**Физика в средние века и эпоху Возрождения**

Горяев М.А.

После Герона и Птолемея наступил упадок физики. Вместо оригинальных научных исследований мы видим компиляции, повторения и псевдонаучные пережевывания.

Римляне из греческой науки периода ее упадка в основном усвоили те моменты, которые могли иметь прямое практическое применение, и широко использовали их, например, в строительстве.

Вместе с тем в римской империи было создано большое число научных энциклопедий. Это в течение многих веков было единственным источником сведений о греческой науке. Но с распадом империи вследствие нашествия варваров традиции греческой школы были надолго забыты на Западе.

На Востоке культурные традиции греческой школы никогда не исчезали, хотя и были ослаблены. Они поддерживались в Византийской империи, а затем были переняты арабами, а от них пришли на Запад уже приблизительно в 13 веке.

**1. Физика арабского средневековья**

Арабы в средние века создали огромную империю. В начальный период ее становления господствовало презрительное недоверие к греческой культуре. Но с середины 8 века наступает пересмотр этого отношения. На первых этапах ассимиляции культур на арабский язык с греческого и сирийского были переведены труды греческих ученых. В этот же период основываются школы по образцу греческих в новых столицах - Дамаске и Багдаде, где началось самостоятельное развитие арабской науки. Здесь наряду с изучением теологических проблем развивались и естественнонаучные исследования.

Вследствие своих греческих корней интерес арабских ученых в основном был обращен к исследованиям в области механики и оптики. В механике арабы следовали Аристотелю и не внесли значительных новых идей в эту область, за исключением гидростатики. Здесь в 10 веке были введены в употребление гидростатические весы для определения удельного веса, а также объяснено действие артезианских колодцев на основе принципа сообщающихся сосудов.

Следует отметить заслуги Мухаммеда ибн Ахмеда аль-Бируни (973-1048), который проводил эксперименты по определению удельных весов с помощью специального отливного сосуда. Бируни был энциклопедистом, широко известны его исследования по астрономии и географии, в частности, определение угла наклона эклептики к экватору, радиуса Земли и т.п. Также широко известна работа среднеазиатского ученого 12 века Аль Хазини "Книга о весах мудрости", в которой подробно описаны применение закона Архимеда и специально сконструированные весы. При этом обсуждается закон Архимеда для воздуха, зависимость удельного веса воды от температуры, пропорциональность веса количеству вещества, содержащегося в теле.

Наиболее ярким арабским физиком-оптиком был Альхазен, работавший в Египте в начале 11 века.

Альхазен (Ибн Аль-Хайтан, Абу Али Хайсама) (965-1039) - арабский физик, астроном, математик, медик, философ. Родился в Басре. Жил и работал в Каире.

Основные результаты оптических исследований изложены в трактате, переведенном в 12 веке на латинский язык, где выдвинул свою теорию зрения, описал работы с камерой-обскурой и по отражению в зеркалах различных видов, высказал идею о конечности скорости света.

В своей теории зрения Альхазен основывался на анатомическом описании глаза, известном по античным исследованиям. Но он отказался от представлений древнегреческих ученых, что световые лучи испускаются глазом. Несостоятельность этого он показывает с помощью ряда опытов физико-физиологического характера, например, ослеплением при попадании на глаза солнечного света. По Альхазену зрительный образ формируется при воздействии на глаз естественного света и цветовых лучей. Под естественным светом он понимает белый солнечный свет, а под цветовыми лучами - свет, отраженный от цветных предметов.

Главное же принципиальное открытие Альхазена состоит в утверждении того, что каждой точке наблюдаемого предмета соответствует некоторая воспринимающая точка глаза. Если у всех греческих физиков зрение рассматривается как ощущение образа, восприятие всего наблюдаемого тела разом, то по Альхазену из каждой точки предмета исходит бесконечное число лучей и в зрачок тоже попадает бесконечное число лучей. При этом Альхазен основывает свои суждения не только на геометрических построениях, но и на базе описанных им опытов с камерой-обскурой. Помимо работ по теории зрения известны труды Альхазена по экспериментальному и геометрическому рассмотрению плоских, сферических, цилиндрических и конических зеркал, а также исследования по преломлению света.

