**Классическая наука: летопись открытий**

**(конец XVII в – конец XIX в.)**

Классическая физика начинается И.Ньютоном, заложившим основы той совокупности законов природы, которая дает возможность понять закономерности большого круга явлений. И.Ньютон построил первую физическую картину мира (механическую картину природы) как завершенную систему механики. Возведенная Ньютоном и его последователями грандиозная система классической физики (конец XVII в. – конец XIX в.) просуществовала почти два века и только в конце XIX в. начала рушиться под напором новых фактов, не укладывающихся в ее рамки.

Первый ощутимый удар по физике Ньютона нанесла еще в 60-х годах XIX в. теория электромагнитного поля Максвелла – вторая после ньютоновской механики великая физическая теория, дальнейшее развитие которой углубило ее противоречия с классической механикой и привело к революционным изменениям в физике. Поэтому период классической физики делится на два этапа:

первый этап – от И.Ньютона до Дж. Максвелла (конец XVII в. – 60-егг. XIX в.);

второй этап – от Максвелла до 1895г (60-егг. XIX в. – 1894г.).

Первый этап проходил под знаком полного господства механики Ньютона. Механическая картина мира совершенствуется и уточняется, физика представляется уже целостной наукой. Второй этап начинается с создания в 1860...1865гг. Дж. Максвеллом общей строгой теории электромагнитных процессов. Используя концепцию поля М.Фарадея, он дал точные пространственно-временные законы электромагнитных явлений в виде системы известных уравнений – уравнений Максвелла для электромагнитного поля. Теория Максвелла получила дальнейшее развитие в трудах Г.Герца и Х.Лоренца, в результате чего была создана электродинамическая картина мира, которой и завершается период классической физики.

**Первый этап (конец XVII в. – 60-егг. XIX в.)**

1687г.

Вышел в свет труд И.Ньютона «Математические начала натуральной философии» («Начала»), содержащие основные понятия и аксиоматику механики, в частности три основные ее закона (законы Ньютона) и закон всемирного тяготения. Выход в свет «Начал» открыл новый период в истории физики, так как в них впервые содержалась законченная система механики, законы которой управляют большим количеством процессов в природе.

Французский механик П.Вариньон в книге «Проект новой механики» формулирует понятие момента силы и дает в общей геометрической форме теорему о моменте равнодействующей.

1690г.

Вышел в свет «Трактат о свете» Х.Гюйгенса (завершен в 1678г.), в котором помещены волновая теория света (световые возбуждения являются упругими импульсами в эфире), принцип построения огибающей волны (принцип Гюйгенса) и описано открытое им явление поляризации света.

Д.Папен дал описание замкнутого термодинамического цикла паровой машины.

1693г.

Э.Галлей вывел общую формулу линзы.

1694г.

К.Ренальдини предложил в качестве фиксированных температур при градуировке термометра использовать температуры таяния льда и кипения воды.

1698г.

Открытие электрической искры (Волл).

1702г.

Г.Амонтон усовершенствовал воздушный термометр Г.Галилея, сконструировав термометр, в основном похожий на современный газовый. Этот термометр дал возможность Амонтону прийти к понятию абсолютного нуля, который по его данным составлял –239,5°C.

1703г.

Вышел в свет труд Х.Гюйгенса «О центробежной силе».

1704г.

Вышел в свет труд И.Ньютона «Оптика».

1705г.

Т.Ньюкомен изобрел тепловую машину – первую машину, успешно применяемую для подъема воды.

1706г.

Начало исследований разрядов в газах (Ф.Гауксби).

Построена первая стеклянная электрическая машина (Ф.Гауксби).

1710г.

Открыто свечение воздуха в стеклянной трубке при электрическом разряде (Ф.Гауксби).

1714г.

Введение Г.Фаренгейтом термометрической шкалы, названной его именем (шкала Фаренгейта).

1717г.

И.Бернулли сформулировал в общей форме принцип возможных перемещений.

1718г.

Э.Галлей открыл собственное движение звезд, чем разрушил давние представления об их неподвижности.

Ж.Жюрен открыл закон подъема жидкости в капиллярных трубках, названный его именем (закон Жюрена). Обратная пропорциональная зависимость высоты подъема жидкости в капиллярах диаметру капилляра была известна еще в 1670г. Дж. Борелли.

1721г.

Выдвинута теория теплорода.

1725г.

Дж. Брадлей открыл аберрацию света и в 1728г. дал ей правильное объяснение, чем окончательно подтвердил факт конечности скорости распространения света.

1729г.

Вышел в свет «Оптический трактат о градации света» П.Бугера, в котором, в частности, помещен закон ослабления света.

Открыто явление электропроводности (С.Грей).

1730г.

Р.Реомюр предложил применять в термометрах спирт и ввел шкалу, названную его именем (шкала Реомюра).

1733г.

Открытие двух видов электричества, установление притяжения разноименных зарядов и отталкивания одноименных (Ш.Дюфе).

1736г.

Вышел в свет труд Л.Эйлера «Механика», положивший начало превращению механики из геометрической науки в аналитическую.

1737г.

Открытие Дж. Брадлеем явления нутации земной оси.

1738г.

Вышла в свет работа Д.Бернулли «Гидродинамика», в которой содержится уравнение, выражающее закон сохранения энергии применительно к стационарному движению идеальной несжимаемой жидкости (уравнение Бернулли).

1739г.

Л.Эйлер дал полную теорию колебания струны.

1740г.

Изобретение фотометра (П.Бугер).

1742г.

А.Цельсий предложил стоградусную шкалу термометра, названную его именем (шкала Цельсия).

1742г.

Введены понятия «проводник» и «непроводник» электричества (Ж.Дезагюлье).

1743г.

Вышел в свет «Трактат о динамике» Ж.Даламбера, где впервые сформулированы общие правила составления дифференциальных уравнений движения любых материальных систем и дан принцип, сводящий задачи динамики к задачам статики (принцип Даламбера).

1744г.

Г.Рихман дал формулу для определения температуры смеси однородных жидкостей.

М.В.Ломоносов ввел представление о молекулах и атомах и создал молекулярно-кинетическую теорию строения вещества.

