Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

"Российский государственный педагогический университет

им. А.И. Герцена"

Факультет технологии и предпринимательства

Кафедра общетехнических дисциплин

Реферат

Развитие оптики

Санкт-Петербург

год

Содержание

Введение

. Античность

.1 Развитие представлений об оптике в античном мире

. Средние века и эпоха Возрождения

.1 Развитие представлений об оптике в эпоху Возрождения

.1.1 Оптика в арабском мире

.1.2 Зарождение прикладной оптики: от очков до зрительной трубы

. 17 век

.1 Прикладная оптика

.1.1 Телескоп и микроскоп Галилея

.1.2 Линзы Торричелли

.1.3 Оптика линз Иоганна Кеплера

.1.4 Закон преломления

.2 Зарождение физической оптики

.2.1 Истоки корпускулярно-волнового дуализма

.2.2 Гримальди: дифракция и интерференция цвета

.2.3 Волновая теория Декарта. Эфир

.2.4 Оптические исследования Ньютона

.2.5 Гюйгенс. Волны и эфир

.2.6 Гук: цвета тонких пленок

.2.7 Начало кристаллооптики

.2.8 Оптика Ньютона

.2.9 Измерение скорости света

.2.10 Принцип Ферма

. Глаз как оптическая система

. Оптика как наука сегодня

Заключение

Список используемой литературы

Введение

оптика линза ньютон гук

Фотоаппараты, телескопы, микроскопы, очки, линзы - все эти предметы широко используются сегодня, и все они объединены такой наукой как оптика. Мало кто задумывается, что именно этой науке, которая появилась еще в античности, мы обязаны многим современным предметам, изобретениям, без которых, возможно, уже не представляем свою повседневную жизнь.

А как же зарождалась и развивалась оптика? Кто открывал основные законы и делал важнейшие изобретения? Какие разделы сегодня в себя включает оптика, и что они изучат? Об этом я бы хотела написать в своей работе.

1. Античность

.1 Развитие представлений об оптике в античном мире

Греки придавали термину "оптика" более узкое значение, чем мы: для них это была наука о природе света и зрения, то есть то, что мы сейчас называем физической и физиологической оптикой. Примерно с V в. до н. э. греческие философы начали в своих теориях касаться истинного способа распространения света. Пифагор считал, что объекты становятся видимыми благодаря "выстреливаемым" ими крохотным частицам, попадающим в глаз человека.

Открытые в античности основные оптические эффекты определили развитие как фундаментальной, так и прикладной оптики и легли в основу количественных оптических исследований средних веков.

Оптика - та наука, которая уже в древности была связана с практическими нуждами. Греческие геометры, приступив к исследованию оптических явлений, обнаружили видимую прямолинейность распространения света: подсказкой здесь послужили отбрасываемые предметами тени. Затем учение о свете было включено в систему линейной геометрии, были разработаны геометрические методы образования изображения как от плоского, так и от кривого зеркала - исследования, которые они называли катоптрикой (наука об отражении лучей от зеркальных поверхностей). Методика прослеживания луча для нахождения изображения, впервые серьезно изученная во времена Пифагора, широко используется при оптических расчетах и в наши дни.

В 444 г. до н.э. греческий философ Эмпедокл выдвинул теорию, альтернативную идее Пифагора, по которой предметы становятся видимыми благодаря использованию неуловимого щупальца, простирающегося от глаза и захватывающего видимый предмет. Эта идея о существовании какого-то излучения, выходящего из глаза, стала известной под названием "теории окулярных пучков". Она получила широкое распространение в древности, обсуждалась на протяжении столетий, но встретила сильнейшее сопротивление в 350 г. до н.э. со стороны Аристотеля. Последний считал свет проявлением некоей разряженной среды, называемой пеллуцид и заполняющей все пространство. По его мнению, через эту среду передается определенного рода воздействие от объекта к глазу. Мысль эта, безусловно, созвучна высказанной в XIX в. идее распространения света как колебаний разряженного эфира.

То, чем занимались александрийские математики, относилось к области геометрической оптики (катоптрике) и к скенографии (учение о перспективе). Вопроса о природе света они не ставили, формально придерживаясь старых пифагорейских представлений. Эти представления были достаточны для вывода основных положений геометрической оптики и теории перспективы.

Автором первых дошедших до нас греческих работ по оптике был Евклид. До нас дошла его "Оптика" - трактат по теории перспективы. Законы перспективы выводятся им из четырнадцати исходных положений, установленных на основе оптических наблюдений. На закон отражения Евклид ссылается, как на нечто уже известное: он говорит, что этот закон доказывается в его "Катоптрике". "Катоптрика" Евклида не сохранилась. Вероятно, уже в древности это сочинение было оттеснено на второй план более объемной "Катоптрикой" Архимеда (теперь также утерянной), содержавшей строгое изложение всех достижений греческой геометрической оптики. Сам Архимед был не только теоретиком оптики, но и мастером оптических наблюдений, о чем свидетельствует описанная им методика определения видимого диаметра Солнца. Эта методика свидетельствует о большом экспериментальном мастерстве Архимеда, в своих расчетах он даже учитывает размеры человеческого зрачка. Полученное им значение определяется верхним и нижним пределами, причем первый оказывается очень близким к истинному значению.

Ко II в. до н.э. теория построения изображений кривыми зеркалами достаточно продвинулась вперед, оправдывая предание, по которому Архимед поджег римский флот около Сиракуз, сконцентрировав солнечный свет "зажигательными" вогнутыми зеркалами. Кроме того, древним грекам было известно и зажигательное действие собирающих линз, описанное впервые в V в. до н.э. в комедии Аристофана "Облака". О зажигательном действии стеклянных и хрустальных шаров пишут римляне Плиний и Сенека. В эпоху поздней античности оптическими исследованиями занимались Герон Александрийский и Птолемей.

Трактат Герона "Катоптрика", ранее принимавшийся за сочинение Птолемея, содержит ряд новых моментов по сравнению с одноименными работами Евклида и Архимеда. В этом трактате Герон обосновывает прямолинейность световых лучей бесконечно большой скоростью их распространения. Далее, он приводит доказательство закона отражения, основанное на предположении, что путь, проходимый светом, должен быть наименьшим из всех возможных. Вслед за законом отражения Герон рассматривает различные типы зеркал, особое внимание уделяя цилиндрическим зеркалам и вызываемым им искажениям изображений. В заключение в трактате приводятся примеры применения зеркал, в том числе для театральных представлений. В другом трактате - "О диоптре" - Герон описывает универсальный визирный инструмент - диоптру. Наводка диоптры осуществлялась путем вращения вокруг двух осей - вертикальной и горизонтальной. Для более точной установки служил микрометрический винт, впервые описанный именно в этом сочинении.



Со времен Герона все ученые стали разделять оптику на катоптрику, т.е. науку об отражении, и диоптрику, т.е. науку об изменении направления световых лучей при попадании в прозрачные среды, например воду или стекло, или, как мы теперь говорим, о преломлении. Явление преломления еще не рассматривалось Героном, хотя было известно грекам с давних времен. Законы преломления изучались Евклидом и Аристотелем, но наиболее подробно исследовались со времен Клеомеда (50 г. до н.э.).

В 130 г. н.э. Птолемей описал первые действительно точные диоптрические измерения в воде, но не смог обнаружить закономерность, связывающую способность к преломлению с величиной угла, на который отклоняется свет. Птолемей поставил специальный опыт с целью исследовать закон преломления. Он взял диск, по которому вокруг центра вращались две линейки - указатели А и В. Этот диск Птолемей наполовину погружал в воду и перемещал верхнюю линейку до тех пор, пока она не казалась продолжением нижней, находящейся в воде. Вынув затем диск из воды, он определял углы падения и преломления. Однако, хотя эксперимент Птолемея и был поставлен правильно и он получил достаточно хорошие численные значения для углов падения и преломления, истинного закона он установить не сумел.