Фундаментальные работы по оптике Альхазена были в 12 веке переведены на латинский язык и распространялись в рукописи, но широкой известности в средние века не имели. В большей степени был известен трактат по оптике Эразма Вителлия, вышедший в 70-е годы 13 века и где по существу излагались представления Евклида, Птолемея и Альхазена.

**2. Физика в эпоху Возрождения**

В 11-12 веках после периода упадка наблюдается развитие экономической деятельности в Западной Европе. Благодаря этому и контактам с арабским миром происходит интеллектуальное пробуждение в Испании, Лотарингии, Франции, Шотландии. Первый университет был организован еще арабами в Кордове, а затем уже европейцами в Италии и Франции создаются университеты (в Болонье, а затем в Париже). С 13 века появляются университеты в Падуе, Оксфорде, Кембридже, Неаполе, Риме и т.д. Средневековые университеты сильно отличались от современных. Там было всего 4 факультета: богословский, медицинский, юридический и подготовительный (искусств). Однако до нашего времени сохранились ученые степени доктора и магистра, звания профессора и доцента, лекция как основная форма обучения. До сих пор в европейских университетах торжественные речи читаются, а дипломы пишутся на латинском языке.

В 12 и 13 веках в Испании и Италии были переведены труды Аристотеля, Евклида и Птолемея, а труды Архимеда и Герона почти не были известны. Такое одностороннее изучение физики, а также тот факт, что университеты создавались при монастырях, привело к развитию схоластики и вклад этого периода в естествознание весьма незначителен. Схоластическая наука базировалась на принципе - истина уже открыта в священном писании и в трудах богословских авторитетов, и нужно только изучать и комментировать эту истину.

Однако благодаря университетам в Европе поднялся общий уровень образования и культуры, и именно в этой среде появлялись ученые, искавшие новые пути познания. К ним следует отнести францисканского монаха Роджера Бэкона (1214-1294), который занимался в Оксфорде научными исследованиями. Он резко выступал против всеобщего увлечения книгами Аристотеля, считая, что ученый не должен ограничиваться толкованием авторитетов. Наука по Бэкону должна строиться на строгих аргументах и точном опыте, который доказывает теоретическое заключение. Он сам проводил химические и физические эксперименты, делал астрономические наблюдения, объяснял радугу преломлением световых лучей в каплях воды.

Следует отметить появление в этот период понятия составляющих силы тяжести при рассмотрении сил давления на наклонную плоскость, а также развитие понятий о равнопеременном движении с графическим представлением движения. Известно, что к середине 14 века довольно широкое распространение получили очки. Однако, линзы, скорее всего, были случайным открытием средневековых ремесленников.

Магнетизм - единственный раздел физики чисто средневекового происхождения и связано это с появлением в 11 веке морского компаса - прибора исключительной практической важности. История компаса начинается в Китае, где еще во 2 веке было известно свойство намагниченной иглы указывать направление на север. По всей видимости, арабам из Китая стало известно свойство ориентации магнитной иглы, и они использовали это в мореплавании, а затем все страны Средиземноморья внесли существенный вклад в совершенствование конструкции компаса, в частности, введением подвижной картушки. В середине 13 века появился первый трактат по магнетизму Пьетро Перегрино, в котором указываются отличительные черты хороших магнитов, а также приводятся экспериментальные методы определения полярности магнитов и описание явления магнитной индукции. Однако рассмотренная там теория не выдерживает никакой критики, т.к. основывается на астрологии.

В эпоху средневековья происходит интенсивное развитие техники, появляются новые более мощные источники энергии (водяные и ветряные мельницы), огнестрельное оружие, более легкие конструкции в строительстве, корабли с большим водоизмещением, стекольное производство, производство бумаги, появляются первые мануфактуры и т.п. Иоганн Гутенберг (1401-1468) изобретает книгопечатание отдельными вырезными буквами и печатный станок. Это, с одной стороны изменяло социальные условия и образ мышления широких слоев населения, а с другой - ставило новые проблемы перед естествознанием. Развитие техники и слабость университетской "книжной науки" создали предпосылки для обновления науки, что характерно для эпохи Возрождения. В этот период возникает новый идеал человека, который не должен быть знающим, но не творящим, или творящим, но не знающим, но, как писал Джованни Баттиста делла Порта (1535-1615) в своей "Натуральной магии" был бы человеком, который делает, чтобы знать, и знает, чтобы делать. Наиболее ярким представителем этой эпохи Ренессанса является Леонардо да Винчи.