Л.Эйлер сформулировал принцип наименьшего действия (независимо от Эйлера этот принцип применительно к механике развил также в 1744...1746гг. П.Мопертюи).

1745г.

М.В.Ломоносов высказал мысль, что причина теплоты заключается в движении («теплота состоит во внутреннем движении материи»).

1745г.

Изобретен первый электрический конденсатор – лейденская банка (Э.Клейст, П.Мушенбрук).

1746г.

Установлен закон сохранения момента количества движения (Л.Эйлер, Д.Бернулли).

Вышел в свет труд М.В.Ломоносова «Экспериментальная физика».

Вышел в свет труд Л.Эйлера «Новая теория света и цветов», в которой он придерживается волновой теории и считает различную длину волны причиной различия цветов.

1747г.

Л.Эйлер вывел формулу двояковыпуклой линзы.

Исследование Б.Франклином атмосферного электричества, доказательство электрической природы молнии (подобные опыты провели в 1752...1753гг. М.В.Ломоносов и Г.Рихман).

1749г.

П.Мушенбрук изобрел пирометр.

1750г.

Изобретение молниеотвода (Б.Франклин). В 1754г. молниеотвод построил чех П.Дивиш.

Б.Франклин сформулировал теорию электричества и закон сохранения электрического заряда.

1751г.

Открыт 28-й элемент – никель (Д.Кронштедт).

1752г.

Л.Эйлер выдвинул утверждение, что максимальная длина световой волны соответствует красным лучам, а минимальная – фиолетовым.

1752...1754гг.

Л.Эйлер проводит гидродинамическое исследование и выводит уравнение гидродинамики (уравнение Эйлера), вводит потенциал скоростей, записывает основное уравнение теории потенциала (уравнение Лапласа).

1753г.

Дж. Беккариа показал, что электрический заряд в проводнике распределяется по его поверхности.

1754г.

Дж. Блэк открыл углекислый газ.

1755г.

Разработка И.Кантом гипотезы происхождения солнечной системы.

1756г.

Открытие М.В.Ломоносовым закона сохранения массы вещества в химических реакциях. Этот же закон в 1774г. установил А.Лавуазье.

Ф.Эпинус открыл явление пироэлектричества.

1757г.

Открытие скрытой теплоты и первые измерения теплоты плавления и парообразования (Дж. Блэк).

1758г.

Английский оптик Дж. Доллонд сконструировал ахроматический объектив.

Вышел в свет труд Р.Бошковича «Теория натуральной философии, приведенная к единому закону сил, существующих в природе», в которой сделана попытка на основании одной теории объяснить все физические явления.

1759г.

Разработка первой математической теории электрических и магнитных явлений (Ф.Эпинус).

1760г.

Введено понятие удельной теплоемкости. Положено начало калориметрии (Дж. Блэк).

Вышел в свет труд И.Ламберта «Фотометрия, или об измерении и сравнении света, цветов и тени», в котором приведены основные понятия и законы фотометрии, в частности закон, названный его именем (закон Ламберта).

1762г.

Вышел в свет двухтомник «Введение в натуральную философию» П.Мушенбрука, представляющий собой физическую энциклопедию того времени.

1763г.

И.И.Ползунов разработал проект паровой машины (в 1765г. машина была построена, а в 1766г. начала эксплуатироваться).

1765г.

Вышел в свет «Трактат о движении твердых тел» Л.Эйлера (закончен в 1760г.), в котором Л.Эйлер развил теорию вращения твердого тела около закрепленной точки.

Вышли в свет «Письма к одной немецкой принцессе» Эйлера, в которых изложены его физические и философские взгляды.

1766г.

Открытие водорода (Г.Кавендиш).

1771г.

Дж. Пристли открыл фотосинтез.

1772г.

И.Вильке ввел единицу измерения тепла – калорию.

Открыт 7-й элемент – азот (Д.Рутерфорд).

1774г.

Открыт 8-й элемент – кислород (Дж. Пристли).

Открыты 17-й и 25-й элементы – хлор и марганец (К.Шееле).

1775г.

Усовершенствование электрофора (А.Вольта). Изобретен в 1757г. Ф.Эпинусом.

1775г.

А.Лавуазье разработал основные положения кислородной теории, доказал сложный характер воздуха, объяснил горение, показал, что при дыхании поглощается кислород и образуется углекислый газ.

1777г.

И.Ламберт показал, что тепловые лучи, как и световые, распространяются прямолинейно.

1778г.

Открыт 42-й элемент – молибден (К.Шееле).

Дж. С.Валлис, А.Бургманс и Ш.Кулон развили двухфлюидную теорию магнетизма.

1781г.

И.Вильке осуществил первые измерения удельной теплоемкости методом смешивания (он также ввел понятие водяного эквивалента и предложил новый метод определения удельной теплоемкости – по количеству льда, расплавленного исследуемым горячим телом).

Установление законов трения (Ш.Кулон).

А.Вольта изобрел чувствительный электроскоп с соломинками.

В.Гершель открыл планету Уран.

Открыт 52-й элемент – теллур (М.Рейхенштейн).

1783г.

Открыт 74-й элемент – вольфрам (Ж. и Ф.Эльгуйяр).

Изобретен волосяной гигрометр (Г.Сосюр).

А.Лавуазье и П.Лаплас изобрели калориметр и определили удельные теплоемкости многих твердых и жидких тел. Они открыли также, что удельная теплоемкость тела не является постоянной, а зависит от температуры.

1784г.

Ш.Кулон осуществил исследование упругого кручения нитей и построил крутильные весы.

И.Гадолин дал формулу для температуры смеси.

Сконструирован первый ахроматический микроскоп (Ф.Эпинус).

Дж. Уатт построил универсальный паровой двигатель.

1785г.

Установление Ш.Кулоном основного закона электрического взаимодействия (закон Кулона).

А.Лавуазье и Ж.Менье синтезировали воду из кислорода и водорода.

1786г.

Установление связи теплоты с электрической искрой (М.Ван Марум).

1786г.

Разработка новой химической номенклатуры (А.Лавуазье).

1787г.

Э.Хладни осуществил опыты по изучению колебаний пластин с образованием «фигур Хладни».

Французский физик Ж.Шарль установил один из газовых законов, названный его именем (закон Шарля).

1788г.

