

Применение явлений волновой оптики

Махова Н.Б., учитель физики
МБОУ СОШ №49 г. Мурманска



Интерференция света — явление наложения световых волн, приводящее к образованию чередующихся полос усиления и ослабления интенсивности света

Радужные цвета тонких пленок

Просветление оптики

Интерферометры

Голография



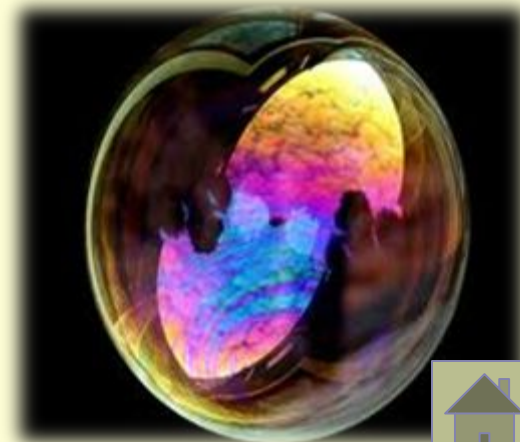
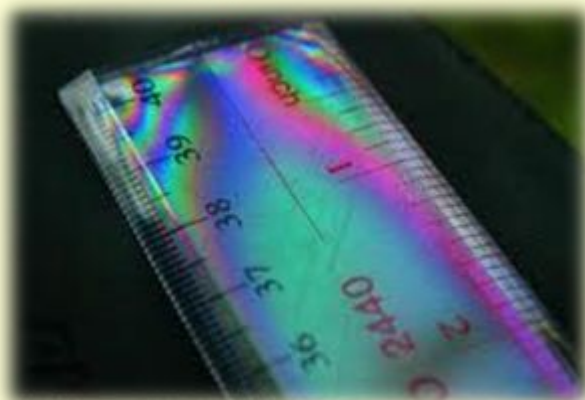
Радужные цвета тонких пленок

В белом свете интерференционные полосы при отражении от тонких пленок окрашены. Это наблюдается на мыльных пузырях, на тонких пленках масла или бензина, плавающих на поверхности воды, на пленках окислов, возникающих на поверхности металлов при закалке.

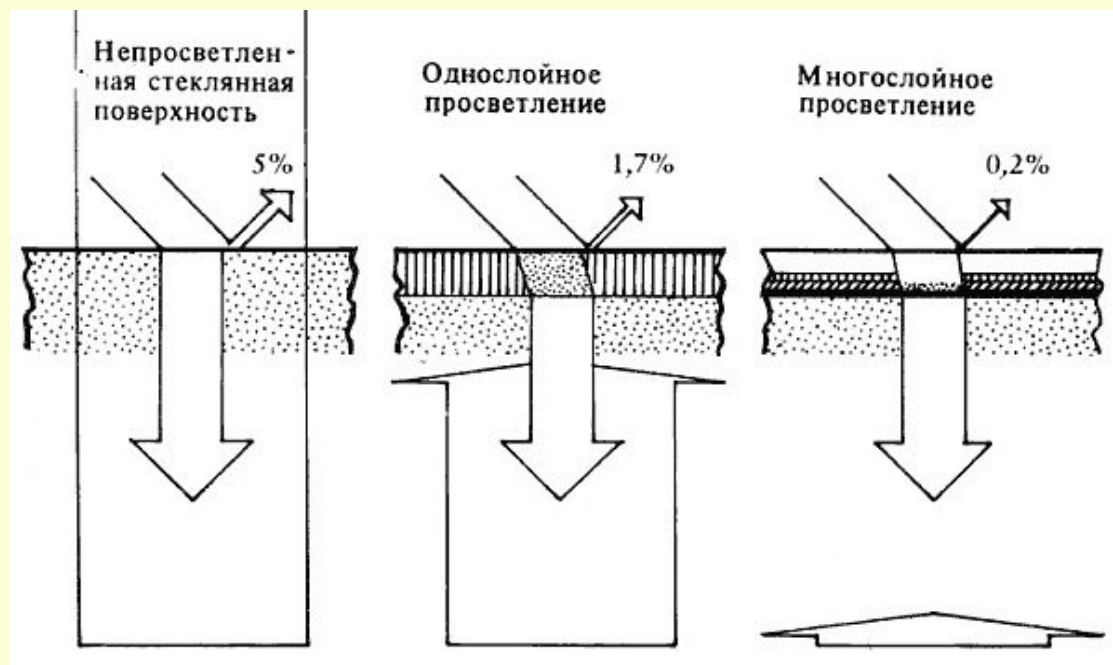


Интерференционная картина зависит от:

- угла, под которым наблюдается пленка
- толщины пленки

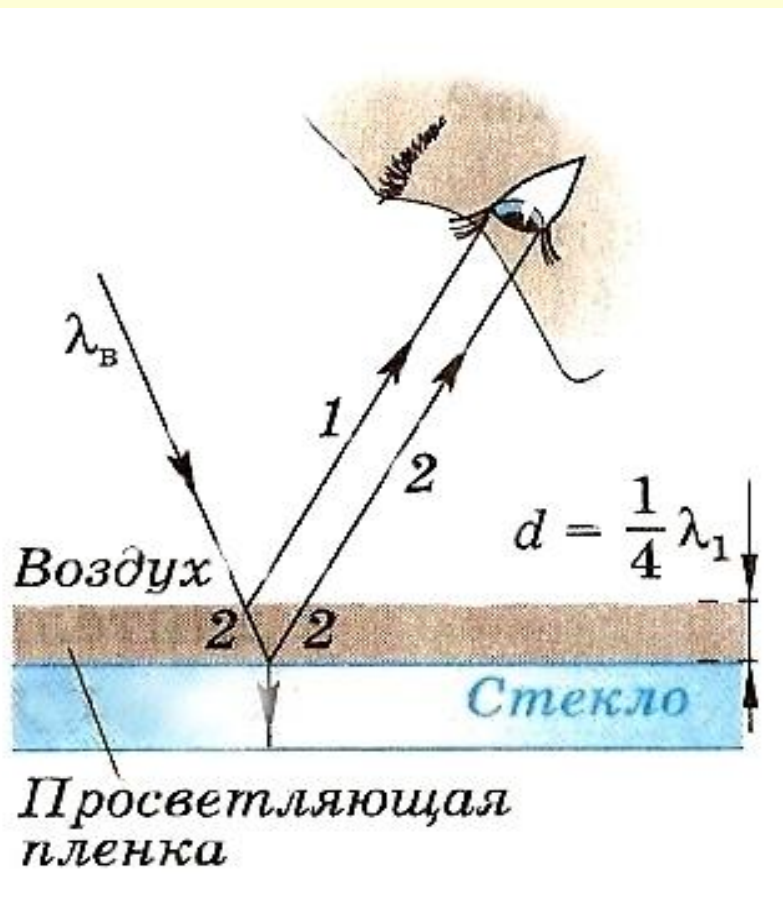


Просветление оптики — уменьшение отражения света от поверхности линзы в результате нанесения на нее специальной пленки



Назначение: *улучшение качества оптических приборов, уменьшение доли отражаемой энергии света от поверхности оптических стекол*

Определение толщины покрытия:



Световые волны 1 и 2, отраженные от передней и задней поверхности пленки, оказываются в противофазах, если их время запаздывания равно:

$$\Delta t_{\min} = \frac{T}{2}$$

С другой стороны, при падении луча перпендикулярно пленке:

$$\Delta t_{\min} = \frac{2d}{V_1}$$

Толщина покрытия :

$$d = \frac{1}{4} v_1 T = \frac{\lambda_1}{4}$$

$$d = \frac{\lambda_{\text{в}}}{4n_1}$$

длина волны света в пленке - λ_1

длина волны света в воздухе - $\lambda_{\text{в}}$



Область применения:

просветление объективов современных фотоаппаратов и кинопроекторов, перископов подводных лодок и др. оптических устройств, состоящих из большого числа оптических стекол



Объектив фотоаппарата с просветленной оптикой



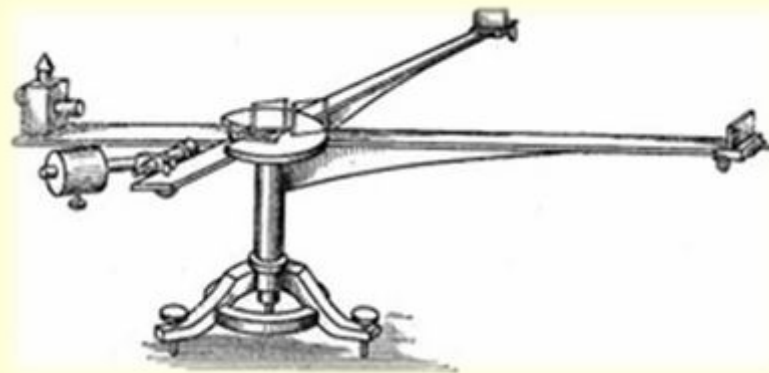
*Отражение света крайних
участков
спектра -красного и
фиолетового
ослабляется незначительно.
Поэтому объектив с
просветленной
оптикой в отраженном свете
имеет
сиреневый оттенок.*



Интерферометр Майкельсона



Применяя интерферометр, Майкельсон впервые провел сравнение международного эталона метра с длиной стандартной световой



