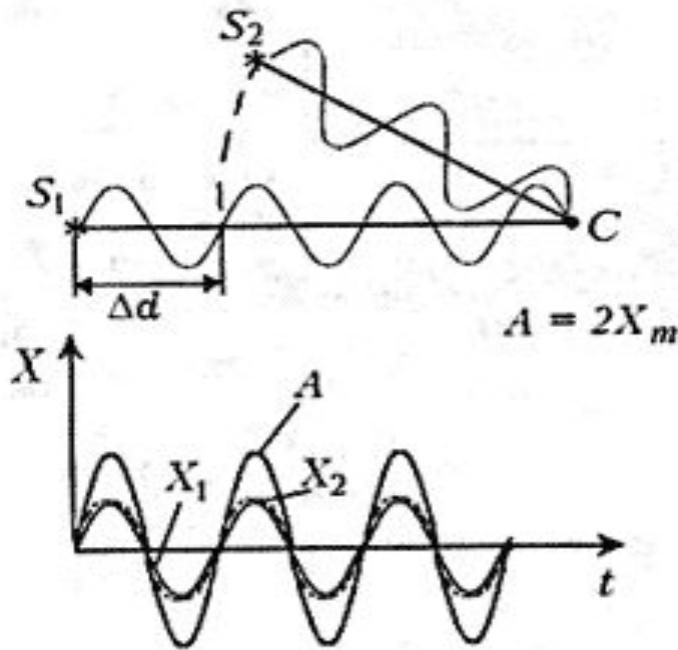
**Что получится  
в результате сложения волн  
одинаковой амплитуды?**

---

**Результат сложения  
зависит от разности фаз  
складывающихся  
колебаний**

(т.е. от того, в какой фазе приходит  
каждая волна в точку сложения)


# Условие максимума



- Разность хода волн равна целому числу длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$



# Что получится в результате сложения волн?

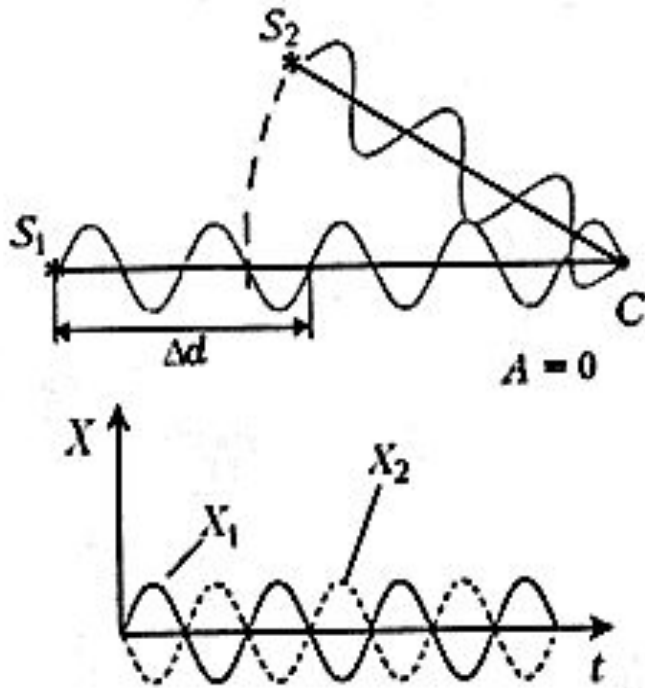
**При этом амплитуда результирующего колебания максимальна – волны «усилили» друг друга**

- Разность хода волн равна целому числу длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Условие минимума



- Разность хода волн равна целому числу длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Что получится в результате сложения волн одинаковой амплитуды?

## Условие минимума:

Разность хода равна нечетному числу длин полуволн

$$\Delta d = (2m + 1) \lambda / 2$$

При этом амплитуда результирующего колебания равна 0.