Сжигая водород в кислороде при помощи искры, Г.Кавендиш получил воду.

1788г.

Вышел в свет труд французского ученого Ж.Лагранжа «Аналитическая механика», где выведены аналитические условия равновесия материальной точки и системы.

Ш.Кулон распространил открытый им закон взаимодействия точечных электрических зарядов на взаимодействие точечных полюсов магнита.

1789г.

Открыты цирконий и уран (М.Клапрот).

1789г.

Разработана метрическая система единиц длины, массы, 1794гг. силы и др. физических величин.

1791г.

Опубликован «Трактат о силах электричества при мышечном движении» Л.Гальвани, в котором содержалось открытие электрического тока (1780г.).

Открыт 22-й элемент – титан (В.Грегор).

1791...1792гг.

П.Прево выдвинул теорию теплового равновесия.

1794г.

Открыт 39-й элемент – иттрий (А.В.Гадолин).

1795г.

Установление пробоя твердого тела (М.Ван Марум).

1796г.

Э.Хладни установил законы колебания стержней, чем заложил основы экспериментальной акустики.

А.Вольта открыл явление диффузии водорода и воздуха.

Вышел в свет труд П.Лапласа «Изложение системы мира», в котором содержится его космогоническая гипотеза образования солнечной системы.

1797г.

Открыты бериллий и хром (Н.Вокелен).

1798г.

Г.Кавендиш при помощи крутильных весов измерил притяжение двух тел, подтвердив закон всемирного тяготения И.Ньютона, вычислил плотность Земли.

Б.Румфорд осуществил опыты, свидетельствующие в пользу механической теории теплоты.

1799г.

А.Вольта сконструировал первый источник электрического тока – «вольтов столб» (электрическую батарею).

Получение тепла от трения двух кусков льда (Г.Дэви).

1800г.

Открытие явления электролиза (У.Никольсон, А.Карлейль).

В.Гершель открыл инфракрасные лучи.

Открытие Т.Юнгом явления интерференции звука.

1801г.

Открытие ультрафиолетовых лучей (У.Волластон, И.Риттер).

У.Волластон и Н.Готро дали теорию «вольтового столба» (впервые химическое объяснение механизма возникновения гальванического тока предложил в 1792г. Дж. Фаброни).

Открыт 23-й элемент – ванадий (дель Рио).

Открыт 41-й элемент – ниобий (К.Гатчетт).

Открытие закона парциальных давлений (Дж. Дальтон).

Т.Юнг сформулировал принцип интерференции света.

1802г.

Открытие У.Волластоном линий поглощения в солнечном спектре, названных в дальнейшем «фраунгоферовыми» в связи с переоткрытием их в 1815г. И.Фраунгофером.

1802г.

Осуществление Т.Юнгом опыта по получению интерференции света от двух отверстий.

Наблюдение поляризации химического элемента.

Открытие В.В.Петровым электрической дуги и осуществление с ней ряда опытов (плавление металлов, сжигание различных веществ). Электрическую дугу и подобные опыты осуществил в 1810г. также Г.Дэви.

Вышел в свет систематический труд по акустике Э.Хладни «Акустика».

Исследование Ж.Гей-Люссаком расширения газов и открытие им зависимости изменения объема газа от температуры (закон Гей-Люссака). Этот закон открыл в этом же году и Дж. Дальтон.

Открыт 73-й элемент – тантал (А.Экеберг).

1803г.

Открытие закона зависимости растворимости газов от их парциального давления (Дж. Дальтон).

Дж. Дальтон ввел понятие атомного веса.

Открыт 58-й элемент – церий (И.Берцелиус, В.Гизингер, М.Клапрот).

Открыты 45-й и 46-й элементы – родий и палладий (У.Волластон).

Открыт 77-й элемент – иридий (С.Теннант).

Измерение Т.Юнгом длины волн разных цветов. Он получил для длины волны красного света значение – 0,7 микрона, для фиолетового – 0,42 микрона.

1804г.

Открыт 76-й элемент – осмий (С.Теннант).

Т.Юнг выдвинул идею неподвижного, не увлекаемого Землей эфира (в 1818г. идею частично увлекаемого эфира высказал О.Френель).

1805г.

Х.Гроттгус разработал теорию, объясняющую механизм химического разложения воды при прохождении тока.

Открыто явление термоупругости (Гаух).

1806г.

П.Лаплас установил один из основных законов капиллярности (закон Лапласа).

1807г.

Установлено понижение температуры при адиабатическом расширении газа и повышение – при его сжатии (Ж.Гей-Люссак). Это явление отмечали также Э.Дарвин (1788г.) и Дж. Дальтон (1802г.).

Введение Т.Юнгом модуля упругости (модуль Юнга).

Открыты 11-й и 19-й элементы – натрий и калий (Г.Дэви).

1808г.

Открыты 12-й, 20-й, 38-й и 56-й элементы – магний, кальций, стронций и барий (Г.Дэви).

Ж.Гей-Люссак открыл закон объемных отношений.

Открыт 5-й элемент – бор (Ж.Гей-Люссак, Л.Тенар).

Открытие Э.Малюсом поляризации света при отражении и закона, названного его именем (закон Малюса).

1811г.

Разработка А.Авогадро молекулярной гипотезы строения вещества и установление закона, названного его именем (закон Авогадро).

Вышел в свет двухтомный «Курс механики» С.Пуассона.

1811г.

Открыт 53-й элемент – йод (Б.Куртуа).

Открытие Д.Араго хроматической поляризации.

Д.Араго обнаружил оптическую активность (у кварца).

С.Пуассон распространил теорию потенциала на явления электростатики, сформулировав, в частности, важную теорему, названную его именем, – теорему Пуассона (в 1824г. он распространил ее и на магнетизм).

1814г.

И.Берцелиус опубликовал таблицу атомных весов 41 химического элемента, взяв за основу атомный вес кислорода и введя обозначения элементов (химическую символику, применяемую и сейчас).

1814...1815гг.

Обнаружение И.Фраунгофером в солнечном спектре темных линий поглощения, названных его именем (фраунгоферовы линии). Эти линии также наблюдал еще в 1802г. У.Волластон, однако не оценил свое открытие и неверно их интерпретировал.

1815г.