Леонардо да Винчи (15.04.1452-02.05.1519) - итальянский живописец, скульптор, архитектор, ученый и инженер. Родился в селении Анкино около городка Винчи между Флоренцией и Пизой, внебрачный сын зажиточного нотариуса. В 1472 закончил обучение в флорентийской мастерской живописи и скульптуры, где также приобретал знания по математике, оптике, механике и технике, после чего работает в цехе флорентийских художников. 1482-1499 - военный инженер, архитектор, скульптор и живописец у миланского герцога, 1499-1507 - живописец во Флоренции, 1507-1513 - живописец у французского посланника в Милане, где также занимается анатомией, 1513-1516 - работа в Риме, 1516-1519 - живописец и архитектор при дворе французского короля, где продолжает работы по анатомии.

Научные работы посвящены математике, механике, физике, астрономии, геологии, ботанике, анатомии и физиологии человека. Сконструировал много машин, проектировал каналы, исследовал механическое движение, трение, волны на поверхности воды, капиллярность, движение птиц, сопротивление воздуха, подъемную силу, формирование изображения в камере-обскуре и глазе.

Леонардо был незнатного происхождения, поэтому не имел в юности возможности познакомиться с академическими латинскими трудами своего времени. В силу этого его творчество не было сковано схоластической наукой, не подавлялось господством авторитетов, в первую очередь, Аристотеля, что побудило его к непосредственному наблюдению природы и ее изучению. Леонардо осознает, что его понимание мира, достигнутое опытом, более надежно и правильно, чем почерпнутое из книг понимание ученых того времени: "...Хотя я не умею так, как они, цитировать авторов, я буду цитировать гораздо более достойную вещь - опыт, наставника из наставников".

Леонардо был величайшим изобретателем не только эпохи Возрождения, но и всех времен и народов. История техники насчитывает сотни его изобретений: стальные цепные передачи, различные сцепления (конические, спиральные, ступенчатые), роликовые опоры, "карданово" соединение, различные станки, приспособления для опытов с трением и по проверке сопротивления металлических нитей растяжению, боевые машины, землечерпалки, шлюзы и т.д. Следует отметить, что многие его изобретения создавались в процессе непосредственной инженерной работы и тут же реализовывались в конкретных сооружениях. Но глубина мышления Леонардо толкала его к переходу от чистой техники к обобщениям, от непосредственных технических применений тех или иных идей к выделению самих идей и их отдаленным применениям, характерных для науки.

Леонардо долго и внимательно изучал полет птиц, сформулировав при этом сознательный метод научного исследования, что и является одной и его главных научных заслуг.

В области механики наиболее значительным было исследование Леонардо центров тяжести плоских и объемных фигур. Здесь подобно Архимеду он основывается на математических доказательствах нахождения центра тяжести тетраэдра. В статике он развил учение о моменте силы, а также сформулировал и доказал "теорему об опорном многограннике": тело, опирающееся на горизонтальную плоскость, остается в равновесии, если основание вертикали, проведенной из его центра тяжести, попадает внутрь площади опоры.

Леонардо был не только разносторонним человеком, но и универсальным ученым. В динамике он вплотную подошел к формулировке принципов инерции и равенства сил действия и противодействия, создал теорию движения волн на море, открыл изменение атмосферного давления и создал разновидность рычажного барометра. В оптике он дал первое описание камеры-обскуры и использовал ее для развития теории зрения: обосновал перевернутое изображение внутри глаза и объемное зрение.

Принято считать Леонардо основателем экспериментального метода. Он высоко ценил опыт: знание - дочь опыта, - и широко использовал его, считая, что всякое знание начинается с чувств, поэтому нужно ограничивать рассуждение опытом. Но опыт сам по себе - сырой материал, и дело разума включить его в единую физическую концепцию явлений природы и показать, почему данный опыт должен идти именно так.