Волны «погасили» друг друга





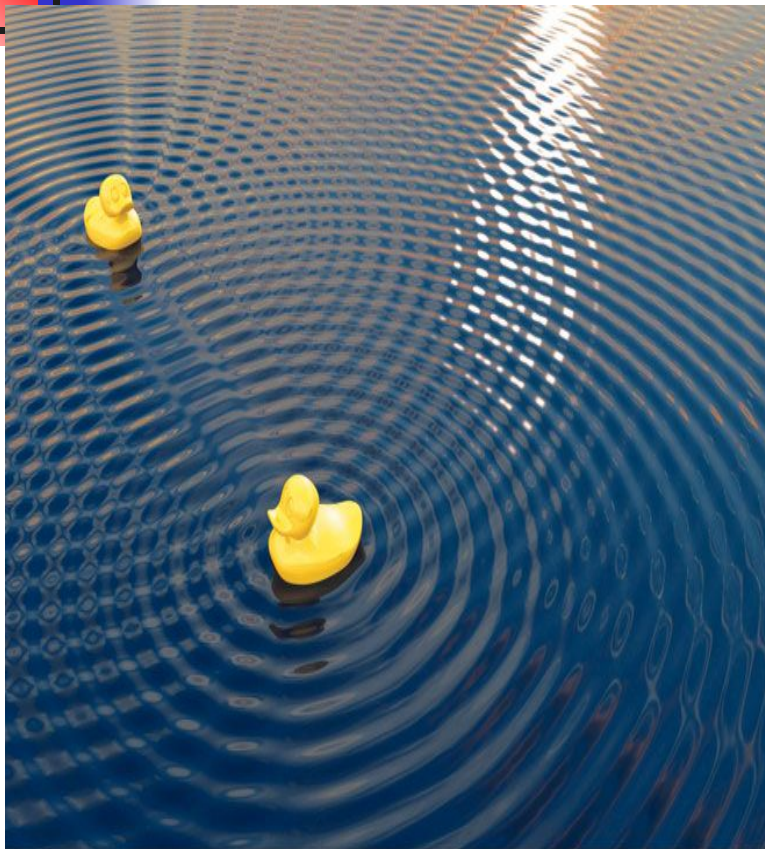
# Как называется это явление?

---

**Интерференцией** называется сложение волн, при котором происходит устойчивое во времени перераспределение амплитуд в результирующем колебании в различных точках пространства

Интерференция – общее свойство волн любой природы

# Интерференционная картина волн на поверхности воды



- Устойчивая во времени картина перераспределения амплитуд колебаний называется *интерференционной*

# Результаты сложения световых пучков

Почему при наложении 2-х световых пучков

интенсивность света на экране подчиняется разным **законам**:

- если экран освещается двумя лампочками (независимые источники света), то освещенность в любой точке равна ..... (рис.1);
- если накладываются пучки света исходящие из одного и того источника света, то интенсивность света.... (рис.2)

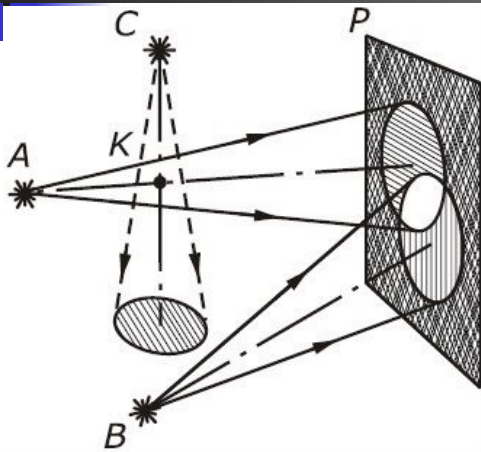


Рис.1

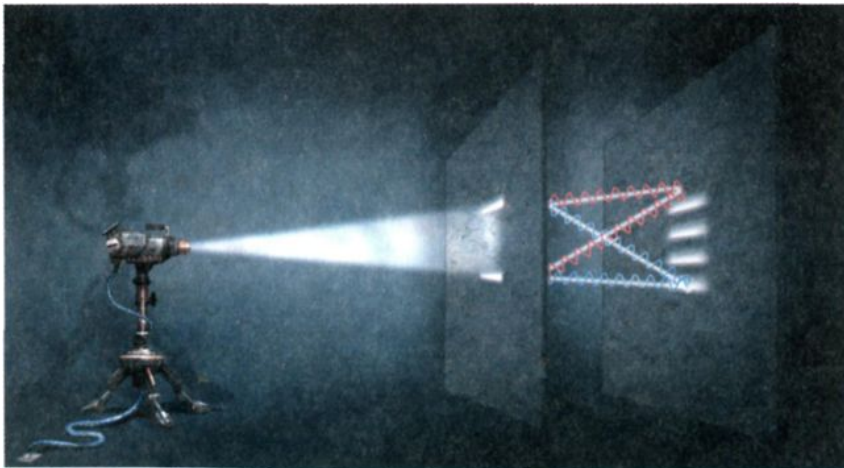
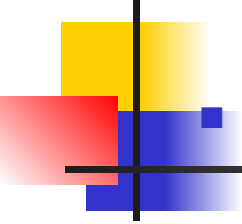


Рис.2

# Законы сложения световых пучков

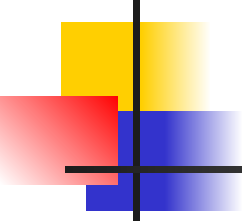


если экран освещается двумя лампочками (независимые источники света), то освещенность в любой точке равна сумме освещенностей, создаваемых каждой лампочкой отдельно (рис.1);

- если накладываются пучки света исходящие из одного и того источника света, то интенсивность света периодически меняется от точки к точке, образуя систему темных и светлых полос (рис.2)

# Примеры интерференционных картин для света





# Условия получения четкой интерференционной картины:

---

Волны должны иметь  
**одинаковую** частоту,  
поляризацию и постоянную  
разность фаз.