Английский ученый У.Проут выдвинул гипотезу о том, что атомы всех химических элементов выражаются целыми числами, т.е. являются комбинациями атомов водорода (гипотеза Проута).

Открытие Ж.Био круговой поляризации и закона вращения плоскости поляризации света (закон Био). Он же установил существование правовращательных и левовращательных веществ (вращение плоскости поляризации света в кварце наблюдал еще в 1811г. Д.Араго).

Д.Брюстер открыл закон, названный его именем (закон Брюстера).

О.Френель дополнил оптический принцип Гюйгенса, введя представление о когерентности элементарных волн и их интерференции (принцип Гюйгенса – Френеля).

1816г.

О.Френель осуществил опыт с двумя зеркалами (зеркала Френеля) для получения интерференции света.

О.Френель и Д.Араго обнаружили, что лучи, поляризованные во взаимно перпендикулярных плоскостях, не интерферируют.

Первое достаточно точное определение размеров молекулы (Т.Юнг).

1817г.

Открыт 3-й элемент – литий (А.Арфведсон).

Открыт 48-й элемент – кадмий (Ф.Штромейер).

Предположение о поперечности световых лучей (Т.Юнг, О.Френель).

Создан биметаллический термометр (А.Бреге).

1818г.

Открыт 34-й элемент – селен (И.Берцелиус).

Создание О.Френелем теории дифракции света.

Г.Катер сконструировал прибор для определения ускорения силы тяжести в данном месте (оборотный маятник).

1819г.

Проведение О.Френелем опыта с бипризмой (бипризма Френеля) для получения интерференции света.

Вышел в свет труд О.Френеля «Мемуар о дифракции света».

1819г.

Немецкий химик Э.Митчерлих открыл явление изоморфизма.

Установление П.Дюлонгом и А.Пти закона, названного их именем (закон Дюлонга и Пти).

1820г.

Открытие Х.Эрстедом магнитного действия тока.

А.Ампер установил правило, определяющее зависимость между направлением электрического тока и направлением магнитного поля, создаваемого этим током (правило Ампера).

А.Ампер открыл взаимодействие электрических токов и установил закон этого взаимодействия (закон Ампера).

А.Ампер высказал гипотезу молекулярных токов, положив в ее основу теорему эквивалентности токов и магнитов (теорема Ампера), в которой последовательно проводилась чисто токовая идея происхождения магнетизма. В гипотезе Ампера была предвосхищена в качественной форме современная электронная теория магнитных свойств атомов и веществ.

А.Ампер высказал идею использования электромагнитных явлений для передачи сигналов.

Д.Араго обнаружил намагничивание железных опилок электрическим током.

Изобретен гальванометр (И.Швейггер).

Открытие А.Ампером магнитного эффекта катушки с током (соленоида).

Ж.Био и Ф.Савар открыли закон, определяющий напряженность магнитного поля прямого тока (закон Био-Савара).

Определение Ф.Саваром пределов слышимости нормального уха человека.

У.Николь изобрел прибор для получения линейно поляризованного света (призма Николя).

Создан гигрометр Даниэля.

1821г.

Установлена зависимость сопротивления проводника от его длины, поперечного сечения и температуры (Г.Дэви).

Получение М.Фарадеем вращения проводника с током в магнитном поле (создание модели электродвигателя).

Т.Зеебек открыл термоэлектричество (эффект Зеебека).

Широкое применение И.Фраунгофером дифракционных решеток для исследования спектров. Некоторые считают его изобретателем дифракционной решетки, однако принцип действия ее открыл еще в 1785г. Д.Риттенхауз.

К.Навье создал теорию упругости твердых тел.

1822г.

Французский ученый О.Коши заложил основы математической теории упругости.

Вышел в свет труд Ж.Фурье «Аналитическая теория теплоты». В нем впервые использовались формулы размерностей.

1823г.

Создание термобатареи (Ж.Фурье, Х.Эрстед).

Изобретено динамо (У.Стерджен).

П.Барлоу построил раннюю модель электромотора (колесо Барлоу).

1823г.

Опубликован труд А.Ампера «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта».

Открытие О.Френелем эллиптической и круговой поляризации света.

О.Френель установил количественные законы преломления и отражения света (формулы Френеля).

Открыт 14-й элемент – кремний (И.Берцелиус).

1824г.

Вышел в свет труд С.Карно «Рассуждения о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу», в котором приведены формулировка второго начала термодинамики, цикл Карно и теорема Карно.

Открытие действия вращающейся металлической пластинки на магнитную стрелку – магнетизма вращения (Д.Араго).

1825г.

Открыта анизотропия кристаллов (Э.Митчерлих).

Открыт 35-й элемент – бром (Левиг).

Л.Нобили изобрел астатический гальванометр.

Создание У.Стердженом электромагнита.

1826г.

Ж.В.Понселе ввел понятие «работа» для произведения силы на путь, пройденный точкой ее приложения.

Объединены закон Гей-Люссака с законом Бойля – Мариотта и записано уравнение газового состояния (Ж.Гей-Люссак).

Создание Н.И.Лобачевским новой геометрии, отличной от евклидовой (геометрия Лобачевского).

1827г.

Г. 0м открыл закон, названный его именем (закон Ома), и ввел понятие электродвижущей силы, электропроводности и силы тока.

Открытие английским ботаником Р.Броуном хаотического движения мелких частиц, взвешенных в растворе (броуновское движение).

Открыт 13-й элемент – алюминий (Ф.Велер).

1828г.

Вышел в свет труд Дж. Грина «Опыт применения математического анализа в теориях электричества и магнетизма», содержащий понятие потенциальной функция и ряд теорем.

У.Гамильтон теоретически предсказал явление конической рефракции, открытое экспериментально в 1833г. Х.Ллойдом.

Открыт 90-й элемент – торий (И.Берцелиус).

1829г.

К.Ф.Гаусс сформулировал принцип наименьшего принуждения.

1831г.

Открытие М.Фарадеем явления электромагнитной индукции (оно было известно также Дж. Генри).

Дж. Генри и С. даль Негро независимо построили первый электродвигатель.

1832г.

И.Пикси построил генератор переменного тока.

Создание абсолютной системы электрических и магнитных единиц (В.Вебер, К.Гаусс).

