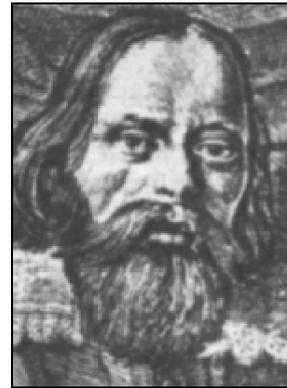


ОТКРЫТИЕ ДИСПЕРСИИ И ДИФРАКЦИИ (оптика второй половины XVII века)

К середине XVII века накопились факты и наблюдения, выходявшие за рамки геометрической оптики: впервые высказанная Пифагором, оформилась **корпускулярная теория**, согласно которой свет есть поток каких-то частиц, испускаемых светящимся телом; с другой стороны, последователи Аристотеля и Декарта рассматривали свет как распространяющееся в пространстве (в среде) действие или движение.

Одним из первых ученых, подтолкнувшим научную мысль к **волновой теории**, был чешский физик **Марци**. В 1648 году им, с помощью опытов с призмами, было открыто явление **дисперсии** света. Другим указанием на волновую природу света стало явление, подробно описанное итальянцем **Гримальди**. Он заметил, что если на пути узкого пучка световых лучей поставить предмет, то на экране, поставленном сзади, не получается резкой тени. Края тени размыты, кроме того, вдоль тени появляются цветные полосы. Открытое явление он назвал **дифракцией**, но объяснить правильно не сумел.

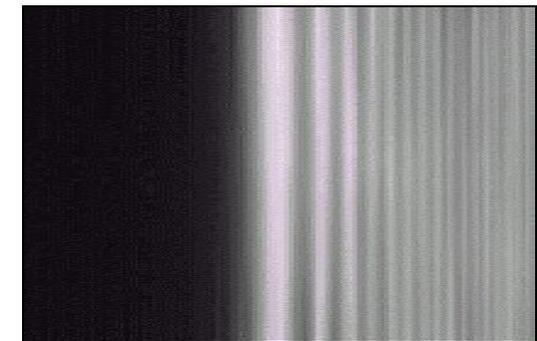
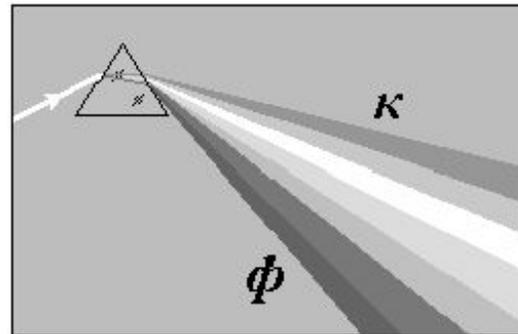
Гримальди занимался важнейшим вопросом того времени: является ли свет субстанцией или свойством. Его вывод совпал с выводом Аристотеля: свет - это акцидентальное свойство, распространяющийся световой **флюид** (тонкая неощутимая жидкость). Когда свет встречается с препятствием, то оно вызывает волны этого флюида. Гримальди приписал наблюдаемые им явления волновым колебаниям, подобным всем хорошо знакомой ряби на воде или звуковым колебаниям, причем впервые предположил, что **различным цветам соответствуют различные длины волн**, подобно музыкальным звукам.



Ян Маркус Марци (1595-10.IV 1667) - чешский ученый. Родился в Ланшкроуне. Учился в Оломоуце, окончил Пражский университет (1625), где и работал (с 1630- профессор, с 1662- ректор). Физические исследования посвящены механике и оптике. Рассмотрел (1639) соударение твердых шаров и показал различие между упругими и неупругими столкновениями. В 1648 открыл **дисперсию** света и впервые высказал идею о волновой природе света. Объяснил радугу и окрашенность тонких пленок. Работы Марци долгое время были мало известны. Исследования относятся также к математике и медицине.

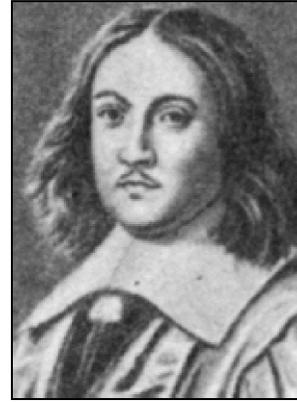


Франческо Гримальди (1618 - 1663) - итальянский ученый. Родился в Болонье, где в 1637-45 изучал философию, риторику, теологию. В 1647 получил степень доктора, был преподавателем (сначала философии, а затем математики) Болонской иезуитской коллегии. В 1651 стал священником. Основное сочинение Гримальди - "Физическая наука о свете, цветах и радуге" - вышло в свет в 1665, уже после его смерти. Открыл **дифракцию** света и тщательно ее изучал. В своем сочинении подробно описал явления распространения света, отражения, преломления, дифракции, видения, изложил свои представления (правда, противоречивые) относительно природы света, разработал теорию цветов, считая цвет "модификацией света". Описал солнечный спектр, полученный с помощью призмы. Возможно, Гримальди наблюдал и **интерференционные полосы** в опыте с двумя отверстиями, однако классическое описание этого эффекта появилось лишь через 150 лет в работах Томаса Юнга.