Такие волны называются  
**когерентными.**

# Механизм наблюдения интерференции света от некогерентных источников

- 1) разделить излучение на два или несколько пучков;
2. **■** Разность хода волн равна целому числу длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

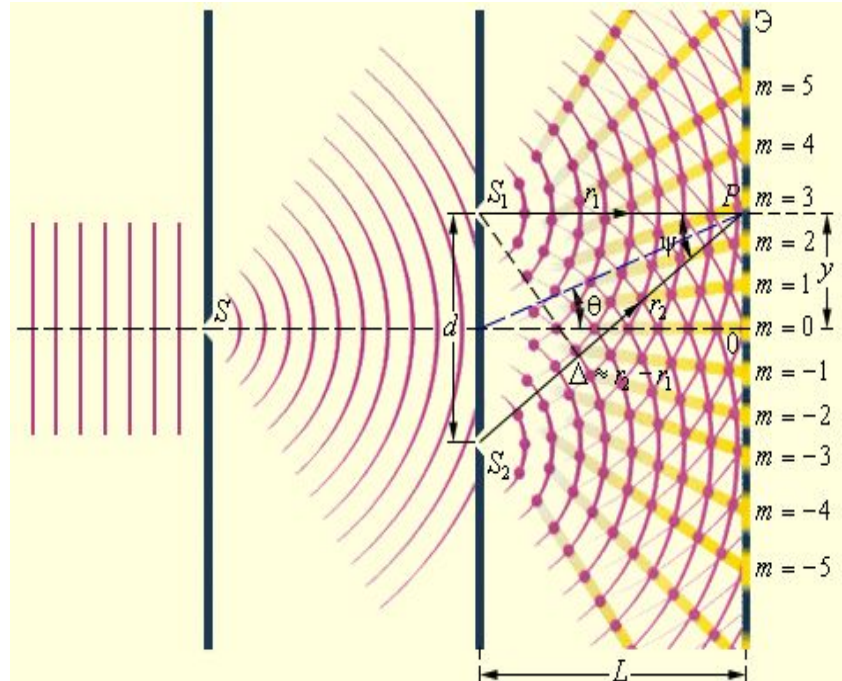
$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Интерференция света: опыт Томаса Юнга



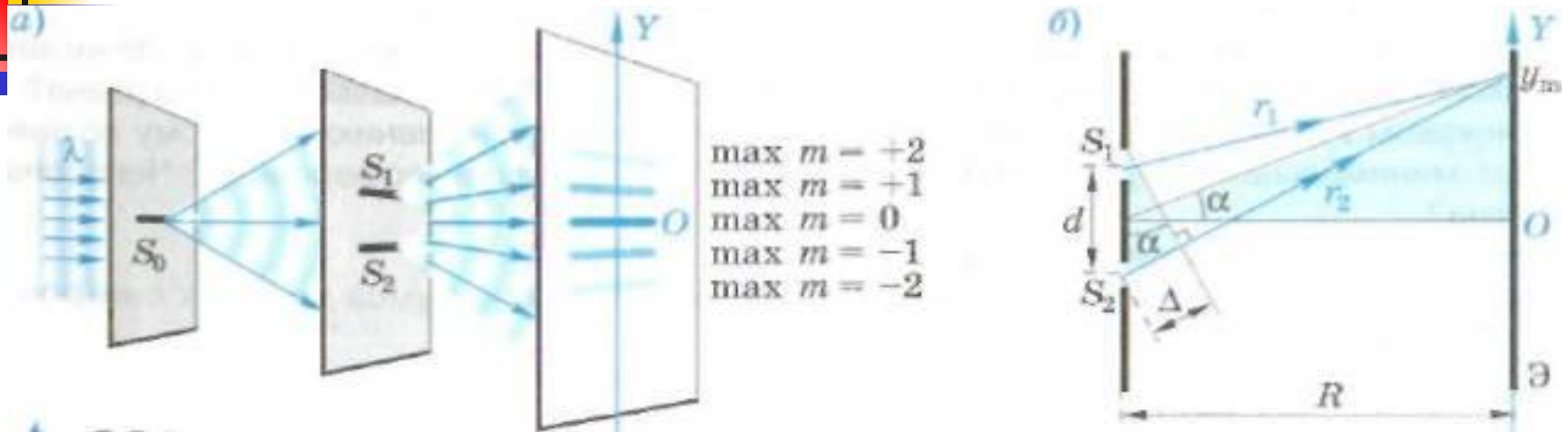
Томас Юнг (1773-1829) –  
английский физик, врач и  
астроном

«Если это может кто-то,  
то это смогу и я»





