


ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ (с 1905) ПЕРВЫЙ ЭТАП

posted by  **admin** on  **пт, 18/09/2020 - 19:38**

ПЕРВЫЙ ЭТАП (1905 – 1931)

1905	<ul style="list-style-type: none"> – А. Эйнштейн в статье “К электродинамике движущихся сред” (поступила в редакцию журнала 30 июня), глубоко проанализировав понятие одновременности событий, доказал сохранение формы максвелловских уравнений относительно преобразований Лоренца, сформулировал специальный принцип относительности и принцип постоянства скорости света и на их основе создал специальную теорию относительности. (Неизменность формы уравнений электродинамики относительно преобразований Лоренца доказал также А. Пуанкаре в докладе на заседании Парижской АН 5 июня, в котором подчеркнул универсальность принципа относительности и предсказал конечность скорости распространения света.) Совместно с квантовой теорией специальная теория относительности составила фундамент физики XX в. – А. Эйнштейн открыл закон взаимосвязи массы и энергии (в 1906 этот закон установил также П. Ланжевэн). – А. Эйнштейн выдвинул гипотезу о квантовом характере светового излучения (фотонная теория света). Постулированный Эйнштейном фотон открыт в 1922 А. Комптоном. Термин введен в 1929 Г. Льюисом. – Объяснение А. Эйнштейном законов фотоэффекта на основании существования квантов света, или фотонов. – Э. Швейдлер установил статистический характер закона превращения химических элементов, подтвержденный экспериментально Э. Регенером в 1908. – Обнаружен эффект Допплера в каналовых лучах (И. Штарк). – Разработка П. Ланжевэном классической теории диа- и парамагнетизма.
1905 – 06	<ul style="list-style-type: none"> – А. Эйнштейн и М. Смолуховский дали последовательное объяснение броуновского движения на основе молекулярно-кинетической теории, развив теорию флуктуаций.
1906	<ul style="list-style-type: none"> – М. Планк вывел уравнения релятивистской динамики, получив выражения для энергии и импульса электрона. – А. Пуанкаре разработал первую лоренц-ковариантную теорию тяготения. – Т. Лайман открыл спектральную серию в ультрафиолетовой части спектра водорода (серия Лаймана). – Ч. Баркла открыл характеристические рентгеновские лучи.

	<ul style="list-style-type: none"> – В. Нернст высказал утверждение, что энтропия химически однородного твердого или жидкого тела при абсолютном нуле температуры равна нулю (теорема. Нернста). Экспериментально доказана У. Джиоком, после чего стала называться третьим началом термодинамики. – Предсказание В. Нернстом эффекта “вырождения газа”. – Изобретен триод (Л. де Форест).
1907	<ul style="list-style-type: none"> – А. Эйнштейн постулировал эквивалентность гравитации и инерции (принцип эквивалентности Эйнштейна) и начал разрабатывать релятивистскую теорию гравитации. – Установлено, что изотопы свинца являются конечным продуктом в радиоактивных рядах (Б. Болтвуд). – Разработка А. Эйнштейном первой квантовой теории теплоемкости твердых тел. Введение им представления о распространении в кристалле монохроматических звуковых (упругих) волн. – М. Планк провел обобщение термодинамики в рамках специальной теории относительности, заложив основы релятивистской термодинамики. – П. Вейсс установил (независимо от П. Кюри, 1895) температурную зависимость магнитной восприимчивости парамагнетиков (закон Кюри – Вейсса). – Выдвинута гипотеза о существовании в ферромагнетиках участков самопроизвольной намагниченности и разработана первая статистическая теория ферромагнетизма (П. Вейсс). Подобную идею высказал еще в 1892 Б.Л. Розинг. – Открытие Э. Коттоном и А. Мутоном явления двойного лучепреломления в веществах, помещенных в магнитное поле, при распространении света в направлении, перпендикулярном полю (эффект Коттона – Мутон).
1908	<ul style="list-style-type: none"> – Г. Минковский вслед за А. Пуанкаре развил идею объединения трех измерений пространства и времени в одно четырехмерное псевдоевклидово пространство (пространство Минковского) и развил современный четырехмерный аппарат специальной теории относительности. – А. Бухерер провел опыт, окончательно подтвердивший правильность релятивистской формулы Лоренца для зависимости массы электрона от скорости. – В. Ритц улучшил предложенную в 1890 И. Ридбергом приближенную формулу для частот спектральных серий элементов, установив один из основных принципов систематики атомных спектров – комбинационный принцип (принцип Ридберга – Ритца). – Ф. Пашен обнаружил спектральную серию атома водорода в инфракрасной области (серия Пашена). – Г. Гейгер и Э. Резерфорд сконструировали прибор для регистрации отдельных

	<p>заряженных частиц. В 1928 Г. Гейгер усовершенствовал его с В. Мюллером (счетчик Гейгера – Мюллера).</p> <p>– Получение Г. Камерлинг-Оннесом жидкого гелия и измерение его температуры.</p> <p>– Ж. Перрен осуществил эксперименты по исследованию броуновского движения, окончательно доказавшие реальность существования молекул и подтвердившие атомно-молекулярную теорию строения вещества и кинетическую теорию теплоты.</p> <p>– Э. Грюнейзен установил, что отношение коэффициента теплового расширения металла к его удельной теплоемкости не зависит от температуры (закон Грюнейзена).</p>
1909	– Доказано, что альфа-частицы являются дважды ионизированными атомами гелия (Э. Резерфорд , Т. Ройдс).
1909 – 10	– Г. Гейгер и Э. Марсден выполнили эксперименты по рассеянию альфа-частиц в тонких металлических пленках, сыгравшие решающую роль в открытии Э. Резерфордом атомного ядра и в установлении планетарной модели атома.
1909	<p>– А. Эйнштейн рассмотрел флуктуации энергии равновесного излучения и получил формулу для флуктуаций энергии.</p> <p>– Открытие связи между упругими и оптическими свойствами твердых тел (Э. Маделунг).</p> <p>– Г. Камерлинг-Оннес получил температуру в 1,04 К.</p>
1910	– А. Гааз предложил модель атома, в которой впервые сделана попытка связать квантовый характер излучения со структурой атома.
1910 – 14	– Экспериментально доказана дискретность электрического заряда и впервые достаточно точно измерена величина заряда электрона (Р. Милликен).
1911	<p>– Э. Резерфорд построил теорию рассеяния альфа-частиц в веществе и дал формулу для эффективного поперечного сечения рассеяния нерелятивистских заряженных точечных частиц, взаимодействующих по закону Кулона (формула Резерфорда).</p> <p>– Э. Резерфорд открыл атомное ядро и создал планетарную модель атома (модель Резерфорда). В 1912 он ввел термин "ядро".</p> <p>– Г. Гейгер и Дж. Нэттолл установили зависимость между временем жизни и энергией распада радиоактивных ядер (закон Гейгера – Нэттолла).</p> <p>– Впервые для регистрации следов заряженных частиц применены фотоэмульсии (М. Рейнганум).</p> <p>– Постулирование П. Вейссом кванта магнитного момента – магнетона.</p>

	<p>Независимо от П. Вейсс магнетон предсказал П. Ланжевен и вычислил его величину.</p> <p>– Э. Грюнейзен вывел формулу, связывающую частоту колебаний атомов кристаллической решетки с упругими константами кристалла (формула Грюнейзена).</p> <p>– Открытие Г. Камерлинг-Оннесом явления сверхпроводимости.</p> <p>– Г. Яуман ввел понятие потока энтропии.</p>
1912	<p>– Открыто явление дифракции (интерференции) рентгеновских лучей при прохождении их через кристаллы, что окончательно подтвердило их электромагнитную природу (М. Лауэ, В. Фридрих, П. Книппинг).</p> <p>– Л. Брэгг сформулировал условие дифракции падающего на кристалл монохроматического потока рентгеновских лучей и дал уравнение, связывающее длину волны рентгеновского излучения с периодом решетки кристалла. Это сделал также в 1913 Ю. В. Вульф, отсюда и название – формула Брэгга - Вульфа.</p>
1912-13	<p>– О. Сакур и Х. Тетроде вывели формулу для энтропии идеального газа (формула Сакура – Тетроде)</p>
1912	<p>– П. Эвальд развил теорию поляризации диэлектрических кристаллов.</p> <p>– В. Гесс открыл космические лучи.</p> <p>– Ч. Вильсон изобрел прибор для наблюдения следов заряженных частиц (камера Вильсона).</p>
1912 – 14	<p>– Дж. Франк и Г. Герц выполнили эксперименты по изучению столкновений электронов с атомами газа (опыты Франка – Герца), установив некоторые закономерности этих столкновений. В результате впервые было доказано существование в атомах дискретных уровней энергии (стационарных состояний) и их связь с термами спектральных линий, и тем самым была подтверждена гипотеза Планка о квантах энергии и квантовая теория атома Бора.</p>
1912	<p>– Ф. Пашен и Э. Бак открыли эффект упрощения картины расщепления спектральных линий в сильном магнитном поле (эффект Пашена – Бака).</p> <p>– Открытие изотопов (Дж. Дж. Томсон).</p> <p>– П. Дебай развил представление о твердом теле как изотропной упругой среде, способной совершать колебания в конечном диапазоне частот (модель твердого тела Дебая) и рассчитал спектр собственных частот для правильного кристалла (квантование спектра нормальных колебаний атомов кристалла).</p> <p>– Введение П. Дебаем понятия характеристической температуры (температура Дебая), определяющей для каждого вещества область, где становятся существенными квантовые эффекты.</p> <p>– Установление П. Дебаем пропорциональности теплоемкости решетки при</p>