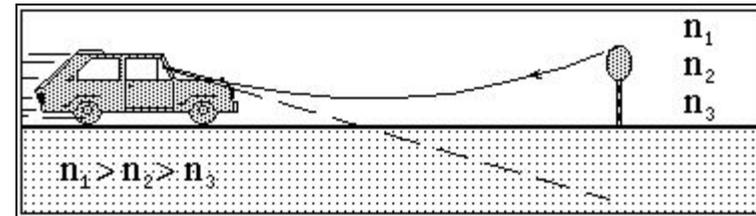
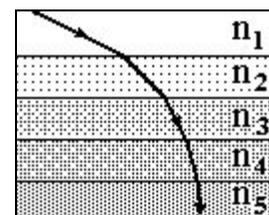
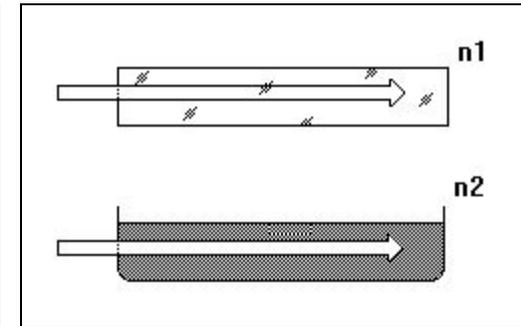
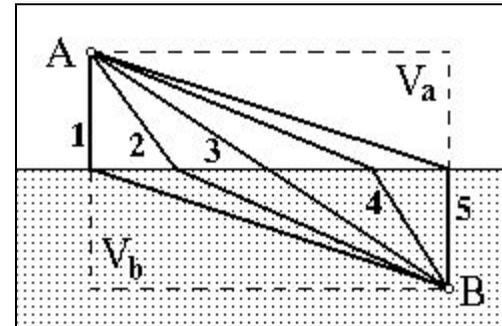
ПРИНЦИП ФЕМА. СКОРОСТЬ СВЕТА (оптика второй половины XVII века)

Высказанная в античности мысль Герона Александрийского о минимальных длинах световых лучей, распространяющихся из точки в точку, обрела строгую математическую форму во второй половине XVII века благодаря французу **Ферма**, оставившему заметный след в оптике. Он установил основной принцип геометрической оптики (**принцип Ферма**) - свет распространяется между двумя точками по наикратчайшему пути. Ферма вывел законы отражения и преломления, исходя из постулата: “Природа действует наиболее легкими и доступными способами”. Для однородной среды это означает прямолинейное распространение, для границы двух сред - “излом” траектории или преломление, а для **градиентной** среды - искривление лучей. Кроме того, Ферма был убежден, что свет испытывает различное сопротивление в различных средах вследствие изменения их плотности: более плотным телам соответствует меньшая скорость распространения света. Вопрос о **скорости света** был актуален и для корпускулярной и волновой теорий. Впервые скорость света была определена датским астрономом **Ремером** в 1676 году. До этого времени среди ученых существовало два противоположных мнения. Одни полагали, что скорость света бесконечно велика. Другие же считали ее хотя и очень большой, но тем не менее конечной. Ремер подтвердил второе мнение. Он правильно связал нерегулярности во времени затмений спутников Юпитера со временем, которое необходимо свету для прохождения по диаметру орбиты Земли вокруг Солнца. Ремер впервые сделал вывод о конечной скорости распространения света и определил ее



Пьер Ферма (1601 - 1665) - французский математик и физик. Родился в Бомон-де-Ломань. Получил юридическое образование. С 1631 был советником парламента в Тулузе. Физические исследования относятся в большинстве к оптике, им был установлен (примерно в 1662) основной принцип геометрической оптики (**принцип Ферма**), согласно которому свет распространяется между двумя точками по пути, для прохождения которого необходимо наименьшее время. Аналогия между принципом Ферма и вариационными принципами механики сыграла значительную роль в развитии современной динамики и теории оптических инструментов.

Христенсен Рёмер (1644 - 1710) - датский астроном. Рёмер в 1672 году поехал в Париж, где провел девять лет, работая в королевской обсерватории. В этот период он отметил, что время между затмениями лун Юпитера становится короче, если Земля движется ближе к Юпитеру и удлиняется, если Земля и Юпитер удалены друг от друга. Он понял, что это явление вызвано тем, что свету требуется больше времени для преодоления увеличенного расстояния между двумя планетами. В 1676 Рёмер объявил, что согласно его наблюдениям скорость света составляет примерно 140 тысяч миль в секунду (около 225 тысяч км/с).



НАЧАЛО КРИСТАЛЛООПТИКИ. ПРИНЦИП ГЮЙГЕНСА (оптика второй половины XVII века)

Распространение света в природных кристаллах наблюдалось на протяжении многих веков. В отличие от всех жидкостей и аморфного стекла, кристаллы представляют собой **анизотропную среду**, физические свойства которой неодинаковы в различных направлениях. В 1669 году датский ученый **Бартолиниус** обнаружил, что если смотреть на какой-либо предмет через кристалл исландского шпата, то видно не одно, а два изображения, смещенных друг относительно друга. Бартолиниус не только открыл **двулучепреломление**, но и дал его полное описание, положив начало **кристаллооптике**. Затем это явление исследовал **Гюйгенс** и попытался дать ему объяснение с точки зрения волновой теории света.