Было много споров о влиянии Леонардо да Винчи на последующее развитие науки. Это основано на том, что его рукописи были не опубликованы до конца 18 века. Однако многие идеи Леонардо содержатся в трудах крупных ученых 16 века: Николо Тартальи (1499-1552), Иеронима Кардана (1501-1576), Джованни Баттисты Бенедетти (1530-1590). Вообще 16 век был веком интенсивной интеллектуальной деятельности, веком борьбы против господства авторитетов, в особенности, авторитета церкви. В этом веке революционное учение Коперника вызвало резонанс во всем научном мышлении.

Коперник Николай (19.02.1473-24.05.1543) - польский астроном. Родился в Торуне в семье купца. Учился сначала в Краковском университете (1491-95), затем в Болонье и Падуе. С 1503 был секретарем и врачом у своего дяди - епископа Ваченроде, а с 1512 г. занимал должность каноника во Фромберке.

Является создателем гелиоцентрической системы мира. Обладал обширными знаниями в области математики, астрономии, права, медицины, философии, греческих и новых языков. Во Фромберке руководил не только церковными, но и хозяйственными, дипломатическими и военными делами епархии. Он не прекращал научной работы, но его основной труд "О вращениях небесных сфер" в 6 томах был опубликован перед самой его смертью, т.к. была еще сильна церковь, и труд предваряло "предохранительное" предисловие. В этом предисловии отмечалось, что данный труд не посягает на религиозные устои и является лишь математической гипотезой для удобства описания движения планет.

Однако идеи Коперника нашли полное понимание в научном мире, и в результате их распространения обновлялась философия и все научное мировозрение. В числе первых противников Аристотеля и приверженцев Коперника был Бернардино Телезий (1509-1588), церковь резко выступила против учения, появилась первая жертва - Джордано Бруно (1548-1600) и в 1616 г. оно было запрещено.

Успехи физики 16 века кажутся незначительными, но они являются первыми завоеваниями новой культуры, освобождающейся от груза средневековых традиций. Здесь можно отметить исследования криволинейности траектории летящего снаряда (Тарталья), независимости скорости падения тел от их веса (Бенедетти), равновесия тела на наклонной плоскости (голландский ученый Симон Стивен (1548-1620)). Также заметны работы по оптике итальянского ученого Франческо Мавролика (1494-1575), который рассмотрел хрусталик глаза как линзу и первым исследовал преломление света в призме. В 16 веке появилась подзорная труба, но ее случайно создали мастера ремесленники по изготовлению очков, а не ученые, т.к. оптические теории того времени не только не приводили к открытию трубы, а даже уводили от него. В это время были сделаны великие географические открытия: открытие Америки Христофором Колумбом в 1492 г., в 1519-1522 г.г. осуществилась первая кругосветная экспедиция Фердинанда Магеллана.

В этот период продолжились также работы по исследованию магнетизма: были открыты магнитное склонение (Христофор Колумб - 1492 г.) и магнитное наклонение (Георг Гартман - 1544 г.). В Италии Порта в седьмой книге своей "Натуральной магии" описывает оригинальные экспериментальные исследования с помощью железных опилок, использование железной пластины в качестве магнитного экрана и обнаружение исчезновения магнитных свойств при нагреве магнита. Гильберт при исследовании магнита сферической формы сделал вывод о соответствии его магнитных свойств магнитным свойствам Земли, т.е. впервые лабораторные результаты сопоставляются с явлениями космического масштаба.

Гильберт Уильям (24.05.1544-30.11.1603) - английский физик. Родился в Колчестере. Учился в Кембридже и Оксфорде. Был придворным врачом королевы Елизаветы.

В 1600 издал сочинение "О магните, магнитных телах и большом магните - Земле...", где описал свои исследования магнитных и электрических явлений и построил первые теории электричества и магнетизма. Рассматривал теплоту как движение частиц. Выступал с критикой Аристотеля и способствовал распространению в Англии учения Коперника.

Гильберту принадлежит заслуга в зарождении науки об электричестве: он обнаружил и исследовал электризацию ряда новых веществ (электризация янтаря была известна еще в античные времена), создал первый электроскоп.

**3. Становление экспериментальной физики**

Следует сказать, что в средневековье развития физики в Европе практически не было, а отдельные открытия делались случайно (компас, линза). В эпоху Возрождения появляется новый подход к исследованию, в полной мере начинает развиваться экспериментальный метод - предпосылка для создания классической физики, которая зарождается с конца 16 века. Ведущая роль здесь принадлежит Галилею.