	<p>низких температурах третьей степени абсолютной температуры (закон теплоемкости Дебая).</p> <p>– М. Борн и Т. Карман построили теорию колебаний кристаллической решетки, характеризующихся целым спектром частот.</p> <p>– А. И. Бачинский установил закон вязкости жидкостей (закон Бачинского).</p>
1913	<p>– Н. Бор, применив идею квантования энергии к теории планетарного атома Резерфорда, сформулировал два квантовых постулата, которые характеризуют особенности движения электронов в атоме, и разработал первую квантовую теорию атома водорода (теория атома Бора).</p> <p>– Н. Бор ввел главное квантовое число.</p> <p>– Введено понятие дефекта масс (П. Ланжевен).</p> <p>– Сформулировано положение, что заряд ядра атома численно равен порядковому номеру соответствующего элемента в периодической таблице (А. Ван ден Брук).</p> <p>– Э. Резерфорд предсказал протон (открыт им же в 1919).</p> <p>– А. Ван ден Брук выдвинул гипотезу строения атомных ядер из протонов и электронов (протонно-электронная гипотеза).</p> <p>– Сформулировано представление об изотопах элементов и введен термин “изотопы” (Ф. Содди). Впервые изотопы были открыты Дж. Дж. Томсоном, который в 1912 обнаружил существование атомов неона с массой 20 и 22. Мысль о неодинаковости атомов одного и того же элемента высказал в 1886 У. Крукс.</p> <p>– Ф. Содди и К. Фаянс независимо друг от друга установили правило смещения при радиоактивном распаде (закон Содди – Фаянса). Эго сделал также А. Расселл.</p> <p>– И. Штарк открыл явление расщепления спектральных линий в электрическом поле (эффект Штарка). Впервые (1899) обратил внимание на возмущение атомов электрическим полем В. Фойгт.</p>
1913 – 14	<p>– Г. Мозли установил зависимость между частотой спектральных линий характеристического рентгеновского излучения элемента и его порядковым номером (закон Мозли) и доказал равенство заряда ядра атома порядковому номеру его элемента.</p>
1913	<p>– В.Г. Брэгг изобрел рентгеновский спектрометр.</p> <p>– Положено начало рентгеноструктурному анализу и рентгеновской спектроскопии (В.Г. Брэгг и Л. Брэгг, Ю. В. Вульф).</p> <p>– Разработана теория дифракции рентгеновских лучей (Ч. Дарвин).</p> <p>– Разработан метод меченых атомов (Д. Хевеши, Ф. Панет).</p> <p>– Обнаружение Г. Камерлинг-Оннесом разрушения сверхпроводимости под влиянием сильных магнитных полей и токов.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Установление И. Ленгмюром закона для плотности тока термоэлектронной эмиссии (закон трех вторых Ленгмюра). – В.К. Аркадьев обнаружил избирательное поглощение радиоволн ферромагнетиками (ферромагнитный резонанс). – В. Геде изобрел молекулярный вакуумный насос. – А. Эйнштейн и М. Гроссман , используя аппарат римановой геометрии, сделали важный шаг на пути построения релятивистской теории гравитации, связывающей гравитационное поле с искривлением пространства-времени, – Ч. Бялобжецкий высказал идею о лучистом переносе энергии в звездах.
1914	<ul style="list-style-type: none"> – Э. Резерфорд и Э. Андраде экспериментально осуществили дифракцию гамма-лучей на кристалле, доказав тем самым их электромагнитную природу. – Доказана идентичность рентгеновских спектров изотопов, чем окончательно подтверждено равенство порядковых номеров у изотопов данного элемента (Э. Резерфорд, Э. Андраде), – Р. Милликен проверил уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и определил постоянную Планка. – В. Шоттки разработал теорию эффекта в металлах, заключающегося в уменьшении работы выхода электронов из металлов под действием внешнего электрического поля (эффект Шоттки).
1915	<ul style="list-style-type: none"> – У. Харкинс и Э. Вильсон ввели понятие эффекта упаковки в ядрах.
1915 – 16	<ul style="list-style-type: none"> – А. Зоммерфельд распространил теорию атома Бора на многократно периодические системы (теория Бора – Зоммерфельда), ввел радиальное и азимутальное квантовые числа. – А. Зоммерфельд построил теорию тонкой структуры водородного спектра, ввел постоянную тонкой структуры
1915	<ul style="list-style-type: none"> – С. Барнеттом обнаружено явление возникновения в теле при вращении в отсутствие внешнего магнитного поля намагниченности (эффект Барнетта). – А. Эйнштейном и В. де Гаазом обнаружено возникновение вращения тела при намагничивании (эффект Эйнштейна – де Гааза). – Д. Гильберт  и А. Эйнштейн независимо получили общие ковариантные уравнения гравитационного поля. – В. Геде изобрел диффузионный вакуумный насос.
1916	<ul style="list-style-type: none"> – П. Дебай и А. Зоммерфельд построили квантовую теорию эффекта Зеемана. – Введение представления о пространственном квантовании и третьего внутреннего квантового числа (П. Дебай, А. Зоммерфельд). – П.С. Эпштейн и К. Шварцшильд сформулировали общую квантовую теорию многократно периодических систем.

	<ul style="list-style-type: none"> – Теоретически предсказано индуцированное излучение и введены вероятности спонтанного и вынужденного излучений (А. Эйнштейн), – П. Дебай и П. Шеррер предложили метод исследования структуры поликристаллических материалов при помощи дифракции рентгеновских лучей (метод Дебая – Шеррера). – Р. Толмен и Т. Стюарт обнаружили явление инерции электронов в металлах (эффект Толмена - Стюарта). Первая правильная интерпретация явления дана в 1936 Ч. Дарвином. – Вышла работа А. Эйнштейна “Основы общей теории относительности”, которой он завершил создание релятивистской теории гравитации, дав систематическое изложение ее физических основ и математического аппарата. Для проверки теории Эйнштейн указал на три возможных эффекта: смещение перигелия Меркурия, искривление световых лучей в поле тяготения Солнца и релятивистское красное смещение . – Постулирование А. Эйнштейном гравитационных волн. В 1918 он вывел формулу для мощности гравитационного излучения. – К. Шварцшильд получил первое точное решение уравнения тяготения Эйнштейна, описывающее гравитационное поле сферической массы (решение Шварцшильда), и ввел понятие гравитационного радиуса . – А.Ф. Иоффе и М.В. Кирпичева экспериментально доказали существование ионной проводимости в кристаллах – прохождение ионов сквозь решетку ионного кристалла под действием поля. – И. Ленгмюр изобрел конденсационный пароструйный насос (конденсационный насос Ленгмюра). – П. Ланжевен разработал методы получения ультразвука при помощи пьезокварца.
1917	<ul style="list-style-type: none"> – Введение Ф. Содди понятия ядерной изомерии. – А. Эйнштейн обобщил уравнения ОТО, введя в них космологическую постоянную.
1918	<ul style="list-style-type: none"> – Н. Бор сформулировал принцип соответствия (начал разрабатывать в 1914-15). – А. Демпстер построил первый масс-спектрометр. Принцип действия предложен в 1907 Дж. Дж. Томсоном.
1918	<ul style="list-style-type: none"> – Открыты изобары (А. Стюарт). – Э. Нётер открыла связь свойств симметрии с физическими законами сохранения (теорема Нётер), – Выдвинута идея объединенного описания гравитационного и электромагнитного полей и вещества на базе геометризированной картины мира – единой теория поля (Г. Вейль). Развита в дальнейшем Э. Картаном, А.