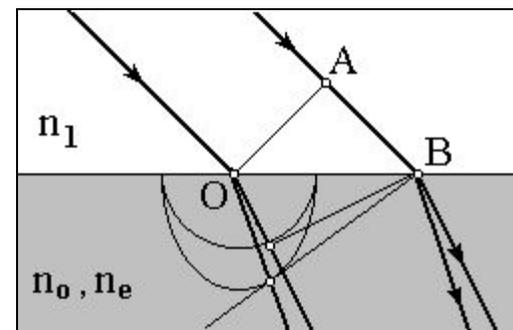
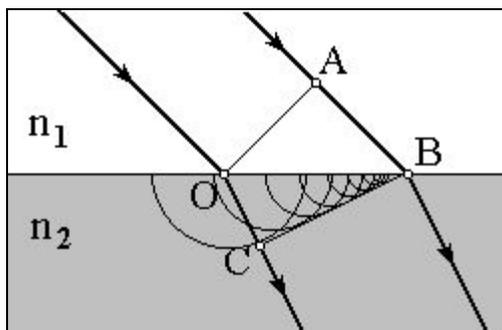
В ставшем знаменитом “Трактате о свете”, вышедшем в 1690 г., Гюйгенс изложил свою **волновую теорию света** (световые возбуждения являются упругими импульсами в эфире), исследования по кристаллооптике, а также первое описание явления **поляризации** света. Здесь же сформулирован знаменитый **принцип Гюйгенса**, согласно которому каждый элемент волны считается центром вторичных волн и прямолинейное распространение света является следствием огибающей вторичных волн, как в прямом, так и в отраженном свете. Для объяснения двулучепреломления Гюйгенс ввел понятие **сферических волн**, а также математически показал, каким образом волновая теория света объясняет дифракцию и цвета тонких пленок. Однако в XVII веке победил авторитет Ньютона и волновая теория должна была ожидать своего часа



Эразм Бартолиниус (1625 - 1698) - датский физик и математик. Родился в Роскилде. Учился в Лейденском университете, совершенствовал знания во Франции, Италии и Англии (в 1654 получил степень магистра). С 1657- профессор Копенгагенского университета (был деканом медицинского факультета и ректором). В работе “Опыты с кристаллами исландского известкового шпата, которые обнаруживают удивительное и странное преломление” (1669) описал открытое им явление **двулучепреломления** в кристаллах исландского шпата. Заметил, что, попадая на поверхность исландского шпата, луч света, преломляясь, раздваивается, причем в кристалле существует направление, вдоль которого подобное явление не происходит. Открытие Бартолиниуса положило начало кристаллооптике.



Христиан Гюйгенс (1629 - 1695) - голландский физик, механик, математик и астроном. Родился в Гааге. Учился в университетах Лейдена (1645- 47) и Бреда (1647-49). В 1665-81 жил в Париже, был избран членом Парижской Академии наук, с 1681- снова в Гааге. Физические исследования в области механики, оптики, молекулярной физики. В 1678 в мемуарах, представленных в Парижскую Академию наук, разработал волновую теорию света (опубликована в “Трактате о свете” в 1690). Объясняя механизм распространения света, выдвинул известный принцип, названный впоследствии его именем. Изучал также **двулучепреломление**, с большой точностью измерил геометрические характеристики исландского шпата, в котором наблюдалось это явление, и обнаружил его в кристаллах кварца. Ввел понятие “**ось кристалла**”. Открыл в 1678 **поляризацию** света. Работал над усовершенствованием объективов, сконструировал использующийся и поныне **окуляр Гюйгенса**.

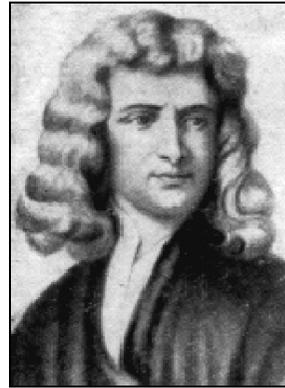


ВОЛНЫ ИЛИ КОРПУСКУЛЫ ? (оптика конца XVII века)

Изучая цвета мыльных пленок и тонких пластинок из слюды английский физик **Роберт Гук** обнаружил, что эти цвета зависят от толщины пленки или пластинки. Гук полагал, что свет – это колебательные движения, распространяющиеся в эфире. Более того, он прозорливо считал, что эти колебания являются поперечными. Явление **интерференции** света в тонких пленках Гук объяснял тем, что от двух поверхностей тонкой, например мыльной, пленки происходит отражение световых волн, которые, попадая в глаз, производят ощущение различных цветов. Однако, он не связывал цвет с частотой колебаний или с длиной волны, поэтому не смог разработать теорию интерференции. Независимо от Гримальди в 1672 году Гук проделал ряд опытов и описал явление **дифракции** с точки зрения колебаний эфира. Вообще, оптические дискуссии конца XVII века проходили под знаком соперничества волновой теории Гука и корпускулярной теории сэра **Исаака Ньютона**.

