**Становление классической физики**

Горяев М.А.

Говоря о формировании классической физики, естественно, в первую очередь сказать об отце классической механики в ее современном виде Ньютоне.

Ньютон Исаак (04.01.1643-31.03.1727) – английский механик, оптик, астроном и математик, член Лондонского королевского общества (1672, с 1703 – президент), Парижской АН (1699). Родился в Вулстропе в семье фермера. Окончил Кембриджский университет (1665 - бакалавр, 1668 - магистр), в 1669-1701 возглавлял в нем кафедру. В 1688-90 - член парламента, с 1695 – смотритель, с 1699 – директор Монетного двора.

Заложил основы современного естествознания. Физические работы в области механики, акустики, оптики. Сформулировал основные законы классической механики, открыл закон всемирного тяготения, дисперсию света, разработал дифференциальное и интегральное исчисления (независимо от Лейбница). “Математические начала натуральной философии” (1687) содержали основные понятия и аксиоматику механики, три закона динамики и закон всемирного тяготения. Открытие закона всемирного тяготения ознаменовало переход от кинематического описания солнечной системы к динамическому, он развил теорию формы Земли, теорию приливов и т.п. Установил основной закон внутреннего трения в жидкостях и газах, получил формулу для скорости распространения волн.

Создал физическую картину мира (Ньютонова теория пространства и времени): пространство и время – абсолютны. Выдвинул идею дальнодействия – мгновенной передачи действия на расстояние по пустому пространству.

В 1666 разложил при помощи призмы белый свет в спектр, открыл хроматическую аберрацию. В 1668 и 1671 сконструировал зеркальный телескоп – рефлектор без аберрации. Исследовал интерференцию и дифракцию (кольца Ньютона в тонких слоях). В 1675 предпринял попытку создать компромиссную корпускулярно-волновую теорию света.

По мировозрению – второй после Декарта великий представитель механистического материализма в естествознании 17-18 веков.

В его честь названа единица силы – ньютон.

Первые работы Ньютона относятся к области оптики, но затем от экспериментальных исследований он перешел к обобщениям и увлекся вопросами механики.

**1. Механика.**

Именно в механике Ньютон достиг вершин своего творчества. Он обобщил все исследования предшественников и основные положения механики изложил в своей книге "Математические начала натуральной философии". В своих "Началах" Ньютон сформулировал три закона движения, обобщив при этом принцип инерции и понятие силы, ввел понятие массы и распространил действие законов механики на всю Вселенную. Если в оптике для Ньютона, как мы увидим ниже, присущи гениальность постановки и разносторонность опытов, то в механике его талант проявился, прежде всего, в упорядочении и обобщении частных результатов предшественников. Так, закон всемирного тяготения был сформулирован на основе существовавших в то время экспериментальных данных о движении планет, которые содержали только кинематическое описание, а Ньютон вскрыл причину такого движения, введя количественную характеристику гравитационного взаимодействия. И все же гениальные обобщения в механике были бы вряд ли возможны, если бы Ньютон не имел опыта экспериментатора, общей физической культуры, полученных им в оптике.

В этом же трактате Ньютон сформулировал правила рассуждения, которые должны составлять основу всякого физического исследования. Он не ставит задачи отыскания причины явления и противопоставляет "физике гипотез" Декарта "физику принципов", базирующихся на обобщении опытов. В соответствии с этим при провозглашении закона тяготения Ньютон не собирается определять причину тяготения: "Причину этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю. Все же, что не выводится из явлений, должно называться гипотезой, гипотезам же метафизическим, физическим, механистическим, скрытым свойствам не место в экспериментальной философии. В такой философии предложения выводятся из явлений и обобщаются с помощью индукции. Так были изучены непроницаемость, подвижность и напор тел, законы движения и тяготение. Довольно того, что тяготение на самом деле существует и действует согласно изложенным нами законам и вполне достаточно для объяснения всех движений небесных тел и морей".

