

# *Интерференция света*



*Всё известно вокруг, тем не менее  
На Земле ещё много того,  
Что достойно, поверь, удивления  
И твоего, и моего. (автор неизвестен)*

# Интерференция света



«Мыльный пузырь, витая в воздухе... зажигается всеми оттенками цветов, присущими окружающим предметам. Мыльный пузырь, пожалуй, самое изысканное чудо природы».

Марк Твен

# Блиц – опрос

1. Какое явление называется интерференцией волн?

*Интерференция – явление наложения когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуды результирующих колебаний в различных точках пространства.*

2. Какие волны называются когерентными?

*Волны с одинаковой частотой и постоянной разностью фаз называются когерентными.*

3. В каких точках пространства наблюдаются интерференционные максимумы?

*Интерференционные максимумы наблюдаются в точках пространства, для которых геометрическая разность хода интерферирующих волн равна целому числу длин волн.*

$$\Delta d = 2 \cdot k \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z$$

## Блиц – опрос

4. В каких точках пространства наблюдаются интерференционные минимумы?

*Интерференционные минимумы наблюдаются в точках пространства, для которых геометрическая разность хода интерферирующих волн равна нечетному числу полуволн.*

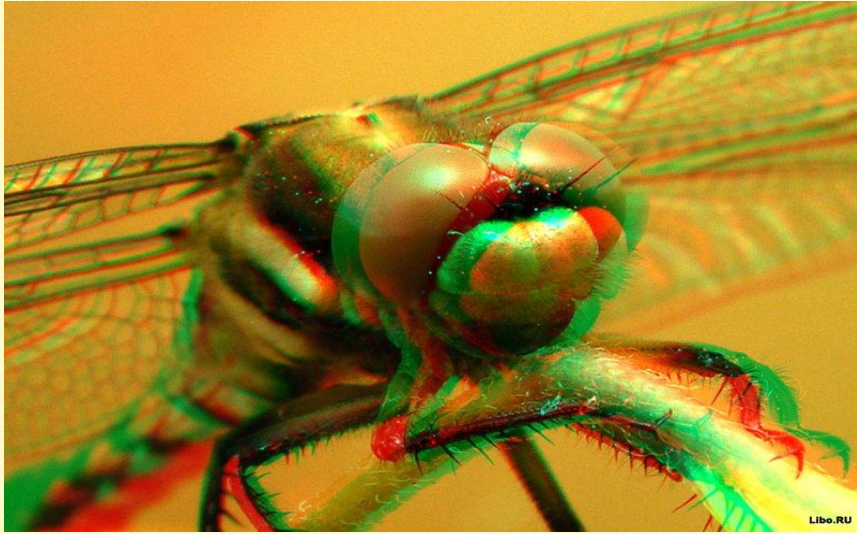
$$\Delta l = (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z$$

5. Куда исчезает энергия двух волн в местах интерференционных минимумов?

*В местах интерференционных максимумов энергия результирующих колебаний превышает сумму энергий интерферирующих волн ровно на столько, на сколько уменьшилась энергия в местах интерференционных минимумов.*



# Интерференция света в природе



**Радужная окраска  
крыльев и глаз  
насекомых**





# Интерференция света в природе

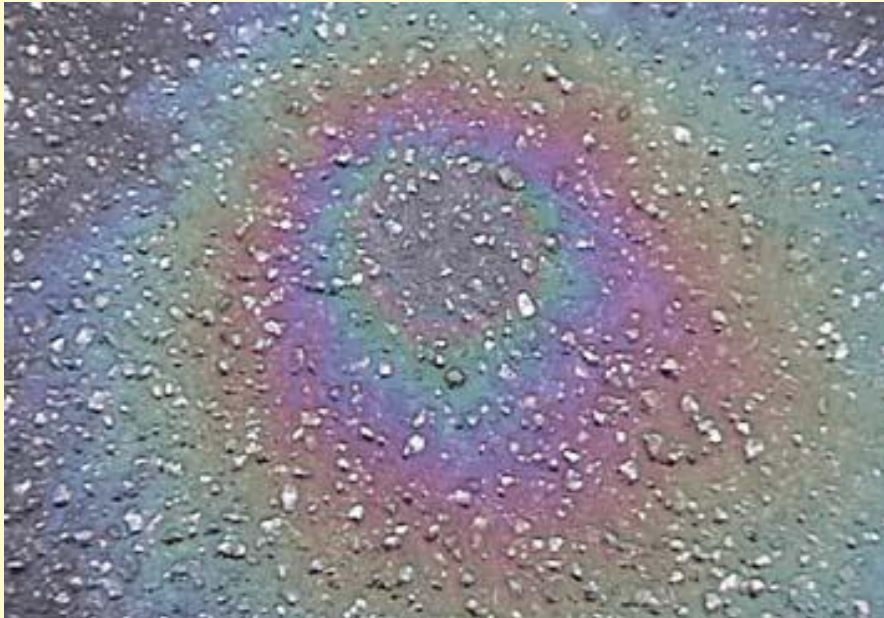


## Перламутр раковин



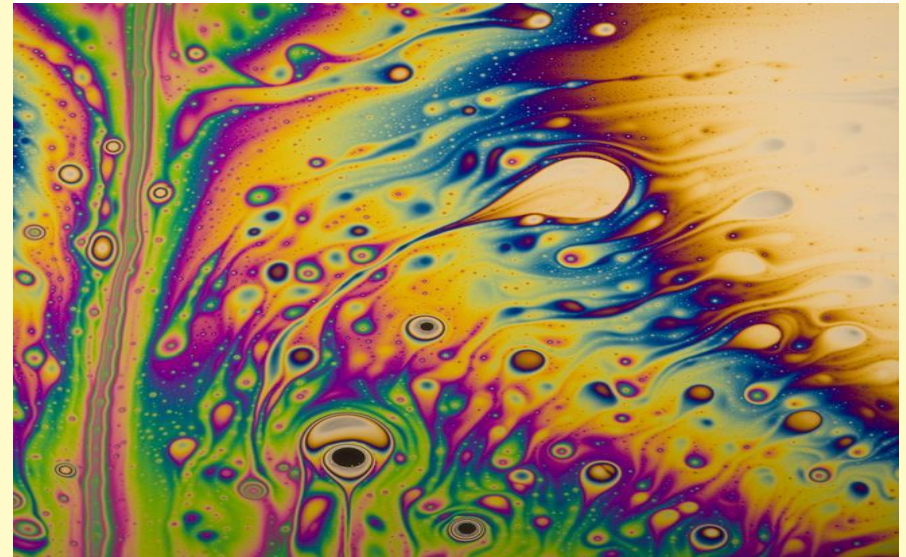


# Интерференция света в быту и технике



Артём Селегин | birdwatcher.ru

**Окраска нефтяных,  
масляных,  
мыльных пленок**





# Интерференция света в быту и технике



**«игра» света в  
пленках  
голографических  
этикеток торговых  
фирм**





# Цвета побежалости в технике



**Цвета побежалости при термообработке стали**



**Цвета побежалости на разогретом лезвии бритвы**

**цвета побежалости** — радужные цвета, образующиеся на гладкой поверхности металла или минерала в результате формирования тонкой прозрачной поверхностной оксидной плёнки и интерференции света в ней. Цвета побежалости обычно наблюдаются при нагревании сплавов железа, например, углеродистой стали.