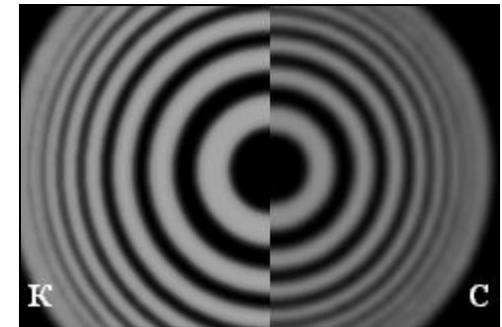
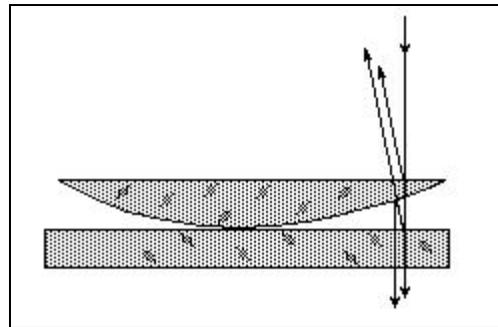
Изучая явление **дисперсии**, Ньютон пришел к заключению, что белый свет является сложным и представляет собой сумму простых цветных лучей. По Ньютону призма сортирует световые частицы, отклоняя их на разный угол в соответствии с их цветностью. Что касается **дифракции**, то захождение лучей в область геометрической тени объяснялось притяжением между частицами, из которых состоит экран, и “атомами света”. Ньютон сделал важный шаг в исследовании **интерференции** света, изучая темные и светлые кольца, которые видны при освещении монохроматическим светом зазора между линзой и пластинкой. Это так называемые **кольца Ньютона**. Для их объяснения пришлось предположить, что в одних местах световые частицы испытывают “притяжение легкого

Роберт Гук (1635 - 1703) - английский физик, открыл закон упругости, названный его именем. В 1662 он был назначен куратором научных экспериментов в королевском научном обществе. Он установил обратный квадратичный закон, чтобы описать планетарные движения, который по-сути являлся законом Ньютона. В 1672 он обнаружил явление дифракции; чтобы объяснить это, он предложил волновую теорию света. Гук наблюдал и правильно объяснил атмосферную рефракцию (наравне с Кеплером). Он автор рефрактометра, первым сконструировал отражательный телескоп, правда более низкого качества, чем у Ньютона. Для Гука свет есть колебательное (а не вращательное, как у Декарта) движение, причем короткое и быстрое, вследствие быстрых колебаний частиц светящихся тел.



Исаак Ньютон (1643 - 1727) - выдающийся английский ученый, заложивший основы современного естествознания, создатель классической физики, член Лондонского королевского общества (1672), его президент с 1703 года. Родился в Вулсторпе. Окончил Кембриджский университет (1665). В 1669-1701 возглавлял в нем кафедру. С 1695 - смотритель, с 1699 - директор Монетного двора. Работы относятся к механике, оптике, астрономии, математике. Создал огромный труд “Математические начала натуральной философии”, изданный в 1687 году. Оптические исследования изложил в “Оптике” (1704). В 1666г. при помощи трехгранной стеклянной призмы разложил солнечный свет на семь цветов (в *спектр*), а затем соединил их снова, получив исходный белый свет.

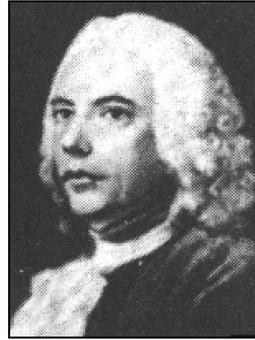
Открыл *хроматическую aberrацию* и, пытаясь ее избежать сконструировал телескоп-рефлектор оригинальной системы. Исследовал *интерференцию* и *дифракцию* света, изучая цвета тонких пленок, открыл так называемые *кольца Ньютона*, установил закономерности в их размещении, высказал мысль о периодичности светового процесса. Пытался объяснить *двулучепреломление* и близко подошел к открытию явления *поляризации*. Свет считал потоком корпускул, однако на разных этапах рассматривал возможность существования и волновых свойств света, в частности, в 1675 предпринял попытку создать компромиссную корпускулярно-волновую теорию света.



ОСНОВЫ ФОТОМЕТРИИ (оптика XVIII века)

Почти весь восемнадцатый век в оптике доминировала корпускулярная теория Ньютона. Наиболее значительные оптические достижения были связаны с изучением световой энергетики - в качестве самостоятельной науки оформилась **фотометрия**, в первую очередь благодаря работам **Бугера** и **Ламберта**. Последний в своем классическом труде 1760 года фактически установил основные понятия фотометрии (**сила света**, **яркость** и **освещенность**) и ряд фотометрических закономерностей, в частности, что освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния и прямо пропорциональна синусу угла, образованного лучами света с освещаемой поверхностью. Там же был помещен его закон **поглощения света** средой, первоначально установленный в 1729 Бугером (так называемый **закон Бугера - Ламберта - Бера**), который постулировал экспоненциальную зависимость пропускания света в среде и вводил, наряду с уже известной для прозрачных сред величиной **показателя преломления**, новое понятие **коэффициента поглощения**.

Отметим, что визуальные световые ощущения яркости или освещенности, безусловно зависят от спектральной чувствительности глаза.