Согласно ньютоновскому правилу индукции можно перенести действие законов на все тела, хотя эксперимент можно поставить лишь на некоторых. И в соответствии с правилами рассуждения следует считать правильным всякое утверждение, полученное из опыта с помощью индукции, до тех пор, пока не будут обнаружены другие явления, которые ограничивают это утверждение или противоречат ему.

Если Галилея мы называем основоположником экспериментального метода в физике, то величие Ньютона определяется не только тем, что он открыл фундаментальные законы физики, но и тем, что он создал основы физического мышления. Его путь построения физического знания, "метод принципов" оказался необычайно плодотворным и все последующие фундаментальные теории (электродинамика, термодинамика, теория относительности и квантовая теория) созданы по этим правилам.

Следует сказать еще об одной заслуге Ньютона - его мемуарах о дифференциальном и интегральном исчислении, которые были для него и остаются поныне важным средством для раскрытия физических закономерностей. Однако, в своих "Началах" Ньютон принял геометрическую форму изложения по всей вероятности для того, чтобы их могли понять возможно большее число читателей.

По существу принципов Ньютона достаточно для решения любой задачи механики. Этот успех, с одной стороны, обусловил огромный авторитет Ньютона в глазах следующих поколений ученых, а с другой, предопределил развитие механистических представлений, которые долго превалировали во всех областях физики.

На всем пути развития физики, начиная с Аристотеля, в науке просматривается стремление объяснения всех явлений природы с единых позиций. В 18 веке такую попытку физического синтеза предпринял один из крупнейших итальянских ученых (хорват по происхождению) Рожер Иосип Боскович (1711-1787). Основные свои идеи он наиболее полно изложил в работе "Теория натуральной философии, сведенная к единственному закону сил, существующих в природе", которая была опубликована в 1759 г. По Босковичу материя состоит из малых материальных точек, подчиняющихся законам динамики Ньютона. Для взаимодействия между ними характерно притяжение или отталкивание в зависимости от расстояния: по мере сближения частиц притяжение возрастает, достигает максимума, а затем уменьшается и переходит во все возрастающее отталкивание. С помощью этой теории можно объяснить все механические и физические явления: непроницаемость, протяженность, соударения, тяжесть, твердость, капиллярность, оптические явления, химические действия и все что угодно. Несмотря на всеобщее восхищение, эта скорее общефилософская работа в 18 веке последователей не имела, но уже в 19 веке оказала большое влияние на формирование современной атомистики.

Главное направление развития физики 18 века было скорее аналитическое, а не синтетическое. В это время широко организуются физические лаборатории, улучшаются приборы для исследований, анализируются и проверяются как экспериментальные результаты, так и выдвинутые ранее теории. 18 век по сравнению с предыдущим столетием был менее ярким, он не дал новых великих идей и ученых масштаба Галилея, Гюйгенса, Ньютона.

В области механики наиболее яркое достижение 18 века - создание аналитической механики, где с помощью применения методов математического анализа к исследованию физических явлений отдельные научные достижения связывались в одну упорядоченную картину. Механика Ньютона была изложена на геометрическом языке, а усилиями механиков 18 века она была представлена в аналитическом виде. Здесь следует упомянуть работы французских математиков Жана Батиста Даламбера (1717-1783), который в "Трактате о динамике" (1758 г.) излагает свой принцип с рассмотрением механической системы со связями, сводящий любую задачу динамики к задаче равновесия, и Пьера Луи Моро де Мопертюи (1698-1759), сформулировавшего принцип наименьшего действия, а также швейцарского ученого, который в основном работал в Петербургской и Берлинской АН, Леонарда Эйлера (1707-1783), изложившего аналитические основы движения материальной точки и твердого тела. Работы этих и ряда других ученых 18 века превратили механику в рациональную науку, основанную на небольшом числе определений и аксиом. Рациональная механика окончательно сформулирована в "Аналитической механике" французского ученого Жозефа Луи Лагранжа (1736-1813). Здесь из единых принципов развиваются основные разделы механики: статика и гидростатика, динамика и гидродинамика. Принимая понятия и постулаты Галилея и Ньютона, он в силу своего математического таланта сводит все к известным динамическим уравнениям Лагранжа. С тех пор теоретическая механика стала, по сути, разделом математики, а не физики.