1832г.

Создание русским ученым П.Л.Шиллингом первого электромагнитного телеграфа.

Американец С.Морзе предложил проект телеграфного аппарата, а в 1835г. построил модель телеграфа (в 1833г. простейшую телеграфную линию построили также К.Гаусс и В.Вебер).

Дж. Генри открыл явление самоиндукции.

1833г.

Открытие Д.Брюстером флюоресценции.

Установление М.Фарадеем законов электролиза.

М.Фарадей первый заметил падение электрического сопротивления сернистого серебра с ростом температуры, что является характерным признаком полупроводников.

Э.Х.Ленц сформулировал правило для определения направления электродвижущей силы индукции (закон Ленца).

1834г.

Б.Клапейрон вывел уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона).

Б.Клапейрон разработал теорию обратимого кругового процесса Карно.

Б.Клапейрон получил уравнение для конденсирующегося пара, находящегося в тепловом равновесии с жидкостью, распространенное в 1850г. Р.Клаузиусом на другие фазовые переходы (уравнение Клапейрона-Клаузиуса).

Ж.Пельтье открыл явление, названное его именем (эффект Пельтье).

М.Фарадей постулировал существование ионов, экспериментальное доказательство их дал И.Гитторф в 1853г.

Б.С.Якоби изобрел электродвигатель с рабочим валом.

Введение М.Фарадеем понятия о силовых линиях.

Вышел в свет труд У.Гамильтона «Общий метод в динамике», в котором развит вариационный принцип наименьшего действия (принцип Гамильтона) и введена функция динамической системы, установлена аналогия между классической механикой и геометрической оптикой.

1835г.

Э.Х.Ленц экспериментально доказал уменьшение сопротивления металлов при охлаждении.

Разработка Г.Кориолисом теории относительного движения.

М.Фарадей доказал существование экстратоков при замыкании и размыкании цепи.

1836г.

Появление первого постоянного элемента с деполяризатором – элемента Даниэля.

1837г.

Обнаружение М.Фарадеем влияния диэлектриков на электростатическое взаимодействие. Он же высказал мысль о распространении электрического и магнитного действия через промежуточную среду.

Изобретено электрическое реле.

К.Пуйе построил тангенс-буссоль.

1838г.

Изобретение гальванопластики (Б.С.Якоби).

Впервые измерено расстояние до звезды – 61 Лебедя (Ф.В.Бессель).

1839г.

Дж. Грин вывел основное уравнение теории упругости.

Создание основ теории потенциала (К.Гаусс).

Французский изобретатель Л.Дагер изобрел фотографию, усовершенствовав метод получения фотографических изображений на металле, предложенный в 1827г. Ж.Ньепсом.

Открыт 57-й элемент – лантан (К.Мосандер).

1840г.

Ч.Уитстон изобрел способ измерения сопротивления (мостик Уитстона).

Дж. Джоуль установил явление магнитного насыщения.

Разработка теории построения изображений в сложных оптических системах (К.Гаусс).

1841г.

Дж. Джоуль установил закон теплового действия тока (в 1842г. его открыл также Э.Х.Ленц, отсюда и название – закон Джоуля – Ленца).

1842г.

Х.Допплер теоретически открыл явление, названное его именем (эффект Допплера).

Открытие Ю.Майером закона сохранения энергии (независимо от него к открытию этого закона также пришли в 1843г. Дж. Джоуль и в 1847г. Г.Гельмгольц; последний расширил границы применения этого закона, взяв для рассмотрения не только механическую и тепловую энергию, но и другие виды энергии).

Ю.Майер вывел уравнение, связывающее теплоемкость при постоянном объеме и давлении (уравнение Майера).

Установление колебательного характера разряда конденсатора (Дж. Генри).

1843г.

Открытие Ж.Пуазейлем закона, названного его именем (закон Пуазейля).

Первое измерение механического эквивалента теплоты (Дж. Джоуль).

Открыты 65-й и 68-й элементы – тербий и эрбий (К.Мосандер).

М.Фарадей экспериментально доказал закон сохранения электрического заряда.

В.Вебер установил закон взаимодействия двух движущихся зарядов.

1844г.

Открыт 44-й элемент – рутений (К.К.Клаус).

М.Фарадей выдвинул идею поля.

1845г.

Открытие М.Фарадеем диамагнетизма и парамагнетизма (он же ввел эти термины). Намного ранее голландский ученый А.Бургманс экспериментально установил притяжение парамагнетиков и отталкивание диамагнетиков, не вводя этих понятий.

М.Фарадей открыл магнитное вращение плоскости поляризации света.

Ж.Дюамель предложил определять массу тела как отношение приложенной к телу силы к приобретенному им ускорению.

Голландский физик Ч.Бейс-Баллот обнаружил эффект Допплера для акустических волн.

1845г.

Открытие закономерностей в распределении электрического тока в разветвленной цепи (Г.Кирхгоф).

Дж, Стокс разработал математическую теорию движения вязкой жидкости (уравнение Навье – Стокса).

1845...1847гг.

Разработка первой математической теории электромагнитной индукции и установление закона электромагнитной индукции для замкнутых проводников (Ф.Нейман).

1846г.

И.Галле по расчетам У.Леверье открыл новую планету – Нептун, что было триумфом механики Ньютона (существование Нептуна в этом же году предсказал и Дж. Адамс).

У.Гроув экспериментально доказал электролитическую диссоциацию воды.

1847г.

Вышел в свет труд Г.Гельмгольца «О сохранении силы», в котором с исчерпывающей полнотой сформулирован закон сохранения энергии.

Разработка О.Моссоти теории диэлектриков, получившей дальнейшее развитие в работах Р.Клаузиуса (1879г.).

1848г.

Введение У.Томсоном понятия абсолютной температуры и абсолютной шкалы температур (шкала Кельвина).

1849г.

Установление связи между линиями поглощения и излучения (Л.Фуко).

Первое измерение скорости света в лабораторных условиях И.Физо (метод зубчатого диска).

1850г.

Измерение скорости света при помощи вращающегося зеркала (Л.Фуко).

Л.Фуко измерил скорость света в воде, окончательно подтвердив тем самым волновую теорию света.