# Графическая модель опыта Юнга

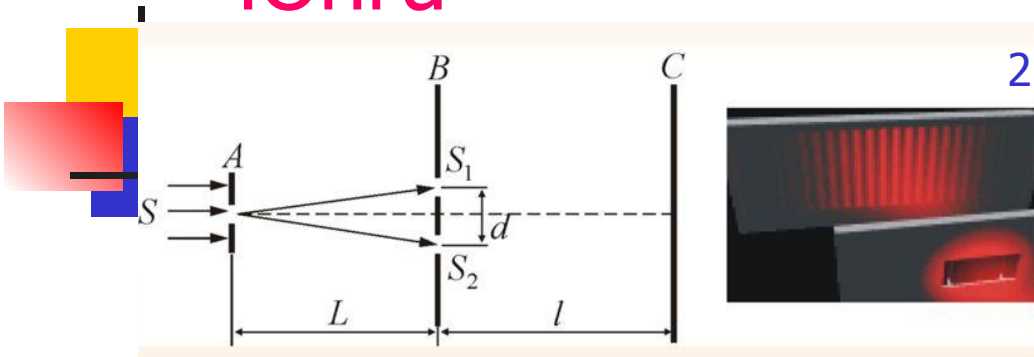


- Разность хода волн равна целому числу длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Интерференция света: опыт Томаса Юнга



1. Опишите картину, получаемую на экране  $C$ , если одна из щелей на экране  $B$  закрыта красным светофильтром, а другая – синим. Падающий на экран  $A$  свет белый

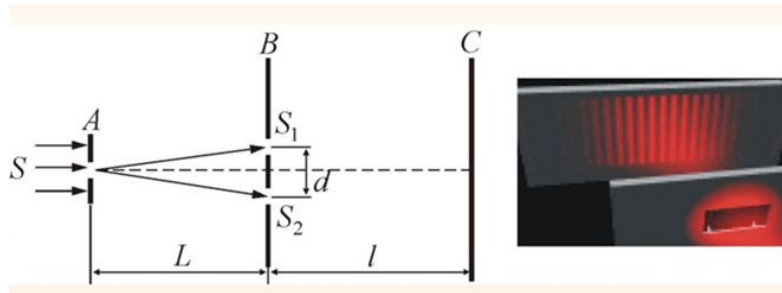
2. Какая интерференционная картина будет наблюдаться на экране  $C$ , если на экран  $A$  падает белый свет?
3. Опишите картину, получаемую на экране  $C$ , если постепенно расширять щель на экран  $A$ ? Если систему погрузить в воду?

## Ответы к задачам по интерференции света (опыт Юнга)

■ Разность хода волн  
равна целому числу  
длин волн

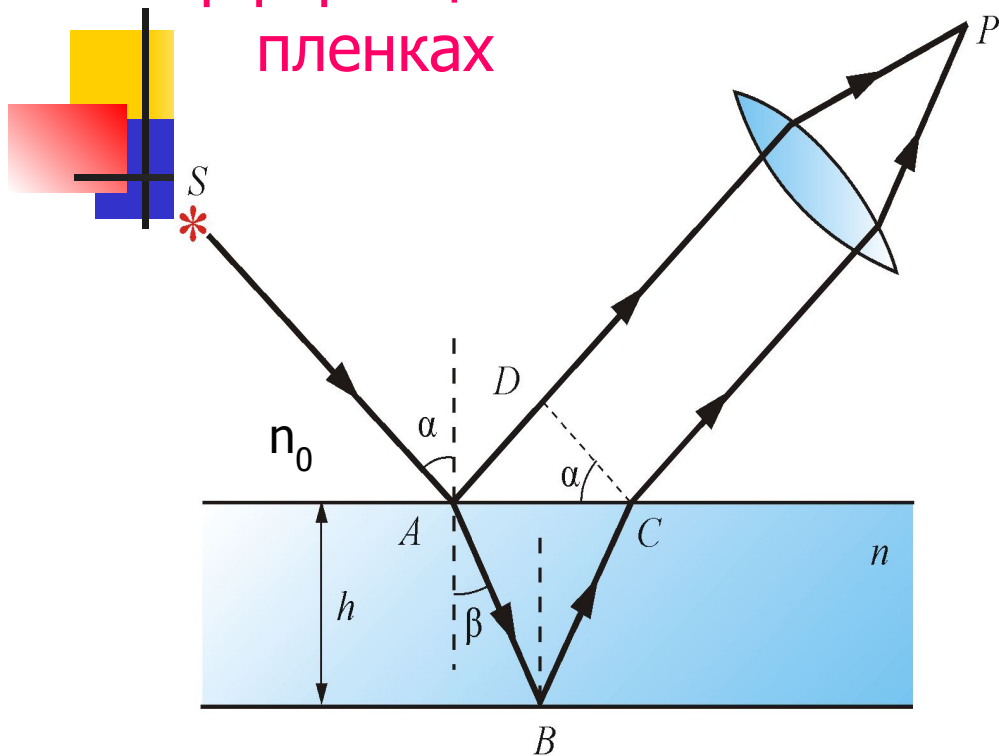
$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$