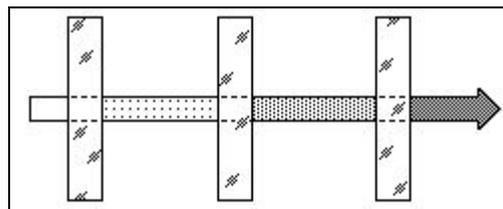
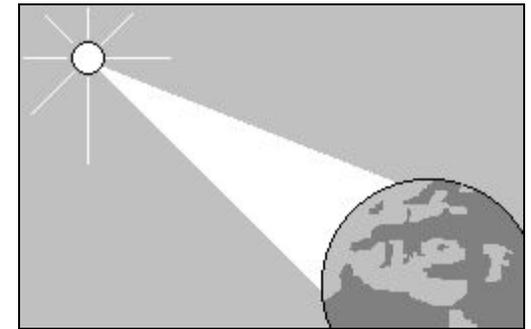
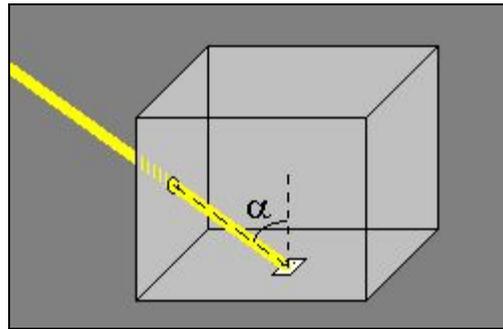


Пьер Бугер (1698 - 1758) - французский ученый, один из основоположников фотометрии, член Парижской Академии наук (1735). Родился в Ле-Крузике. Работы относятся к астрономии, геодезии, гидрографии, гравиметрии, теории корабля, оптике. Первым установил понятие количества света, принцип градации света и разработал методы измерения силы света. В 1729 открыл закон ослабления света в среде, рассмотренный впоследствии Ламбертом и Бером. Изобрел гелиометр и первый практически пригодный *фотометр*. В 1729 году выполнил первые опыты по измерению количества тепла, получаемого земной поверхностью от Солнца.



Иоганн Генрих Ламберт (1728 - 1777) - немецкий ученый, член Берлинской Академии наук (1765). Родился в Мюльхаузене. Физические исследования в области фотометрии, теплопроводности, гигрометрии и др. Также он изучал тепловое расширение воздуха, рефракцию света в атмосфере и др. В 1760 вышел его фундаментальный труд "Фотометрия, или Об измерениях и сравнениях света, цветов и теней", который имел большое значение для оптики. В сочинении "Пирометрия" описал опыты над тепловым излучением, показал, что тепловые лучи, как и световые, распространяются прямолинейно и их интенсивность изменяется

обратно пропорционально квадрату расстояния.



$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha d)$$

РОССИЙСКАЯ ОПТИКА. КОМПЛЕКСНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВОЛН (XVIII век)

К этому времени относятся первые научные исследования по оптике в России: **Михаил Ломоносов** не только создавал отечественные рецептуры варки цветных и прозрачных стекол, но также вел активные прикладные работы: разрабатывал конструкции зрительных труб, телескопов, микроскопов, предлагал не имеющие мировых аналогов рефлекторы для морских маяков и т.п. В отличие от большинства ученых-современников, он был последовательным приверженцем волновой теории света.



Михаил Ломоносов (1711 - 1765) - выдающийся русский ученый, член Петербургской Академии наук (1745). Родился в с.Денисовка Архангельской губ. В 1731-35 годах учился в Славяно-греко-латинской академии в Москве, в 1735-36 - в Петербургском университете, в 1736 -41 - за границей в Марбурге и Фрейберге. Возвратившись в Россию, был избран в 1742 году адъюнктом, а в 1745 - академиком. Фактически Ломоносов был основателем естествознания в России. В оптике придерживался волновой теории света, разработал теорию цветов, сконструировал ряд оптических приборов, в частности телескоп-рефлектор (так называемую ночезрительную трубу), при помощи которого наблюдал в 1761 прохождение Венеры по диску Солнца.

Значительные успехи в оптике XVIII века связаны с именем постоянно работавшего в России **Эйлера**. Помимо собственно оптических достижений (формула для показателя преломления среды, формула двояковыпуклой линзы), его **теория функций комплексного переменного** стала впоследствии фундаментом математического аппарата волновой оптики. Сторонник теории эфира, Эйлер полагал, что цвет тел зависит от частоты колебаний светового луча, что максимальная длина волны соответствует красным лучам, а минимальная — фиолетовым.

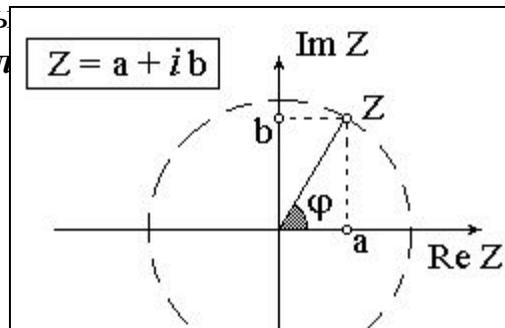


Леонард Эйлер (1707-1783) - математик, механик и физик. Родился в Базеле (Швейцария). Учился (1720-24) в Базельском университете, где его учителями были известные математики того времени братья Бернулли. Обладая выдающимися способностями, особенно к математике, уже в 1722 году получил степень магистра искусств. С 1727 года начал работать адъюнктом математики в Петербургской Академии наук: с ней связана вся его дальнейшая деятельность. Исследования Эйлера относились ко многим разделам математики: теории функций комплексного переменного, вариационного исчисления, теории специальных функций и др. Физические исследования Эйлера посвящены механике, оптике, акустике, термодинамике, электричеству, математической физике. По Эйлеру, все оптические, электрические, магнитные, тепловые и другие явления - это взаимодействие "грубой" материи и более "тонкого" вещества, менее плотного, но более упругого - *эфира*. Механические перемещения эфира создавали, по мнению Эйлера, все разнообразие явлений природы. В оптике создал собственную волновую теорию света, пытаясь объяснить наиболее известные световые явления колебаниями эфира.