# Цвета побежалости в природе

Цвета побежалости на кристалле висмута



Цвета побежалости минерала Борнит

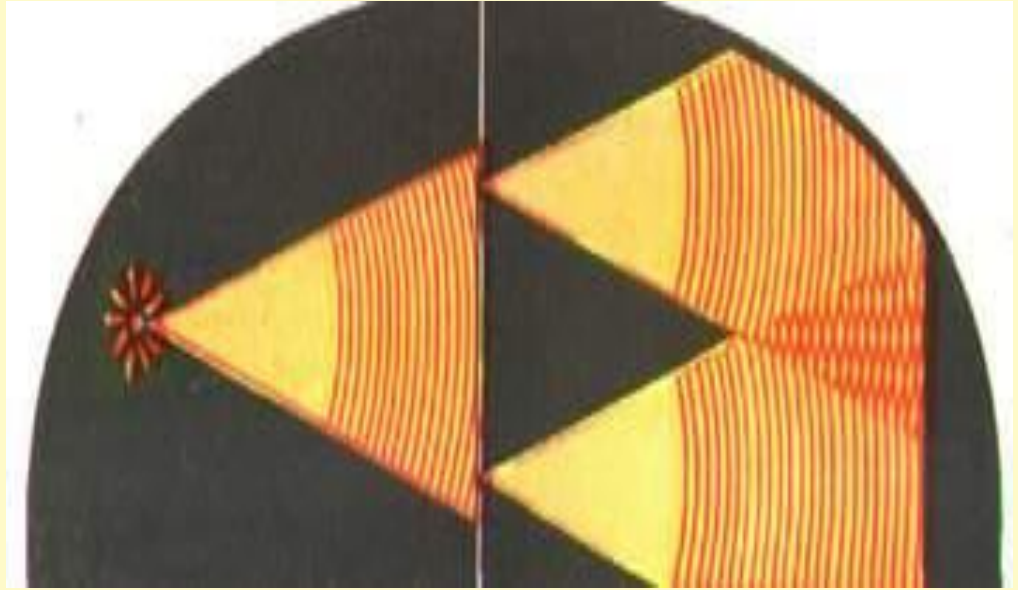
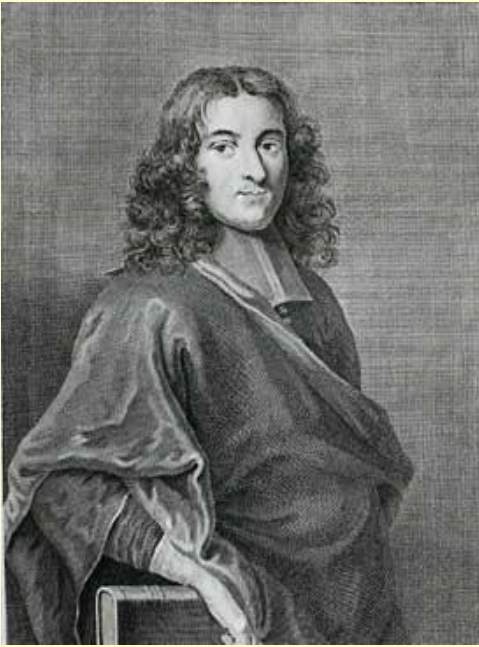


Цвета побежалости в оксидных пленках минералов



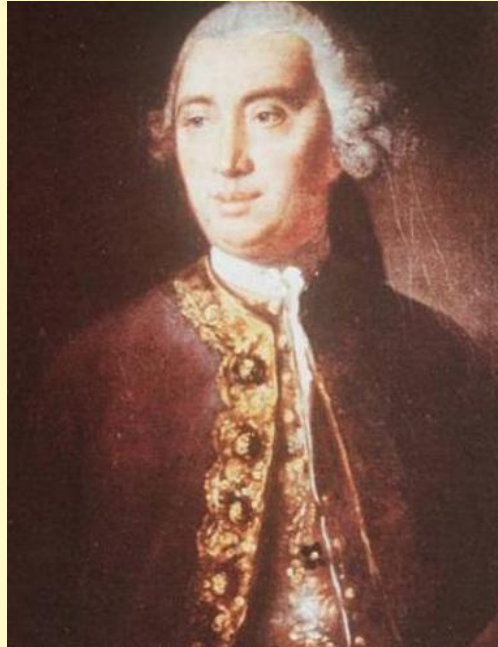
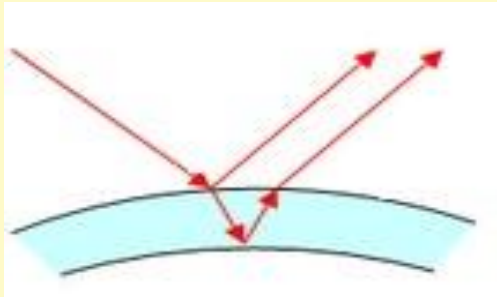
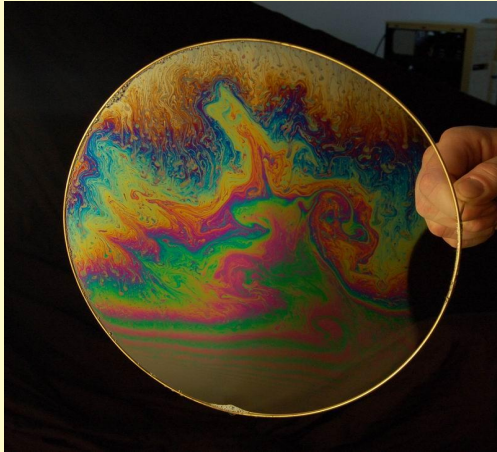


# Немного истории



Итальянский ученый Ф. Гримальди проделал простой опыт по интерференции света: на пути солнечных лучей ставил диафрагму с двумя близкими отверстиями, получал два конуса световых лучей; помещая экран в том месте, где эти конусы накладываются друг на друга, заметил, что в некоторых местах освещенность экрана меньше, чем если бы его освещал только один световой конус. Из этого опыта Гримальди сделал вывод, что прибавление света к свету не всегда увеличивает освещенность.

# Немного истории



Роберт Гук



Роберт Бойль

Попытки объяснить разноцветную окраску тонких масляных плёнок на поверхности воды делали в разное время независимо друг от друга английские ученые Роберт Бойль и Роберт Гук. Они объясняли данное явление отражением света от верхней и нижней поверхностей пленки.



# Один из основателей волновой оптики



«Всякий может делать то,  
что делают другие».

Т. Юнг.