Майкельсон А.А. – американский физик

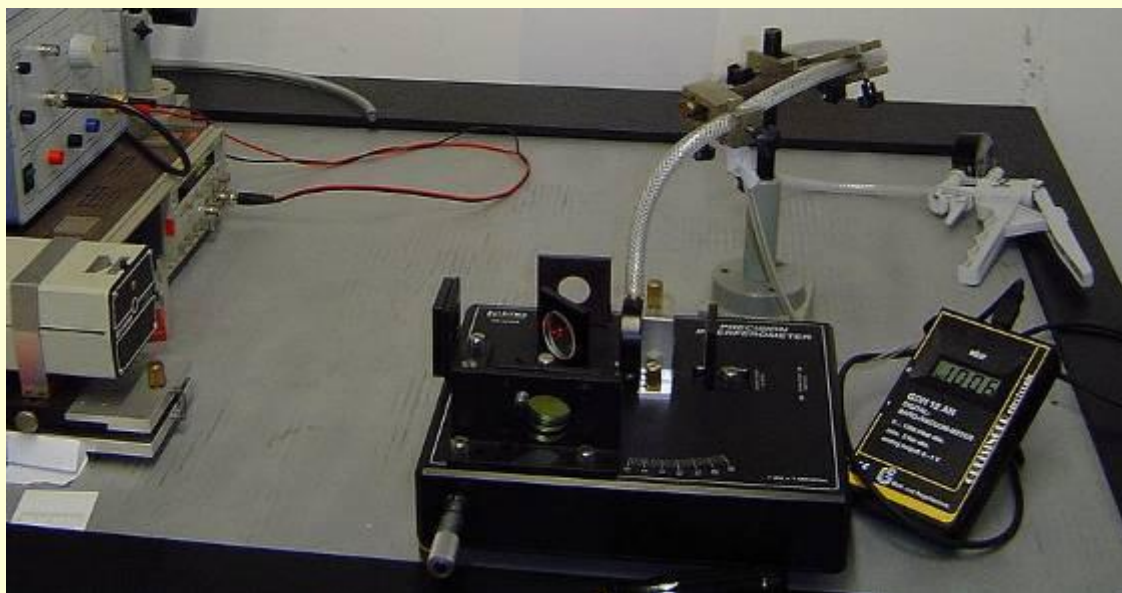


Общий вид интерферометра, как он изображен в докладе самого Майкельсона

С помощью интерферометров исследовалось также распространение света в движущихся телах, что привело к фундаментальным изменениям представлений о пространстве и времени.

Конструктивно состоит из светоделительного зеркала, разделяющего входящий луч на два, которые отражаются зеркалом обратно. На полупрозрачном зеркале разделённые лучи вновь направляются в одну сторону, чтобы, смешавшись на экране, образовать интерференционную картину.

Интерферометры - чувствительные оптические приборы, позволяющие определять незначительные изменения показателя преломления прозрачных тел в зависимости от давления, температуры, примесей

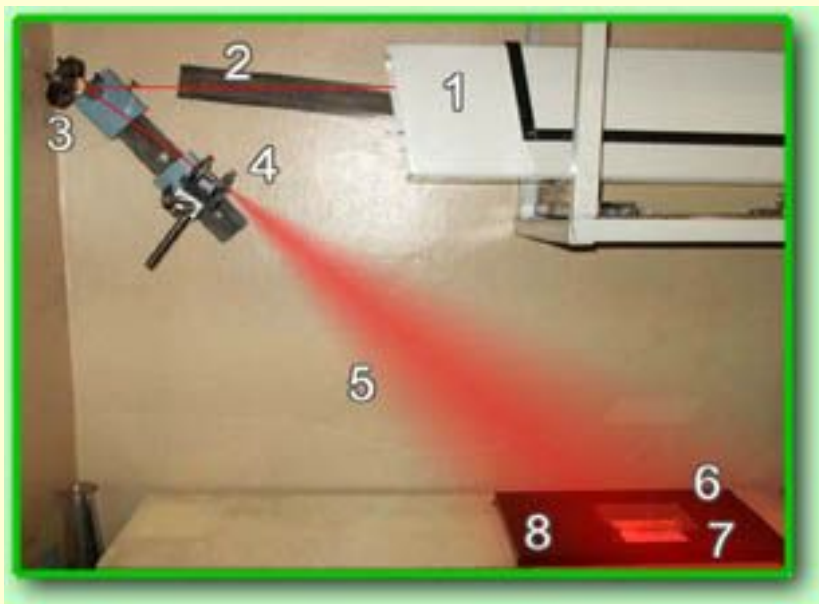


Современный интерферометр Майкельсона

Применяются для изучения качества изготовления оптических деталей, измерения углов, исследования быстропотекающих процессов, происходящих в воздухе, обтекающем летательные аппараты.



ГОЛОГРАФИЯ - способ получения объемных изображений предметов на фотопластинке с помощью лазера

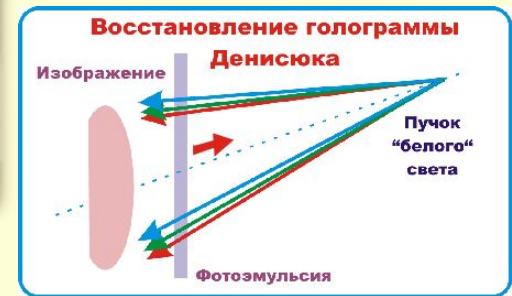
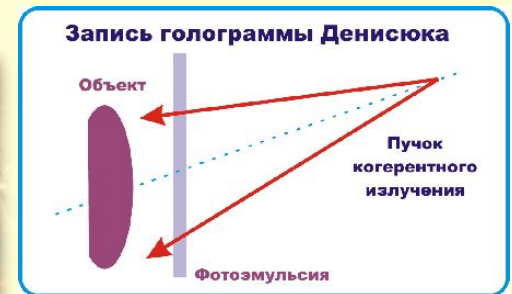


Запись
голограммы

Для получения голограммы на пластинку одновременно направляют два когерентных световых пучка: отраженный от объекта и приходящий от лазера. Благодаря интерференции на пластинке создается чередование узких очень темных и светлых полос, т.е. голограмма - это трехмерное изображение предмета.

Применение голографии


На экспонированной и проявленной пластинке отсутствует изображение, но его в зашифрованном виде содержит система интерференционных полос, и если пластинку просветить лазерным светом той же частоты, что была использована при записи, возникнет «восстановленная голограмма» – объемное изображение снятого предмета. Меняя точку наблюдения, можно заглянуть за предметы на первом плане и увидеть детали, ранее скрытые от взгляда.