Птолемей обнаружил также явление полного внутреннего отражения. В вопросах отражения света и природы зрения Птолемей не пошел дальше своих предшественников.

Его оптика все еще была построена на гипотезе лучей, испускаемых глазом. Пересмотр этой гипотезы и дальнейшие существенные шаги в области изучения оптических явлений были сделаны средневековыми арабскими учеными, и прежде всего Альхазеном (Ибн-аль-Хайсамом, 965-1038/39 гг. н.э.).

Таким образом, открытые в античности основные оптические эффекты определили развитие как фундаментальной, так и прикладной оптики и легли в основу количественных оптических исследований средних веков.

Незнание строения глаза и механизма зрения не позволили ученым античного мира открыть возможность построения действительных изображений и, как следствие, ими не был создан ни один оптический прибор.

2. Средние века и эпоха Возрождения

.1 Развитие представлений об оптике в эпоху Возрождения

.1.1 Оптика в арабском мире

После античного периода развития науки о световых явлениях на протяжении почти 900 лет от Птолемея до Альхазена (Ибн ал-Хайсама) оптические исследования принесли мало нового. Возрождение античного знания и дальнейшее развитие науки началось в арабском мире. Арабы сделали немало в области многих наук, в том числе и в оптике. Некоторые наиболее известные трактаты являлись учебниками в своей области в Европе вплоть до 17 века.

В Европе единственным важным достижением за это время было изобретение в XIII в. очков, тогда же появились первые серьезные исследования по оптике. Начиная с конца XV века происходит резкий сдвиг оптики в практическую область, во многом благодаря трудам Леонардо да Винчи.

В силу вышесказанных причин оптика, как и остальные науки, в средние века развивалась на Востоке, а затем (начиная с XIII века) в Европе.

Даже после анатомических исследований строения глаза, средневековым ученым трудно было отказаться от осязательной теории окулярных пучков и представить себе формирование линзоподобным хрусталиком действительного изображения предметов в перевернутом виде.

В то время "Оптика" Альхазена была вообще первым серьезным исследованием, остававшимся вплоть до XVII века лучшим руководством, несмотря на дополнения и изменения, вносимые в него позднейшими исследователями. Создание линзы, также приходящееся на это время, является первой в истории попыткой расширить возможности сенсорного аппарата человека. Если бы арабы создали оптику и ничего больше, то и в этом случае они бы внесли важнейший вклад в науку.

Оптику арабы называли илм ал-маназир - "наука о зрительных инструментах". В древней Греции эта наука являлась скорее учением о перспективе: в основе было представление о зрительных лучах, выходящих из глаза. "Оптика" Евклида излагает основы оптики древних греков и носит сильные следы учения пифагорейцев. Приписывается Евклиду написанная, по-видимому, одним из его учеников "Катоптрика", представляющая учение об отражении света от плоских и сферических зеркал. В "Оптике" Птолемея излагается как распространение света, так и отражение и преломление.

В трактате Альхазена не только устанавливается возможность получения действительных изображений с помощью зеркал и прозрачных преломляющих сред, но также опровергается теория окулярных пучков и даются объяснения некоторым оптическим иллюзиям.

Исследовал он и "прозрачные сферы" из горного хрусталя и стекла, а также их шаровые сегменты. На латинский язык трактат Альхазена был переведен только в 1572 г.

Крупнейшим сочинением по оптике, написанным в средние века, была "Книга оптики" Ибн ал-Хайсама. Ибн ал-Хайсам критикует представление о зрительных лучах и исходит из того, что лучи света распространяются от источника света. На основе изучения анатомии глаза ученый рассматривает механизм зрения. Далее рассматриваются зрительное восприятие и обманы, и весьма подробно изучается отражение света от плоских, сферических, цилиндрических и конических зеркал и преломление света. Оптические исследования Ибн ал-Хайсама были основаны на исключительно высокой точности эксперимента и на широком использовании математических доказательств. Кроме "Книги оптики", Ибн ал-Хайсам написал еще целый ряд оптических трактатов, в частности, "Книгу о зажигательной сфере", лежащую в основе теории линз, два трактата о зажигательных зеркалах - упоминавшийся выше трактат о параболических зеркалах и трактат о сферических зеркалах, и "Книгу о форме затмений", содержащую теорию камеры-обскуры. "Книга оптики" Ибн ал-Хайсама была переработана в ХIII в. с добавлением изложения оптических трактатов Ибн ал-Хайсама. "Книга оптики" была переведена на латинский язык под названием Opticae thesaurus ("Сокровище оптики") и легла в основу оптических исследований ученых XIII-XIV вв. Вителло, Пеккама и Роджера Бэкона, а через них Кеплера, "Оптическая астрономия" которого носит подзаголовок "Добавление к Вителло".

Независимо от Ибн ал-Хайсама камеру-обскуру рассматривал ал-Бируни в "Тенях", где были впервые описаны также явления дифракции и интерференции света, первое из которых ал-Бируни попытался объяснить с помощью геометрической оптики, интерференцию света он даже не пытался объяснять.

.1.2 Зарождение прикладной оптики: от очков до зрительной трубы

В Европе после крушения римской империи вплоть до X-XI веков культурная и научная жизнь переживала период затишья. В области оптики единственным важным достижением за это время было изобретение в XIII в. очков, тогда же появились наконец первые серьезные исследования по оптике. Наиболее известны работы в этой области Роджера Бэкона, много внимания уделявшего преломлению и отражению в линзах и зеркалах. Он исследовал положение зажигательного фокуса сферического и параболического отражателя, математически доказал наличие продольной аберрации у вогнутого сферического зеркала, пришел к выводу "что прозрачные тела могут быть так обработаны, что отдаленные предметы покажутся приближенными". Можно предположить, что Бэкону были известны некоторые конструкции зрительных труб, он понимал, что видимая величина предметов обусловлена не расстоянием, а зрительным углом. По неподтвержденным преданиям, он создал волшебный фонарь - (камеру-обскуру), а за изобретение очков был заключен в тюрьму, так как считалось, что это творение дьявола.

Большое влияние на средневековые оптические исследования оказал написанный в 1271 г. десятитомный трактат по оптике польского физика Вителло, в котором описаны многочисленные опыты и наблюдения за природными оптическими явлениями и разработаны важные для художников вопросы перспективы. Являясь в большой степени удачной компиляцией работ Евклида, Птолемея и Альхазена, трактат на долгие годы стал основой университетских оптических курсов, довольно слабо связанных с прикладными оптическими задачами. Этой оторванностью чистой науки от практики объясняется и тот факт, что, по одной из версий, величайшее оптическое изобретение - очки - были открыты в XIII веке не университетскими учеными, а итальянскими мастерами шлифования и полирования эмпирическим путем. Более того, известны негативные отзывы ученых-оптиков того времени на ношение очков: "Основная цель зрения - знать правду, линзы для очков дают возможность видеть предметы большими или меньшими, чем они есть в действительности, иной раз перевернутыми, деформированными и ошибочными, следовательно, они не дают возможности видеть действительность. Поэтому, если вы не хотите быть введенными в заблуждение, не пользуйтесь линзами". Однако, остановить развитие очкового ремесла было невозможно, и, начиная с конца XV века, происходит резкий сдвиг оптики в практическую область, во многом благодаря трудам Леонардо да Винчи.