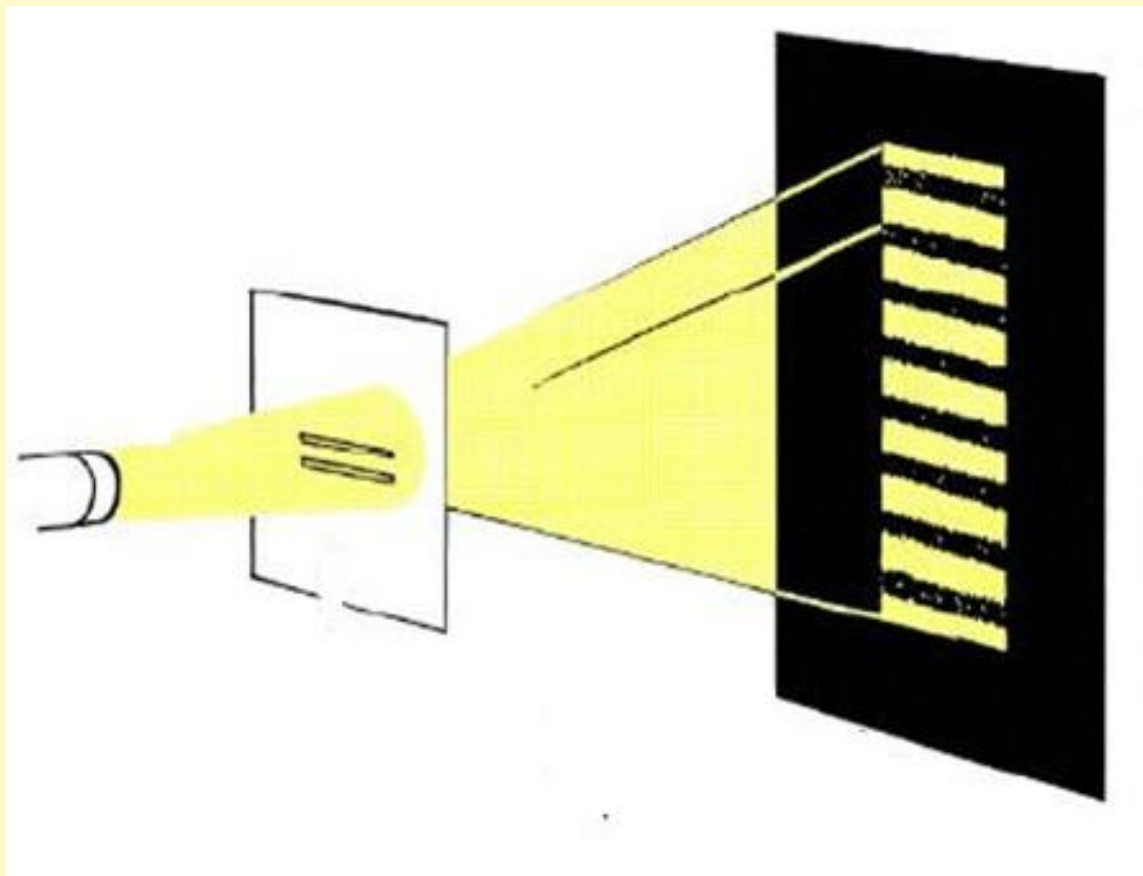
## Человек ярких дарований

Томас Юнг (13.06.1773 – 10.05.1829) – известный врач и замечательный физик, астроном, механик, металлург и египтолог, океанограф и зоолог, востоковед и сатирик, геофизик и полиглот (знал 14 языков: греческий, латынь, древнееврейский, французский, итальянский, арабский, персидский, английский,...), серьезный знаток музыки и искусный музыкант, игравший едва ли не на всех инструментах того времени; отличный живописец и даже незаурядный гимнаст, акробат и наездник.

**Юнг был человеком почти таких же универсальных дарований, как Леонардо да Винчи.**

# «Феномен Юнг» удивил весь научный мир своим простым опытом

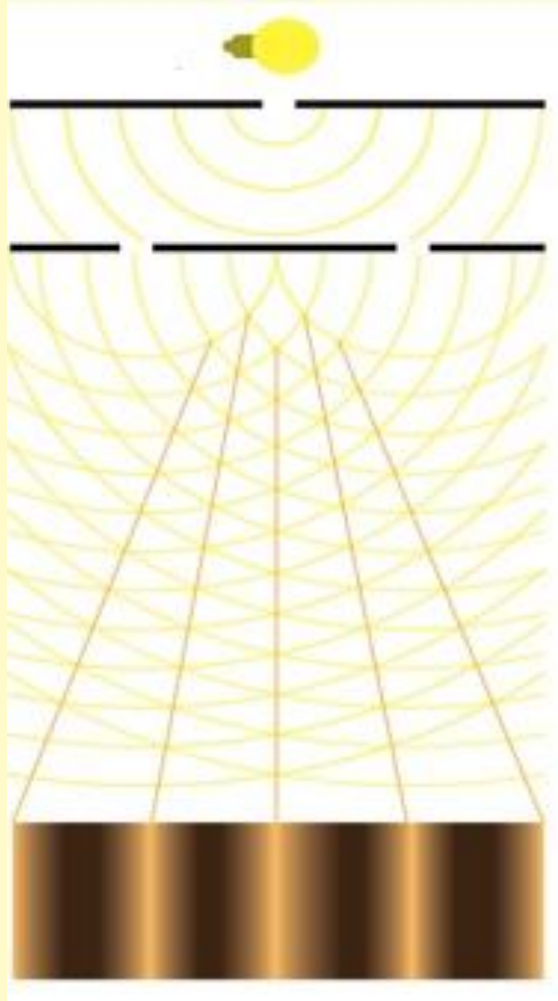
В 1801г английский ученый Т. Юнг объяснил явление интерференции света на основе принципа суперпозиции световых когерентных волн и ввел термин «интерференция» в науку.



Интерференция (лат.): «**inter**» между + «**ferens**» несущий, переносящий.



# При каких условиях можно наблюдать интерференцию света?



**Интерференция света** – это явление наложения световых волн друг на друга, приводящее к перераспределению энергии волн в пространстве, в результате чего происходит усиление или ослабление света.

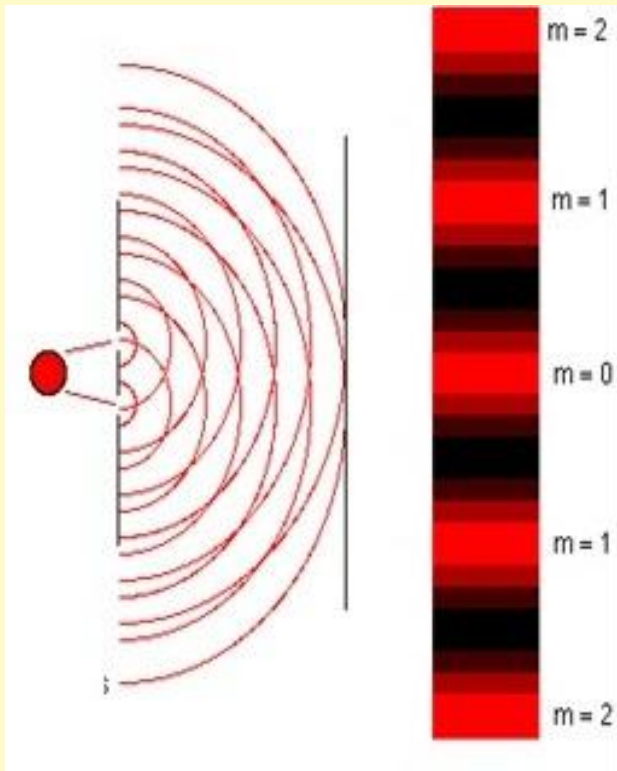
**Условие интерференции** – когерентность (согласованность) источников .