	Эддингтоном , А. Эйнштейном и др.
1919	<ul style="list-style-type: none"> – Э. Резерфорд осуществил первую искусственную ядерную реакцию, превратив азот в кислород. – Э. Резерфорд открыл протон. – Ф. Астон построил масс-спектрограф с достаточно высокой разрешающей способностью. – Первая экспериментальная проверка отклонения света звезды в поле тяготения Солнца, предсказанного общей теорией относительности (А. Эддингтон). – Г. Баркгаузен открыл явление скачкообразного изменения намагниченности ферромагнетиков при непрерывном изменении магнитного поля (эффект Баркгаузена).
1920	– Впервые произведено непосредственное измерение скорости молекул (О. Штерн).
1921	<ul style="list-style-type: none"> – Л. Мейтнер предложила модель строения атомных ядер из альфа-частиц, протонов и электронов. – А. Ланде для описания магнитных моментов атомов ввел g-фактор (множитель Ланде). – О. Ган открыл явление изомерии атомных ядер (на примере протактиния-234). Предсказано Ф. Содди в 1917 и Ст. Мейером в 1918. – Р. Ладенбург разработал квантовую теорию дисперсии, в которой показал возможность существования отрицательной дисперсии, Открыл ее экспериментально в 1928. – К. Рамзауэр при изучении рассеяния медленных электронов в аргоне обнаружил аномальный характер их взаимодействия с нейтральными атомами (эффект Рамзауэра). – Т. Калуца предложил в единой теории поля пятимерный подход, ввел пятимерное многообразие, наделив его пятимерной метрикой (теории Калуцы). Развита О. Клейном (теория гравитации Клейна – Калуцы).
1921-22	– Объяснение Н. Бором особенностей периодической системы химических элементов (вариант периодической таблицы по Бору).
1922	<ul style="list-style-type: none"> – А. Комптон открыл явление рассеяния коротковолнового излучения на свободном или слабо связанном электроны (эффект Комптона), чем экспериментально доказал существование фотона, постулированного в 1905 А. Эйнштейном. В 1923 А. Комптон и П. Дебай дали теоретическую интерпретацию этому явлению. – О. Штерн и В. Герлах экспериментально доказали, что магнитный момент

	<p>электрона в атоме приобретает лишь дискретные значения (пространственное квантование) (опыт Штерна – Герлаха). Идею определения магнитных моментов атомов в атомном пучке впервые предложили в 1920 П. Л. Капица и Н.Н. Семенов.</p> <p>– М. Каталан ввел понятие спектральных мультиплетов.</p> <p>– Ф. Брэкетт открыл спектральную серию атома водорода в инфракрасной области (серия Брэкетта).</p> <p>– Предсказание Л. Бриллюэном изменения тонкой структуры спектра при флуктуационном рассеянии света в кристаллах (аналогичные результаты в 1926 получены и Л. И. Мандельштамом). Отсюда название – эффект Бриллюэна – Мандельштама. Экспериментально обнаружен в 1930 Л. И. Мандельштамом, Г. С. Ландсбергом и Е. Ф. Гроссом.</p> <p>– Э. Картан развил геометрию четырехмерного пространства с кручением.</p> <p>– О. В. Лосев открыл генерацию электромагнитных колебаний высокой частоты контактом металл-полупроводник.</p> <p>– Ю. Лилиенфельд открыл явление автоэлектронной эмиссии – испускание электронов металлами под воздействием сильного электрического поля.</p>
1922-24	<p>– А. А. Фридман нашел нестационарные решения гравитационных уравнений Эйнштейна и предсказал расширение Вселенной (нестационарная космологическая модель), подтвержденное в 1929 открытием явления разбегания галактик.</p>
1923	<p>– П. Л. Капица поместил камеру Вильсона в магнитное поле и наблюдал искривление траекторий заряженных частиц. В 1924 с помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, впервые начал количественные исследования взаимодействия релятивистских частиц с веществом Д. В. Скобельцын.</p> <p>– Предсказание комбинационного рассеяния света (А. Смекал).</p> <p>– С. И. Вавилов и В. Л. Лёвшин обнаружили первый нелинейный эффект в оптике – уменьшение поглощения света урановым стеклом с ростом интенсивности света.</p>
1923-24	<p>– Л. де Бройль высказал и развил идею о волновых свойствах материи (волны де Бройля). Эта идея Л. де Бройля о всеобщности корпускулярно-волнового дуализма легла в основу волновой механики Э. Шредингера.</p>
1924	<p>– В. Паули для объяснения сверхтонкой структуры спектральных линий, предложил гипотезу ядерного спина.</p>
1924-25	<p>– Ш. Бозе и А. Эйнштейн разработали квантовую статистику частиц с целым спином (статистика Бозе – Эйнштейна).</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – А. Эйнштейн построил квантовую теорию одноатомного идеального газа. – В. Паули сформулировал один из важнейших принципов современной теоретической физики (принцип Паули).
1924	<ul style="list-style-type: none"> – Э. Эпплтон обнаружил ионосферу. В 1926 открыл в ней верхний отражательный слой E (слой Эпплтона), постулированный в 1902 О. Хевисайдом.
1925	<ul style="list-style-type: none"> – Доказана справедливость законов сохранения энергии и импульса при рассеянии гамма-квантов на электронах для каждого элементарного акта рассеяния (В. Боте, Г. Гейгер). – С. Гаудсмит и Дж. Уленбек постулировали существование внутреннего механического и магнитного моментов у электрона (спиновая гипотеза). Спиновая гипотеза (понятие спина) сразу же разъяснила много трудных вопросов и получила всеобщее признание (к идее спина в 1921 пришел также А. Комптон и в 1925 Р. Крониг). – В. Гейзенберг сделал решающий шаг на пути преодоления трудностей недостаточно последовательной квантовой теории Бора и, исходя из принципа ограничения только наблюдаемыми величинами и из сопоставления координатам и импульсам особых операторов, заложил основы новой квантовой механики. В этом же году М. Борн и П. Йордан придали идеям Гейзенберга корректную математическую формулировку, введя матрицы координат и импульсов. – Впервые получена в камере Вильсона фотография расщепления ядра азота альфа-частицами и следа протона и ядра отдачи (П. Блэкетт). – П. Оже открыл явление авто ионизации возбужденного атома в результате внутреннего перераспределения энергии возбуждения (эффект Оже), – Разработан метод регистрации заряженных частиц при помощи толстослойных ядерных фотоэмульсий (Л. В. Мысовский и др.). – Г. Изинг предложил линейный резонансный ускоритель. В 1928 первый успешный эксперимент с таким ускорителем провел Р. Видероз. – Х. Крамерс и В. Гейзенберг с помощью принципа соответствия получили полную формулу дисперсии, включающую комбинационное рассеяние (формула Крамерса – Гейзенберга). – Э. Изинг предложил модель ферромагнетизма (модель Изинга).
1926	<ul style="list-style-type: none"> – Э. Шредингер построил волновую механику и сформулировал ее основное уравнение (уравнение Шредингера), введя для описания состояния микрообъекта волновую функцию, или пси-функцию. – Завершение М. Борном, В. Гейзенбергом и П. Йорданом и независимо П. Дираком построения формализма нерелятивистской квантовой механики в матричном варианте.

	<ul style="list-style-type: none"> – М. Борн дал статистическую интерпретацию волновой функции. – Э. Шредингер доказал математическую эквивалентность матричной механики Гейзенберга и волновой механики. – Установлено первое релятивистское волновое уравнение для частиц с нулевым спином (уравнение Клейна – Фока – Гордона) (О. Клейн, В. Гордон, В. А. Фок). – Л. Бриллюэн, Г. Вентцель и Х. Крамерс разработали метод нахождения приближенных собственных значений и собственных функций одномерного уравнения Шредингера, устанавливающий связь со старыми правилами квантования Бора – Зоммерфельда (метод БВК). – Э. Шредингер разработал теорию возмущений – приближенный метод в квантовой механике. – П. Дирак и П. Йордан разработали теорию преобразований (представлений). – М. Борн развил приближенный метод решения задачи о рассеянии частиц силовым центром (борновское рассеяние). – Э. Шредингер выдвинул концепцию волнового пакета. – Разработана квантовая статистика для частиц с полуцелым спином – статистика Ферми – Дирака (Э. Ферми и П. Дирак). – Дж. Ван Флек разработал квантовую теорию диамагнетизма (в 1927 это сделал также Л. Полинг). – Я. И. Френкель ввел понятия о подвижных дырках в решетке кристалла (дырочная проводимость) и о дефектах кристаллической решетки, представляющих собой дырку и атом в междоузлии (“эффекты по Френкелю”). – П. Дебай и У. Джиок независимо друг от друга предложили метод получения низких температур при помощи адиабатического размагничивания парамагнетиков (магнитное охлаждение). В 1933 – 34 В. де Гаазом, У. Джиоком и Ф. Саймоном были проведены первые экспериментальные исследования этим методом. – Х. Буш открыл фокусирующее действие магнитного поля и разработал электронную магнитную линзу, положив начало электронной оптике.
1926-27	<ul style="list-style-type: none"> – Построена (Л. Томас, Э. Ферми) модель для описания электронной оболочки тяжелого атома с сравнительно однородным распределением плотности электронов (модель Томаса – Ферми). – Х. Крамерс и Р. Крониг в классической электродинамике сформулировали дисперсионные соотношения (соотношения Крамерса – Кронига).
1927	<ul style="list-style-type: none"> – В. Гейзенберг сформулировал фундаментальное положение квантовой механики – принцип неопределенности. – Н. Бором сформулирован принцип дополнительности. – Открытие дифракции электронов (К. Дэвиссон, Л. Джермер, Дж. П. Томсон), предсказанной В. Эльзассером в 1925.