Помимо формулировки законов движения в среде без сопротивления, Ньютон рассматривал движение в жидкости, им разработана теория волнового движения в плотных средах - основа акустики. В 18 веке с применением математических методов английский математик Бруге Тейлор (1685-1731) решил основную задачу акустики о колебаниях струны, положив начало математической физики. Отцом экспериментальной акустики считают немецкого физика Эрнста Хладни (1756-1827), который первым точно исследовал колебания камертона. Все акустические явления объяснялись движением колеблющегося тела и частиц среды.

**2. Оптика.**

В числе первых работ в области классической оптики следует отметить труды Кеплера, который развил идеи Альхазена и рассматривал конусы лучей, исходящие из каждой точки.

Кеплер Иоганн (27.12.1571-15.11.1630) – немецкий физик, математик и астроном. Родился в Магсштадте (Вюртенберг) в семье обедневшего дворянина - солдата. Окончил Тюбингенский университет (1593). В 1594-1600 работал в Высшей школе в Граце. В 1600 переехал в Прагу к датскому астроному Тихо Браге, вскоре после смерти которого стал математиком при дворе императора Рудольфа II. В 1612 переехал в Линц, в 1626 – в Ульм. Последние годы жизни провел в бедности и странствиях.

Основные физические работы в области оптики. В трактате “Дополнения к Виттелию” (1604) изложил основы геометрической оптики и механизм видения. В 1604 сформулировал закон об обратно пропорциональной зависимости освещенности и квадрата расстояния от источника. Сконструировал телескоп – труба Кеплера, описал явление полного внутреннего отражения, получил формулу линзы. Предложил понятие силы как причины ускорения.

Используя наблюдения Т.Браге и свои собственные, открыл три закона движения планет (законы Кеплера), является одним из творцов небесной механики, был активным сторонником учения Коперника. Трактат “Сокращение Коперниковой астрономии” был занесен Ватиканом в список запрещенных книг. В 1627 – последняя крупная работа “Рудольфовы таблицы”, по которым несколько поколений астрономов с высокой точностью вычисляли положение планет в любой момент времени.

Кеплером, по сути, построена современная геометрическая оптика. Обсуждая восприятие изображения, Кеплер приходит к выводу, что глаз не знает, какой путь прошли лучи, а помещает светящуюся точку на их продолжении. Он вводит важный экспериментальный метод, переходя от физиологической оптики к современной геометрической: в эксперименте целесообразнее получать изображение на экране, а не рассматривать его глазом. При исследовании преломления в шаре с использованием диафрагмирования, Кеплер приходит к фундаментальному открытию: одна точка изображения соответствует одной точке предмета, а параллельный пучок сходится в одной точке, которую он назвал фокусом. При рассмотрении механизма зрения Кеплер окончательно делает заключение о формировании перевернутого изображения на сетчатке глаза. Он рассматривает комбинацию линз, четко формулируя положение о том, что изображение от одной линзы является предметом для другой. Эти результаты он применил в конструкции подзорной трубы с выпуклым окуляром (труба Кеплера), а также построил теорию подзорной трубы Галилея.

Кеплер также пытался найти закон преломления, но безуспешно. Закон преломления был экспериментально открыт в 1621 г. голландским ученым Виллебродом Снелиусом (1591-1626). В то же время (1627) с помощью простых геометрических рассуждений к закону преломления пришел Декарт, предложив в соответствии с идеями Альхазена разложить скорость света на две составляющие - вдоль и поперек границы раздела сред. Своим результатам он предваряет философские рассуждения о природе света, но их не понимали даже его истые последователи (Гюйгенс), так они были противоречивы. Тем не менее, на основе полученного закона после проведения оригинальных экспериментов Декарту удалось объяснить образование радуги. Это было получено в результате серии хорошо задуманных, тщательно проведенных и подкрепленных расчетом опытов, которые можно считать образцом физического исследования.