**Когерентные источники** – это источники с одинаковой частотой и постоянной разностью фаз в любой точке пространства.

**В природе нет когерентных источников света!**

$\nu_1 = \nu_2; \Delta\varphi = const.$  - условие интерференции

# Интерференционная картина



max- **СВЕТ**; min- **ТЬМА**

Интерференционная картина на экране – **это чередование светлых (цветных) и темных полос на экране, максимумов и минимумов.**

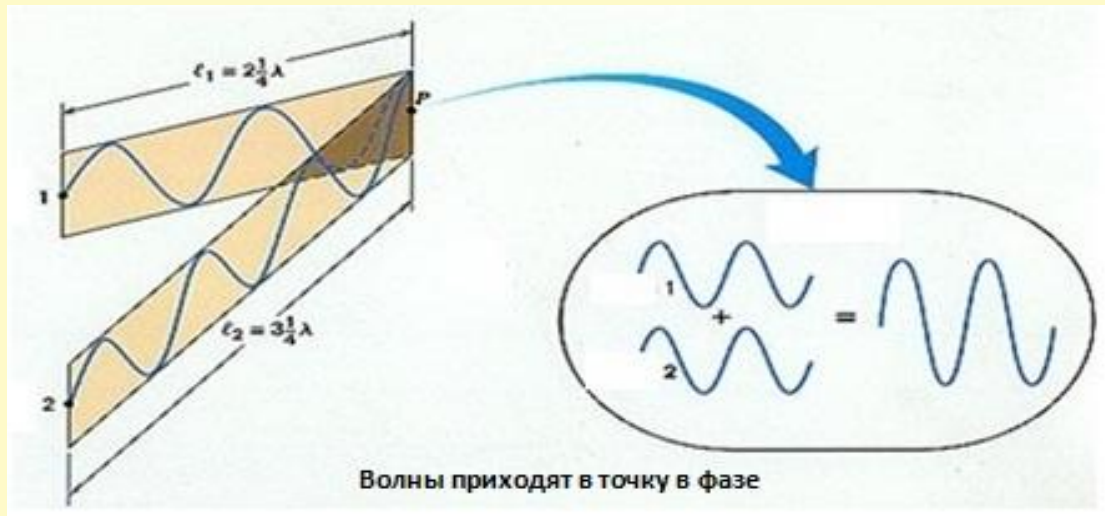
По закону сохранения энергии: **энергия световых волн никуда не исчезает, она только перераспределяется между максимумами и минимумами.**

Монохроматичность – одноцветность ( $\nu = \text{const}$ ): **МОНОС** - один; **ХРОМОС** – цвет.

Монохроматический свет – свет лазера; свет, пропущенный через светофильтр (цветное стекло).

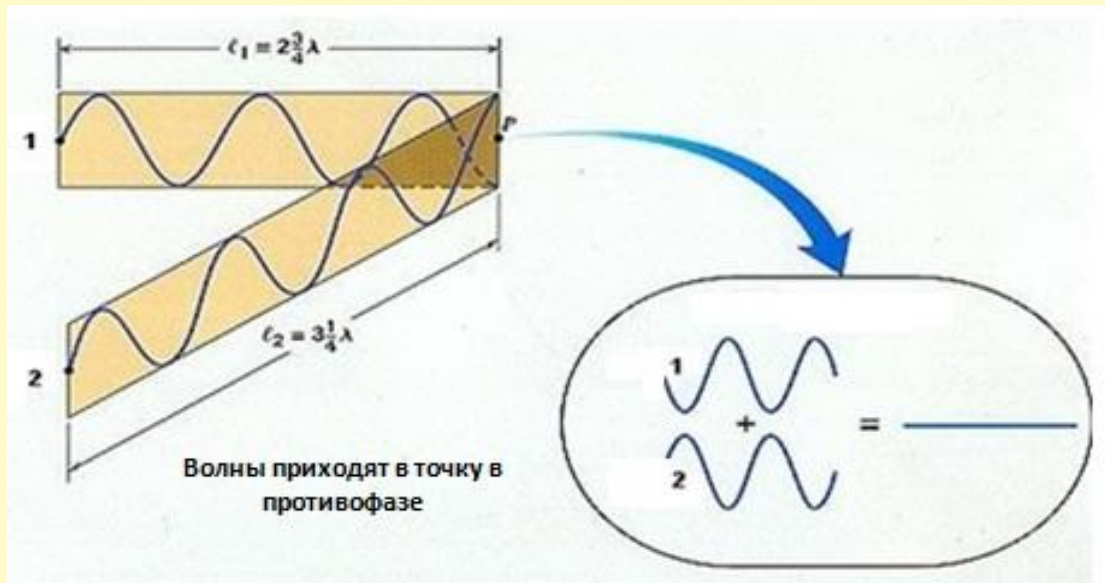


# Условие интерференционных максимумов и минимумов



Условие максимумов:

$$\Delta l = 2 \cdot k \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z.$$

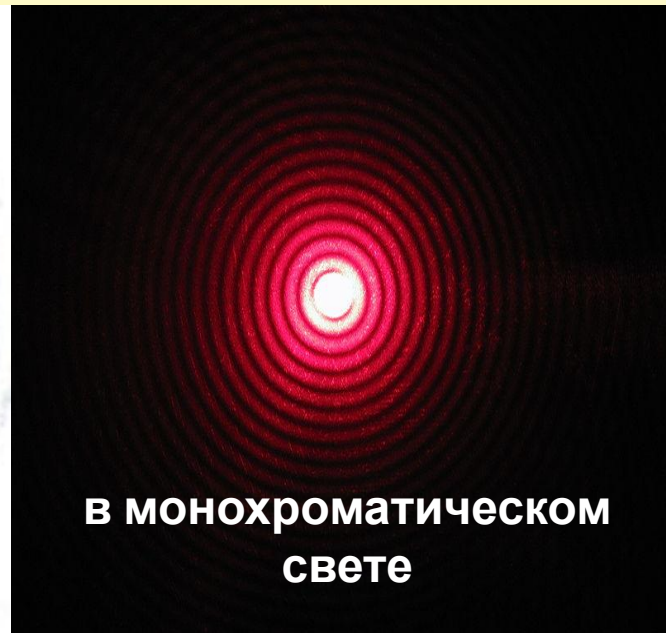
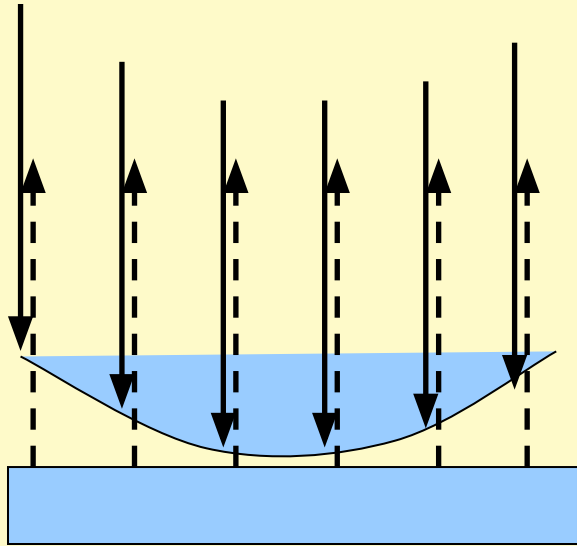