$$\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$$

$$E(z,t) = E_1(ct - z) + E_2(ct + z)$$

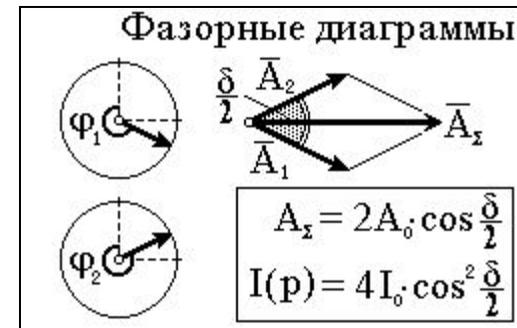
$$E(z,t) = E_0 \cos(k \cdot (ct - z)) = E_0 \cos(\omega t - kz)$$



$$e^{i\varphi} = \exp(i\varphi) = \cos \varphi + i \sin \varphi$$

$$E(z,t) = E_0 \exp(i(\omega t - kz))$$

$$E(r,t) = \frac{E_0}{r} \exp(i(\omega t - kr))$$

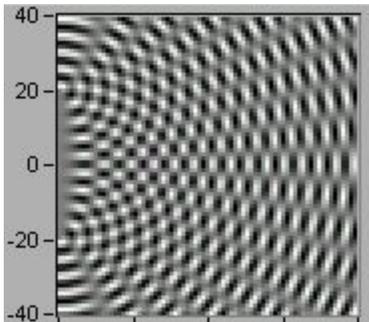
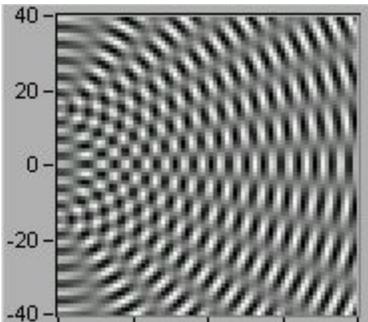
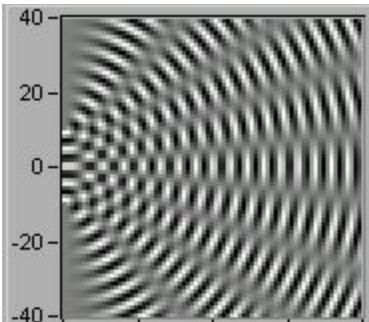
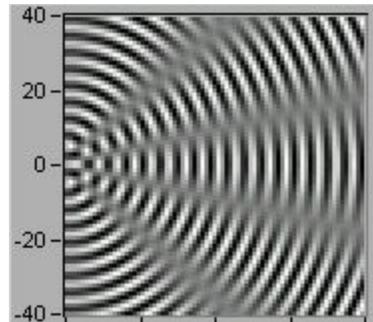
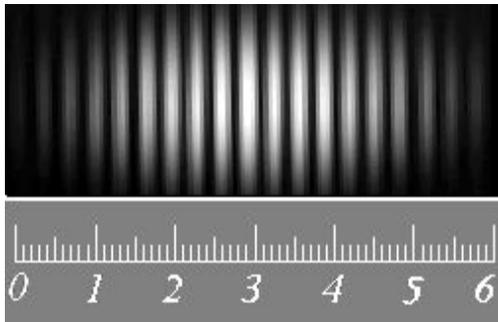
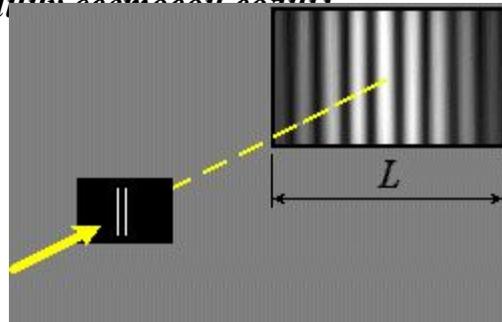
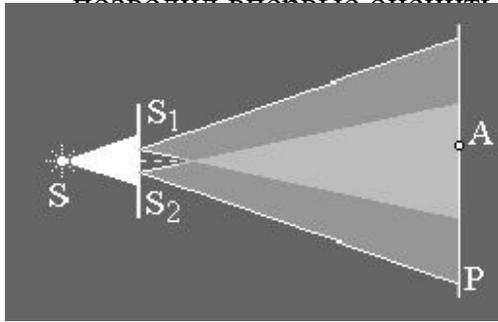


ТЕОРИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ТОМАСА ЮНГА (начало XIX века)