1927-28	– Разработан метод вторичного квантования (П. Дирак , П. Йордан , О. Клейн , Ю. Вигнер). В 1932 этот метод получил дальнейшее развитие в трудах В. А. Фока .
1927	– Л. де Бройль предложил концепцию волны-пилота с целью интерпретации квантовой механики.
1927-31	– Дж. Нейман дал строгую математическую формулировку принципов квантовой механики.
1927	<p>– В. Паули построил нерелятивистское уравнение, описывающее движение заряженной частицы со спином $1/2$ во внешнем электромагнитном поле (уравнение Паули).</p> <p>– П. Дирак построил квантовую теорию излучения, положив начало квантовой теории электромагнитного поля. В 1928-32 П. Дирак, В. Гейзенбергом, В. Паули, Э. Ферми, В. А. Фоком и др. были заложены основы квантовой электродинамики и квантовой теории поля. Идеи последней восходят еще к А. Эйнштейну (1905, 1909), П. Эренфесту (1906) и П. Дебаю (1910).</p> <p>– Ч. Эллис и У. Вустер обнаружили нарушение баланса энергии в бета-распаде (эксперимент Эллиса – Вустера).</p> <p>– Выполнен первый расчет молекулы водорода, положившей начало квантовой химии (Ф. Лондон, В. Гайтлер).</p> <p>– Открытие Ю. Вигнером зеркальной симметрии и формулировка закона сохранения четности (введение представления о четности волновой функции).</p> <p>– В. Паули ввел матрицы для описания спина электрона (спиновые матрицы Паули).</p> <p>– Д. Деннисон постулировал существование спина у протона и получил для его величины значение $1/2 \hbar$.</p> <p>– Открытие спинов атомных ядер.</p> <p>– Построение первой кривой зависимости упаковочных коэффициентов от массовых чисел, характеризующей энергию связи атомных ядер (Ф. Астон).</p> <p>– Предсказание в рамках квантовой теории излучения тождественности квантов вынужденного и первичного излучений, лежащей в основе квантовой электроники (П. Дирак).</p> <p>– Установление Ф. Хундом двух эмпирических правил, которые определяют последовательность расположения атомных уровней в мультиплетах (правила Хунда).</p> <p>– Разработка В. Паули теории парамагнетизма электронного газа (парамагнетизм Паули).</p> <p>– Дж. Ван Флек разработал общую теорию парамагнитной восприимчивости атомов и молекул и получил парамагнитную добавку к диамагнитной восприимчивости несимметричных атомов и молекул, названную ван-флековским парамагнетизмом.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Д. В. Скобельцын впервые наблюдал в камере Вильсона, помещенной в магнитном поле, следы заряженных частиц высоких энергий космического излучения, положив начало изучению его природы. – Я. Клей открыл широтный эффект космических лучей (в 1932 это сделал также А. Комптон). – Р. Видероз разработал циклический индукционный ускоритель (к идее этого ускорителя он пришел в 1922). В 1922 идею ускорителя выдвинул также Дж. Слепян. – Получено прямое доказательство того, что при абсолютном нуле энергии кристалла проявляется как колебания атомов (Р. Джеймс, Э. Ферс). – Открытие С. И. Вавиловым независимости квантового выхода люминесценции от длины волны возбуждающего излучения (закон Вавилова).
1927-28	– Выдвинута идея о существовании в металлах энергетических зон (М. Стрэтт).
1928	<ul style="list-style-type: none"> – П. Дирак вывел квантовомеханическое уравнение, описывающее движение релятивистского электрона (релятивистская квантовая механика). Из него вытекало существование у электрона спина $1/2 \hbar$. – Л. И. Мандельштам и М. А. Леонтович построили теорию прохождения частицы через потенциальный барьер. В 1927 Р. Оппенгеймер рассчитал в общем виде прохождение частиц через барьер между двумя потенциальными ямами. – Разработка теории альфа-распада как туннельного процесса (Дж. Гамов, Э. Кондон, Р. Гёрни). – А. Зоммерфельд разработал первую квантовую теорию металлов, в которой рассмотрел электронный газ в металлах как идеальную систему, подчиняющуюся статистике Ферми – Дирака, дал объяснение низкой теплоемкости электронного газа, – Открытие обменного взаимодействия и введение обменных сил (В. Гейзенберг, П. Дирак). – Созданы первые квантовомеханические теории ферромагнетизма, основанные на обменном взаимодействии электронами: коллективизированная модель (Я. И. Френкель) и модель локализованных спинов (В. Гейзенберг), – Р. Фаулер и Л. Нордгейм объяснили явление холодной эмиссии электронов из металлов на основе электронного туннелирования (модель Фаулера – Нордгейма).
1928-30	– Разработка Ф. Блохом и Л. Бриллюэном основ зонной теории твердых тел.
1928	<ul style="list-style-type: none"> – Дж. Хартри разработал приближенный метод решения задач теории многих тел – метод самосогласованного поля, развитый в 1930 В. А. Фоком (метод Хартри – Фока). – Р. Ладенбург экспериментально доказал существование отрицательной