Условие минимумов:

$$\Delta l = (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z.$$

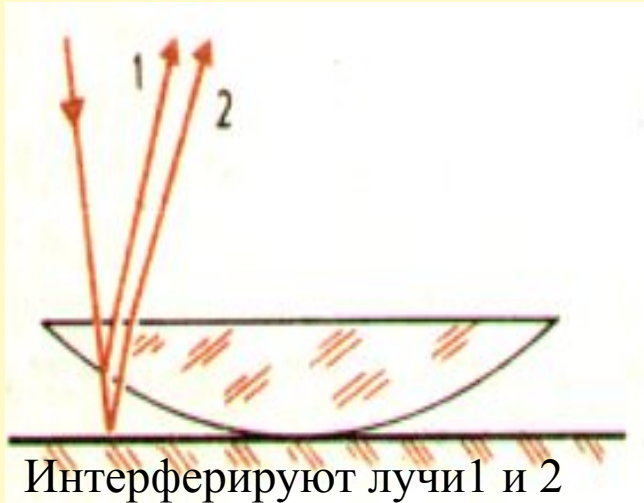
# Кольца Ньютона

**И.Ньютон** наблюдал и исследовал кольца не только в белом, но и при освещении линзы одноцветным (монохроматическим) светом. Удовлетворительно объяснить, почему возникают кольца, Ньютон не смог. Это удалось Юнгу.





# Кольца Ньютона



Кольца Ньютона  
в монохроматическом  
свете

Кольца Ньютона – интерференционная картина , **имеющая вид concentрических колец** и возникающая в тонкой прослойке воздуха между стеклянной пластиной и положенной на нее плоско – выпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны. **В месте соприкосновения линзы и пластины темное пятно** и **вокруг него совокупность маленьких радужных (или одноцветных) колец.** Расстояние между соседними кольцами быстро убывают с увеличением их радиуса.

# Разные интерференционные картины колец Ньютона

Линза

Пробное стекло



Кривизна линзы  
больше кривизны  
пробного стекла



Кривизна линзы  
меньше кривизны  
пробного стекла



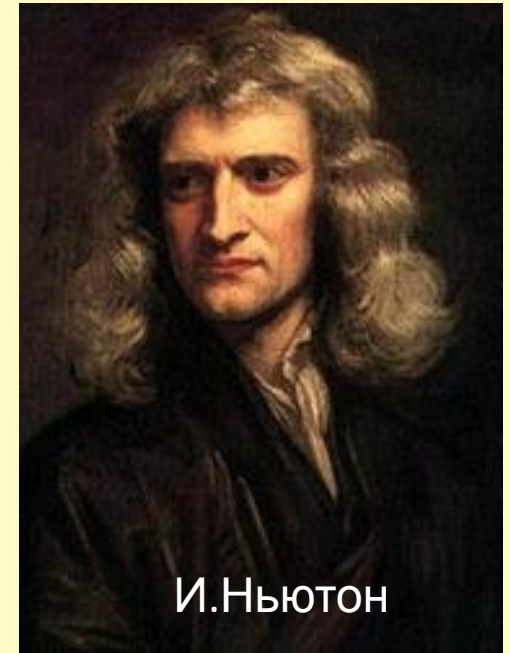


# Немного истории



На фото - оправа, в которой зажаты две стеклянные пластины. Одна из них слегка выпуклая, так что пластины касаются друг друга в какой-то точке. И в этой точке наблюдается нечто странное: вокруг нее возникают кольца. В центре они почти не окрашены, чуть дальше переливаются всеми цветами радуги, а к краю теряют насыщенность цветов, блекнут и исчезают...

Несмотря на название, первым опыт провел отнюдь не Исаак Ньютон. В 1663 г. другой англичанин, Роберт Бойль, первым обнаружил кольца Ньютона, а через два года опыт и открытие были независимо повторены Робертом Гуком. Ньютон же подробно исследовал это явление, обнаружил закономерности в расположении и окраске колец, а также объяснил их на основе корпускулярной теории света.



# Зарождение волновой оптики



В чем же удивительность этого простого эксперимента?

В каждой точке происходит отражение света от поверхностей пластин (всего таких поверхностей четыре). Мы видим, что иногда это приводит к увеличению яркости, но кое-где свет + свет = темнота!

Через сто с лишним лет Томас Юнг "пролил свет" на причину этого явления, назвав ее интерференцией.

Свет "чувствует" малейшие изменения расстояния между пластинами.

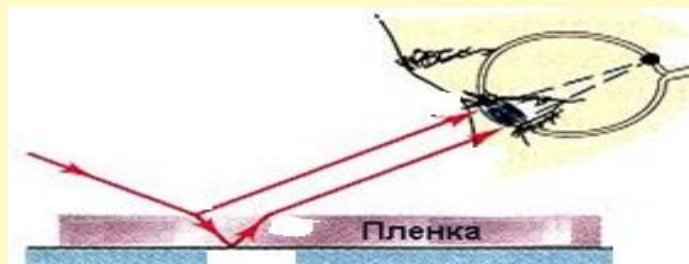
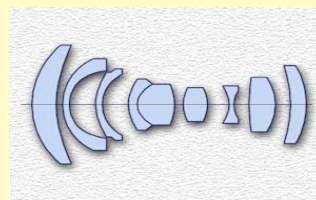
Обратите внимание: на фото видна пылинка, попавшая в зазор между пластинами (там, где форма колец слегка искажена)