Говоря о творчестве Леонардо, нельзя разделять его деятельность как ученого и инженера и его художественную деятельность. Сам он такое разделение не делал. Идея союза науки и практики, пронизывающая все энциклопедическое творчество Леонардо, проявилась и в его оптических исследованиях. В его "Атлантическом кодексе" и других манускриптах были поставлены и решены задачи построения хода лучей в глазе, рассмотрены вопросы аккомодации и адаптации глаза, дано научное объяснение действия линз, зеркал и очков, встречаются вопросы аберраций и рисунки каустических поверхностей, приведены результаты первых фотометрических исследований, описаны технологии изготовления линз и зеркал. Особо важными представляются объяснения Леонардо да Винчи перевернутых изображений, даваемых камерой-обскурой, поскольку, помимо изображений на картинах художников и возникающих в глазу человека, в те годы это был единственный пример действительного оптического изображения. Историческая ролькамеры-обскуры состоит в том, что она четко разграничила понятия свет и зрение. Изучение бинокулярного зрения привело Леонардо да Винчи к созданию около 1500 г. стереоскопа, он изобрел ряд осветительных устройств, в том числе ламповое стекло, мечтал о создании телескопа из очковых линз. В 1509 г. им была предложена конструкция станка для шлифовки вогнутых зеркал, подробно описано изготовление параболических поверхностей.

Леонардо обнаружил разницу между распространением звуковых и световых волн, исследовал отражение и преломление звуковых волн, эхо, скорость звука и факторы, определяющие степень громкости, исследуя для этого законы, управляющие затуханием звука, посредством изменения расстояния между источником звука и ухом. В результате он создал некую перспективу звука, подобную законам оптической и изобразительной перспективы.

Главным в жизни Леонардо была, конечно, живопись. Считая живопись наукой, Леонардо писал: "Наука живописи распространяется на все цвета поверхностей и на фигуры одетого ими тела, на их близость и отдаленность с соответствующими степенями уменьшения в зависимости от степеней расстояния. Эта наука - мать перспективы, т. е. учения о зрительных линиях". Леонардо серьезно интересовался оптикой, поскольку практические вопросы, связанные с оптикой, были близки к живописи. В процессе познания он всегда придавал исключительное значение глазу и зрению, всему тому, что относится к миру образов.

Леонардо в своем творчестве хотел быть "Мастером и Богом" природы, он хотел научиться создавать то же впечатление, которое создает живая природа. Для этого надо познать сущность вещей, уловить то, что скрывается за внешней оболочкой. Чтобы понять все тонкости игры света, он должен понять, что такое свет, световые лучи, законы распространения света, строение глаза, природу и механизм зрения. Но главной была наука о живописи, в которой Леонардо видел смысл жизни. Искусство создает новый мир, и художник в этом подобен богу.

После работ Леонардо да Винчи не было сколько-нибудь систематических исследований по оптике. Можно упомянуть только "Пиротехнику" Бирингуччо (1480-1539), в которой описывались металлическая, стекольная и химическая промышленности. В этой области знаний царила большая путаница, возможно, поэтому итальянский математик и физик Франческо Мавролик побоялся опубликовать свое оригинальное исследование по оптике. В его первой части рассмотрены вопросы геометрической оптики: прямолинейное распространение света, его отражения от плоских, сферических, цилиндрических и конических зеркал; во второй части - преломление света, явление радуги, строение глаза, механизм зрения и принцип действия очков. Полагая, что хрусталик глаза работает как линза, он, в то же время, не смог признать, что изображение получается перевернутым, и серией ухищрений пытался доказать, что изображение будет прямым. Ему принадлежит заслуга в объяснении причин дальнозоркости и близорукости. Исследуя прозрачные тела, ограниченные сферическими поверхностями (т.е. линзы), Мавролик установил, что выпуклые линзы являются собирающими, а вогнутые - рассеивающими. К сожалению, его труд был опубликован лишь в 1611 г. через 57 лет после написания и не смог оказать заметного влияния на развитие практической оптики в то время.

Дело, начатое Леонардо да Винчи и Мавроликом, было продолжено их соотечественником Джованни Баттиста де ла Порта, посвятившим оптическим исследованиям два произведения: "Натуральная магия" и "О преломлении". Он усовершенствовал камеру-обскуру, добавив собирающую линзу, и выдвинул идею проекционного фонаря. Вскоре де ла Порта делает попытку построения хода лучей в линзах и даже приводит оптическую систему телескопа, утверждая, что ему удалось видеть на большом расстоянии мелкие предметы, однако никаких доказательств не приводит. Свой приоритет в изобретении зрительной трубы он отстаивает в письме князю Федерико Чези, написанном в августе1609 г., которое сопровождается рисунком трубы по "схеме Галилея", однако в девятой книге "О преломлении", на которую ссылается Порта, нет подтверждающих его слова сведений, поэтому вопрос о его приоритете в изобретении зрительной трубы является недоказанным. Первая зрительная труба появилась на рубеже XVI и XVII веков в Голландии, о чем сообщил в 1608 г. очковых дел мастер Липперсгейм. Известие о его изобретении побудило Галилея через год в Падуе построить свой телескоп и тем самым положить начало современной астрономии. Разработке собственно теории этого инструмента и практике его применения мы обязаны прежде всего Галилео Галилею и Иоганну Кеплеру.

### 3. 17 век

.1 Прикладная оптика

### .1.1 Телескоп и микроскоп Галилея

Первая зрительная труба появилась на рубеже XVI и XVII веков в Голландии, о чем сообщил в 1608г. очковых дел мастер Липперсгейм. Известие о его изобретении побудило Галилея через год в Падуе построить свой телескоп и тем самым положить начало современной астрономии. Разработке собственно теории этого инструмента и практике его применения мы обязаны прежде всего Галилео Галилею и Иоганну Кеплеру.

В 1610 году он опубликовал труд "Звездный вестник", который стал самой ходкой научной книгой того времени. В ней он сжато и ясно излагал свои наблюдения. Книга вызвала огромную сенсацию. Надо сказать, что многие открытия Галилея получили признание в церковных кругах. (Папа Урбан VIII считался его другом.). Однако доминиканцы и иезуиты оказались сильнее папского покровительства. По их доносу в 1633 году Галилей был предан суду инквизиции в Риме и чуть было не разделил участь Бруно. Лишь ценой отречения от своих взглядов он спас себе жизнь. Учение о движении Земли было объявлено ересью.



Прогресс в развитии всех прикладных оптических исследований в значительной мере связан с именем Галилея. Его "Звездный вестник" послужил могучим стимулом к созданию разнообразных конструкций телескопов и других оптических приборов. Путем логических рассуждений он пришел к выводу о необходимости сочетания выпуклой и вогнутой линзы для получения искомого эффекта увеличения. Он первым понял, что качество изготовления линз для очков и для зрительных труб должно быть совершенно различным. Галилей усовершенствовал технологию изготовления линз, что позволило ему создать инструмент, увеличивающий в 32 раза, в то время как все существовавшие до него зрительные трубы давали увеличение лишь в 3-6 раз.

Галилею также принадлежит приоритет в конструировании микроскопа, который он создал, подбирая соответствующее расстояние между линзами, при котором оказывались увеличенными не удаленные, а близкие предметы. О наблюдении насекомых имеется запись от 1614 г., а в 1624 г. он посылает сконструированный им микроскоп Федерико Чези с описанием наводки на резкость. Отметим, что созданные во второй половине XVII в. Левенгуком однолинзовые микроскопы были намного проще и менее качественными. Галилей был замечательным оптиком своего времени. К великому сожалению, преследования инквизиции помешали ему систематизировать исследования по инструментальной оптике в единой книге.

В каком-то смысле все сделанное в науке до Галилея можно считать предысторией современного естествознания.