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. При соблюдении некоторых условий (**когерентность источников**) суммарная интенсивность в данной точке может оказаться вдвое больше суммы интенсивностей от двух одинаковых источников света, причем в соседней точке она может оказаться нулевой. Ставший классическим интерференционный **опыт Юнга** с двумя щелями



Томас Юнг (1773-1829) - английский ученый, один из создателей волновой оптики, член королевского научного общества (1794), в 1802-29 - секретарь. Родился в Милвертоне. Учился в Лондонском, Эдинбургском и Гёттингенском университетах, где сначала изучал медицину, но потом увлекся физикой, в частности, оптикой и акустикой. В последние годы жизни занимался составлением египетского словаря. Работы относятся к оптике, акустике, теплоте, механике, математике, астрономии, геофизике, филологии, зоологии. Однако в истории науки наиболее известен как физик. В теории упругости Юнгу принадлежат исследования деформации сдвига, в 1807 году ввел характеристику упругости - модуль растяжения (**модуль Юнга**). Наиболее существенны исследования Юнга по оптике. Он впервые объяснил (1793) явление аккомодации глаза изменением кривизны хрусталика. В трактате "Опыты и проблемы по звуку и свету" (1800) выступил в защиту волновой теории света и предложил **принцип суперпозиции волн**. В 1801 году первым объяснил явление интерференции света, ввел термин "**интерференция**" (1803) и объяснил кольца Ньютона. Выполнил также первый демонстрационный эксперимент по наблюдению интерференции света, получив два когерентных источника света (1802). Этот **опыт Юнга** стал классическим, как и известный опыт Френеля. В 1803 году предпринял попытку объяснить **дифракцию** света от тонкой нити, связывая ее с интерференцией, открыл интерференцию **ультрафиолетовых** лучей, показал, что при отражении луча света от более плотной среды происходит **потеря полуволны**. Разрабатывал теорию цветового зрения. В 1803 году измерил длины волн разных цветов, получил для длины волны красного света значение 0,7 микрометра, для фиолетового - 0,42 микрометра. Высказал (1807) мысль, что свет и лучистая теплота отличаются друг от друга только длиной волны, в 1817 году выдвинул идею **поперечности световых волн**.



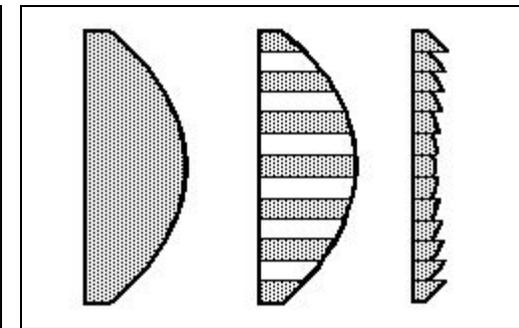
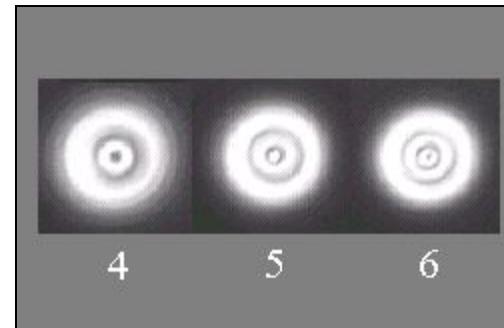
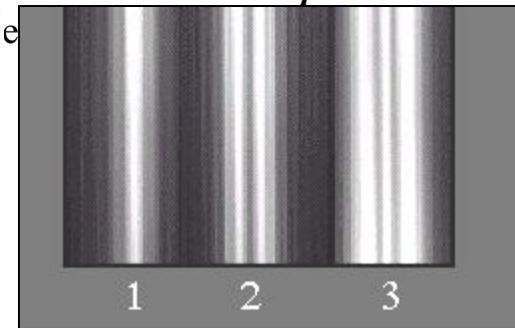
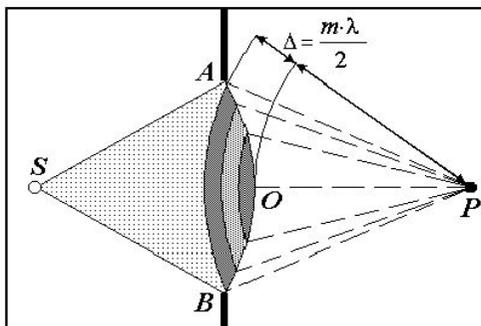
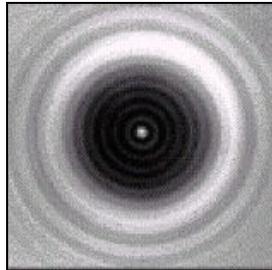
ТЕОРИЯ ДИФРАКЦИИ ОГЮСТА ФРЕНЕЛЯ (начало XIX века)

Настоящий триумф волновой теории света наступил после серии блестящих работ **Огюста Френеля**, в которых дополненные интерференцией вторичных волн положения Гюйгенса (*принцип Гюйгенса-Френеля*) позволил развить первую феноменологическую теорию *дифракции*. Метод разбиения волнового фронта вторичных источников на полуволновые зоны (*зоны Френеля*) оказался весьма продуктивным при анализе картин дифракции от щели, круглого отверстия, резкого края и т.п. Френель предложил для изображения амплитуд вторичных волн пользоваться векторными диаграммами на комплексной плоскости. При обсуждении мемуара Френеля академик Пуассон указал, что по Френелю в центре геометрической тени непрозрачного диска должно наблюдаться светлое пятно (*пятно Пуассона*), что казалось абсурдным. Вскоре, однако, другой академик, Араго поставил соответствующий опыт, и теория дифракции полностью подтвердилось.