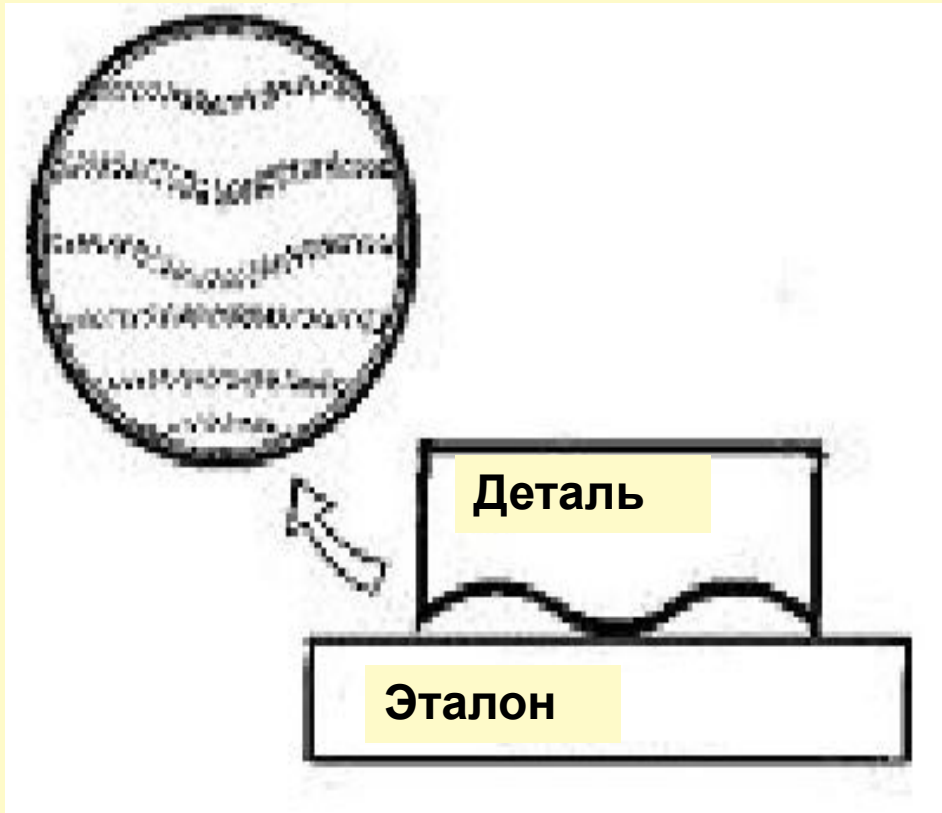
# Некоторые применения интерференции света



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



# Некоторые применения интерференции света



**Проверка качества обработки поверхности.** Неровности поверхности с точностью до  $10^{-6}$  см вызывают искривления интерференционных полос, образующихся при отражении света от контролируемой поверхности и нижней грани эталонной пластины.

# Не решить ли нам задачку?

$$\Delta l = 2 \cdot k \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z \quad \text{max} - ?$$



min - ?

$$\Delta l = (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, k \in Z$$

Две когерентные световые волны достигают некоторой точки пространства с разностью хода  $\Delta d$ . Что произойдет в этой точке пространства усиление или ослабление света, если а)  $\Delta d = \lambda/2$ ; б)  $\Delta d = \lambda$  ?



# Как решать задачу?

Дано:

Когерентные источники света

а)  $\Delta d = \lambda/2$

б)  $\Delta d = \lambda$

max-?

min -?

**Ответ:**

а) ослабление света;

б) усиление света.

Решение:

- 1) Запишем условие интерференционных максимумов и минимумов в общем виде

$$\Delta d = n \cdot \frac{\lambda}{2}, n \in Z$$

- 2) Определим, каким четным или нечетным является число **n**

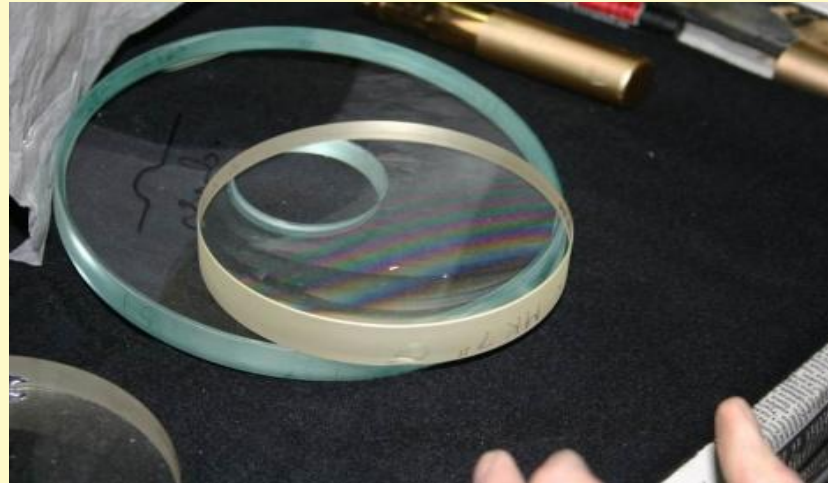
$$n = \frac{2 \cdot \Delta d}{\lambda}$$

- 3) Подставим данные задачи:

$$а) n = \frac{2 \cdot \frac{\lambda}{2}}{\lambda} = 1 - \text{нечетное} \Rightarrow \text{min}$$

$$б) n = \frac{2 \cdot \lambda}{\lambda} = 2 - \text{четное} \Rightarrow \text{max}$$

# Фронтальный опрос по теме: «Интерференция света»



Тесты



49176.oms

# А знаете ли Вы?



**Скульптура «Мечта» ( девочка, пускающая мыльные пузыри)  
в г. Белгород установлена в 2005г.**



А знаете ли Вы?



9 августа 1996 года новозеландец Алан Маккей выдул самый длинный мыльный пузырь – длиной 32 метра.

# Домашнее задание

1. § 57 («Физика 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений» А. В. Перышкин, Е. М. Гутник, Москва, «Дрофа», 2011.
2. Знать ОК урока.
3. ТЗ – 10, №14 («Физика 9 класс: учебно – методическое пособие (дидактические материалы)» А. Е. Марон, Е. А. Марон, Москва, «Дрофа», 2011.

## II часть практической работы.

Выполните три задания.

- 1) Бритвенное лезвие нагрейте на спичке, сотрите тряпочкой копоть и рассмотрите образовавшуюся на лезвии пленку. Зарисуйте порядок появления цветных полос. Объясните результат опыта.



# Домашнее задание

## II часть практической работы

2) Опустите очень маленькую каплю скипидара (масла) с конца иголки на поверхность воды.

Образовавшуюся пленку наблюдайте в отраженном свете и зарисуйте. Объясните результат опыта.

3) С помощью трубки выдуйте небольшой мыльный пузырь и пронаблюдайте за образованием цветных интерференционных колец в белом и монохроматическом свете (через цветную пленку).