В споре с Декартом о правомерности применения механических аналогий к свету французский математик Пьер Ферма (1608-1665) сформулировал свой принцип, что свет распространяется по пути, проходимом в кратчайшее время, из которого также следует закон преломления Декарта. Он сосредотачивал свое внимание больше на математической стороне задачи, чем на физической. А физические основы у Ферма были шаткими, они подвергались резкой критике, но сам принцип сохранился в физике и истории науки до сих пор.

К числу принципиальных открытий в оптике следует отнести обнаружение явления дифракции - отклонения света итальянским ученым Франческо Мариа Гримальди (1618-1663). Это было сделано в экспериментах на маленьких отверстиях, а также подтверждено в опытах на тонких нитях. В своих объяснениях Гримальди прибегает к аналогии с волнами, образующимися от брошенного в воду камня и огибающими препятствие, т.е. прибегает к волновой гипотезе света. Этим же он объясняет природу цветов по аналогии со звуком, который по Галилею определяется различными колебаниями воздуха. Подобные же опыты в Англии провел Роберт Гук (1635-1703), который также успешно экспериментировал с микроскопом Галилея, в частности заметил окрашивание тонких пленок в пучке света.

Принципиальными с точки зрения конечности скорости света были астрономические наблюдения, т.к. земные эксперименты по способу Галилея в 17 веке не дали положительных результатов. Основные результаты по этому вопросу, полученные при исследовании движения спутников Юпитера, были в окончательном виде сформулированы датским ученым Олафом Ремером (1644-1710).

Первые работы по физике у Ньютона были в области оптики и начинались с 1664 г. В 1672 г. он представил первый доклад в Королевское общество и этот доклад вызвал критические замечания (в частности у Гука) и долгую полемику. Ньютона это очень огорчило, он был человеком весьма раздражительным и чувствительным к критике. Тем не менее, он упорно продолжал свои работы, но свою фундаментальную работу "Оптика" опубликовал лишь в 1704 г., через год после смерти Гука. В этой работе по существу изложены основы современной физической оптики. Прежде всего, следует упомянуть его результаты по дисперсии света и природе цветов, его блестящие опыты с разложением света призмой и смешением цветов. Ньютон разработал зеркальный телескоп, за создание которого он был избран в члены Королевского общества и который стал отправной точкой прогресса инструментальной астрономии. Широко известны его экспериментальные работы в области интерференции, классические кольца Ньютона.

В части интерпретации экспериментальных результатов по оптике Ньютон не придерживался определенной позиции в выборе волновой или корпускулярной теории света, и это вызывало ряд затруднений. Здесь в отличие от механики, он изменяет своим принципам не выдвигать гипотез, его объяснения громоздки и трудновоспринимаемы, а в ряде случаев и ошибочны. В последнем издании своей "Оптики" Ньютон приводит почти одинаковое число аргументов в пользу как волновой, так и корпускулярной концепции. Тем не менее, его в течение 18 века считали приверженцем корпускулярной теории. Это, вероятно, было обусловлено затруднениями волновой теории в объяснении прямолинейности распространения света и преклонением перед механистическими представлениями Ньютона.

Подводя итоги 17 века, следует сказать о вкладе в оптику Гюйгенса, который издал в Лейдене в 1690 г. "Трактат о свете". В этой работе изложены основы волновой теории света с постулированием некоторой эфирной материи. Он предложил принцип построения огибающей волны, который и сегодня известен под его именем. Гюйгенс объяснил явления преломления света, подвел физическую основу под принцип Ферма. Он также интерпретировал двойное лучепреломление, которое было обнаружено в 1669 г. датским ученым Эразмом Бартолином (1635-1698) в опытах с кристаллами исландского шпата.