	<p>дисперсии, предсказанной в 1921 им самим, а в 1924 – Х. Крамерсом.</p> <p>– Открытие сверхтонкой структуры спектральных линий атомных спектров (А. Н. Теренин, Л. Н. Добрецов, Г. Шюлер).</p> <p>– Открытие комбинационного рассеяния света в кристаллах (Л. И. Мандельштам, Г. С. Ландсберг) и жидкостях (Ч. Раман, К. Кришнан).</p> <p>– Открытие в жидком гелии при температуре 2,19 К фазового перехода второго рода и установление существования двух разновидностей гелия – гелия I и гелия II (В. Кеезом, М. Вольфке).</p> <p>– Экспериментально доказана дискретная структура спектра молекулярного кристалла при низких температурах (И. В. Обреимов).</p> <p>– П. Л. Капица установил закон линейного возрастания электрического сопротивления металла от напряженности магнитного поля (закон Капицы).</p>
1929	<p>– Создана квантовая теория эффекта Комптона (О. Клейн, И. Нишина) и сформулировано уравнение, описывающее рассеяние электронов в этом эффекте (уравнение Клейна – Нишины).</p> <p>– В. Гайтлер и Г. Герцберг определили статистику ядра азота (в 1930 это сделал и Ф. Разетти), найдя что оно подчиняется статистике Бозе – Эйнштейна. Это доказывало несостоятельность протонно-электронной гипотезы строения ядер.</p> <p>– О. Штерн открыл дифракцию атомов и молекул.</p> <p>– В. Боте и В. Кольхёрстер применили метод совпадений для исследования космических лучей (опыты Боте – Кольхёрстера) и пришли к выводу, что первичное космическое излучение состоит из заряженных частиц.</p> <p>– Н. Мотт рассмотрел рассеяние на бесконечно тяжелой бесструктурной точечной мишени и вывел формулу для дифференциального сечения рассеяния атома (формула Мотта).</p> <p>– Н. Мотт предсказал поляризацию электронного пучка при рассеянии.</p> <p>– Разработка Х. Бете теории кристаллического поля.</p> <p>– Х. Крамерс сформулировал теорему, имеющую важное значение для проблемы магнетизма кристаллов (теорема Крамерса).</p> <p>– Введение понятия плазмы и плазменных колебаний (И. Ленгмюр, Л. Тонкс).</p> <p>– Э. Меррит обнаружил полупроводниковые свойства у германия.</p>
1930	<p>– Открыто излучение большой проникающей способности, возникающее при бомбардировке бериллия альфа-частицами (В. Боте, Г. Бекер). Исследование излучения бериллия привело к открытию нейтрона.</p> <p>– П. Дирак предложил теорию “дырок”, развитую впоследствии В. Гейзенбергом (1934) и Х. Крамерсом (1937).</p> <p>– Дж. Слэтер предложил полярную модель кристаллов.</p> <p>– И. Е. Тамм разработал квантовую теорию рассеяния света в кристаллах и ввел представление об упругих колебаниях в твердом теле (фононах). Идея фонона содержалась уже в работах А. Эйнштейн (1911) и П. Дебая (1912).</p> <p>– Создана теория доменного строения ферромагнетиков (Я. И. Френкель, Я. Г. Дорфман).</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Теоретическое предсказание Л. Д. Ландау диамагнетизма электронов в металлах (диамагнетизм Ландау). – Введение понятия о спиновых волнах (Ф. Блох). – Ф. Блох установил температурную зависимость самопроизвольной намагниченности ферромагнетика в области низких температур (закон степени три вторых Блоха). – Л. В. Шубников и В. де Гааз открыли осцилляции электрического сопротивления висмута в магнитном поле при температуре жидкого гелия (эффект Шубникова – де Гааза). – К. Вагнер обнаружил существование двух типов полупроводников – электронных и дырочных, – В. Шоттки ввел понятие “дефектов по Шоттки”.
1930-31	– Создание представления об энергетическом спектре кристалла как о совокупности разрешенных полос энергии разделенных запрещенными промежутками (Р. Пайерлс , Л. Бриллюэн , Р. Крониг и др.).
1930-33	– Построение теории сегнетоэлектричества (П. П. Кобеко , И. В. Курчатов).
1931	<ul style="list-style-type: none"> – В. Паули выдвинул гипотезу нейтрино (идея нейтрино возникла у него в 1930). – П. Дирак предсказал античастицы, рождение и аннигиляцию пар, выдвинул гипотезу о существовании элементарного магнитного заряда (монополь Дирака). – Р. Ван де Грааф построил электростатический ускоритель заряженных частиц (генератор Ван де Граафа), принцип действия которого разработал в 1929. – Построен циклотрон (Э. Лоуренс, М. Ливингстон). Идею его выдвинули в 1927 М. Штеенбек и в 1929 Л. Сцилард, Э. Лоуренс и Ж. Тибо. – П. Эренфест и Р. Оппенгеймер показали, что ядра, состоящие из нечетного числа частиц со спином $1/2$, должны подчиняться статистике Ферми – Дирака, а из четного – статистике Бозе – Эйнштейна (теорема Эренфеста – Оппенгеймера). – А. Вильсон построил квантовую теорию полупроводников, ввел представление о “донорной” и “акцепторной” проводимости. – Р. Пайерлс разработал квантовую теорию теплопроводности как движения газа фононов, ввел понятие о процессах переброса, – Предсказание Я. И. Френкелем молекулярного экситона (экситон Френкеля). – В. де Гааз и П. ван Альфен открыли зависимость магнитной восприимчивости металлов от напряженности магнитного поля при низких температурах (эффект де Гааза – ван Альфена). – Открытие селективного рассеяния света (Л. И. Мандельштам, Г. С. Ландсберг). – И. Е. Тамм и С. П. Шубин заложили основы квантовой теории фотоэффекта в металлах.



- [Ф. Биттер](#) впервые наблюдал доменную структуру ферромагнетика методом порошковых фигур (в 1934 подобные наблюдения выполнили также [Н. С. Акулов](#) и [М. В. Дехтяр](#)).
- Доказательство [Л. Онсагером](#) одной из основных теорем термодинамики необратимых процессов (теорема Онсагера) и установление принципа линейности.
- Изобретен электронный микроскоп ([М. Кнолль](#), [Э. Руска](#)) (в 1939 [В. К. Зворыкин](#) построил электронный микроскоп с увеличением в 100000 раз).
- [К. Янский](#) изобрел первый радиотелескоп и открыл космическое радиоизлучение, чем положил начало радиоастрономии (в 1937 [Г. Ребер](#) построил первый параболический радиотелескоп).

[← ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ
\(с 1905\) ВТОРОЙ ЭТАП](#)

[Вверх](#)

[ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ \(с
1905\) ТРЕТИЙ ЭТАП →](#)

ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ (с 1905) ВТОРОЙ ЭТАП

posted by  **admin** on  **пн, 15/10/2012 - 18:42**

ВТОРОЙ ЭТАП (1932-1954)

1932

- Открытие [Дж. Чэдви́ком](#) нейтрона. Предсказан в 1920 независимо [Э. Резерфордом](#) и [У. Харкинсом](#).
- Открытие дейтерия ([Г. Юри](#)). В 1920 предсказан [Э. Резерфордом](#).
- Осуществлены первые ядерные превращения под действием нейтронов ([Н. Фезер](#), [Л. Мейтнер](#), [У. Харкинс](#)).
- [Д. Д. Иваненко](#) выдвинул гипотезу о нейтронно-протонном строении ядер и о нейтроне как элементарной частице. Эта модель, непосредственно развитая [В. Гейзенбергом](#), устранила трудности старой протонно-электронной модели и явилась основой современного понимания строения атомных ядер.
- Открытие сильных взаимодействий.
- [Дж. Кокрофт](#) и [Э. Уолтон](#) сконструировали установку для искусственного ускорения протонов – каскадный генератор (ускоритель Кокрофта – Уолтона).
- [Дж. Кокрофт](#) и [Э. Уолтон](#) осуществили первую ядерную реакцию с искусственно ускоренными протонами – трансмутацию ядер лития. Через несколько месяцев эта реакция была осуществлена и в СССР ([А. К. Вальтер](#), [К. Д. Синельников](#), [А. И. Лейпунский](#), [Г. Д. Латышев](#)).
- [К. Андерсон](#) открыл позитрон (в 1933 это открытие подтвердили [П. Блэкett](#) и [Дж. Оккиалини](#)).
- [В. Гейзенберг](#) ввел понятие изотопического спина как формальный математический прием. В 1936 [Б. Кассен](#) и [Э. Кондон](#) выдвинули идею квантового числа, соответствующего полному изотопическому спину.
- [В. Гейзенберг](#) показал, что ядерные силы являются насыщающими (в 1933 к этому пришел и [Э. Майорана](#)).
- Открытие [Ю. Вигнером](#) симметрии относительно обращения времени (закон сохранения временной четности).
- [Э. Финберг](#) сформулировал в квантовой механике оптическую теорему.
- [Л. Неель](#) предсказал антиферромагнетизм и разработал его теорию, введя в рассмотрение магнитные подрешетки. В 1933 понятие антиферромагнетизма как особой фазы магнетика ввел [Л. Д. Ландау](#).
- Применение представления о квантовомеханическом туннелировании к рассмотрению выпрямления на контакте металл-полупроводник ([А. Вильсон](#), [Я. И. Френкель](#), [А. Ф. Иоффе](#), [Л. Нордгейм](#)).
- [И. Е. Тамм](#) предсказал существование особых состояний электронов на поверхности кристаллов (уровни Тамма).

	<ul style="list-style-type: none"> – Обнаружена дифракция света на ультразвуке (П. Дебай, Ф. Сирс, Р. Люка, П. Бикар). – В. Кеезом и К. Клузиус обнаружили аномалии в температурной зависимости удельной теплоемкости жидкого гелия и установили существование точки, где происходит скачок теплоемкости (λ - точка, температура 2,19 К). – Л. Онсагер установил соотношения, выражающие равенство перекрестных коэффициентов (соотношения Онсагера), – принцип взаимности. Этот принцип с ранее выдвинутым Л. Онсагером принципом линейности лег в основу развитой им теории неравновесных процессов и стимулировал создание термодинамики необратимых процессов.
1933	<ul style="list-style-type: none"> – Открыто явление образования электрона и позитрона из гамма-кванта (Ф. Жолио-Кюри и И. Жолио-Кюри, К. Андерсон, П. Блэккетт, Дж. Оккиалини). Механизм этого явления объяснил в 1933 Р. Оппенгеймер. – Экспериментальное доказательство Ф. Жолио-Кюри и Ж. Тибо аннигиляции электронов и позитронов, предсказанной в 1931 П. Дираком. – Открыты электронно-позитронные ливни в космических лучах (П. Блэккетт, Дж. Оккиалини). В 1929 группы из нескольких (до 4-х) генетически связанных высокоэнергетических частиц в космических лучах наблюдал Д.В. Скобелев, в 1933 образование космических ливней обнаружил также Б. Росси. – Ф. Жолио-Кюри и И. Жолио-Кюри впервые вычислили массу нейтронов, показав, что она больше массы протона, т. е. нейтрон оказывается неустойчивым и может превращаться в протон. – Экспериментально доказана справедливость закона эквивалентности массы и энергии в ядерных реакциях (М. Олифант, Э. Резерфорд). – О. Штерн и О. Фриш измерили магнитный момент протона в молекуле водорода. – П. Дирак постулировал эффект поляризации вакуума (в 1934 это сделал В. Гейзенберг), теорию которого развил в 1936 В. Вайскопф. – Э. Ферми разработал теорию бета-распада, в которой ввел новый тип взаимодействия – слабое. – П. Дирак выдвинул гипотезу о существовании антивещества. – Получена тяжелая вода (Г. Льюис, Р. Макдональд). В 1934 тяжелую воду получил А.И. Бродский. – В. Мейсснер и Р. Оксенфельд обнаружил, что сверхпроводник выталкивает приложенное снаружи магнитное поле (эффект Мейсснера). В 1934 этот эффект наблюдали также Л. В. Шубников и Ю.Н. Рябинин. – Открытие И. К. Кикоиным и М. М. Носковым явления возникновения электрического поля в полупроводнике, помещенном в магнитном поле, при освещении его сильно поглощаемым светом (фотомагнитный эффект Кикоина – Носкова). – Ю. Вигнер и Ф. Зейтц разработали в теории кристаллов метод ячеек (метод Вигнера – Зейтца). Обобщен в 1934 Дж. Слэтером.
1934	<ul style="list-style-type: none"> – Открытие искусственной радиоактивности (Ф. Жолио-Кюри и И. Жолио-Кюри).