1. Интерференционная картина не наблюдается
2. В середине – белая полоса, справа и слева – интерференционные спектры
3. Интерференционная картина размывается; ширина полос уменьшается в 1,33 раза

# Графическая модель интерференции света в тонких пленках



$$\Delta = n(AB + BC) - AD \pm \frac{\lambda}{2} =$$

$$2 \cdot d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

## Основные законы:

- max :  $\Delta = m \cdot \lambda,$

---


$$m = 0, 1, 2, \dots;$$

- min :  $\Delta = (2 \cdot m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2},$

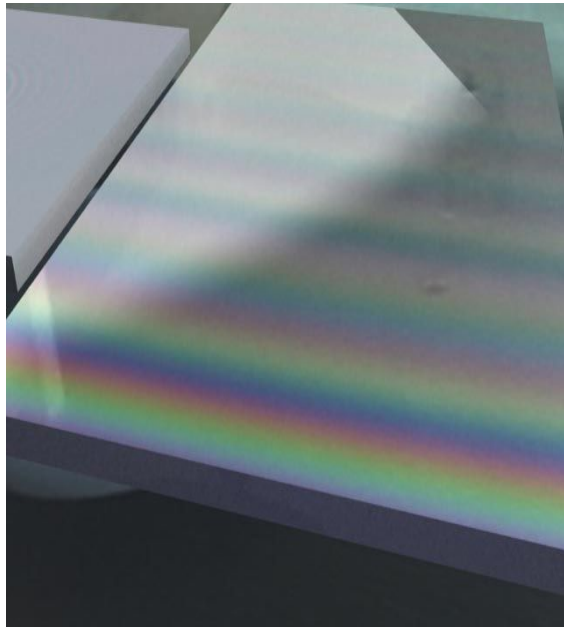
$$m = 0, 1, 2, \dots;$$

- $\left(-\frac{\lambda}{2}\right),$

$n_0 = 1$ , отражение

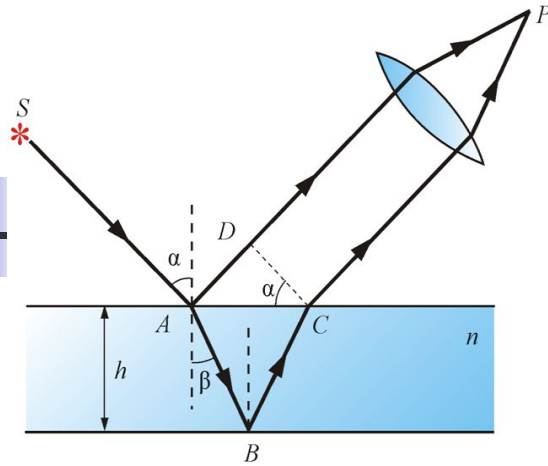
от  $\left[AC\right]$

# Интерференция в тонких пленках



1. Чему равна разность хода лучей в отраженном свете, если лучи падают нормально поверхности пластинки?
2. При освещении тонкой пленки (ТП) параллельными белыми лучами наблюдается радужная окраска пленки. Чем это можно объяснить?
3. При освещении ТП монохроматическим светом в одних местах видны светлые пятна, а в других – темные. Чем это можно объяснить?
4. Имеются две ТП из одинакового прозрачного материала. При освещении этих ТП белым светом, падающим нормально к их поверхности, одна из них кажется красной, другая – синей. Можно ли сказать, какая из пленок толще?

## Ответы к задачам по интерференции света в тонких пленках



### Основные законы:

- max:  $\Delta = m \cdot \lambda$ ,

$$m = 0, 1, 2, \dots;$$

- min:  $\Delta = (2 \cdot m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ,

$$m = 0, 1, 2, \dots;$$

- $\left(-\frac{\lambda}{2}\right)$ ,

$n_0 = 1$ , отражение

от [AC]