**Для желающих: подготовьте сообщение о мыльных пузырях: о приготовлении мыльных растворов, о способах выдувания больших мыльных пузырей, желающие могут на следующем уроке продемонстрировать и поделиться своим опытом.**





# Наблюдение интерференции света

(практическая работа)

**Цель работы:** пронаблюдать и зарисовать характерные особенности явления интерференции света, ответить на контрольные вопросы

## Оборудование:

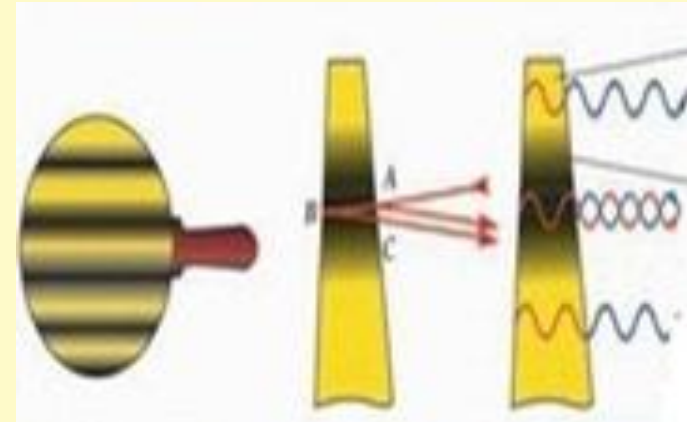
- 1) спички,
- 2) спиртовка (свеча в металлической оправе),
- 3) комочек ваты на проволоке в пробирке, смоченный раствором хлорида натрия,
- 4) проволочное кольцо с ручкой,
- 5) стакан с мыльным раствором,
- 6) пластинки стеклянные (стекла предметные)-2шт.,
- 7) бумажная салфетка для стекол,
- 8) светофильтр (цветное стекло, цветная пленка).



# Указания к работе

1. Для наблюдения интерференции при монохроматическом излучении в пламя спиртовки **внесите** комочек ваты, смоченный раствором хлорида натрия. При этом пламя окрашивается в желтый цвет. Опуская проволочное кольцо в мыльный раствор, **получите** мыльную пленку, **расположите** ее вертикально и **рассмотрите** на темном фоне при освещении желтым светом спиртовки (свечи).

**Пронаблюдайте** за образованием темных и желтых горизонтальных полос и изменением их ширины по мере уменьшения толщины пленки.



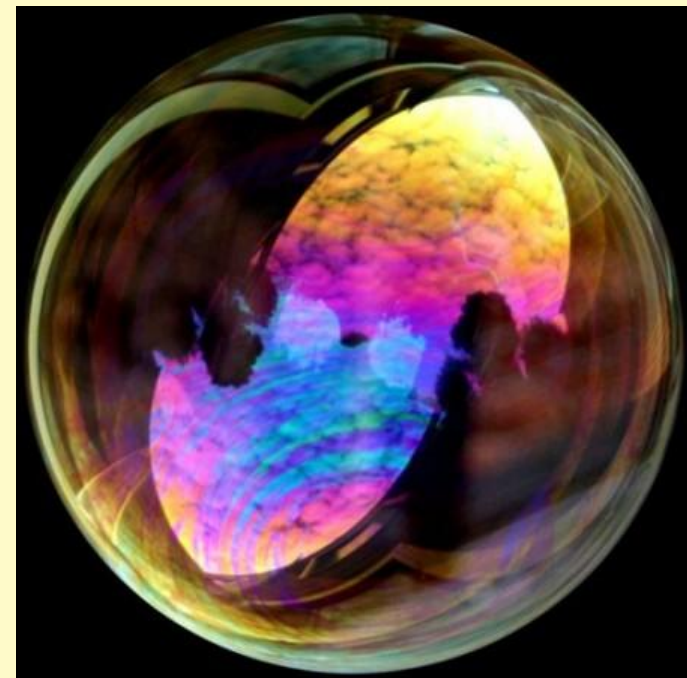
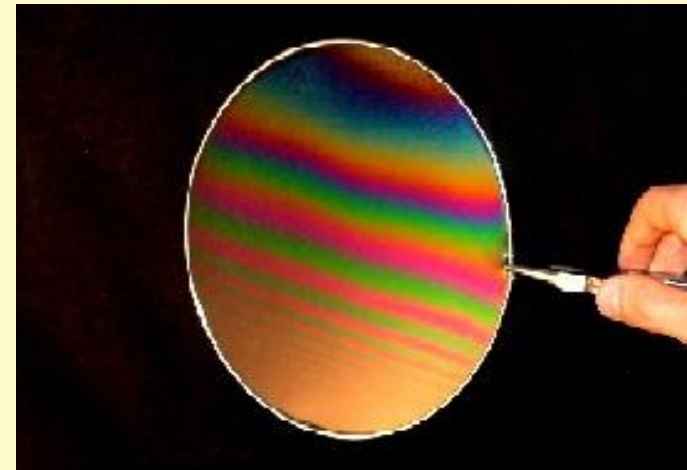
В тех местах, где **разность хода** когерентных лучей **равна четному числу полуволен**, **наблюдаются светлые (цветные) полосы**, а при нечетном числе полуволен – **темные полосы**.

# Указания к работе

При освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникает окрашивание светлых полос: вверху – в синий цвет, внизу – в красный.

По мере уменьшения толщины пленки полосы, расширяясь, перемещаются вниз.

Интерферируют световые волны отраженные от верхней и нижней граней пленки.





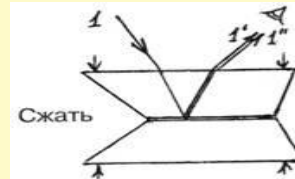
# Указания к работе

2. Две стеклянные пластинки тщательно **протрите**, сложите вместе и **прижмите** пальцами друг к другу.

**Рассмотрите** пластины в отраженном свете на темном фоне (расположить их надо так, чтобы на поверхности стекла не образовывались слишком яркие блики от окон или от белых стен).

В отдельных местах соприкосновения пластин **пронаблюдайте** яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы.

**Заметьте** изменения формы и расположения полученных интерференционных полос в зависимости от толщины воздушной между ними.



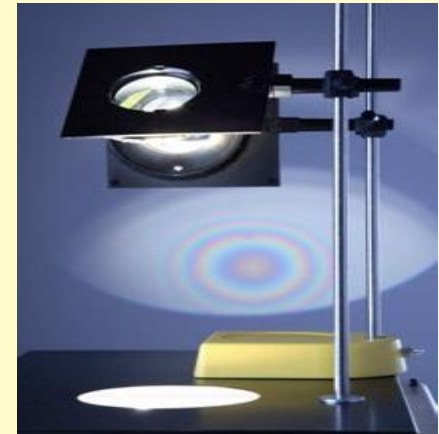
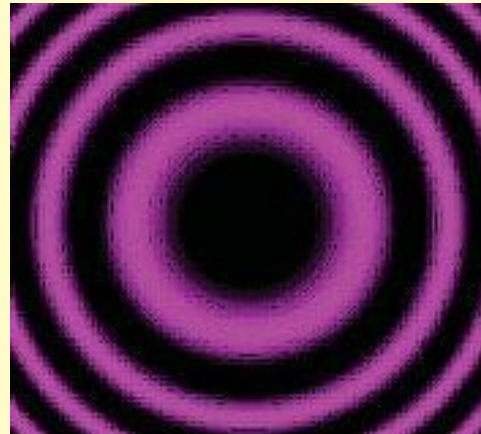
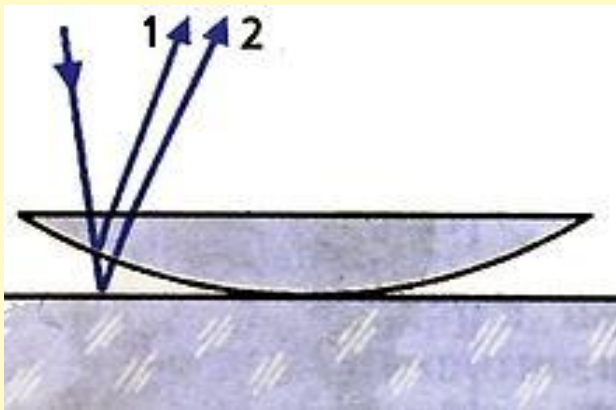
# Указания к работе

2. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные прослойки, дающие яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы.