Из-за огромного авторитета Ньютона и отсутствия решающих научных аргументов в пользу волновой теории в 18 веке в основном придерживались корпускулярной теории света. Однако сохранялись и традиции волновой оптики, поскольку корпускулярная теория все же не могла объяснить многие экспериментальные данные. В частности, Эйлер в работе "Новая теория света и цветов" (1746) считает различную длину волн физической причиной различия цветов.

В 18 веке зарождается фотометрия как самостоятельный раздел оптики. Французским ученым Пьером Бугером (1698-1758) были проведены первые систематические исследования потери интенсивности при прохождении света через среду и предложена конструкция фотометра, а также замечено избирательное поглощение различных цветов и сформулирован экспоненциальный закон поглощения. Основы фотометрии были четко сформулированы немецким математиком и физиком Иоганном Ламбертом (1728-1777) в работе "Фотометрия, или об измерениях и сравнениях света, цветов и тени" (1760). Здесь он вводит понятия яркости и освещенности и выводит основные законы фотометрии о зависимости освещенности от расстояния, угла падения света, характеристик освещающего источника.

После почти векового господства корпускулярной теории в оптике в самом начале 19 века были проведены работы, ознаменовавшие триумф волновой теории. Это сделал в первую очередь Юнг, врач по профессии, но имевший весьма разносторонние интересы.

Юнг Томас (13.06.1773-10.05.1829) – английский ученый, член Лондонского королевского общества (1794, с 1802 - секретарь), Парижской АН. Родился в Милвертоне в семье торговца. С ранних лет обнаружил незаурядные способности: в 2 года бегло читал, в 4 знал на память стихи многих английских поэтов, в 8-9 овладел токарным ремеслом и делал различные физические приборы, к 14 годам познакомился с дифференциальным исчислением по Ньютону, изучил много языков. Учился в Лондонском, Эдинбургском, Геттингенском и Кембриджском университетах, где сначала изучал медицину, а потом физику, одновременно проводя научные исследования. В 1801-03 – профессор Королевского института, с 1811 – врач в больнице Святого Георгия (Лондон), одновременно с 1818 – секретарь бюро долгот, руководил изданием “Морского календаря.

Работы в области оптики, акустики, теплоты, механики, математики, астрономии, геофизики, филологии, зоологии. Объяснил (1793) аккомодацию глаза изменением кривизны хрусталика. В трактате “Опыты по звуку и свету” (1800) провел аналогию между явлениями акустики и оптики, применил принцип суперпозиции и сформулировал принцип интерференции, которым в 1801 объяснил интерференцию, кольца Ньютона. В 1802 сделал первый демонстрационный эксперимент по наблюдению интерференции света, получив два когерентных источника. Показал потерю полуволны при отражении света от более плотной среды. В теории упругости в 1807 ввел модуль растяжения (Юнга). В последние годы составлял египетский словарь.

Самой неясной Юнгу представлялась ньютоновская теория "приступов" для объяснения окрашивания тонких пластин. В докладах Королевскому обществу с 1801 по 1803 г.г., цитируя рассуждения Ньютона об аномальных приливах на Филиппинском архипелаге как результате наложения волн, он вводит общий принцип интерференции и подкрепляет это опытами с двумя отверстиями, развивая представления Гримальди о дифракции. Рассматривая интерференцию света различных длин волн, Юнг выводит полученные Ньютоном эмпирически законы для его колец. Он с поразительной точностью определил длины волн различных цветов: для красного - 0,7 мкм и фиолетового - 0,42 мкм. Работы Юнга были первым экспериментальным подтверждением гипотез Ферма и Гюйгенса. Он также ввел сам термин "физическая оптика".