- ■ Разность хода волн  
равна целому числу  
длин волн

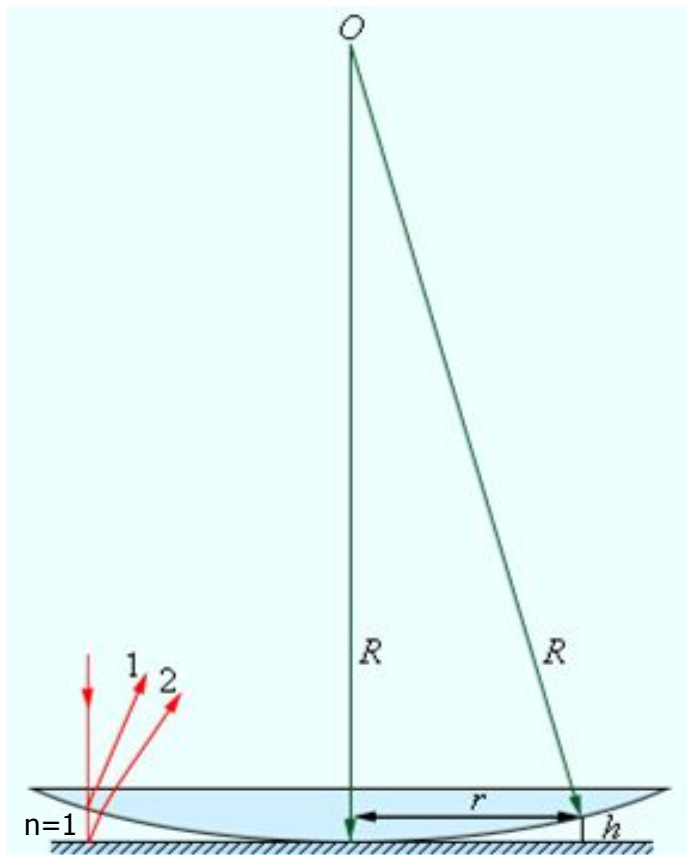
$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Графическая модель

наблюдения колец Ньютона  
(ГМНКН) в отраженном свете

Основные законы и  
закономерности:

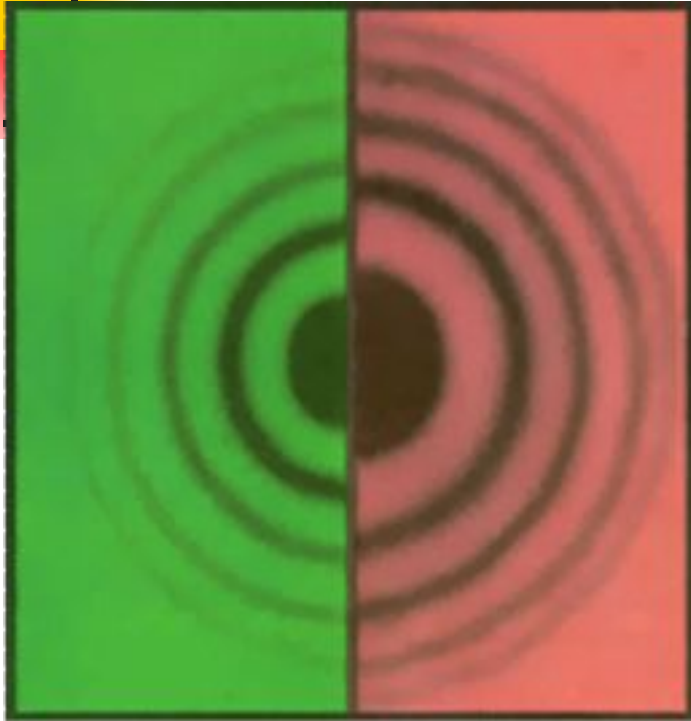


равна целому числу  
длин волн

$$d_2 - d_1 = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

# Наблюдение колец Ньютона в монохроматическом отраженном свете



6. Определите, что будет наблюдаться в центре интерференционной картины в проходящих лучах?

## Вопросы:

1. Что такое «кольца Ньютона»?
2. Каково условие образования темного (светлого) кольца Ньютона?
3. Объясните когерентность лучей при наблюдении колец Ньютона.
4. Укажите значение символов на ГМНКН.
5. Как зависит радиус колец Ньютона от длины волны падающего света и радиуса кривизны выпуклой линзы?