Формулирование Р.Клаузиусом второго начала термодинамики (в 1851г. свою формулировку предложил У.Томсон).

Введение понятия внутренней энергии (Р.Клаузиус).

1851г.

Л.Фуко при помощи маятника экспериментально доказал вращение Земли вокруг оси (опыт Фуко).

У.Томсон открыл изменение удельного сопротивления ферромагнетиков при их намагничивании (эффект Томсона).

Г.Румкорф изобрел индукционную катушку (катушка Румкорфа).

Открыто явление рассеяния света малыми частицами вещества (Брюкке).

И.Физо обнаружил влияние движения среды на скорость распространения света в ней (опыт Физо).

Дж. Стокс установил закон в гидродинамике, названный его именем (закон Стокса).

1852г.

Изобретение гироскопа (Л.Фуко).

Описано явление флюоресценции (Дж. Стоке).

Установление Дж. Стоксом факта, что длина волны света люминесценции больше длины волны возбуждающего света (правило Стокса).

Г.Магнус открыл явление возникновения поперечной силы, действующей на вращающееся тело в набегающем на него потоке жидкости или газа (эффект Магнуса).

Дж. Стокс открыл прозрачность кварца для ультрафиолетовых лучей.

У.Томсон выдвинул гипотезу (ошибочную) тепловой смерти Вселенной.

1853г.

Создана термодинамическая теория термоэлектричества (Р.Клаузиус).

Установление Г.Видеманом и Р.Францем закона, названного их именем (закон Видемана – Франца).

У.Томсон вывел формулу для периода электрических колебаний (формула Томсона).

1853...1854гг.

Открыто явление охлаждения газа при адиабатическом сжатии – эффект Джоуля – Томсона (Дж. Джоуль, У.Томсон).

1854г.

Г.Риман создал геометрию, отличную от евклидовой (риманова геометрия).

Первая детальная математическая разработка идеи магнитных диполей (В.Вебер).

М.В.Остроградский построил общую теорию удара. 1855г.

Изобретение Г.Гейсслером ртутного вакуумного насоса.

Ю.Плюккер сконструировал трубки для исследования разрядов в газах (трубки Плюккера).

Разработан способ уменьшения индукционных токов в сплошных телах путем деления последних на части (Л.Фуко).

1856г.

В.Вебер и Р.Кольрауш определили отношение электромагнитных и электростатических единиц (скорость распространения электрического импульса) и обнаружили ее совпадение со скоростью света.

Построен первый спектрометр (Мейерштейн).

Открытие У.Томсоном термодинамического эффекта, названного его именем (эффект Томсона).

Ж.Жамен построил интерференционный рефрактометр.

1857...1862гг.

Разработка Р.Клаузиусом основ кинетической теории газов. В ее создании принимали также участие Л.Больцман и Дж. Максвелл.

1858г.

Г.Гельмгольц заложил основы теории вихревого движения жидкости.

1859г.

Р.Планте изобрел свинцовый аккумулятор.

Открытие Г.Кирхгофом и Р.Бунзеном спектрального анализа.

Г.Кирхгоф открыл закон теплового излучения, названный его именем (закон Кирхгофа).

Ю.Плюккер установил, что спектр электрического разряда в газе характеризует природу газа.

Открыты катодные лучи (Ю.Плюккер), в 1869г. их наблюдал также И.Гитторф.

**Второй этап (60-е годы XIX в. – 1894г.)**

Период с 1895г. по 1904г. является периодом революционных открытий и изменений в физике, когда последняя переживала процесс своего преобразования, обновления, периодом перехода к новой, современной физике, фундамент которой заложили специальная теория относительности и квантовая теория. Начало ее целесообразно отнести к 1905г году создания А.Эйнштейном специальной теории относительности и превращения гипотезы квантов М.Планка в теорию квантов света, которые ярко продемонстрировали отход от классических представлений и понятий и положили начало созданию новой физической картины мира – квантово-релятивистской. Переход от классической физики к современной характеризовался не только возникновением новых идей, открытием новых неожиданных фактов и явлений, а преобразованием ее духа в целом, возникновением нового способа физического мышления, глубоким изменением методологических принципов.

1860...1865гг.

Создание Дж Максвеллом теории электромагнитного поля (первые дифференциальные уравнения поля записаны им в 1855г.).

1860г.

Введение Г.Кирхгофом понятия абсолютно черного тела.

Открыт 55-й элемент – цезий (Р.Бунзен, Г.Кирхгоф).

Д.И.Менделеев открыл существование критической температуры.

Вычисление длины свободного пробега молекул (Р.Клаузиус).

Дж. Максвелл начал разрабатывать кинетическую теорию газов, применяя представления теории вероятностей. Установил статистический закон распределения молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).

Построен двигатель постоянного тока с коллектором (кольцевой электродвигатель) и изобретена динамомашина (А.Пачинотти).

1861г.

А.М.Бутлеров развил теорию химического строения.

Введение Дж. Максвеллом понятия о токе смещения.

Интерпретация «фраунгоферовых линий» как линий поглощения.

Открыт 37-й элемент – рубидий (Р.Бунзен, Г.Кирхгоф).

Открыт 81-й элемент – таллий (У.Крукс).

1862г.

Установление Р.Клаузиусом неравенства интеграл (дробь) dQ/T < 0 (неравенство Клаузиуса).

Открытие аномальной дисперсии света (Ф.Леру), ее наблюдал также в 1870г. К.Кристиансен.

1863г.

Открыт 49-й элемент – индий (Ф.Рейх, Т.Рихтер).

1865г.

Дж. Максвелл постулировал существование электромагнитных волн.

Дж. Максвелл выдвинул идею электромагнитной природы света.

Введение Р.Клаузиусом понятия энтропии.

1866г.

И.Лошмидт рассчитал диаметр молекулы.

А.Кундт разработал метод пылевых фигур для определения длины звуковой волны и скорости звука.

1867г.

У.Хеггинс обнаружил эффект Допплера для света.

Открытие Ч.Уитстоном принципа самовозбуждения электромагнитных машин.

1868г.

Разработка Л.Больцманом статистики, названной его именем (статистика Больцмана).

1869г.

Открытие Д.И.Менделеевым периодического закона химических элементов и создание периодической системы элементов. Независимо периодическую закономерность установил Л.Мейер.