Галилей Галилео (15.02.1564-08.01.1642) – итальянский физик и астроном. Член Академии деи Линчеи (1611). Родился в Пизе в семье музыканта и композитора. В 1581 поступил в Пизанский университет, где изучал медицину, но, увлекшись геометрией и механикой (по трудам Евклида и Архимеда), оставил университет и четыре года самостоятельно изучал математику во Флоренции. С 1589 – профессор Пизанского, в 1592-1610 - Падуанского университета, далее – придворный философ герцога Медичи. Умер в Арчетри близ Флоренции.

Основоположник экспериментального естествознания. Физические работы в области механики, оптики, молекулярной физики. Установил законы свободного падения, движения тел по наклонной плоскости, сложения движений, изохронизма маятника, сформулировал принцип инерции и относительности. Построил подзорную трубу – первый телескоп, с помощью которой сделал астрономические открытия: горы на Луне, спутники Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце и др. Построил микроскоп, выдвинул идею о конечности скорости света и предложил способ ее измерения. Изобрел термоскоп, определил удельный вес воздуха. За отстаивание учения Коперника о гелиоцентрической системе осужден инквизицией в 1633 и был вынужден отказаться от своих убеждений.

Нет однозначных свидетельств, что Галилей был знаком с трудами Леонардо да Винчи, но ряд историков физики считают, что мысли Леонардо распространялись устным путем среди итальянских ученых и могли дойти до Галилея. К тому же, как уже отмечалось, многие идеи Леонардо содержались в трудах Тартальи, Кардана и Бенедетти.

Галилей с самого начала научной деятельности (в 1589 г. он был назначен профессором математики) проявляет независимость своего мышления. В трактате "О движении" (1590 г.) он выступает с четко антиаристотелевых позиций. Здесь он показывает несостоятельность теории движения, поддерживаемого воздухом, а также аргумента Аристотеля против существования пустоты. Приводимые доказательства строятся на четких экспериментальных данных.

Галилей, как и многие ученые того времени, работал во многих областях физики и не только физики. К числу его наиболее существенных результатов следует отнести открытие законов движения. Это является вершиной достижений Галилея, он заложил два краеугольных камня современной динамики: принцип инерции и классический принцип относительности. В соответствии с принципом относительности законы механики инвариантны по отношению к преобразованиям Галилея.

Основные принципиальные положения в области механики изложены в двух знаменитых трудах Галилея: "Диалог о двух главнейших системах мира - птолемеевой и коперниковой", вышедшей во Флоренции в 1632 г., и "Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению" (в те времена под механикой понималось движение небесных тел), опубликованной в Лейдене в 1638 г. В этих работах он окончательно развенчивает последователей Аристотеля - перипатетиков. Здесь же появляются рассуждения о конечности скорости света, и рассматривается способ ее измерения. В последней работе уже математически четко формулируются законы равнопеременного движения: пропорциональность скорости времени движения, квадратичная зависимость пути от времени, принцип сложения перемещений, параболичность траектории брошенного тела.

Главной же заслугой Галилея является то, что он ввел в исследование новый образ мышления, использовал в полной мере экспериментальный метод. Его наряду с Леонардо следует считать основоположником экспериментального метода в физике. При этом Галилей нигде не дает абстрактного изложения этого метода. Но суть его видна в конкретных постановках и обсуждении исследований частных явлений природы, и можно выделить 4 основные фазы исследования:

1 - восприятие явления, чувственный опыт;

2 - аксиома или рабочая гипотеза с критическим рассмотрением результатов чувственного опыта;

3 - математическое развитие, нахождение логических следствий из принятой гипотезы

4 - опытная проверка, высший критерий всего пути открытия.

Во времена Галилея было и другое направление физики, одним из представителей которого был Декарт.

Декарт Рене (Картезий) (31.03.1596-11.02.1650) – французский философ, физик, математик и физиолог. Родился в Лаэ близ Тура в знатной, но небогатой семье. Окончил иезуитский колледж Ла-Флеш в Анжу (1614) и университет в Пуатье (1616). Был некоторое время военным, путешествовал. В 1628-49 жил в Голландии, в 1649 переехал в Стокгольм, где и умер.