Однако эти принципиальные работы Юнга были восприняты с недоверием отчасти из-за того, что он иногда подкреплял свои рассуждения недостаточно строгими математическими доказательствами. К тому же появились работы французского военного инженера Этьенна Малюса (1775-1812) по поляризации света, который для объяснения найденного им закона поляризации привлекал теорию Ньютона. Исследования по поляризации света были продолжены во Франции Жаном Батистом Био (1774-1862), обнаружившим круговую поляризацию, и Домиником Франсуа Араго (1786-1853), установившим поляризацию лунного света и радуги (доказательство отраженного света), а также открывшим хроматическую поляризацию. В Англии Дэвид Брюстер (1781-1868) открыл закон о поляризации отраженного и преломленного лучей, а шотландский ученый Уильям Николь (1768-1851) разработал призму, которая пропускала только необыкновенный луч. Все эти работы проводились под флагом корпускулярной теории, которая, казалось, получает в поляризации света важное подтверждение. Но это возрождение корпускулярной теории продолжалось недолго. В 1815 г. молодой дорожный инженер Френель представил Парижской Академии наук два мемуара, которые он написал по результатам работ по дифракции, выполненных на примитивном оборудовании после увольнения со службы за антинаполеоновские выступления во времена 100 дней.

Френель Огюстен Жан (10.05.1788-14.07.1827) – французский физик, член Парижской АН (1823), Лондонского королевского общества (1825), медаль Румфорда. Родился в Брольи в семье архитектора. 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 в области волновой оптики. В 1811 под влиянием Э.Малюса стал самостоятельно изучать физику и начал эксперименты по оптике. В 1815 переоткрыл принцип интерференции, в 1816 дополнил принцип Гюйгенса. В 1818 разработал теорию дифракции света. Выполнил опыты с бизеркалами (1816) и бипризмами (1819). В 1821 доказал поперечность световых волн. Открыл в 1823 эллиптическую и круговую поляризацию света. Установил (1823) законы отражения и преломления света на плоской неподвижной поверхности раздела двух сред. Исследовал влияние движения Земли на оптические явления, положив начало оптике движущихся тел (1818).

После реферирования мемуаров Френеля Араго добился, чтобы тот был приглашен в Париж для повторения опытов в более благоприятных условиях. Исследуя тени, отбрасываемые, как и у Гримальди тонкими препятствиями, Френель вторично открыл принцип интерференции. Развивая идеи волновой оптики, он провел классические опыты с бизеркалами и бипризмой. Гениально объединив принцип интерференции с предложенными Гюйгенсом принципами элементарных волн и огибающей, он окончательно построил основы волновой оптики. При этом было преодолено основное затруднение волновой теории - невозможность объяснения прямолинейности распространения света.

После создания теории дифракции Френель совместно с Араго установили, что перпендикулярно поляризованные два пучка света никогда не интерферируют. Это привело его к выводу о поперечности колебаний световых волн. Вместе с тем такая гипотеза, объясняющая основные свойства поляризованного света, требовала от эфира - носителя световых волн безумного сочетания свойств: он должен быть тончайшим и невесомым флюидом и одновременно наитвердейшим телом, т.к. только твердые тела передают поперечные колебания. Это было очень смелым шагом и даже явно поддерживающий Френеля Араго не смог разделить такие взгляды. Используя свою гипотезу эфира, Френель построил механистическую модель света, обсчет которой позволил получить формулы для поведения света на границе двух сред, хорошо согласующиеся с экспериментом и использующиеся и до настоящего времени в вычислительной оптике.

Вместе с тем, вследствие, прежде всего такой "грубой" идеи эфира позиции волновой теории не были общепринятыми. В этих условиях ирландский ученый Уильям Роуан Гамильтон (1805-1865) задумал создать формальную теорию, которая согласовывалась бы как с волновой, так и с корпускулярной теорией по аналогии с аналитической механикой Лагранжа. Гамильтон развивает целую научно-философскую доктрину. В эволюции науки есть две стадии: 1 - восхождение от отдельных фактов к законам с использованием индукции и анализа и 2 - переход от законов к следствиям с использованием дедукции и синтеза. На первой стадии научное воображение позволяет вскрыть внутренние законы, позволяющее понимать единство всего разнообразия явлений, а на второй - из этого единства вновь получается новое разнообразие, позволяющее проникать в будущее.