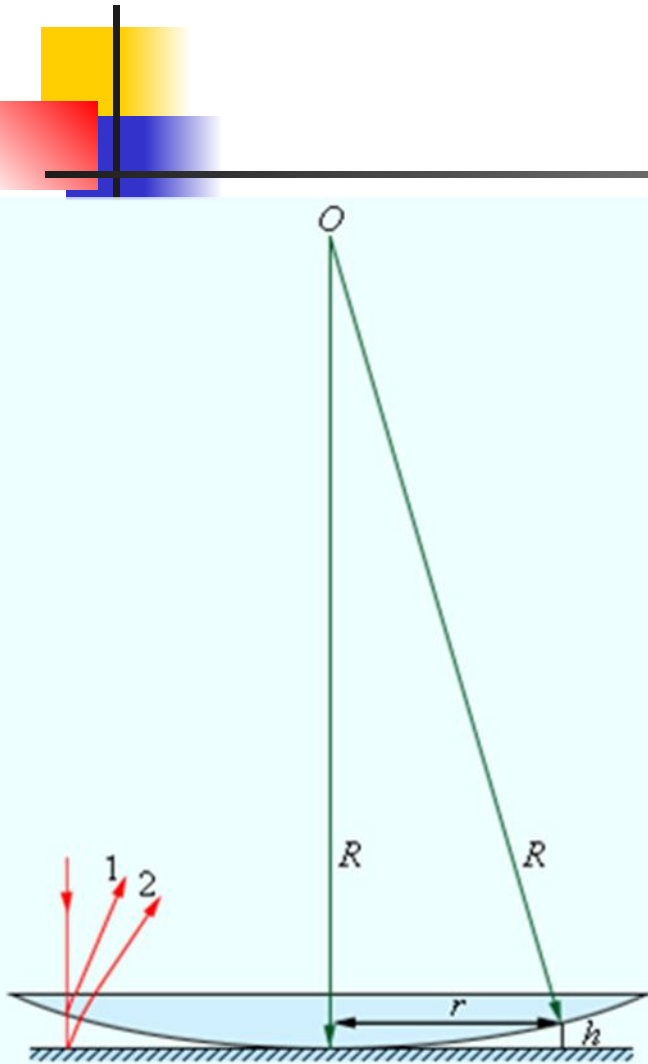


# Ответы на вопросы по наблюдению колец Ньютона

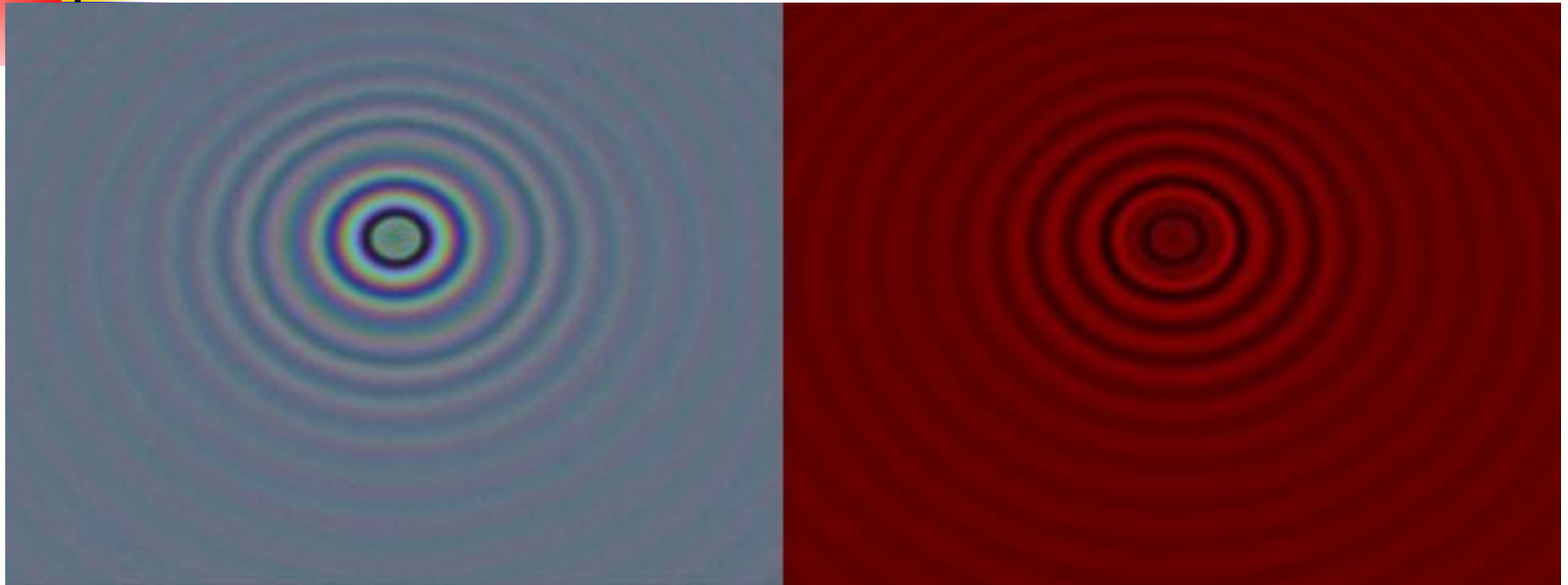
1. Кольца Ньютона –  
кольцеобразные  
интерференционные  $\max$  и  $\min$ ,  
расположенные concentric  
вокруг точки соприкосновения  
плоскости и сферы

3. При прохождении света через  
тонкую пленку луч отражается  
дважды: от внутренней и  
наружной поверхности пленки  
(лучи когерентны)