Применение голографии

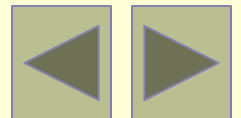
- голографическая маркировка
- голографическое кино и телевидение
- в науке и технике контроль точности изготовления изделий сложной формы, исследование их деформации и вибрации
- защита ценных бумаг, гарантийных талонов, пластиковых карт, пропусков, бланков и др.
- возможность голографического кодирования информации, препятствующее фальсификации объектов
- голограммы музейных редкостей
- криминалистическая голография: для сравнительного исследования фотопортретов в целях идентификации личности, сравнение следов популярных узоров рук





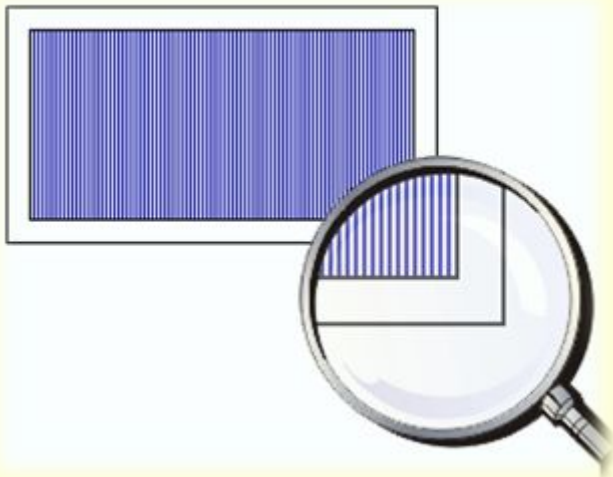
Дифракция света - огибание светом препятствий

Дифракционная решетка как
спектральный прибор
Радужная окраска



Дифракционные решетки - периодические структуры, выгравированные специальной делительной машиной на поверхности стеклянной или металлической пластинки

У хороших решеток параллельные друг другу штрихи имеют длину порядка 10 см, они имеют 200 штр /мм



Один из простейших и распространённых в быту примеров отражательных дифракционных решёток — компакт-диск

Применение дифракционной решетки

- *в спектральных приборах*
- *в качестве оптических датчиков линейных и угловых перемещений (измерительные дифракционные решётки)*



Рентгеновский дифрактометр Siemens – D500 – BRAUN



Рентгеновский монокристалльный дифрактометр Gemini – R

- *в качестве поляризаторов*
- *в качестве фильтров инфракрасного излучения*
- *в качестве делителей пучков в интерферометрах*
- *в «антибликовых» очках*



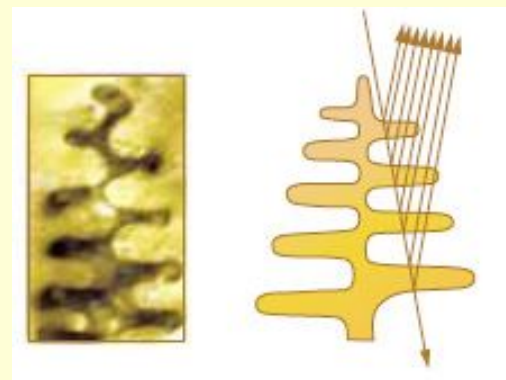
Радужная окраска

Яркий визуальный эффект, наблюдаемый в природе - сверкающая радужная структурная окраска, часто встречающаяся в животном царстве. Наблюдаемые цвета изменяются в зависимости от угла зрения.



У многих насекомых тонкой пленкой служит просвечивающее крыло. Многие бабочки имеют на поверхности чешуек крыльев пластинки с мельчайшими воздушными пузырьками между ними.

Расстояние между пластинками примерно постоянно, поэтому в довольно широком диапазоне углов зрения окраска почти не меняется.





Радужная окраска



Большое разнообразие в оттенках дифракционных цветов свойственно павлинам, фазанам, черным аистам, колибри и др.

Уплощенные крючочки на бородках пера пластинчатых структур повернуты так, что их плоская поверхность обращена в сторону наблюдателя.

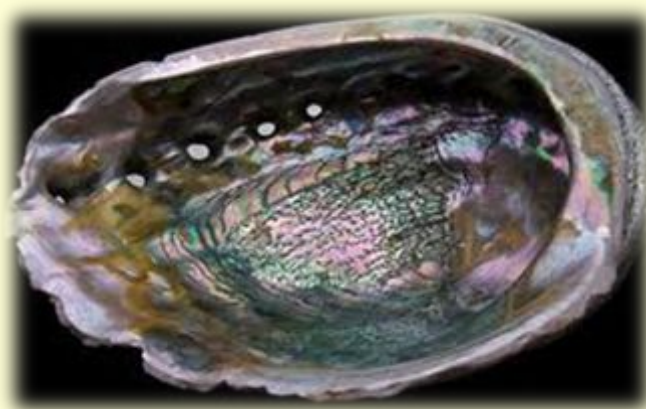
Во многих случаях яркость переливающихся цветов усиливается подстилающей черной поверхностью, которая поглощает весь остальной свет.

Благодаря ей оперение птиц часто имеет металлический блеск.



Радужная окраска

Примером радужной окраски, образующейся на природных пластинчатых структурах, которые ведут себя как дифракционные решетки, является перламутровая окраска рыб и раковин моллюсков.





Дисперсия света - это явление,
обусловленное зависимостью абсолютного
показателя преломления вещества от
частоты (или длины волны) света

Радуга

Гало

Голубой цвет неба

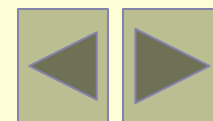
Закат

Спектральный анализ.

Спектральный анализ.

Спектральный анализ.

Спектральный анализ.