### .1.2 Линзы Торичелли

После смерти Галилея должность придворного математика герцога тосканского получает его ученик Эванджелиста Торричелли, (1608-1647), которому суждено было открыть секрет контроля качества обработки линз. Научившись у своего великого учителя искусству шлифовки линз, он упорно ищет ответ на вопрос: как проверить точность изготовления линз? Так как в первой половине XVII века еще не были известны явления интерференции и дифракции, то результат работы шлифовальщиков целиком зависел от случая. В 1646 г. им была сделана линза диаметром 83 мм, которая и сейчас относится к классу современной точной оптики. Письма Торичелли, датированные 1644г., доказывают, что это не было случайностью: "В конце концов, изобретение, касающееся стекол, у меня в руках. За несколько последних дней я один обработал шесть стекол, из которых два не уступали наилучшему из тысячи стекол, сделанных за тридцать лет Фонтаной" (линзы неаполитанского мастера-оптика были самыми совершенными в то время). Хотя Торричелли так и не открыл свой секрет и не опубликовал ни одной работы по оптике, полагают, что он заметил интерференционные кольца, - возникающие при притирке линзы с поверхностью формы и использовал их для оценки качества обрабатываемой поверхности. Заметим, что когда он умер, официальным открывателям "колец Ньютона" Роберту Гуку и Исааку Ньютону было 12 и 5 лет соответственно. Кроме изготовления зрительных труб и телескопов, Торричелли занимался конструированием простых микроскопов, состоящих всего из одной крошечной линзы, которую он получал из капли стекла (расплавляя над пламенем свечи стеклянную палочку). Именно такие микроскопы получили затем широкое распространение благодаря виртуозности Антони ван Левенгука.



Подобно тому, как в руках Галилея телескоп обнаружил тайну звезд, микроскоп в руках исследователей 17 века (кроме Левенгука это Мальпиги, Гук и Сваммердам) открыл двери в мир бесконечно малого. Насекомые, части растений, бактерии и т.д. - все это стало предметом исследования, что привело к быстрому расцвету соответствующих дисциплин.

### 3.1.3 Оптика линз Иоганна Кеплера

Фундамент современной научной оптики линз заложил выдающийся немецкий астроном Иоганн Кеплер, родившийся в 1571г. При точном расчете оптимальных линз для любых целей существенно знать правильный закон преломления света в стекле. Этот закон еще не был известен, и, конечно, не знал его и Кеплер (он ошибочно полагал, что отношение угла падения к углу преломления есть константа).

И все же он придумал такие системы линз для телескопов, что даже в наши дни кеплеровский окуляр находит применение в современных оптических приборах. Помимо интенсивных занятий астрономией, он изобретает зрительную трубу, состоящую из двух положительных линз (телескоп Кеплера) с большим полем зрения и промежуточным перевернутым действительным изображением, в плоскости которого можно располагать визирующее устройство. Это превратило телескоп из инструмента наблюдательного в инструмент измерительный.

Он впервые применил камеру-обскуру для наблюдения солнечного затмения, установив, что форма изображения на стенке камеры не зависит от формы отверстия. В 1604г. он написал "Дополнение к Виттеллию", в котором четко описывает перевернутое изображение на сетчатке глаза, завершив исследования Альхазена и Леонардо да Винчи в области физиологии зрения. Здесь же он приводит формулу, связывающую фокусное расстояние линзы с положениями предмета и его изображениями на оптической оси, и вводит ряд новых терминов (сходимость и расходимость пучков, оптическая ось, фокус системы).

Однако его главным трудом по оптике стала "Диоптрика", написанная всего за два месяца в 1610 г. под впечатлением открытий Галилея. В ней он дает четкое определение и классификацию линз, выявляет закономерности в положениях предмета и изображения при одной и двух линзах, обосновывает схему своего телескопа, анализирует сферическую аберрацию и диафрагмирование объектива, а также рассматривает схему трехлинзовой трубы с прямым изображением. Таким образом, в "Диоптрике" Кеплера содержатся начала анализа и синтеза оптических систем, а также все основные понятия геометрической оптики. Этот выдающийся труд, и все остальные работы, в том числе знаменитые законы для геоцентрической системы Коперника, он создавал в тяжелейших материальных условиях. О его одержимости Альберт Эйнштейн писал "Какой глубокой была у него вера, если работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования".

Таким образом, в первом 10-летии XVII в. Кеплер научно объяснил ряд оптических явлений (отражение, преломление). Он впервые ввел понятие фокуса и дал глубокий анализ механизма зрения. Дальнейшая разработка законов преломления принадлежит Декарту, выводы которого были подтверждены Ферма. Несколько позже Гримальди открыл явление дифракции.

### .1.4 Закон преломления

Явлением преломления света интересовались еще в ранней Античности. Среди ученых средневековья, занимавшихся этим вопросом, наибольших успехов достиг Альхазен. Он проделал много опытов, изучая прохождение света из воздуха в воду и из воды в стекло. Кроме того, веря в существование кристаллической небесной сферы, он полагал, что и там имеет место явление преломления света.

Альхазен стремился доказать это с помощью астрономических наблюдений. Помимо всего прочего, он пришел к выводу, что преломление изменяет высоту небесных тел над горизонтом. Он также был первым, кто пришел к выводу, что иногда мы наблюдаем звезды над горизонтом тогда, когда на самом деле они находятся ниже его. Впоследствии это подтвердили Вителло, Тихо Браге и др.

Много времени изучению преломления света уделил также Кеплер, особенно в связи с астрономическими проблемами. Он заметил, что если падающий луч образует с перпендикуляром угол не более чем 30 градусов, то преломленный луч идет под углом, не превышающим 20 градусов. Он заметил также следующее: когда свет проходит из среды более плотной в менее плотную, угол, на который отклоняется преломленный луч (по отношению к перпендикуляру), возрастает с увеличением угла падения до тех пор, пока не оказывается параллельным преломляющей поверхности. Кирхер на основании большого числа опытов составил таблицу углов падения и соответствующих им углов преломления, вплоть до одной минуты. Он использовал в основном прозрачные жидкости и твердые тела. Описывал он также ход лучей из воздуха в воду, из воздуха в вино и из масла в стекло. Кирхер был известен также и как искусный изобретатель оптических инструментов и мастер по их усовершенствованию.

год явился поворотным моментом в истории оптики, так как именно в этом году датчанин Снеллиус (1591-1626) обнаружил точный закон преломления, названный его именем. Хотя, после тщательных экспериментальных исследований, он и открыл закон преломления, но опубликован при жизни Снеллиуса он не был, и впервые стал известен в 1637 г. благодаря Рене Декарту. Последний не только, вслед за Кеплером подробно исследует строение глаза, но и уточняет его ошибочную формулировку закона преломления, получив этот закон чисто математически независимо от Снеллиуса. Пользуясь своим законом и комбинируя сферические поверхности линз с эллиптическими и гиперболическими, Декарт первым исправляет сферическую аберрацию, становясь одним из основоположников асферической оптики, затрагивает вопросы энергетики световых пучков, вплотную подходит к понятиям входного зрачка и винитирования. В практической оптике он внес ряд усовершенствований в конструкцию микроскопа (осветительное зеркальце, конденсор), предложил методы центрирования и обработки асферических поверхностей. С открытием закона Снеллиуса оптика стала неразрывной частью геометрии, что должно было бы привести к созданию совершенных телескопов. Однако действующие телескопы оставались с дефектами, в частности, свет от звезд, проходя через них, окрашивался по краям - возникали ореолы вокруг наблюдаемых объектов.

### .2 Зарождение физической оптики

### .2.1 Истоки корпускулярно-волнового дуализма

Уже в древности наметились три основных подхода к решению вопроса о природе света. Эти три подхода в последующем оформились в две конкурирующие теории - корпускулярную и волновую теории света.

Подавляющее большинство древних философов и ученых рассматривало свет как некие лучи, соединяющие светящееся тело и человеческий глаз. При этом одни из них полагали, что лучи исходят из глаз человека, они как бы ощупывают рассматриваемый предмет. Эта точка зрения имела большое число последователей, среди которых был Эвклид. Формулируя первый закон геометрической оптики, закон прямолинейного распространения света, Эвклид писал: "Испускаемые глазами лучи распространяются по прямому пути". Такого же взгляда придерживался Птолемей и многие другие ученые и философы.

Однако позже, уже в средние века, такое представление о природе света теряет свое значение. Все меньше становится ученых, следующих этим взглядам. И к началу XVII в. эту точку зрения можно считать уже забытой. Другие, наоборот, считали, что лучи испускаются светящимся телом и, достигая человеческого глаза, несут на себе отпечаток светящегося предмета. Такой точки зрения придерживались атомисты Демокрит, Эпикур, Лукреций.