	<ul style="list-style-type: none"> – Ф. Жолио-Кюри и И. Жолио-Кюри открыли позитронную радиоактивность. – Открытие искусственной радиоактивности, обусловленной нейтронами (Э. Ферми). – Э. Ферми открыл явление замедления нейтронов в веществе. – Осуществлена реакция синтеза дейтронов с образованием трития (Э. Резерфорд, М. Олифант, П. Хартек). – Открытие ядерного фотоэффекта – фоторасщепления дейтрона (Дж. Чэдвик, М. Гольдхабер). В 1937 ядерный эффект у тяжелых ядер наблюдали В. Боте и В. Гентнер. – Открыта реакция захвата нейтрона протоном с испусканием гамма-кванта – радиационный захват (Д. Ли). – И. Е. Тамм и Д. Д. Иваненко, впервые учтя возможность взаимодействия через поле частиц, обладающих массой, заложили основы полевой теории парных ядерных сил, развитой В. Гейзенбергом. – Дж. Виск обобщил теорию Ферми на позитронный распад, при котором протон превращается в нейтрон. – Предсказан обратный бета-распад и рассмотрена возможность обнаружения нейтрино (Х. Бете, Р. Пайерлс). – Высказано предположение о существовании у нейтрона магнитного момента, правильно оценен знак и величина этого момента (И. Е. Тамм, С. А. Альтшулер). – Разработана теория радиационных потерь электрона при движении в веществе (Х. Бете, В. Гайтлер). – Предсказание У. Беннетом явления сжатия плазмы собственным магнитным полем тока, протекающего по образцу, – пинч-эффект (в 1938 этот эффект постулировал также Л. Тонкс). – П. А. Черенков под руководством С. И. Вавилова открыл свечение чистых прозрачных жидкостей под действием заряженных частиц (эффект Вавилова – Черенкова). – К. Горттер и Х. Казимир разработали первую феноменологическую теорию сверхпроводимости (модель Казимира – Горттера). – К. Горттер предложил для охлаждения метод ядерного адиабатического размагничивания (в 1935 идею ядерного охлаждения выдвинул и Ф. Саймон, он же подробно проанализировал необходимые экспериментальные условия ядерного охлаждения).
1934-37	<ul style="list-style-type: none"> – Открытие Л. В. Шубниковым (и Ю. Н. Рябининым) сверхпроводников II рода.
1935	<ul style="list-style-type: none"> – Х. Юкава, развивая полевую теорию парных ядерных сил, постулировал существование сильно взаимодействующего кванта ядерного поля (мезона) – частицы, осуществляющей взаимодействие между нуклонами. Предсказанные Х. Юкавой частицы (пи-мезоны) были обнаружены в 1947. Положено начало мезодинамике. – Предсказан бета-распад свободного нейтрона на протон, электрон и нейтрино (Дж. Чэдвик, М. Гольдхабер, Х. Бете, М. Олифант, Э. Резерфорд). – Проведены первые измерения сечения рассеяния медленных нейтронов протонами (Дж. Даннинг, Дж. Пеграм, И. В. Курчатов и др.). – Открыто сильное взаимодействие тепловых нейтронов с кадмием (Дж. Даннинг, Дж.

	<p>Пеграм, Дж. Финк, Д. Митчелл).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Впервые четко доказан захват нейтрона протоном (Л. А. Арцимович, И.В. Курчатов). – Открыт изотоп уран-235 (А. Демпстер). – К. Вайцзеккер дал полуэмпирическую формулу для энергии связи ядер. – Открытие антиферромагнетизма (Л. В. Шубников, О. Н. Трапезникова, Г. А. Милютин, С. С. Шалыт). Обнаружен также Г. Бизетом в 1938. Предсказан в 1932 Л. Неелем. – Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц разработали теорию доменной структуры ферромагнетиков и установили уравнение движения магнитного момента (уравнение Ландау – Лифшица). – Фриц Лондон и Гейнц Лондон разработали феноменологическую теорию сверхпроводимости (уравнение Лондонов). – В. Кеезом и А. Кеезом обнаружили аномально высокую теплопроводность жидкого гелия II (последняя μ) – скачок теплопроводности гелия II при переходе через λ-точку. – Разработана статистическая теория прочности (А. П. Александров, С. М. Журков). – Открытие электрических квадрупольных моментов ядер (Г. Шюлер, Т. Шмидт). – Изобретен фазоконтрастный микроскоп (Ф. Цернике).
1936	<ul style="list-style-type: none"> – Создание Н. Бором теории составного ядра (компаунд-ядра). – Создание капельной модели ядра (Н. Бор, Я. И. Френкель). – Г. Брейт, Э. Кондон, Н. Кеммер и Р. Презент выдвинули гипотезу зарядовой независимости ядерных сил. – Открыта дифракция нейтронов (Д. Митчелл, Х. Халбан и П. Прейсверк), предсказанная в том же году В. Эльзассером. – Г. Брейт и Ю. Вигнер предложили дисперсионную формулу ядерных реакций (формула Брейта – Вагнера). – Открытие ядерного парамагнетизма у твердого водорода (Л. В. Шубников, Б. Г. Лазарев). – Л. Д. Ландау построил кинетическое уравнение плазмы в случае кулоновского взаимодействия и установил вид интеграла столкновения для заряженных частиц, – Изобретен сурьмяно-цезиевый фотокатод (П. Гёрлих). – Изобретен автоэлектронный микроскоп (Э. Мюллер).
1937	<ul style="list-style-type: none"> – Л. Альварес открыл К-захват, предсказанный в 1935 Х. Юкавой и С. Сакатой. – Ю. Вигнер указал на связь изотопического спина с зарядовой независимостью ядерных сил и впервые отчетливо сформулировал закон сохранения изотопического спина в нуклон-нуклонных взаимодействиях. – Х. Крамерс постулировал инвариантность основных законов природы относительно замены частиц соответствующими античастицами (зарядовая инвариантность). – Создание статистической теории ядер (Х. Бете, В. Вайскопф, Л. Д. Ландау). – Разработаны основы каскадной теории ливней в космических лучах (Х. Баба, В. Гайтлер, Дж. Карлсон, Р. Оппенгеймер). В 1938 удобный математический метод решения уравнений каскадной теории предложили Л. Д. Ландау и Ю. Б. Румер.