Гамильтон применил такой подход, рассматривая принцип наименьшего действия как принцип экстремального действия и говоря о стационарном или варьируемом действии. Он пришел к формулировке своего принципа, согласно которому некоторая физическая величина (гамильтониан), точно определенная математически, стационарна при распространении света. Так удается рационализировать геометрическую оптику, превратив ее в формальную теорию, не прибегая к волновой или корпускулярной гипотезе. Затем Гамильтон в 1834-35 г.г. распространил свою теорию на механику, т.е. был достигнут синтез оптики и механики. Общее применение этой теории было развито немецким математиком Карлом Густавом Якобом Якоби (1801-1854), который упростил и обобщил ее и такую уже ставшую классической теорию называют теорией Гамильтона-Якоби.

К середине 19 века были проведены измерения скорости света в "земных" условиях для различных сред, которые по мнению Араго (противника корпускулярной, но не очень последовательного приверженца волновой теории) должны были установить, какая из теорий справедлива. В 1849 г. французский физик Арманд Ипполит Физо (1819-1896) с помощью вращающегося колеса со щелями, через которые проходили исходный и отраженный от находящегося на расстоянии 8633 м зеркала лучи, удалось реализовать идеи Галилея и измерить скорость света. А его соотечественник Леон Жан Бернар Фуко (1810-1868), применив вращающееся зеркало и стробоскопический метод наблюдения, в 1850 г. показал, что скорость света в воде составляет 3/4 скорости света в воздухе. Это подтвердил несколькими днями позже и Физо, который вначале работал вместе с Фуко, а потом они устроили между собой соревнование. Таким образом, было показано, что в более преломляющих средах скорость света меньше и это было одним из решающих аргументов в пользу волновой теории.

Но оставалась еще проблема эфира, в частности, движется ли эфир, сконцентрированный в теле, вместе с этим телом. В 1842 г. австрийский физик Христиан Допплер (1803-1853) теоретически показал, что движение тел, испускающих свет или звук, меняет период колебаний, т.е. при приближении источника света цвет излучения смещается в сторону более коротких длин волн. Эффект Допплера был использован для обнаружения степени увлечения эфира телами. Поставленные эксперименты, а также ряд других опытов давали противоречивые результаты, и эти противоречия удалось преодолеть только с появлением теории относительности.

Важные открытия 19 века в оптике определяются исследованиями "невидимого" излучения. То, что световые и тепловые лучи связаны между собой, было известно с античных времен, а в эпоху Возрождения были проведены эксперименты по действию тепловых и световых лучей. Само понятие "фокус" (на латинском языке означает огонь) в применении к линзам и зеркалам говорит больше о концентрации тепловых лучей. Отмечалось, что зеркала концентрируют не только тепло, но и холод.

В 1800 г. английский ученый Вильгельм Гершель (1738-1822) открыл инфракрасное излучение в опытах по перемещению чувствительного термометра по солнечному спектру. Он заметил, что максимум излучения достигается за красной областью спектра в противоречии с принятым мнением о равномерности распределения тепловых лучей по спектру. Он также исследовал невидимое излучение, испускаемое несветящимся нагретым железным цилиндром, и показал его преломление в линзах. А в 1802 г. немецкий физик Иоганн Риттер (1776-1810) повторил опыты Гершеля, используя для регистрации фотохимическое действие света на хлористое серебро, и обнаружил ультрафиолетовое излучение. Следует отметить, что успехи фотохимии галоидосеребряных солей в работах французских исследователей Луи Даггера (1789-1851) и Жозефа Нисефера Ньепса (1765-1833) и английского изобретателя Уильяма Генри Фокса Тальбота (1800-1877) способствовали развитию фотографии. Высокая чувствительность и возможность проведения количественных измерений при фотографической регистрации света обеспечили ее широкое применение в физических исследованиях.

В результате многих экспериментов и, прежде всего, благодаря работам Мачедонио Меллони (1798-1854) по преломлению, поляризуемости, интерференции было показано, что лучистое тепло (инфракрасное излучение), видимый свет и химические лучи (ультрафиолетовое излучение) - сходные излучения, различающиеся лишь длиной волны.