Последняя точка зрения на природу света уже позже, в XVII в., оформилась в корпускулярную теорию света, согласно которой свет есть поток каких-то частиц, испускаемых светящимся телом.

Третья точка зрения на природу света была высказана Аристотелем. Он рассматривал свет как распространяющееся в пространстве (в среде) действие или движение. Мнение Аристотеля в его время мало кто разделял. Но в дальнейшем, опять же в XVII в., его точка зрения получила развитие и положила начало волновой теории света.

К середине XVII века накопились факты, которые толкали научную мысль за пределы геометрической оптики. Одним из первых ученых, подтолкнувшим научную мысль к теории волновой природы света, был чешский ученый Марци. Его работы известны не только в области оптики, но также и в области механики и даже медицины. В 1648 им открыто явление дисперсии света.

В XVII в. в связи с развитием оптики вопрос о природе света стал вызывать все больший и больший интерес. При этом постепенно происходит образование двух противоположных теорий света: корпускулярной и волновой. Для развития корпускулярной теории света была более благоприятная почва. Действительно, для геометрической оптики представление о том, что свет есть поток особых частиц, было вполне естественным. Прямолинейное распространение света, а также законы отражения и преломления хорошо объяснялись с точки зрения этой теории.

Общее представление о строении вещества также не вступало в противоречие с корпускулярной теорией света. В то время в основе взглядов на строение вещества лежала атомистика. Все тела состоят из атомов. Между атомами существует пустое пространство. В частности, тогда считали, что межпланетное пространство является пустым. В нем и распространяется свет от небесных тел в виде потоков световых частиц. Поэтому вполне естественно, что в XVII в. было много физиков, которые придерживались корпускулярной теории света. В это же время начинает развиваться и представление о волновой природе света. Родоначальником волновой теории света можно считать Декарта.

### 3.2.2 Гримальди: интерференция и дифракция цвета

Гримальди 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 Гримальди назвал дифракцией, но объяснить его правильно не сумел. Он понимал, что наблюдаемое им явление находится в противоречии с законом прямолинейного распространения света, а вместе с тем и с корпускулярной теорией. Однако он не решился полностью отказаться от этой теории.

Важным открытием, относящимся к физической оптике, было открытие интерференции света. Опыт Гримальди заключался в следующем: на пути солнечных лучей ставят экран с двумя близкими отверстиями (проделанными в ставне, закрывающей окно); получаются два конуса световых лучей. Помещая экран в том месте, где эти конусы накладываются друг на друга, замечают, 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.

Гримальди был первым ученым, наблюдавшим явления интерференции, дифракции и появляющиеся при этом цвета. Он описал проведенные им опыты в своем основном труде "Физическо-математический трактат о свете, цветах и радуге", вышедшем в свет в 1665 г. уже после смерти ученого. Гримальди занимался важнейшим вопросом того времени: является ли свет субстанцией или свойством. Его вывод совпал с выводом Аристотеля - свет это акцидентальное свойство. Также он изучал солнечный спектр, явления преломления и отражения, разработал теорию цветов. Также как и Гук, был сторонником теории волновой природы света.

Свет, по Гримальди, - это распространяющийся световой флюид (тонкая неощутимая жидкость). Когда свет встречается с препятствием, то оно вызывает волны этого флюида. Гримальди привел аналогию с волнами, распространяющимися по поверхности воды. Подобно тому, как вокруг камня, брошенного в воду, образуется волна, так и препятствие, помещенное на пути света, вызывает в световом флюиде волны, которые распространяются за границы геометрической тени. Гримальди открыл, что различие видимых цветов объясняется определенной волнистостью света.

Таким образом, Гримальди приписал наблюдаемые им явления волновым колебаниям, подобным всем хорошо знакомой ряби на воде или звуковым колебаниям, причем различные цвета имели различную длину волн, подобно музыкальным звукам.

### .2.3 Волновая теория Декарта. Эфир

Декарта можно считать родоначальником волновой теории света. Декарт был противником существования пустого пространства, в связи с чем не мог считать свет потоком световых частиц. Свет, по Декарту, это нечто вроде давления, передающегося через тонкую среду от светящегося тела во все стороны.

Если тело нагрето и светится, то это значит, что его частицы находятся в движении и оказывают давление на частицы той среды, которая заполняет все пространство. Эта среда получила название эфира. Давление распространяется во все стороны и, доходя до глаза, вызывает в нем ощущение света.

Такова точка зрения Декарта на природу света. Нужно только отметить, что в своем сочинении, посвященном специально оптике, Декарт пользуется и корпускулярной гипотезой. Но это, как он сам говорит, сделано для того, чтобы его рассуждения были более понятны. Ученые XVII и XVIII вв. это хорошо понимали и считали Декарта родоначальником волновой теории света.



Конечно, у Декарта нет еще представления о световых волнах. Он представляет себе свет как распространяющееся движение, или импульс в эфире. Но не это важно. Важным является то, что Декарт рассматривает свет уже не как поток частиц, а как распространение давления, или движение импульса и т.п.

Декарт пришел к отказу от корпускулярной теории света чисто умозрительным путем. Никаких опытных данных, которые подтверждали бы справедливость волновой теории света, тогда еще не было. Первое открытие такого рода было сделано Гримальди. Оно было опубликовано в 1665 г. после смерти ученого.

### .2.4 Оптические исследования Ньютона

1642 год - год смерти Галилея и год рождения Ньютона. К этому году классическая картина мира была разрушена, ее место заняли начальные положения новой. Ньютон разработал фундаментальные концепции новой картины мира, названной классической. Не менее значительны и его открытия в оптике. Уже в 26-летнем возрасте он становится преемником своего учителя Барроу в качестве профессора кафедры математики. Его первые лекции касались оптики. В них он изложил свои открытия и набросал корпускулярную теорию света, согласно которой свет представляет собой поток частиц, а не волны, как утверждали Гюйгенс и Гук.

В 1668 году Ньютон собственными руками построил отражательный телескоп - и использовал его для наблюдений за спутниками Юпитера. Он, несомненно, ставил своей целью проверить, подчиняется ли движение этих спутников закону всемирного тяготения.

При избрании в 1672 году в Королевское Общество Ньютон представил работы о телескопах и корпускулярную теорию света. Для рассмотрения работ по оптике была назначена комиссия из трех человек, включая Гука, который противопоставил ньютоновской свою теорию - волновую.

В 60-х-70-х гг. Ньютон продолжил исследования Гримальди. Он создал два отражательных телескопа и провел серию опытов по дисперсии света. Ньютон установил, что всякий однородный свет имеет собственную окраску, отвечающую степени его преломляемости. Хотя его рассуждения о природе света содержат некоторые внутренние противоречия, но в целом это корпускулярная теория. Ньютон считал свет истечением неких световых частиц - корпускул разного размера, которые производят различные колебания в эфире, заполняющем всю Вселенную.

Другой теории света придерживался Гюйгенс. В 1690 г. он издал "Трактат о свете". Гюйгенс выдвигал волновую теорию света, но, в отличие от Гримальди, Гюйгенс и его последователи полагали, что волны образует не сам свет, а светоносный эфир. Обе теории - корпускулярная и волновая - имели своих последователей. Ломоносов выступал с критикой ньютоновской концепции, предлагая свой вариант волновой теории.