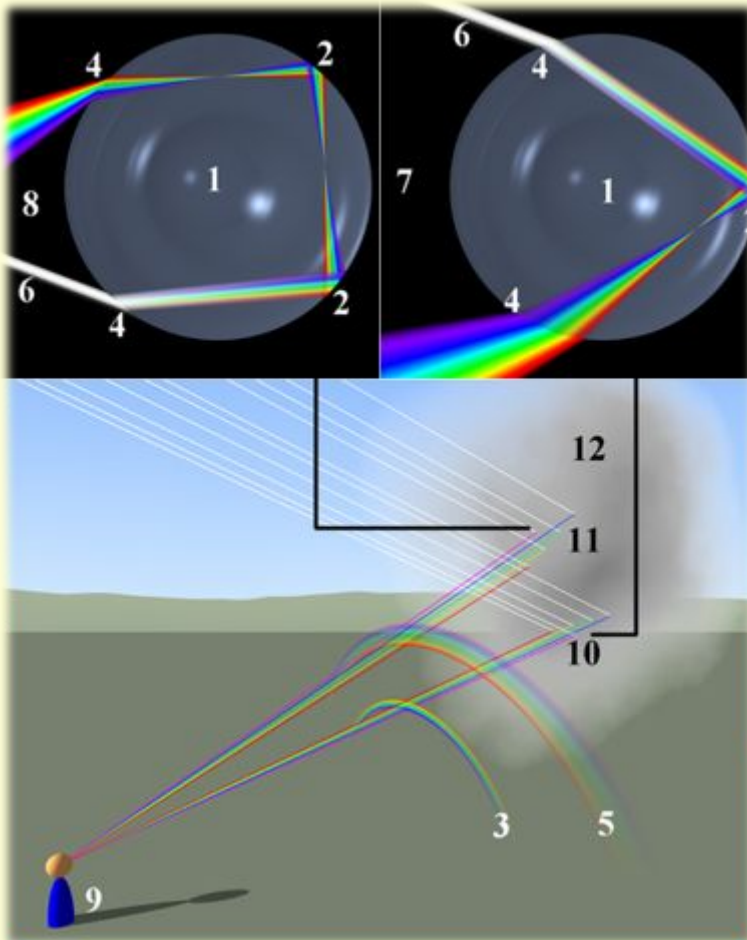
Радуга - оптическое явление в атмосфере, имеющее вид разноцветной дуги на небесном своде

Условия наблюдения:

- *радуга возникает, когда Солнце освещает завесу водяных капель в воздухе*
- *наблюдается только в стороне, противоположной Солнцу*
- *угловая высота Солнца над горизонтом не превышает 42°*
- *чем выше Солнце над горизонтом, тем меньшую часть радуги мы видим*
- *если подняться высоко над земной поверхностью, то можно увидеть все радужное кольцо*



Объяснение возникновения радуги:



- при определенном угле падения лучей происходит полное отражение внутри капли
- на границе воздух-вода происходит преломление лучей: фиолетовых сильнее 41° , красных слабее 43°
- вид радуги зависит от размера капель дождя: чем крупнее капли, тем уже и ярче радуга, с насыщенным красным цветом,
- чем капли мельче, тем радуга становится более широкой и блеклой с оранжевым или желтым краем
- вид радуги зависит от формы капель: чем сильнее сплющивание капель, тем меньше радиус образуемой ими радуги

Вторичная радуга



• формирование вторичных дуг обусловлено более, чем однократным, внутренним отражением (иногда третьим - дающим третью дугу, или даже имеющим большую кратность) луча света в каплях воды

• более широкая и размытая



• цвета во вторичной радуге чередуются в обратном порядке: от красного (крайняя внутренняя область дуги) до фиолетового (крайняя внешняя область)

• может наблюдаться, если высота Солнца над горизонтом не превышает примерно 52°

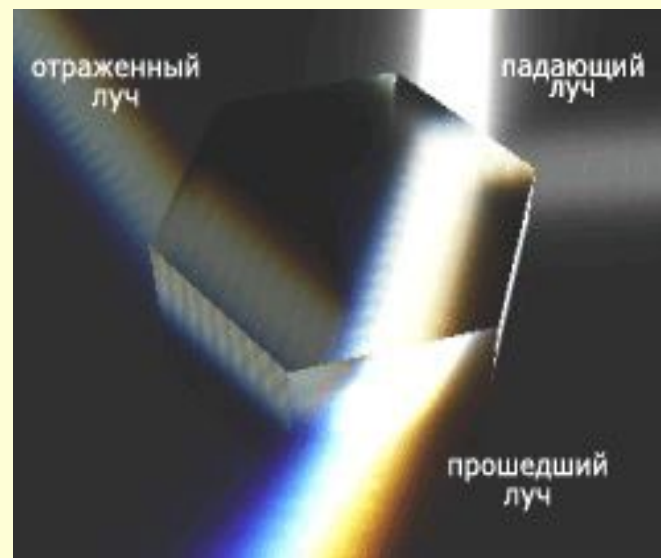


Гало - группа оптических явлений в атмосфере (от греч. halos — световое кольцо вокруг Солнца или Луны)



•возникают вследствие преломления и отражения света ледяными кристаллами, образующими перистые облака и туманы

- луч света проходя через кристаллик льда преломляется, изменяет направление и диспергирует*



Формы гало



- радужные круги вокруг Солнца или Луны с угловым радиусом 22° или 46°
- паргелии- яркие радужные пятна справа и слева от Солнца (Луны)



- околзенитная дуга — отрезок радужной дуги, обращенной выпуклостью к Солнцу
- паргелический круг — белый горизонтальный круг, проходящий через диск светила

Гало в народных приметах

Вокруг Солнца или Луны видно гало — признак ухудшения погоды.

Кольцо вокруг Луны – к ветру.

Если зимой появляются белые венцы большого диаметра вокруг

Солнца или Луны, то это признак сохранения морозной погоды.