Т.Эндрюс открыл явление непрерывности жидкого и газообразного состояния, введя понятие критической точки (критическое состояние наблюдал в 1822г. Ш.Каньяр де Ла Тур, существование критической температуры в 1860г. открыл Д.И.Менделеев).

Создание Г.Гельмгольцем колебательного контура из индуктивности и емкости.

1870г.

Р.Клаузиус доказал теорему вириала.

Развитие Г.Гельмгольцем теории электродинамических процессов в проводящих неподвижных телах.

1871г.

Создание холодильной машины, в которой охлаждение достигалось за счет расширения газа (К.Линде).

Д.И.Менделеев предсказал существование скандия, галлия и германия.

1872г.

Э.Аббе разработал теорию образования изображения в микроскопе.

У.Томсон изобрел электрический счетчик.

Изобретение А.Н.Лодыгиным электрической лампы накаливания. В 1879г. Т.Эдисон создал лампу накаливания с угольной нитью достаточно долговечной конструкции и удобную для промышленного изготовления.

Л.Больцман вывел основное кинетическое уравнение газов.

Л.Больцман сформулировал H-теорему.

Л.Больцман установил связь энтропии физической системы с вероятностью ее состояния и доказал статистический характер второго начала термодинамики.

Ф.Клейн предложил так называемую «эрлангенскую программу», где произвел классификацию различных геометрических дисциплин, исходя из допустимых в них групп преобразований.

1873г.

Ван дер Ваальс вывел уравнение состояния реальных газов (уравнение Ван дер Ваальса).

Открытие внутреннего фотоэффекта (фотопроводимости) английским физиком У.Смитом.

Дж. Максвелл теоретически определил величину давления света (идея светового давления выдвинута была И.Кеплером в 1619г.). В 1876г. А.Бартоли сделал это, исходя из термодинамических соображений.

Начало систематического изучения магнитных свойств ферромагнетиков и снятие первой кривой магнитной проницаемости ферромагнетика (А.Г.Столетов).

1874г.

Введение Н.А.Умовым понятия о скорости и направлении движения энергии и потоке энергии (вектор Умова). Применительно к электромагнитной энергии это сделал в 1884г. Дж. Пойнтинг (вектор Умова-Пойнтинга).

Дж. Стоней высказал мысль о дискретности электрического заряда и вычислил его величину (опубликовано в 1881г.), в 1891г. он предложил для постулированной единицы электрического заряда название электрон.

Ф.Кольрауш установил возрастание проводимости электролитов с ростом температуры.

Разработка Г.Гельмгольцем теории дисперсии (в рамках «упругой» теории света).

1874г.

Д.И.Менделеев, обобщив уравнение Клапейрона, вывел уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона).

1874...1875гг.

Я.Вант-Гофф разработал теорию пространственного размещения атомов в молекулах органических соединений.

1875...1878гг.

Разработан метод термодинамических потенциалов, сформулированы общие условия термодинамического равновесия, разработана общая теория фаз и теория капиллярности (Дж. Гиббс).

1875г.

Открытие Дж. Керром явления возникновения двойного лучепреломления в оптически изотропных веществах, помешенных в однородное электрическое поле (электрооптический эффект Керра).

Обнаружение Г.Роуландом магнитного поля конвекционных токов (опыт Роуланда).

Открыт 31-й элемент – галлий (Л. де Буабодран).

Создание У.Круксом радиометра (радиометр Крукса).

Г.Липпман вывел основное уравнение теории электрокапиллярности.

1876г.

Изобретение П.Н.Яблочковым первого практически пригодного источника электрического освещения (свеча Яблочкова).

Изобретение А.Беллом телефонного аппарата.

Открытие Дж. Керром магнитооптического эффекта.

Изготовлен селеновый фотоэлемент (В.Адаме, Р.Дэй).

1877г.

Получен жидкий кислород (Л.Кальете, Р.Пикте).

Проведены первые измерения осмотического давления (В.Пфеффер).

Изобретение фонографа (Т.Эдисон).

1878г.

Открыт 67-й элемент – гольмий (Ж.Соре).

Открыт 70-й элемент – иттербий (Ж.Мариньяк).

Изобретение микрофона (Д.Юз).

Изобретение П.Н.Яблочковым первого трансформатора (в 1882г. трансформатор также построили И, Ф.Усагин и Л.Голар).

Э.Аббе построил первый современный оптический микроскоп, показал ограниченность разрешающей способности оптического микроскопа длиной волны света.

1878...1882гг.

Эксперименты А.Майкельсона по точному определению скорости света.

1879г.

Открытие Э.Холлом гальваномагнитного явления, названного его именем (эффект Холла).

Открыт 62-й элемент – самарий (Л. де Буабодран).

Открыт 21-й элемент – скандий (Л.Нильсон).

Развивая идеи О.Ф.Моссоти, Р.Клаузиус разработал теорию поляризации диэлектриков и установил соотношение между диэлектрической проницаемостью и плотностью диэлектрика (уравнение Клаузиуса-Моесоти).

1879г.

Открыт 69-й элемент – тулий (П.Клеве).

Установление И.Стефаном закона пропорциональности энергии излучения абсолютно черного тела четвертой степени абсолютной температуры. В 1884г. этот же закон теоретически выведен Л.Больцманом. Отсюда его название – закон Стефана – Больцмана.

1880г.

Доказана возможность передачи электроэнергии на большие расстояния без значительных потерь при условии повышения напряжения (Д.А.Лачинов).

Открыт 64-й элемент – гадолиний (К.Мариньяк).

Введение понятия гистерезиса (Э.Варбург).

Открытие пьезоэлектрического эффекта (Пьер и Поль Жан Кюри).

Х.Лоренц независимо от датского физика В.Лоренца дал формулу зависимости показателя преломления вещества от его плотности (формула Лоренц – Лоренца). К этой формуле В.Лоренц пришел еще в 1869г.

1881г.

Введение Дж. Дж. Томсоном понятия электромагнитной массы.

Открытие сверхтонкой структуры спектральных линий (А.Майкельсон).

Установлены международные единицы измерения физических величин (ампер, вольт, ом, джоуль и др.).

Изобретение С.Ленгли болометра.