Ньютон первым попытался избежать помехи окрашивания объекта при рассмотрении его через телескоп (явление хроматической аберрации). Он также занялся проблемой цвета, продолжив опыты Декарта с призмой там, где он их оставил. Благодаря блестящему сочетанию экспериментальной техники и логики он смог доказать, что цвета создаются не призмой или радугой, а являются компонентами обычного белого цвета. Он не смог, правда, выполнить свою задачу - устранить рассеивающие и цветообразующие свойства линз. Ему пришлось сделать вывод, что это невозможно. Его авторитет задержал решение этой проблемы примерно на 80 лет. Исследуя оптические явления, Ньютон рассматривал не цвета радуги, а другие виды цветов, в частности те, которые порождались отражением от тонких слоев, как, например, от слоя жидкого масла на воде. Именно здесь он нашел первый намек на прерывность или зернистость как материи, так и света. Это открытие укрепило в нем убеждение об атомистическом строении материи, к которому он пришел раньше через философию и склонность к математике. Но тут он пошел по стопам Декарта и считал, что свет имеет атомистическое строение, а лучи представляют собой траектории частиц, отражающихся так же, как мячи отскакивают от стены.

### .2.5 Гюйгенс. Волны и эфир

Следующий шаг в развитии волновой теории света был сделан Гюйгенсом. По существу, он создал волновую теорию света и объяснил на ее основе все известные на тот момент явления. Впервые идею волновой природы света высказывали Марти в 1648 г. и в 1665 г. Гримальди и Гук. Гюйгенс работал над волновой теорией света в 70-х гг. 17 века. В это время он написал "Трактат о свете", содержание которого доложил Парижской Академии наук. Однако опубликовал он это сочинение позже, в 1690 г., уже после того, как стали известны работы Ньютона по оптике.

В ставшем знаменитом "Трактате о свете", вышедшем в 1690 г., помещены волновая теория света (световые возбуждения являются упругими импульсами в эфире), исследования двойного лучепреломления в исландском шпате и 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. Это принцип понадобился, чтобы показать, что волновая теория способна объяснить прямолинейное распространение света. Приведем формулировку этого принципа, данную самим Гюйгенсом.

"По поводу процесса образования этих волн следует еще отметить, что каждая частица вещества, в котором распространяется волна, должна сообщать свое движение не только ближайшей частице, лежащей на проведенной от светящейся точки прямой, но необходимо сообщает его также и всем другим частицам, которые касаются ее и препятствуют ее движению. Таким образом, вокруг каждой частицы должна образоваться волна, центром которой она является. Но каждая из этих волн чрезвычайно слаба, и световой эффект наблюдается только там, где проходит их огибающая".

Основываясь на этом принципе, Гюйгенс дает известные объяснения закону прямолинейного распространения света законам отражения и преломления.

При этом он строго математическим путем показал, как происходит отражение и преломление света. Гюйгенс также вел понятие сферических и сфероидных волн, но не знал причин их возникновения.

Гюйгенс полагал, что все мировое пространство заполнено тонкой неощутимой средой - эфиром, который состоит из очень маленьких упругих шариков. Эфир также заполняет пространство между атомами, образующими обычные тела. Распространение света, по Гюйгенсу, есть процесс передачи движения от шарика к шарику, подобно тому, как распространяется импульс вдоль стальных шаров, соприкасающихся друг с другом и вытянутых в одну линию.

Выдвинув такую гипотезу о свете, Гюйгенс посвятил основную часть своей работы объяснению известных законов оптики: закона прямолинейного распространения света, законов отражения и преломления.

Дело в том, что в тот период от всякой теории света требовалось в первую очередь объяснить эти хорошо знакомые всем законы оптики. Эту задачу хорошо выполняла корпускулярная теория света. Но вот может ли справиться с ней волновая теория?

Ведь если свет представляет собой распространяющееся движение в эфире, то как можно объяснить закон прямолинейного распространения света? Для звука, например, волновая природа которого была ясна, такой закон, казалось, не существует. Действительно, если между наблюдателем и звучащим телом поставить небольшой экран, то ведь все равно наблюдатель будет слышать звук. Но для света это неверно. Правда, явление дифракции уже открыто, но это очень малый эффект и на него можно не обращать внимания.

Гюйгенс математически показал, каким образом волновая теория света объясняет дифракцию и цвета тонких пластинок. Кроме того, он объяснил гораздо лучше Ньютона свойства исландского шпата, который удваивал предметы, если смотреть сквозь него.

### .2.6 Гук: цвета тонких пленок

Примерно в те же годы интерференцию света исследовал английский физик Роберт Гук. Он изучал цвета мыльных пленок и тонких пластинок из слюды. При этом он обнаружил, что эти цвета зависят от толщины мыльной пленки или слюдяной пластинки.

Гук подошел к изучению этих явлений с правильной точки зрения. Он полагал, что свет - это колебательные движения, распространяющиеся в эфире. Он даже считал, что эти колебания являются поперечными.

Явление интерференции света в тонких пленках Гук объяснял тем, что от верхней и нижней поверхности тонкой, например мыльной, пленки происходит отражение световых волн, которые, попадая в глаз, производят ощущение различных цветов. Однако у Гука не было правильного представления о том, что такое цвет. Он не связывал цвет с частотой колебаний или с длиной волны, поэтому не смог разработать теорию интерференции.

Гука интересовали два вопроса оптики - природа света и природа возникновения цветов в прозрачных телах. Это те вопросы, которые оказались в центре внимания оптики 17 века. Они взаимосвязаны, и объяснение причин появления цветов в прозрачных телах во многом определяло представление о природе света. Гук считал свет колебательным движением. В "Лекции о свете" он впервые обсуждает корпускулярное представление о природе света. В 1665 вышел в свет трактат Гука "Микрография", в котором описаны его микрографические наблюдения, явления дифракции, цвета тонких пленок, содержалась гипотеза о свете как о поперечных волнах. В 1672 Роберт Гук говорил о поперечности световых колебаний. Взяв за основу закон отражения, он выполнил ряд опытов с целью выявить природу света. Гук изучал явление дифракции, так же как и Ньютон, Гук наблюдал и правильно объяснил атмосферную рефракцию. Он автор рефрактометра, первым сконструировал отражательный телескоп, правда более низкого качества, чем у Ньютона. Для Гука свет есть колебательное движение (а не вращательное, как у Декарта) движение, причем короткое и быстрое, вследствие быстрых колебательных частиц светящихся тел.

Гук проделал ряд опытов и описал явление дифракции как "новое свойство цвета" в 1672, хотя до этого дифракция была уже описана Гримальди. Будучи разносторонним ученым, Гук занимался механикой, астрономией, оптикой, акустикой, геологией и анатомией.

### .2.7 Начало кристаллооптики

Важное открытие, относящееся к волновой оптике, было сделано датским ученым Бартолином. В 1669 г. Бартолин обнаружил, что если смотреть на какой-либо предмет через кристалл исландского шпата, то видно не одно, а два изображения, смещенных друг относительно друга. Это явление затем исследовал Гюйгенс и попытался дать ему объяснение с точки зрения волновой теории света. Бартолин не только открыл двойное лучепреломление в кристаллах исландского шпата, но и дал описание самого кристалла и главных явлений в нем в своей работе "Опыты с кристаллами исландского известкового шпата, которые обнаруживают удивительное и странное преломление". Эта книга положила начало кристаллооптике.

3.2.8 Оптика Ньютона

Еще в 60-е гг. XVII в. Ньютон заинтересовался оптикой и сделал открытие, которое, как казалось сначала, говорило в пользу корпускулярной теории света. Этим открытием было явление дисперсии света и простых цветов.

Разложение белого света призмой в спектр было известно очень давно. Однако разобраться в этом явлении до Ньютона никто не смог. Ученых, занимающихся оптикой, интересовал вопрос о природе цвета. Наиболее распространенным было мнение о том, что белый свет является простым. Цветные же лучи получаются в результате тех или иных его изменений. Существовали различные теории по этому вопросу.

Изучая явление разложения белого света в спектр, Ньютон пришел к заключению, что белый свет является сложным светом. Он представляет собой сумму простых цветных лучей.

Ньютон работал с простой установкой. В ставне окна затемненной комнаты было проделано маленькое отверстие. Через это отверстие проходил узкий пучок солнечного света. На пути светового луча ставилась призма, а за призмой экран. На экране Ньютон наблюдал спектр, т.е. удлиненное изображение круглого отверстия, как бы составленного из многих цветных кружков. При этом наибольшее отклонение имели фиолетовые лучи - один конец спектра - и наименьшее отклонение - красные - другой конец спектра.