**Туманными вечерами оптические явления в атмосфере или гало
окружает уличные фонари и далекие огни.**



Голубой цвет неба

Небо выглядит синим, потому что взвешенные в воздухе частицы и флуктуации плотности в нём, рассеивает свет с короткой длиной волны сильнее. Синий цвет находится на коротковолновом конце видимого спектра, он больше рассеивается в атмосфере, чем красный. Благодаря этому, если посмотреть на участок неба вне солнца, мы увидим голубой цвет — результат рассеяния солнечного излучения



Закон Рэля: интенсивность рассеянного света пропорциональна четвертой степени частоты

Красный цвет заката

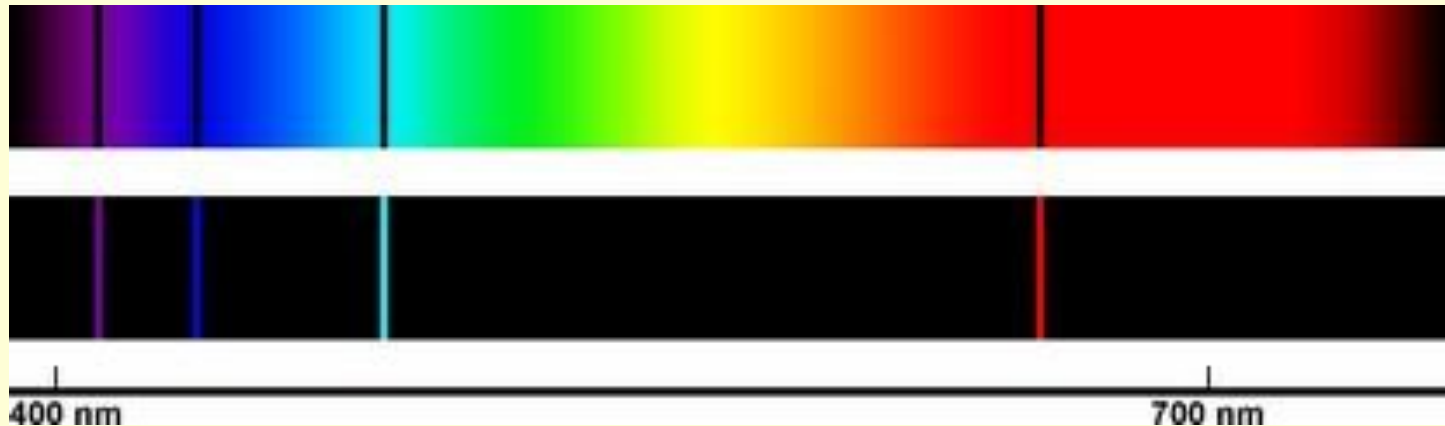
Красная составная часть солнечного спектра гораздо хуже поглощается молекулами воздуха. Днем солнечные лучи входят в атмосферу Земли под углом, напрямую зависящим от широты, на которой находится наблюдатель. На экваторе этот угол будет близок к прямому, ближе к полюсам он будет уменьшаться.



По мере движения Солнца, слой воздуха, который надо пройти световым лучам увеличивается. Толстый слой воздуха поглощает основную часть лучей солнечного спектра, но красные лучи достигают наблюдателя почти без потерь.

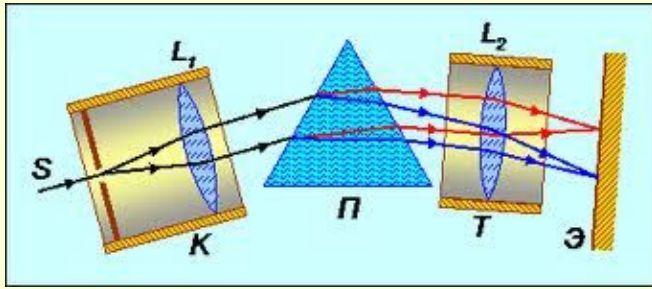


Спектральный анализ - физический метод качественного и количественного определения атомного и молекулярного состава вещества, основанный на исследовании его спектров



Атомы каждого химического элемента имеют строго определённые резонансные частоты, в результате - на этих частотах они излучают или поглощают свет. Это приводит к тому, что в спектроскопе на спектрах видны линии (тёмные или светлые) в определённых местах, характерных для каждого вещества. Интенсивность линий зависит от количества вещества и его состояния.

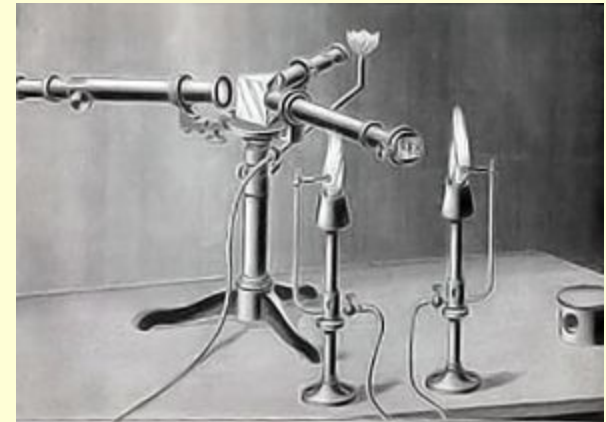
Спектроскоп - прибор для разделения светового или любого другого излучения на его составляющие, имеющие различные длины волн



Оптическая схема
призменного спектрографа

Перед призмой находятся щель и объектив – коллиматор, который посылает на призму параллельный пучок лучей.