Поляризационные исследования Френеля доказали *поперечность* световых волн, *формулами Френеля* для отраженной и преломленной волн пользуются и сегодня, а изобретенная им плоская *линза Френеля*



Огюстен Жан ФРЕНЕЛЬ (1788-1827) - французский физик, член Парижской академии наук (1823) и Лондонского королевского общества (1825). Родился в Брולי. Окончил Политехническую школу (1806) и Школу мостов и дорог (1809) в Париже. Работал инженером по ремонту и строительству дорог в различных департаментах Франции, с 1817 - в Политехнической школе. Работы посвящены физической оптике, наряду с Юнгом является создателем волновой оптики. Еще в 1811 году под влиянием Малюса стал самостоятельно изучать физику и вскоре начал экспериментальные исследования по оптике. Дополнил известный принцип Гюйгенса, введя (1816) представление о когерентности элементарных волн и их интерференции (*принцип Гюйгенса - Френеля*). Исходя из этого, разработал в 1818 году *теорию дифракции света*. Впервые рассмотрел дифракцию от резкого края и круглого отверстия. Выполнил опыты с *бизеркалами* (1816) и *бипризмами* (1819) по интерференции света, ставшие классическими. Исследовал *интерференцию поляризованных лучей*. Доказал в 1821 году *поперечность* световых волн (к идее поперечности пришел в 1819 независимо от Юнга). Открыл в 1823 году *эллиптическую и круговую поляризации* света. На основе волновых представлений объяснил хроматическую поляризацию и вращение плоскости поляризации света, *двулучепреломление*. Установил (1823) законы отражения и преломления света на плоской неподвижной поверхности раздела двух сред (*формулы Френеля*). Изобрел ряд интерференционных приборов (*зеркала Френеля, бипризма Френеля, линза Френеля*). Исследовал проблему о влиянии движения Земли на оптические явления, положив начало *оптике движущихся тел*. Высказал мысль о частичном увлечении эфира и вывел коэффициент увлечения света движущимися телами. Однако эти его выводы получили свое объяснение лишь в теории относительности.



ОТКРЫТИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА (начало XIX века)

К идее поперечности световых волн ученые пришли исследуя **двулучепреломление** в кристаллах, а также наблюдая изменение пропускания при повороте анизотропных (например, слюдяных) пластинок. Если в обычном состоянии световые колебания эфира происходят хаотично поперек направления распространения (**неполяризованный**, или **естественный** свет), то после прохождения анизотропного объекта возникают выделенные направления колебаний. Вопрос об ориентации поперечных колебаний эфира впервые исследовал **Малюс**, который и ввел понятие **плоскости поляризации**, содержащей световой луч и вектор световых колебаний в состоянии **линейной поляризации**. Он установил, что при отражении, даже если падающий свет является естественным, отраженный луч может стать поляризованным. Кроме того, он открыл закон, по которому изменяется интенсивность линейно поляризованного света при развороте поляризатора (**закон Малюса**).

Следующий важный шаг в изучении поляризации сделал шотландец **Брюстер**, который открыл угол полной поляризации при отражении (**угол Брюстера**) и установил существование, кроме линейной, **круговой** и **эллиптической** поляризаций. Подтверждением



Этьен Луи МАЛЮС (1775-1812) - французский физик, член Парижской академии наук (1810). Родился в Париже. Окончил Политехническую школу (1796), служил в инженерных войсках. С 1808 жил в Париже, работал в Политехнической школе. Работы, в основном, посвящены оптике. В 1808 году открыл явление **поляризации света при отражении**, установил закон изменения интенсивности поляризованного света (**закон Малюса**). Разработал теорию **двулучепреломления** света в кристаллах. В 1811 году независимо от Ж.Био обнаружил поляризацию света при преломлении. Предложил (1811) метод определения оптической оси кристалла. Сконструировал ряд поляризационных приборов.



Дэвид БРЮСТЕР (1781-1868) - шотландский физик, член Лондонского королевского общества (1815), президент Эдинбургского королевского общества (1864). Родился в Джедборо. Окончил Эдинбургский университет (1800). В 1802-06 годах - редактор "Эдинбург мэгэзин", в 1807-30 - Эдинбургской энциклопедии, в 1837-59 - руководитель колледжей и профессор университета в Сент-Андрусе. С 1860 года Брюстер был вице-президентом Эдинбургского университета. Основные работы - в области оптики. Исследовал **поляризацию** света, установил (1815) связь между показателем преломления диэлектрика и углом падения света, при котором отраженный от поверхности свет полностью поляризован (**закон Брюстера**). Изучал поглощение света, открыл **двулучепреломление** в средах с **искусственной анизотропией**, **круговую поляризацию** (1815), существование двухосных кристаллов (1818). Изобрел в 1817 **калейдоскоп**, разработал метод получения интерференции от резкого края, усовершенствовал **стереоскоп** (1849).