Физические работы в области механики, оптики и строения Вселенной. Ввел понятия количества движения, сформулировал закон его сохранения (но без учета того, что скорость – вектор). Стремился построить общую картину природы, в которой все явления объяснялись бы как результат движения больших и малых частиц, образованных из единой материи. Злоупотреблял гипотетическими построениями, не имея достаточной экспериментальной основы.

В математике первым ввел понятие переменной и функции, заложил основы аналитической геометрии, которые были представлены в работе "Геометрия" (1637). Основоположник рационализма в теории познания, считал, что человеческий разум играет главную роль при оценке результатов научных исследований.

По Декарту физика должна иметь цель сделать людей "господами и хозяевами природы". Для Декарта физика должна отвечать на вопрос, почему происходят явления, а по Галилею - должна исследовать, как они происходят. Декарт поставил задачу математизации физики по типу эвклидовой геометрии: небольшое количество очевидных аксиом, на которые опирается упорядоченная последовательность выводов. Однако развитие физики в целом показало несостоятельность рассуждений Декарта, но ряд положений сыграл положительную роль в развитии науки, в частности, принцип причинности в общей механике.

Учение Галилея распространялось по Европе, его "Механика" в 1634 г. была переведена на французский язык. Таким образом, у Галилея появились последователи, в числе которых были не только его непосредственные ученики.

Из прямых учеников Галилея наиболее блестящим был Торичелли.

Торичелли Эванжелиста (15.10.1608-25.10.1647) – итальянский физик и математик. Родился в Фаэнце в небогатой семье, воспитывался у дяди, бенедиктинского монаха. Учился в иезуитском колледже, а затем в Риме у Б.Кастелли, друга и ученика Галилея. В 1641 переехал в Арчетри, где помогал Галилею. В 1642 стал придворным математиком герцога Тосканского и профессором математики и физики Флорентийского университета.

Основные работы в области пневматики и механики. В 1643 открыл атмосферное давление, стимулировал изучение вакуума (Торичеллева пустота), нанеся удар по утверждению: “природа боится пустоты”. Усовершенствовал воздушный термоскоп Галилея, переделав его в спиртовой термометр. Объяснил ветер изменениями атмосферного давления. В трактате “О движении свободно падающих и брошенных тяжелых тел” (1641) установил параболичность траектории тел, брошенных под углом к горизонту, доказал другие теоремы баллистики. Сформулировал (1641) закон вытекания жидкости из отверстий сосуда (формула Торичелли).

Первые работы Торичелли были посвящены исследованию механического движения: формулировка принципа движения центра тяжести, изучение движения тела, брошенного под произвольным углом, и истечения жидкости из отверстия в дне сосуда. Он выдвинул гипотезу, эквивалентную закону сохранения энергии. Основным же достижением Торичелли является открытие и исследование атмосферного давления, что вызвало большой резонанс среди физиков. Он также по существу открыл закон о распространении давления газа во все стороны, который окончательно сформулировал Паскаль.

Паскаль Блез (19.06.1623-19.08.1662) – французский математик, физик, философ и писатель. Родился в Клермон-Ферране в семье юриста, занимавшегося также математикой. Получил домашнее образование.

Основные физические работы относятся к гидростатике, где в 1653 сформулировал один из фудаментальных ее законов о полной передаче жидкостью производимого на нее давления (закон Паскаля), установил принцип действия гидростатического пресса. Также высказал идею о зависимости атмосферного давления от высоты, открыл зависимость давления от температуры и влажности воздуха и предложил использовать барометр для предсказания погоды.

Рано проявил выдающиеся математические способности, является классическим примером отроческой гениальности. В 16 лет сформулировал одну из основных теорем проективной геометрии, в 1640-44 сконструировал суммирующую машину. Известен работами по арифметике, теории чисел, алгебре, сформулировал ряд основных положений теории вероятности.

В области философии четко сформулировал основные положения научного познания, развил понятия «философия разума» и «философия сердца».

В его честь названа единица давления - паскаль.

Еще одно открытие Галилея - изохронизм маятника - позволили ему разработать конструкцию маятниковых часов, но она им не была реализована. Гюйгенс, считая себя продолжателем Галилея и Торичелли, создал маятниковые часы, о чем сообщил в 1657 г.