После призмы параллельные пучки, соответствующие различным длинам волн, расходятся под разными углами, и второй объектив (камера) дает в фокальной плоскости спектр, который фотографируется.



Первый спектроскоп Бунзена–Кирхгофа



Карманный спектроскоп

Применение спектрального анализа



Лабораторные ИК фурье-спектрометры предназначены для количественного анализа и контроля качества продукции в химической, нефтехимической, фармацевтической, пищевой и парфюмерной промышленности, осуществления экологического контроля, криминалистической и других видов экспертиз.

- *в геологии: при поисках полезных ископаемых для определения химического состава образцов руды и минералов*
- *в промышленности: для контроля состава сплавов и примесей, вводимых в металлы, для получения материалов с заданными свойствами*
- *в астрономии: для определения химического состава небесных тел, атмосфер планет и звезд, холодного газа в межзвездном пространстве, температуру и скорость движения небесных тел*

Применение спектрального анализа



TruScan специально разработан для применения в фармацевтическом производстве: точная идентификация веществ может проводиться через светопроницаемую упаковку

- *в криминалистике :*
обнаружение различного рода подделок документов;
выявление структуры ткани,
выявление загрязнений на тканях при огнестрельных повреждениях и транспортных происшествиях; *выявление замывых, а также расположенных на пестрых, темных и загрязненных предметах следов крови*
- *в медицине для диагностирования, для определения инородных веществ в организме человека*



**Поляризация света — это
ориентированность колебаний световой
волны в пространстве**

Проявление поляризации в природе.

Поляроиды. Поляриметры.

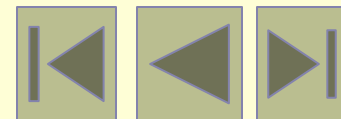
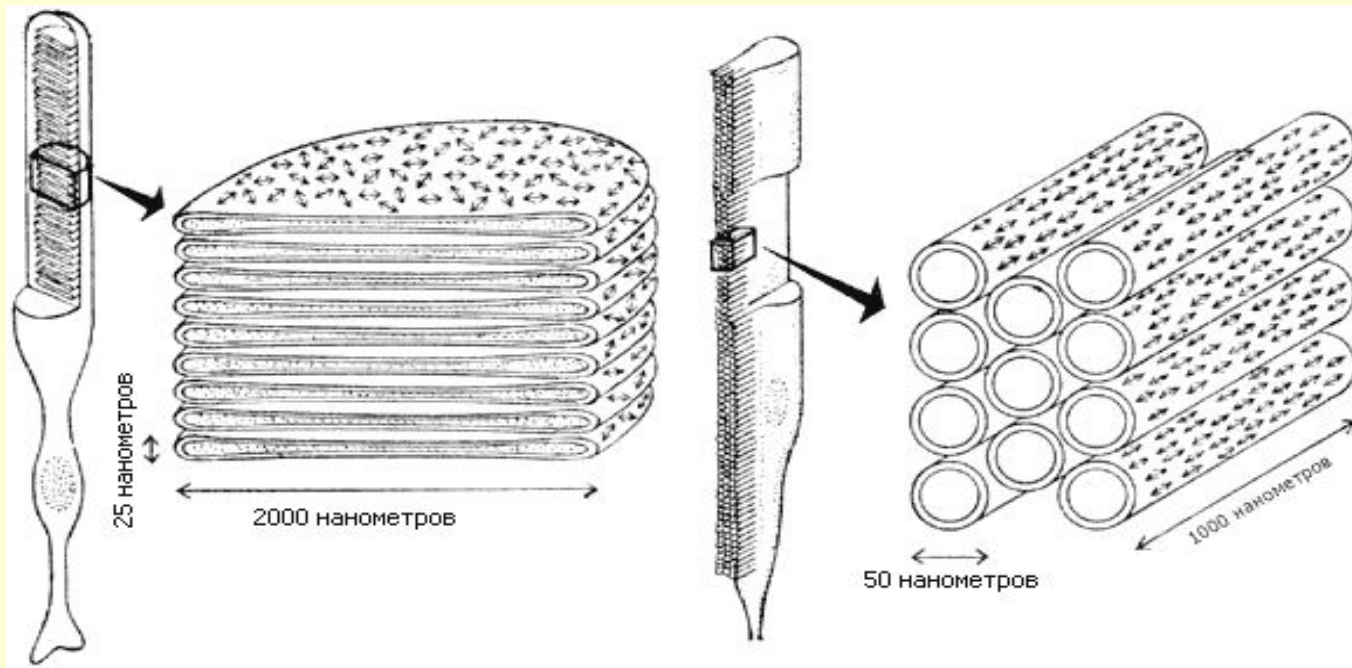


Схема строения зрительных рецепторов человека (слева) и членистоногого (справа):

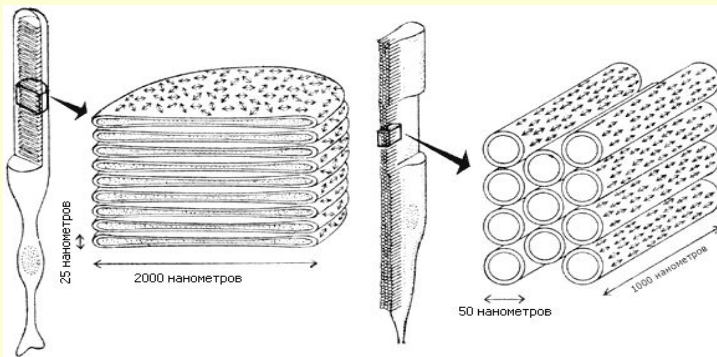


У человека молекулы родопсина расположены беспорядочно с складках внутриклеточной мембраны, у членистоногих – на выростах клетки, аккуратными рядами.