3. Попробуйте увидеть картину интерференции в проходящем свете.

4. Расположите на стеклянной пластине плоско – выпуклую линзу, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны и плотно прижмите линзу к поверхности пластины.

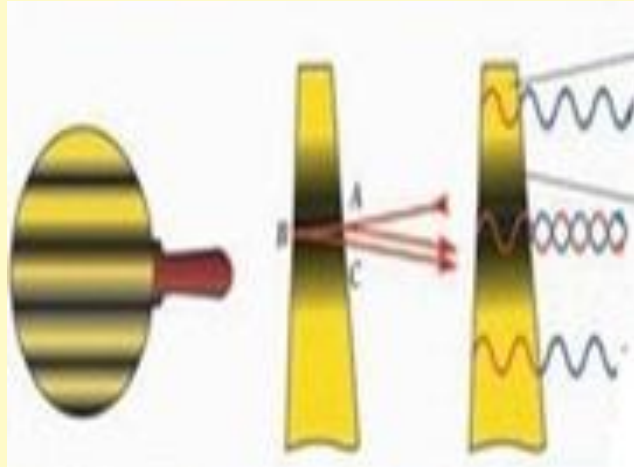
В месте соприкосновения линзы и пластины темное пятно, а вокруг него совокупность маленьких радужных (или одноцветных) колец. Пронаблюдайте кольца ньютона в белом и монохроматическом свете.



# Основные выводы из практической работы

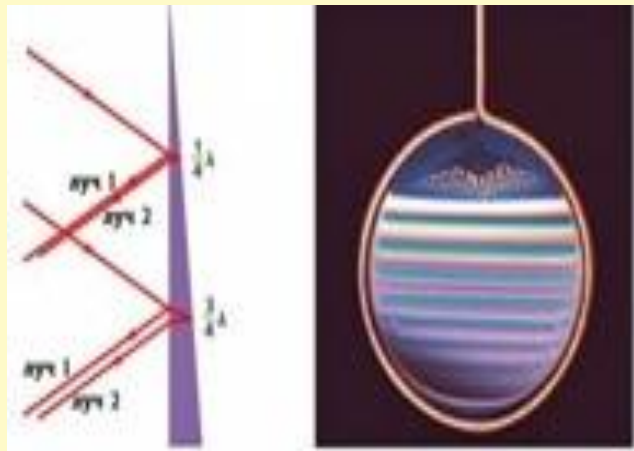
Различные цвета тонких плёнок зависят от:

- 1) толщины плёнки;
- 2) угла падения;
- 3) частоты световой волны.



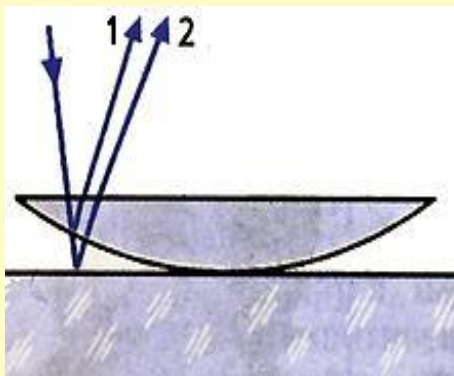
Если плёнка имеет неодинаковую толщину, то при освещении её белым светом появляются различные цвета.

Там, где плёнка тоньше усиливаются лучи с малой длиной волны (**синие, фиолетовые**), там, где толще – с большей длиной волны (**оранжевые, красные**).





# Основные выводы из практической работы



**Кольца Ньютона возникают при интерференции света, отраженного верхней и нижней границами воздушного зазора.**

Волны когерентны: они имеют одинаковую длину и постоянную разность фаз, которая возникает из-за того, что волна 2 проходит больший путь, чем волна 1.

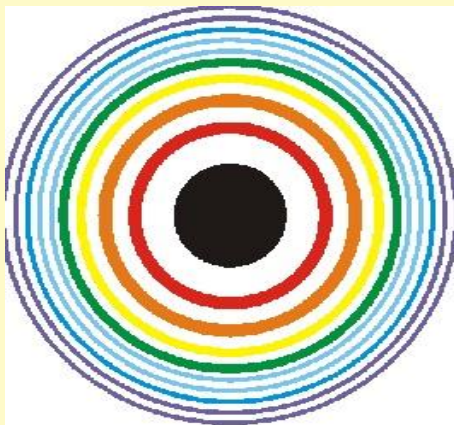


Волна 1 не изменяет своей фазы, а волна 2 при отражении от пластины возвращается в противофазе. Поэтому лучи гасят друг друга и наблюдается тёмное пятно.

**В отраженном свете:**

**тёмные кольца** возникают при выполнении условия МАХ: разность хода равна целому числу длин волн; **светлые (цветные) кольца** возникают там, где МІН: разность хода равна нечётному числу длин полуволн.

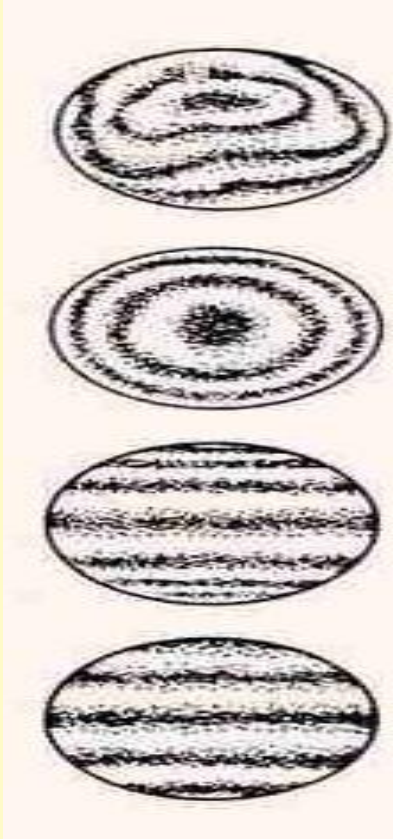
**Если свет, освещающий установку, белый, то будут наблюдаться цветные кольца.**



# Основные выводы из практической работы



**Кольца Ньютона возникают при интерференции света, отраженного от четырех поверхностей соприкасающихся стеклянных пластин.**



**В отдельных местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы в отраженном свете.**

**Изменяя местоположение сжимающего усилия, можно изменять конфигурацию и ширину полос, насыщенность их красками**

**При определенном нажиме интерференционные полосы имеют форму почти концентрических окружностей.**

Благодарим всех  
за внимание!  
До новых встреч!