Но этот опыт еще не являлся убедительным доказательством сложности белого света и существования простых лучей. Он был хорошо известен, и из него можно было сделать заключение, что, проходя призму, белый свет не разлагается на простые лучи, а изменяется, как многие думали до Ньютона.

Для того чтобы подтвердить вывод о том, что белый свет состоит из простых цветных лучей и разлагается на них при прохождении через призму, Ньютон проводил другой опыт. В экране, на котором наблюдался спектр, делалось также малое отверстие. Через отверстие пропускали уже не белый свет, а свет, имеющий определенную окраску. На пути этого пучка Ньютон ставил новую призму, а за ней новый экран. Что будет наблюдаться на этом экране? Разложит он одноцветный пучок света в новый спектр или нет? Опыт показал, что этот пучок света отклоняется призмой как одно целое, под определенным углом. При этом свет не изменяет своей окраски. Поворачивая первую призму, Ньютон пропускал через отверстие экрана цветные лучи различных участков спектра. Во всех случаях они не разлагались второй призмой, а лишь отклонялись на определенный угол, разный для лучей различного цвета.

После этого Ньютон пришел к заключению, что белый свет разлагается на цветные лучи, которые являются простыми и призмой не разлагаются. Для каждого цвета показатель преломления имеет свое, определенное значение. Цветность этих лучей и их преломляемость не может измениться "ни преломлением, ни отражением от естественных тел, или какой-либо иной причиной",- писал Ньютон. Это открытие произвело большое впечатление. В 18 в. французский поэт Дювард писал: "Но что это? Тонкая сущность этих лучей не может изменяться по своей природе! Никакое искусство не в состоянии его разрушить, и красный или синий луч имеет свою окраску, побеждая все усилия".

Открытое Ньютоном явление дисперсии света и существование простых цветов на первый взгляд подтверждало корпускулярную теорию света. Простые лучи являются неизменными и представляют, можно сказать, атомы света, подобно атомам вещества. Этот вывод казался в хорошем согласии с корпускулярной теорией света. Действительно, неизменные атомы света, простые лучи, являются потоком и однородных частиц, которые, попадая в наш глаз, вызывают ощущение определенного цвета. Смесь же разнородных световых частиц является белым светом. При прохождении через призму белый свет разлагается. Призма сортирует световые частицы, отклоняя их на разный угол в соответствии с их цветностью. Открытие дисперсии было расценено Ньютоном и большинством его современников и последователей как факт, подтверждающий корпускулярную теорию света.

С точки зрения волновой теории трудно было объяснить открытие Ньютона, потому что теории распространения волн еще не было. Понимание того, что цвет определяется периодом световой волны, пришло значительно позже. Но даже если бы кто и догадался об этом, то все равно нелегко было представить себе, почему при отражении и преломлении период остается неизменным.

Таким образом, с точки зрения волновой теории понять открытие Ньютона в то время было почти невозможно. И не случайно Гюйгенс в своей работе, о которой мы говорили выше, совсем обошел вопрос о дисперсии света, хотя в 1690 г., когда была опубликована его книга, он уже знал о работах Ньютона по оптике.

Итак, Ньютон встал на точку зрения корпускулярной теории света, на основе которой было легко понять открытое им явление дисперсии света. Но ведь, спросите вы, к этому времени были уже известны явления из области волновой оптики - интерференция и дифракция. 3анимаясь исследованиями по оптике, Ньютон не мог пройти мимо них и должен был столкнуться с задачей объяснения этих явлений на основе корпускулярной теории. И действительно, Ньютон не забыл об этих явлениях и попытался дать им объяснение. Что касается явления дифракции, то он более или менее легко, как казалось, справился с указанной задачей. Когда свет проходит мимо экрана, то между частицами, из которых состоит экран, и световыми лучами (атомами света) действуют силы притяжения. Вследствие этого лучи заходят в область геометрической тени.

Приведенное объяснение было, конечно, неверным. Но в то время, когда явление дифракции было еще недостаточно изучено, такое объяснение казалось убедительным.

Труднее обстояло дело с объяснением явления интерференции. Его уже начали изучать. И сам Ньютон сделал важный шаг в исследовании интерференции света в тонких пленках.

Ученый собрал специальную установку для изучения этого явления. Он взял линзу, положил ее на стеклянную пластинку и наблюдал темные и светлые кольца, которые видны при освещении линзы и пластинки монохроматическим светом. Это так называемые кольца Ньютона.

Как можно объяснить появление этих колец с точки зрения корпускулярной теории света? Падая сверху на линзу, световые лучи на определенных расстояниях от центра либо отражаются, либо преломляются и проходят через установку. В результате чего мы видим систему светлых и темных колец. Но почему же на одних расстояниях от центра линзы свет отражается, а на других преломляется? На этот вопрос Ньютон ответил, что в одних местах световые лучи (световые частицы) испытывают "приступы легкого отражения", а в других - "приступы легкого преломления". Но почему это происходит, ученый не мог сказать.

Объяснение кольцам Ньютона было дано в начале 19 в. на основе волновой теории света английским ученым Юнгом. После Ньютона корпускулярная теория света становится общепризнанной. В течение всего 18 в. ее придерживались почти все физики.

Свою "Новую теорию света и цветов" Ньютон доложил в 1672, а затем в 1675, на основе этих сообщений появилась в 1704 его "Оптика". Книга построена на основе аксиом, определений, предположений и их экспериментального подтверждения. В первой книге "Оптики" рассматривается порядок следования цветов, замечено, что в зависимости от цвета, луч преломляется по-разному (синий больше преломляется, чем красный). Вторая книга посвящена изучению цветов тонких пленок, колец Ньютона (до 30 чередований), а также явлениям преломления и отражения. В третьей книге описывается явление двойного лучепреломления в кристаллах исландского шпата, изучается дифракция световых лучей. Ньютон является автором оригинального зеркального телескопа-рефлектора, сконструированного в 1668. В 1687 вышел в свет труд И. Ньютона "Математические начала натуральной философии".

Ньютон пытался собрать воедино волновую и корпускулярную теории света, был близок к объяснению поляризации, исследовал интерференцию. Последними опытами Ньютона были опыты по дифракции, которые значительно продвинули знания того уровня. Им было замечено, что наибольшее воздействие испытывают те лучи, которые проходят вблизи от объекта. Ньютон измерил ширину дифракционных полос от края, лезвия, волоса, причем заметил, что ближайшая к тени полоса получается наиболее широкая и яркая. Отношение ширин полос оказалось следующим: 1: 1/3 : 1/5.

### .2.9 Измерение скорости света

Впервые скорость света была определена датским астрономом Ремером в 1676г. До этого времени среди ученых существовало два противоположных мнения.

Одни полагали, что скорость света бесконечно велика. Другие же хотя и считали ее очень большой, 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. Он впервые сделал вывод о конечной скорости распространения света и определил ее величину. По его подсчетам, скорость света получилась равной 300870 км/с в современных единицах.

### .2.10 Принцип Ферма

Ферма оставил заметный след в оптике. Он установил основной принцип геометрической оптики (принцип Ферма) - свет распространяется между двумя точками по наикратчайшему пути. Ферма вывел закон преломления, исходя из постулата: "Природа действует наиболее легкими и доступными способами". Ферма был убежден, что свет испытывает различное сопротивление в различных средах вследствие изменения плотности.

4. Глаз как оптическая система

Органом зрения человека являются глаза, которые во многих отношениях представляют собой весьма совершенную оптическую систему.