	<ul style="list-style-type: none"> – Первое наблюдение “звезд” в следах космических лучей (М. Блау, Г. Вамбахер). – И. Е. Тамм и И. М. Франк построили теорию эффекта Вавилова – Черенкова. – Л. Д. Ландау разработал теорию промежуточного состояния сверхпроводников, понятие о котором ввели в 1936 Р. Пайерлс и Ф. Лондон (подтверждена экспериментально в 1937 Л. В. Шубниковым). – Л. Д. Ландау разработал теорию фазовых переходов второго рода, понятие о которых ввел в 1933 П. Эренфест. – Г. Ванье и Н. Мотт развили представление о связанном состоянии электрона из зоны проводимости и дырки из валентной зоны (экситон Ванье – Мотта). Экспериментально обнаружен в 1951 Е. Ф. Гроссом и Н. А. Каррыевым в кристаллах закиси меди. – Дж. Майер получил общее уравнение состояния реального газа.
1938	<ul style="list-style-type: none"> – К. Андерсон и С. Неддермейер открыли мю-мезон и определили его массу (240 m_e). Первые данные о существовании этой частицы они получили в 1936. – Открыты широкие атмосферные ливни (П. Оже, В. Кольхёрстер). – Х. Юкава и С. Саката ввели для объяснения зарядовой независимости ядерных сил нейтральный мезон. Нейтральный мезон также предсказали Г. Фрелих, В. Гайтлер и Н. Кеммер. – Открыт протон-протонный цикл термоядерных реакций как источник энергии звезд (Х. Бете, К. Критчфилд). – Открыто (18 декабря) явление деления ядра урана (О. Ган, Ф. Штрассманн), предсказанное в 1934 И. Нодда. – Установлено нелинейное обобщенное уравнение Дирака, развитое в дальнейшем как база единой теории материи (уравнение Иваненко – Гейзенберга). – А. А. Власов предложил уравнение для описания плазмы, учитывающее коллективные взаимодействия между частицами (уравнение Власова). – Открытие сверхтекучести гелия II (П. Л. Капица, Дж. Аллен и Д. Мизенер). – Открыт эффект фонтанирования жидкого гелия II (термомеханический эффект) (Дж. Аллен, Х. Джонс). – Л. Тисса предложил двухжидкостную модель гелия II. – Введение понятия спиновой температуры (Х. Казимир). Экспериментально подтверждено в 1951. – Открытие явления переноса пленки в жидком гелии (К. Мендельсон, Дж. Даунт).
1938–39	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт углеродно-азотный цикл термоядерных реакций (Х. Бете, К. Вайцзеккер). – И. Раби завершил разработку резонансного метода молекулярных пучков.
1939	<ul style="list-style-type: none"> – Интерпретация Л. Мейтнер экспериментов О. Гана и Ф. Штрассманна как распада ядра урана на два осколка почти одинаковой массы. Введение Л. Мейтнер понятия “деление ядра”. – Экспериментальное доказательство деления ядра урана на два осколка и непосредственное измерение энергии деления (О. Фриш, Ф. Жолио-Кюри, Г.

	<p>Андерсон, Дж. Даннинг).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Разработана теория деления ядер урана медленными нейтронами и предсказано спонтанное деление ядра (Я. И. Френкель, Н. Бор, Дж. Уилер). – Рассчитана критическая масса урана (Ф. Перрен и др.). – Открытие испускания вторичных нейтронов при делении (Л. Силард, Э. Ферми, Г. Андерсон, В. Зинн, Ф. Жолио-Кюри, Х. Халбан, Л. Коварски). – Обоснована возможность протекания в уране цепной ядерной реакции деления (Л. Силард, Ю. Вигнер, Э. Ферми, Дж. Уилер, Ф. Жолио-Кюри, Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, А. И. Лейпунский). Идею цепной ядерной реакции выдвинули Л. Силард и Ф. Жолио-Кюри (1934), а также Л. Мейтнер. – Измерен энергетический спектр нейтронов деления урана и получено наиболее близкое к современному значение среднего числа вторичных нейтронов на один акт деления (В. Зинн, Л. Силард). – Открытие запаздывающих нейтронов (Р. Робертс, Р. Мейер, П. Ванг). – Предсказание черных дыр (Р. Оппенгеймер, Х. Снайдер). – Выдвинута идея использования графита как замедлителя нейтронов (Дж. Пеграм, Л. Силард, Э. Ферми, Г. Плачек). – И. Раби осуществил прецизионные измерения магнитных моментов протона и дейтрона. – В. Шоттки исследовал потенциальный барьер, образующийся в приконтактном слое “полупроводник – металл” (барьер Шоттки) и построил теорию полупроводниковых диодов с таким барьером (диоды Шоттки, или диоды с барьером Шоттки).
1940	<ul style="list-style-type: none"> – Открыто явление спонтанного деления ядер урана-235 (Г. Н. Флёрв, К. А. Петржак). – Измерен магнитный момент свободного нейтрона (Л. Альварес, Ф. Блох). – Выделен чистый уран-235 (Дж. Даннинг, А. Нир). – Доказано, что уран-235 делится медленными нейтронами (Ю. Бут, Дж. Даннинг, А. Гросе), – Доказана возможность протекания цепной ядерной реакции в системе с ураном и тяжелой водой (Ф. Жолио-Кюри, Х. Халбан, Л. Коварски). – Синтезирован первый трансурановый элемент – нептуний (Э. Мак-Миллан, Ф. Абельсон). – Показано, что бериллий можно использовать в качестве замедлителя нейтронов (М. Гольдхабер). – Построен бетатрон (Д. Керст). Идею индукционного ускорения частиц независимо выдвинули в 1922 Дж. Слепян и Р. Видероз. – Открыты проникающие ливни в космических лучах (Дж. Рочестер, Л. Яноши). – В. Паули сформулировал теорему о связи спина со статистикой. – Г. Лондон открыл аномальный скин-эффект в металлах.
1940–41	<ul style="list-style-type: none"> – Создание Л. Д. Ландау теории сверхтекучести гелия II, в которой, в частности, предсказано существование в гелии второго звука.
1941	

	<ul style="list-style-type: none"> – Синтезирован расщепляющийся изотоп плутоний-239 и доказано, что он делится медленными нейтронами (Г. Сиборг, Э. Мак-Миллан и др.). – Открыт изотоп уран-233 (Г. Сиборг и др.). – Открытие фотоделения ядер. – Обнаружение p-n перехода в заиси меди (В. Е. Лашкарев). – Д. Д. Максудов изобрел менисковые оптические системы, широко используемые в телескопах.
1942	<ul style="list-style-type: none"> – 2 декабря осуществлена цепная ядерная реакция деления ядер урана в первом ядерном реакторе (Э. Ферми, Г. Андерсон, В. Зинн и др.). – Х. Альфвен предсказал новый тип электромагнитных волн, распространяющихся в плазме с высокой проводимостью в сильных магнитных полях (волны Альфвена). Открыты им в 1950.
1943	<ul style="list-style-type: none"> – Разработка В. Гейзенбергом теории матрицы рассеяния, или S-матрицы (впервые S-матрицу предложил в 1937 Дж. Уилер, идею S-матрицы выдвинул также Л. И. Мандельштам).
1944	<ul style="list-style-type: none"> – Построен первый ядерный реактор на природном уране с тяжелой водой в качестве замедлителя (Аргонская национальная лаборатория). – В. И. Векслер открыл новый принцип ускорения частиц – принцип автофазировки, который лег в основу создания новых ускорителей заряженных частиц – фазотрона, синхротрона, синхрофазотрона, микротрона; дал его теорию. В 1945 этот же принцип предложил Э. Мак-Миллан. Идею автофазировки в 1934 выдвинул Л. Силард. – Открытие Е. К. Завойским электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), предсказанного в 1923 Я. Г. Дорфманом. – Предсказание Д. Д. Иваненко и И. Я. Померанчуком синхротронного излучения – магнитотормозного излучения релятивистских электронов, движущихся в магнитном поле. Открыто в 1946 Дж. Блюиттом. – Обнаружены высокие сегнетоэлектрические свойства у титаната бария (Б. М. Вул), – Открыто явление сверхдальнего распространения звука в океане (М. Ивинг , Дж. Ворцель ). В 1946 это явление обнаружили также Л. М. Бреховских и Л. Д. Розенберг.
1945	<ul style="list-style-type: none"> – 16 июля осуществлен первый экспериментальный ядерный взрыв (пустыня Аламогордо). Созданы первые атомные бомбы (в США).
1946	<ul style="list-style-type: none"> – Дж. Гриффитс открыл ферромагнитный резонанс, предсказанный в 1913 В. К. Аркадьевым (в 1947 его наблюдал Е. К. Завойский). – Получены “холодные” нейтроны (Э. Ферми, Г. Андерсон, Д. Митчелл), предсказанные в 1941 А. И. Ахиезером и И. Я. Померанчуком. – Открыт ядерный магнитный резонанс (Ф. Блох, У. Хансен, Э. Парселл, Р. Паунд).