Изобретен термоэлектрический генератор (Л.Голар).

1882г.

Г.Гельмгольц ввел понятие свободной энергии.

Г.Роуланд изобрел вогнутую дифракционную решетку.

Вступила в строй первая электростанция (Т.Эдисон).

1883г.

Введение волновых чисел (В.Хартли).

Введено понятие числа Рейнольдса (О.Рейнольдс).

1884г.

Л.Больцман впервые применил к излучению принципы термодинамики.

Открытие Т.Эдисоном явления термоионной эмиссии (эффект Эдисона).

1885г.

И.Бальмер обнаружил закономерность в спектральных линиях водорода и вывел формулу, названную его именем (формула Бальмера).

Открыты 59-й и 60-й элементы – неодим и празеодим (А. фон Вельсбах).

1886г.

Открытие каналовых лучей (Э.Гольдштейн).

Установление Р.Этвешем зависимости молекулярной поверхностной энергии от температуры (закон Этвеша).

Изготовлены первые полупроводниковые выпрямители на основе селена (К.Фриттс).

Открыт 66-й элемент – диспрозий (Л. де Буабодран).

Открыт 9-й элемент – фтор (А.Муассан).

Открыт 32-й элемент – германий (К.Винклер).

1887г.

Г.Герц сконструировал генератор электромагнитных колебаний (вибратор Герца).

Проведение А.Майкельсоном и Э.Морли опыта по обнаружению «эфирного ветра» – влияния движения Земли на скорость света (опыт Майкельсона – Морли). С точностью до 5км/сек было показано, что скорость света одинакова независимо от того, распространяется ли свет по направлению орбитального движения Земли или перпендикулярно ему. В 1881г. подобный опыт проводил сам Майкельсон.

Разработана теория электролитической диссоциации (С.Аррениус).

Разработка М.Планком термодинамической теории разбавленных растворов.

Г.Гейтель и Ю.Эльстер открыли эмиссию отрицательных зарядов из нити накаливания (явление термоэлектронной эмиссии).

Дж, Рэлей обнаружил явление магнитного последействия, или магнитной вязкости.

Открытие внешнего фотоэффекта (Г.Герц, В.Гальвакс, А.Риги).

Изобретение шведом К.Лавалем паровой турбины.

1888г.

Г.Герц опытным путем обнаружил электромагнитные волны.

Открытие А.Г.Столетовым закона внешнего фотоэффекта (закон Столетова).

И.Ридберг ввел универсальную постоянную (постоянная Ридберга) и предложил приближенные формулы для частот линий спектральных серий щелочных и щелочноземельных металлов.

В.Рентген доказал, что ток связанных зарядов (рентгенов ток), возникающий при движении наэлектризованного диэлектрика, тождественный току проводимости (опыт Рентгена).

Открыто явление вращающегося магнитного поля (Н.Тесла, Г.Феррарис).

Создание генератора трехфазного тока (М.И.Доливо-Добровольский).

Доказана тепловая природа броуновского движения (Л.Гюи).

1889г.

О.Винер обнаружил существование стоячих световых волн (опыт Винера).

Дж. Гопкинсон открыл явление резкого возрастания магнитной проницаемости ферромагнетиков в слабом магнитном поле вблизи точки Кюри (эффект Гопкинсона).

И.Ридберг предположил, что спектры испускания химических элементов должны привести к пониманию периодической системы.

Р.Этвеш с точностью до 10–9 доказал равенство инертной и тяжелой масс.

1890г.

Создание асинхронного короткозамкнутого двигателя трехфазного тока (М.И.Доливо-Добровольский).

Изобретен трансформатор трехфазного тока (М.И.Доливо-Добровольский).

Г.Герц и О.Хевисайд придали уравнениям Максвелла стройную математическую (симметрическую) форму (уравнения Максвелла – Герца).

1890г.

Г.Герц предпринял попытку описать электромагнитные явления в движущихся средах на основе электродинамики Максвелла.

Э.Бранли изобрел когерер.

1890...1895гг.

Г.Кайзер, К.Рунге и Ф.Пашен получили ряд формул для спектральных серий различных элементов.

1891г.

М.И.Доливо-Добровольский впервые осуществил электропередачу трехфазного тока.

Изобретен высокочастотный трансформатор (Н.Тесла).

Г.Герц показал, что катодные лучи способны проникать через тонкие пластинки, и заложил тем самым основу для изучения строения вещества.

Изобретение Г.Липпманом цветной фотографии, получение первой цветной фотографии солнечного спектра.

1892г.

Создание электронной теории дисперсии (Х.Лоренц).

Х.Лоренц для объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона – Морли высказал гипотезу о сокращении размеров тел в направлении движения (сокращение Фитцджеральда – Лоренца). В 1891г. эту же гипотезу независимо выдвинул Дж. Фитцджеральд.

Изобретен сосуд Дьюара (Дж. Дьюар).

Б.Л.Розинг высказал идею о существовании внутри ферромагнетика «особого молекулярного поля».

Проведение А.Майкельсоном и Р.Бенуа эксперимента по сравнению длины эталонного метра с длиной световой волны.

1892...1895гг.

Создание Х.Лоренцом классической электронной теории.

1893г.

В.Вин открыл два закона излучения абсолютно черного тела (закон излучения Вина и закон смещения Вина).

Введение Б.Б.Голициным понятия температуры излучения абсолютно черного тела.

А.Блондель изобрел электромагнитный осциллограф.

Положено начало интерференционной микроскопии (Дж. Сиркс).

1894г.

Использование О.Лоджем в качестве индикатора электрических колебаний трубки с опилками, названной им когерером (детектор герцовых волн).

А.Зоммерфельд дал строгое решение задачи о дифракции плоских волн на плоском полубесконечном отражающем экране.

П.Кюри сформулировал принцип, позволяющий определять симметрию кристалла, находящегося под каким либо воздействием (принцип Кюри).

Открыт 18-й элемент – аргон (У.Рамзай и Дж. Рэлей).

Открыт 2-й элемент – гелий (У.Рамзай).

Немецкий ученый Поккельсон описал необычные диэлектрические, пьезоэлектрические и электрооптические свойства сегнетовой соли.

А.С.Попов изобрел антенну.