Гюйгенс Христиан (14.04.1629-08.07.1695) – голландский физик, механик, математик и астроном, член Парижской АН, первый иностранный член Лондонского королевского общества. Родился в Гааге в богатой и знатной семье крупного политического деятеля. Учился в университетах Лейдена (1645-47) и Бреда (1647-49). В 1665-81 жил и работал в Париже, с 1681 – в Гааге.

Работы в области механики, оптики, молекулярной физики. Сконструировал первые маятниковые часы (1656) и разработал их теорию, вывел законы упругого удара. В 1678 в мемуарах в Парижскую АН разработал волновую теорию света (Трактат о свете – 1690). Ввел понятие ось кристалла при исследовании двойного лучепреломления, открыл в 1678 поляризацию света. Совместно с Р.Гуком установил (1665) постоянные точки термометра – температуры таяния льда и кипения воды. Показал (1667), что при замерзании вода расширяется. Усовершенствовал телескоп (окуляр Гюйгенса, ввел диафрагмы). Открыл кольцо Сатурна и его первый спутник – Титан. Первым пришел к выводу о сплющенности Земли у полюсов, высказал идею об измерении ускорения свободного падения с помощью секундного маятника.

В 1673 г. в Париже был опубликован шедевр Гюйгенса "Качающиеся часы, или о движении маятника", в котором описано кроме часов движение тел по циклоиде, движение кругового маятника, центробежная сила. Он начал построение динамики нескольких тел, в частности, вывел законы соударения упругих тел, ввел по существу представление о сохранении кинетической энергии при ударе, т.е. утверждал, что произведение "каждого тела" на квадрат его скорости до и после удара не меняется.

В 17 веке широко проводились исследования по аэростатике, которые активизировались после открытия Торичелли атмосферного давления и пустоты. Отто фон Герике (1602-1686) были проведены первые работы по созданию пневматических машин и насосов для откачки воздуха, широко известен его опыт с магдебургскими полушариями.

Бойль, один из наиболее проницательных ученых, воспитанных на трудах Галилея, также вел широкие эксперименты с воздухом: определение веса воздуха, измерение степени разрежения воздуха, доказательство невозможности без воздуха горения, жизни, распространения звука.

Бойль Роберт (25.01.1627-30.12.1691) – английский химик, физик и философ, член Лондонского королевского общества (1663). Родился в Лисморе (Ирландия) в многодетной (14 детей) семье графа Корка. Учился в Итоне, Швейцарии, Италии. С 1654 жил в Оксфорде, в 1668 переехал в Лондон.

Физические работы в области молекулярной физики, световых и электрических явлений, гидростатики, акустики, теплоты, механики. В 1660 усовершенствовал воздушный насос Герике, установил новые факты, которые изложил в “Новых физико-химических опытах, касающихся упругости воздуха”. Показал зависимость точки кипения воды от степени разряжения окружающего воздуха и доказал, что подъем жидкости в узкой трубке не связан с атмосферным давлением. В 1661 открыл закон Бойля, сконструировал барометр и ввел название барометр. Сделал первые исследования упругости твердых тел, был сторонником атомизма. В 1663 открыл цветные кольца в тонких слоях (кольца Ньютона). В 1661 сформулировал понятие химического элемента и ввел в химию экспериментальный метод, положил начало химии как науки.

Бойль сочетал выдающуюся способность к аналитическому мышлению с талантом наблюдателя и экспериментатора. Отличался редкой скромностью и приверженностью к непосредственной научной работе: отказался от предложения стать президентом Лондонского королевского общества, которое было основано во многом благодаря усилиям Бойля.

Бойль открыл свой закон об упругости (давлении) и объеме воздуха, но значение его он сам сначала не понял. Аналогичные исследования независимо провел настоятель монастыря в Дижоне Эдм Мариотт (1620-1684), который опубликовал свои наблюдения в 1676 г. в работе "О природе воздуха" и пришел также к закону Бойля, который французы называют законом Мариотта.

В это же время бурно развивается промышленность, мануфактурное производство. Получили распространение различные машины: водяные двигатели, станки и т.п. При этом возникает необходимость применения естествознания в промышленности для решения задач освоения и передачи механического движения, что дополнительно стимулирует развитие науки.