В целом глаз человека - это шарообразное тело диаметром около 2, 5 см, которое называют глазным яблоком. Непрозрачную и прочную внешнюю оболочку глаза называют склерой, а ее прозрачную и более выпуклую переднюю часть - роговицей. С внутренней стороны склера покрыта сосудистой оболочкой, состоящей из кровеносных сосудов, питающих глаз. Против роговицы сосудистая оболочка переходит в радужную оболочку, неодинаково окрашенную у различных людей, которая отделена от роговицы камерой с прозрачной водянистой массой.

В радужной оболочке имеется круглое отверстие, называемое зрачком, диаметр которого может изменяться. Таким образом, радужная оболочка играет роль диафрагмы, регулирующей доступ света в глаз. При ярком освещении зрачок уменьшается, а при слабом освещении - увеличивается.



Внутри глазного яблока за радужной оболочкой расположен хрусталик, который представляет собой двояковыпуклую линзу из прозрачного вещества с показателем преломления около 1, 4. Хрусталик окаймляет кольцевая мышца, которая может изменять кривизну его поверхностей, а значит, и его оптическую силу.

Сосудистая оболочка с внутренней стороны глаза покрыта разветвлениями светочувствительного нерва, особенно густыми напротив зрачка. Эти разветвления образуют сетчатую оболочку, на которой получается действительное изображение предметов, создаваемое оптической системой глаза. Пространство между сетчаткой и хрусталиком заполнено прозрачным стекловидным телом, имеющим студенистое строение. Изображение предметов на сетчатке глаза получается перевернутое.



Однако деятельность мозга, получающего сигналы от светочувствительного нерва, позволяет нам видеть все предметы в натуральных положениях. Когда кольцевая мышца глаза расслаблена, то изображение далеких предметов получается на сетчатке. Вообще устройство глаза таково, что человек может видеть без напряжения предметы, расположенные не ближе 6 метра от глаза. Изображение более близких предметов в этом случае получается за сетчаткой глаза. Для получения отчетливого изображения такого предмета кольцевая мышца сжимает хрусталик всё сильнее до тех пор, пока изображение предмета не окажется на сетчатке, а затем удерживает хрусталик в сжатом состоянии. Таким образом, "наводка на фокус" глаза человека осуществляется изменением оптической силы хрусталика с помощью кольцевой мышцы. Способность оптической системы глаза создавать отчетливые изображения предметов, находящих на различных расстояниях от него, называют аккомодацией ( от латинского "аккомодацио"-приспособление). При рассматривании очень далёких предметов в глаз попадают параллельные лучи. В этом случае говорят, что глаз аккомодирован на бесконечность.

Аккомодация глаза не бесконечна. С помощью кольцевой мышцы оптическая сила глаза может увеличиваться не больше чем на 12 диоптрий. При долгом рассматривании близких предметов глаз устает, а кольцевая мышца начинает расслабляться и изображение предмета расплывается.

Глаза человека позволяют хорошо видеть предметы не только при дневном освещении. Способность глаза приспосабливаться к различной степени раздражения окончаний светочувствительного нерва на сетчатке глаза, т.е. к различной степени яркости наблюдаемых объектов называют адаптацией.

Сведение зрительных осей глаз на определенной точке называется конвергенцией. Когда предметы расположены на значительном расстоянии от человека, то при пере воде глаз с одного предмета на другой между осями глаз практически не изменяется, и человек теряет способность правильно определять положение предмета. Когда предметы находятся очень далеко, то оси глаз располагаются параллельно, и человек не может даже определить, движется предмет или нет, на который он смотрит. Некоторую роль в определении положения тел играет и усилие кольцевой мышцы, которая сжимает хрусталик при рассматривании предметов, расположенных недалеко от человека.

5. Оптика как наука сегодня

Современная оптика охватывает области оптической науки и разработок, которые стали популярными в XX столетии. Эти области оптической науки в основном касаются электромагнитных или квантовых свойств света, но включают и другие области.

· Физиологическая оптика - междисциплинарная наука о зрительном восприятии света. Она объединяет сведения по биофизике, биохимии и психологии зрительного восприятия.

· Рентгеновская оптика - отрасль прикладной оптики, изучающая процессы распространения рентгеновских лучей в средах, а также разрабатывающая элементы для рентгеновских приборов. Рентгеновская оптика в отличие от обычной рассматривает электромагнитные волны в диапазоне длин волн рентгеновского 10−4 до 100 Å (от 10−14 до 10−8 м) и гамма-излучений < 10−4 Å.

· Адаптивная оптика - раздел физической оптики, изучающий методы устранения нерегулярных искажений, возникающих при распространении света в неоднородной среде, с помощью управляемых оптических элементов. Основные задачи адаптивной оптики - это повышение предела разрешения наблюдательных приборов, концентрация оптического излучения на приемнике или мишени и т.п.

Адаптивная оптика находит применение в конструировании наземных астрономических телескопов, в системах оптической коммуникации, в промышленной лазерной технике, в офтальмологии и пр., где позволяет компенсировать, соответственно, атмосферные искажения, аберрации оптических систем, в том числе оптических элементов глаза человека.

· Голография - набор технологий для точной записи, воспроизведения и переформирования волновых полей.

Данный метод был предложен в 1947 году Дэннисом Габором, он же ввёл термин голограмма и получил "за изобретение и развитие голографического принципа" Нобелевскую премию по физике в 1971 году.

· Дифракция - явление, которое проявляет себя как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн. Она представляет собой универсальное волновое явление и характеризуется одними и теми же законами при наблюдении волновых полей разной природы.

· Интегральная оптика - раздел оптики, в котором рассматривается передача оптических волн через планарные оптические волноводы. В более широком смысле, интегральная оптика - это раздел современной оптики, занимающийся исследованием процессов распространения оптических волн в планарных тонкопленочных диэлектрических волноводах, проблемами ввода (вывода) излучения в такие волноводы, а также вопросами генерации и детектирования световых пучков в таких волноводах и управления ими с целью создания новых интегрально-оптических схем, которые аналогичны по своему функциональному назначению существующим интегральным электронным схемам на полупроводниках.

· Квантовая оптика - раздел оптики, занимающийся изучением явлений, в которых проявляются квантовые свойства света. К таким явлениям относятся: тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона, эффект Рамана, фотохимические процессы, вынужденное излучение и др. Основная проблема, затрагиваемая квантовой оптикой - описание взаимодействия света с веществом с учётом квантовой природы объектов, а также описания распространения света в специфических условиях.

· Кристаллооптика - наука, изучающая прохождение света через кристаллы и др. анизотропные среды. Сформировалась на стыке двух наук - оптики и кристаллофизики. Исследует закономерности таких явлений как: поляризация света, плеохроизм,двойное лучепреломление, вращение плоскости поляризации и др.

· Нелинейная оптика - раздел оптики, в котором исследуется совокупность оптических явлений, наблюдающихся при взаимодействии световых полей с веществом, у которого имеется нелинейная реакция вектора поляризации  на вектор напряженности электрического поля  световой волны.

· Оптика тонких плёнок - раздел оптики, изучающий взаимодействие света и тонких пленок оптических материалов, нанесенные на поверхность вещества. Благодаря явлению интерференции, тонкие плёнки, толщина которых соизмерима с длиной волны падающего света, существенно изменяют характер отражения и пропускания света.

· Оптоэлектроника - раздел физики и техники, связанный с преобразованием электромагнитного излучения оптического диапазона в электрический ток и обратно.

· Фотоника - это наука о генерации, управлении и обнаружении фотонов, особенно в видимом и ближнем инфракрасном спектре, а также о их распространении на ультрафиолетовой длинноволновой инфракрасной и сверхинфракрасной части спектра, где сегодня активно развиваются квантовые каскадные лазеры.

Заключение

При написании данного реферата я узнала, как зарождалась такая наука как оптика, как она развивалась, какие ученые занимались ею, какие разделы сегодня включает в себя оптика. Из данных разделов можно сделать вывод, насколько далеко шагнула оптика в своем развитии и как много научных областей она затрагивает.

Список используемой литературы

1. http://www.distedu.ru

. http://ru.science.wikia.com