Большой вклад в развитие оптики внес Фраунгофер, обнаруживший при исследовании дисперсии света яркую желтую линию натрия, которая всегда находится в одном и том же месте спектра.

Фраунгофер Иозеф (06.03.1787-07.06.1826) – немецкий физик. Родился в Штраубинге в семье стекольщика. В 12 лет остался круглым сиротой и стал учеником в зеркальной и стекольной мастерской. До 14 лет был неграмотным. Через два года после пребывания в мастерской там произошла авария, в результате которой он остался единственным выжившим из работавших. После этого благодаря покровительству банкира Утцшнайдера получил возможность посещать школу. В 1806 Утцшнайдер определил его оптиком-механиком в оптической мастерской в Мюнхене, совладельцем которой являлся банкир. В 1809 стал управляющим мастерской, а в 1811 возглавил всю оптическую промышленность Баварии. С 1823 – хранитель физического кабинета и профессор Мюнхенского университета.

Работы в области прикладной оптики. Внес существенный вклад в исследование дисперсии и создание ахроматических линз. Изобрел метод точного определения формы линз, машину для шлифования ахроматических линз, что оказало большое влияние на практическую оптику. Сконструировал спектрометр, ахроматический микроскоп, окулярный микрометр и гелиометр. Создал фирму "Утцшнайдер и Фраунгофер", которая производила первоклассные оптические инструменты, получившие мировую известность. Независимо от У.Волластона наблюдал (1814-15), первый исследовал и объяснил темные линии в солнечном спектре, измерил с помощью дифракции их спектральное положение. Дифракцию изучал в параллельных лучах сначала от одной, а затем от многих щелей. С 1821 широко применял дифракционные решетки для исследования спектров.

Фраунгофером было обнаружено большое число ярких линий с постоянным положением в спектрах солнечного света и электрических искр, а также темные линии, обусловленные поглощением, т.е. заложены основы спектрального анализа.

Опыты Фраунгофера по исследованию спектров испускания были продолжены в Англии Брюстером, Джоном Гершелем (1792-1871) и Тальботом. В 1835 г. английский физик Чарльз Уитстон (1802-1875), исследуя спектр электрической искры, установил, что линии спектра определяются лишь материалом электродов и не зависят от газа, в котором происходит искровой разряд. А в 1855 г. шведский ученый Андерс Йонас Ангстрем (1814-1874) показал, что при разрежении можно исключить влияние электродов и получать чистые спектры газов.

Окончательно принципы спектрального анализа были сформулированы немецкими учеными Кирхгофом и Робертом Бунзеном (1811-1899).

Кирхгоф Густав Роберт (12.03.1824-17.10.1887) – немецкий физик, член Берлинской (1875) и Петербургской АН (1862). Родился в Кенингсберге в семье юриста. Окончил Кенингсбергский университет (1846), профессор Бреславльского (с 1850), Гедельбергского (с 1854) и Берлинского (с 1875) университетов.

Работы во многих областях физики. В 1845-47 открыл закономерности протекания электрического тока в разветвленных цепях (правила Кирхгофа), в 1857 построил общую теорию тока в проводниках. Совместно с Бунзеном в 1859 разработал метод спектрального анализа и открыл новые элементы: цезий (1860) и рубидий (1861). Установил (1859) один из основных законов теплового излучения, предложил (1862) модель абсолютно черного тела. Открыл обращение спектров (1860), объяснил происхождение фраунгоферовых линий. Развил (1882) строгую теорию дифракции, усовершенствовал теорию магнетизма Пуассона. Исследовал упругость твердых тел, колебания пластин и дисков, форму свободной струи жидкости, движение тел в жидкой среде.

На основании своих экспериментов и данных других исследователей Кирхгоф и Бунзен установили, что каждая линия в спектре характерна для излучающего его элемента и все газы поглощают в точности те же длины волн, которые способны испускать. Спектральный анализ со второй половины 19 века стал мощным инструментом физических исследований.