6. Светлое пятно

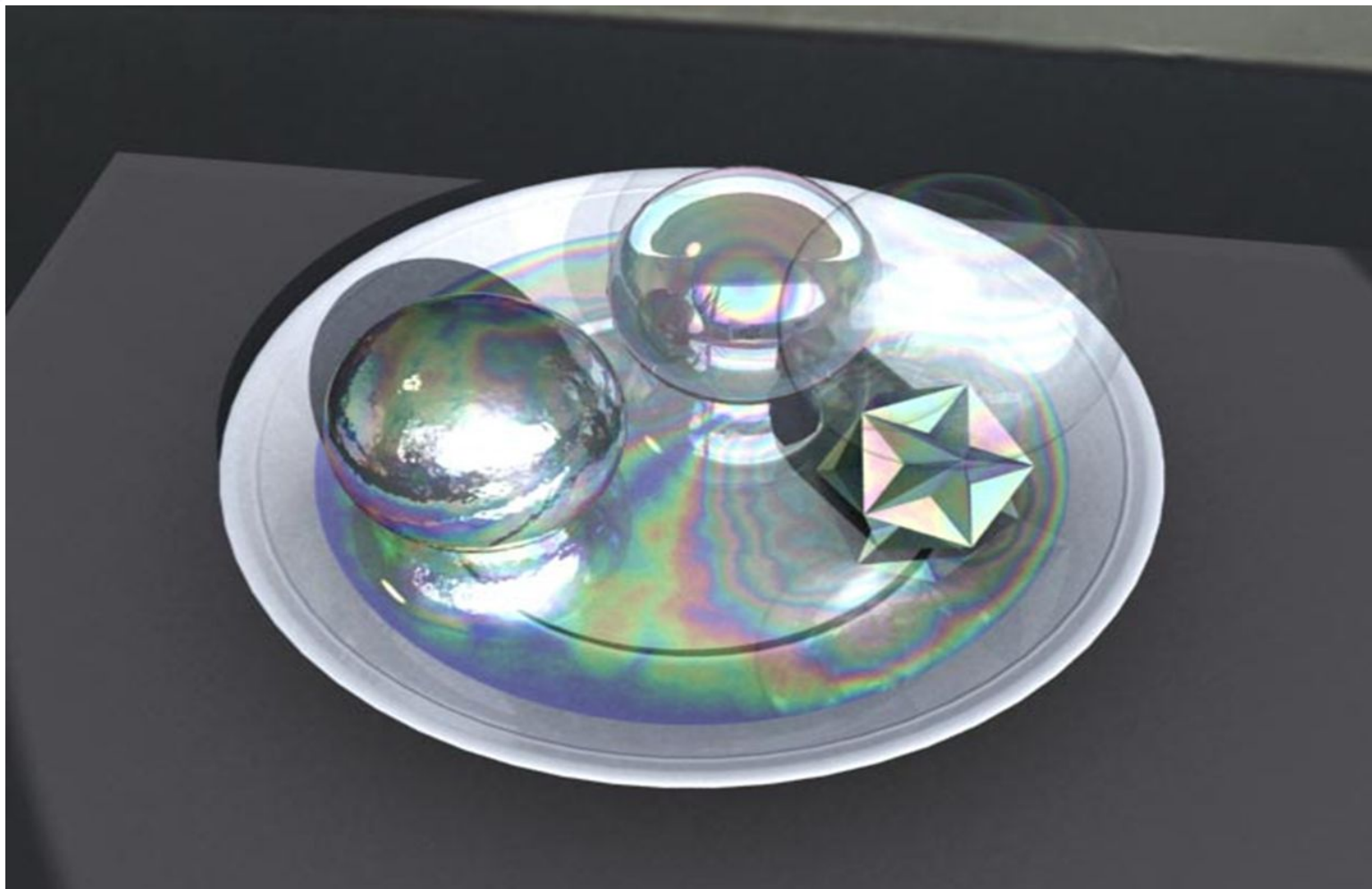


# Наблюдение колец Ньютона



В каком свете (проходящем или отраженном) проходит наблюдение колец Ньютона? Почему?

# Интерференция в тонких пленках



# Интерференция света в природе



**Радужная окраска  
крыльев и глаз  
насекомых**



# Интерференция света ВОКРУГ НАС



# Некоторые применения интерференции света



«Просветление оптики» - уменьшение отражения света от поверхности линзы в результате нанесения на нее специальной пленки. Фиолетовый или сиреневый оттенок просветленных объективов.





# Домашнее задание:

---

1. Выучить условия возникновения интерференционных максимумов и минимумов для опыта Юнга, тонких пленок, наблюдения колец Ньютона;
2. Подготовить отчет по результатам наблюдений интерференции волн различной природы – волны на поверхности воды, звуковые и электромагнитные, используя материалы сайтов:
  - [https://www.youtube.com/watch?v=9k\\_xmKOUuiw](https://www.youtube.com/watch?v=9k_xmKOUuiw)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=1ia91cdbhQk>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=S9OnhbTA3m0>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=EpfRhYfnTXw>