Проявление поляризации в природе

- поляризованность света, исходящего от чистого неба
- поляризованность отраженного света, бликов, лежащих на поверхности воды

Пчелы видят поляризованный свет



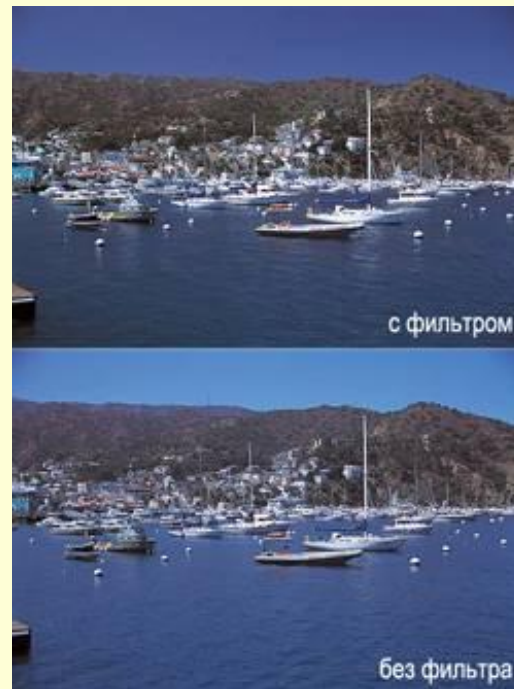
У человека молекулы родопсина расположены беспорядочно с складках внутриклеточной мембраны, у членистоногих – на выростах клетки, аккуратными рядами.



Применение светофильтров

Если через фильтр смотреть на поляризованный свет и при этом поворачивать фильтр, яркость пропускаемого света будет меняться:

- так при совпадении направления пропускания фильтра с поляризацией света*
- min при полном, (на 90°) расхождении этих направлений.*



Поляризационный светофильтр служит для отбора лучей, пропущенных сквозь объектив и позволяет устранить нежелательные отражения и блики от неметаллических поверхностей, таких как вода, стекло и др.

Применение поляроидов



- *устранение бликов при фотосъемке (например, дна неглубокого водоема или картин и музейных экспонатов, защищенных стеклом)*
- *применение поляроидов в противосолнечных очках или ветровом стекле позволяет убрать мешающие, слепящие блики от поверхности моря или влажного шоссе*

Применение поляроидов

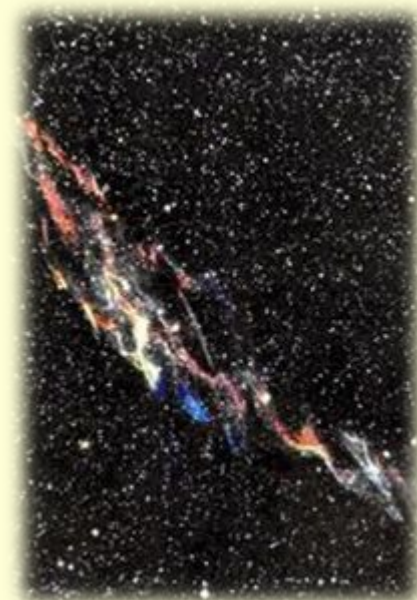
ЖК дисплеи дают плоскополяризованный свет. Убедиться в этом можно с помощью очков. Нужно надеть очки и, наклоняя голову, увидеть, как экран темнеет и в некоторый момент становится чёрным.

Это хороший способ проверки: являются ли солнцезащитные очки поляризационными фильтрами, избавляют ли от ярких бликов и "ослепления". Можно воспользоваться любым ЖКэкраном: мобильного телефона, калькулятора, mp3-плеера.



Применение поляризации

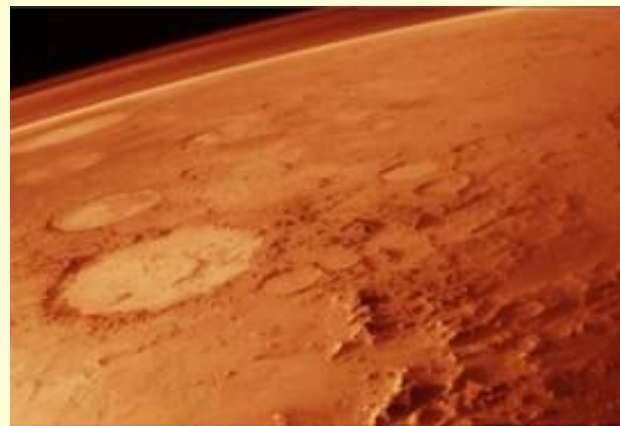
Поляризация света помогает изучать свойства космической пыли. В обычном излучении звезд имеются волны, колеблющиеся во всех направлениях. В потоке света, прошедшем через облако вытянутых, одинаково ориентированных пылинок, присутствуют уже не все направления колебаний, то есть излучение становится поляризованным. Измерение степени поляризации света звезд позволяет судить о форме и размерах пылевых частиц.



Применение поляризации



По поляризации излучения было обнаружено заметное количество серной кислоты в атмосфере Венеры.



В пределах Солнечной системы наблюдения поляризации электромагнитного излучения позволяют получить ценную информацию о химическом составе облаков, покрывающих планеты, о составе и строении комет и других объектов, установить силикатную природу пылинок, входящих в состав головы ряда исследованных комет.