	<ul style="list-style-type: none"> – У. Либби разработал радиоуглеродный метод геохронологии. – Б. М. Понтекорво предложил хлор-аргоновый метод детектирования нейтрино в реакции $\text{Cl}^{37} + \nu_e \rightarrow \text{Ar}^{37} + e^-$. – Л. Альварес построил первый линейный ускоритель протонов с трубками дрейфа (ускоритель Альвареса). – 26 декабря осуществлена цепная ядерная реакция в первом советском ядерном реакторе (И.В. Курчатов). – Л. Д. Ландау предсказал явление бесстолкновительного затухания волн в плазме (эффект затухания Ландау). Обнаружено в 1966. – Н. Н. Боголюбов заложил основы современной теории кинетических явлений. – А. И. Ахиезер выдвинул концепцию магнонов. – С. И. Пекар ввел представление о поляронах и построил (1946 - 49) теорию.
1946 – 48	<ul style="list-style-type: none"> – Открытие молекулярных экситонов (А. Ф. Прихотько, А. С. Давыдов), предсказанных в 1931 Я. И. Френкелем. – А. И. Лейпунский выдвинул идею реакторов на быстрых нейтронах. – Дж. Гамов разработал теорию “горячей Вселенной”, подтвержденную в 1965 открытием реликтового излучения.
1947	<ul style="list-style-type: none"> – Экспериментально доказано, что мюон не является сильновзаимодействующей частицей (М. Конверси, Э. Панчини, О. Пиччиони). – Открыты заряженные пионы (С. Пауэлл, Дж. Оккиалини, Ч. Латтес, Х. Мюирхед). – Наблюдение каонов и гиперонов (Дж. Рочестер, К. Батлер). Принято считать, что надежное открытие каонов относится к 1949 (С. Пауэлл и др.; первое экспериментальное указание на существование каонов получил в 1944 Л. Лепренс-Ренге), а гиперонов – к 1951. – У. Лэмб и Р. Ризерфорд провели опыт по наблюдению тонкой структуры уровней энергии атомов водорода и дейтерия (опыт Лэмба – Ризерфорда), результатом чего было измерение сдвига уровней (лэмбовский сдвиг). Этот эффект Лэмба – Ризерфорда (дублетное расщепление термов водорода) объяснен квантовой электродинамикой. – Н. Н. Боголюбов построил теорию неидеального бозе-газа. – А. Б. Пиппард построил теорию аномального скин-эффекта. – Изобретение сцинтилляционного счетчика (Х. Кальман), – И. Пригожин сформулировал теорему о минимальности производства энтропии (теорема Пригожина).
1947-49	<ul style="list-style-type: none"> – Разработан метод перенормировок (Х. Бете, В. Вайскопф, Ю. Швингер и др.).
1948	<ul style="list-style-type: none"> – П. Куш (Каш) измерил аномальный магнитный момент электрона, вычисленный в том же году Ю. Швингером. – Выдвинута идея μ-e-универсальности слабых взаимодействий (Дж. Пуппи). – А. Снелл и Л. Миллер экспериментально обнаружили бета-распад свободного нейтрона.

	<p>В 1950 это сделали Дж. Робсон и П. Е. Спивак, измерив к тому же период его полураспада.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Наблюдение L-захвата (Б. М. Понтекорво). – Построение теории резонансных ядерных реакций (А. И. Ахиезер, И. Я. Померанчук). – В составе космических лучей обнаружены атомные ядра. – Предсказание пучковой неустойчивости в газоразрядной плазме (Дж. Пирс, А. И. Ахиезер, Я. Б. Файнберг). В 1949 это сделали также Д. Бом и Ю. Гросс. Обнаружена в 1957-60 Я. Б. Файнбергом с сотрудниками. – К. Гортер предложил метод поляризации ядер кобальта-60 (в 1951 методы получения ориентированных ядер разработали также Б. Блини и Р. Паунд). – Изобретен искровой счетчик (Дж. Кейфель). – У. Шокли и Дж. Пирсон обнаружили эффект поля, имевший важное значение для изобретения транзистора. – Изобретен полупроводниковый транзистор (Дж. Бардин, У. Браттейн). – Разработана теория парамагнитного резонанса (Н. Бломберген, Э. Парселл, Р. Паунд). – Создание А. С. Давыдовым теории поглощения света в молекулярных кристаллах и предсказание расщепления невырожденных молекулярных термов ("давыдовское расщепление"). – Л. Неель разработал модель ферримагнетизма. Подтверждена в 1949 – 51 К. Шаллом. – Получен жидкий гелий ^3He. – Создание Д. Габором голографии (идею голографического метода получения изображений выдвинул в 1920 М. Вольфке).
1948–49	<ul style="list-style-type: none"> – Завершено создание современной квантовой электродинамики (С. Томонага, Р. Фейнман, Ю. Швингер, Ф. Дайсон).
1949	<ul style="list-style-type: none"> – М. Гепперт-Майер предсказала сильное спин-орбитальное взаимодействие между нуклонами и распределение протонов и нейтронов в ядре по независимым энергетическим оболочкам, что просто объяснило магические числа (к этой же идее в 1950 пришли О. Хаксель, Х. Йенсен и Г. Зюсс) и привело к созданию (1949-50) оболочечной модели ядра. – Экспериментально подтвержден обменный характер ядерного взаимодействия между протоном и нейтроном (К. Бракнер и др.). – Э. Ферми и Ч. Янг выдвинули идею, что пионы можно рассматривать как системы, составленные из нуклонов и антинуклонов (первая модель составной элементарной частицы). – Получение поляризованных пучков нейтронов (Д. Юз, М. Берджи). – Построение теории дифракционного рассеяния быстрых заряженных частиц ядрами (А. И. Ахиезер, И. Я. Померанчук). – Ю. Вигнер сформулировал закон сохранения числа барионов (отчетливое выражение этого закона содержалось уже в работе Э. Штюкельберга 1938). – Р. Фейнман в квантовой электродинамике предложил графический метод представления

амплитуд рассеяния и рождения частиц (диаграммы Фейнмана).

- Открытие электронно-ядерных ливней ([Д. В. Скобельцын](#), [Н. А. Добротин](#), [Г. Т. Зацепин](#)).
- Описание аномально быстрого ухода плазмы сквозь магнитное поле на стенки сосуда ([Д. Бом](#)). Получение эмпирического выражения для коэффициента диффузии (бомовский коэффициент диффузии).
- [У. Шокли](#) и [Дж. Р. Хейнс](#) осуществили эксперимент, позволивший непосредственно определить подвижности и время жизни неосновных носителей заряда в германии (опыт Хейнса – Шокли),
- [У. Шокли](#) разработал теорию $p - n$ -перехода (теория Шокли).
- [У. Шокли](#) предложил $p-n$ транзистор.
- [Н. Д. Моргулис](#) и П. М. Марчук открыли термоэмиссионный метод преобразования энергии.
- [Л. Онсагер](#) предсказал возникновение квантованных вихрей в сверхтекучей компоненте жидкого гелия, движущейся с критической скоростью, при температурах ниже точки фазового перехода (в 1955 это сделал и [Р. Фейнман](#)). Экспериментально эта гипотеза была подтверждена в 1961 [В. Вайненом](#).

1950



- Открыт нейтральный пи-мезон π_0 ([Р. Берклунд](#), [В. Крендалл](#), [Б. Мойер](#), [К. Йорк](#) и др.). Убедительные доказательства его существования дали (1950-52) [В. Пановский](#) и [Дж. Штейнбергер](#), наблюдавшие его фоторождение.
- Наблюдение резонансного рассеяния на ядре – гигантский резонанс ([Р. Дрессел](#), [М. Гольдхабер](#), [А. Хансон](#)), предсказанного в 1948 [М. Гольдхабером](#) и [Э. Теллером](#).
- [М. Розенблют](#) дал формулу для дифференциального сечения упруго рассеянных электронов на протонах (формула Розенблюта).
- [Дж. Рейнуотер](#) предложил сфероидальную модель ядра.
- Построена коллективная модель ядра ([О. Бор](#), [Б. Моттelson](#)). Вклад в разработку этой модели внесли также [Дж. Рейнуотер](#) (1950), [Д. Хилл](#) и [Дж. Уилер](#) (1953).
- Выдвинута идея термоизоляции высокотемпературной плазмы магнитным полем, положенная в основу работы термоядерных установок ([И. Е. Тамм](#), [Л. Спитцер](#) и др.).
- [И. Е. Тамм](#) с сотрудниками предложил проект замкнутой тороидальной магнитной ловушки – “Токамак”.
- Высказана идея сильной фокусировки ([Н. Кристофилос](#)). В 1952 ее предложили также [Э. Курант](#), [М. Ливингстон](#) и [Х. Снайдер](#).
- Наблюдение ядерного квадрупольного резонанса ([Р. Паунд](#), [Х. Демельт](#), [Х. Крюгер](#)).
- Выдвинута гипотеза, что источником космических лучей являются сверхновые звезды ([Д. Хаар](#)). В 1956 её поддержал [С. Хаякава](#).
- [В. Л. Гинзбург](#) и [Л. Д. Ландау](#) разработали полуфеноменологическую квантовую теорию сверхпроводимости (теория Гинзбурга – Ландау).
- [Дж. Бардин](#) и [Г. Фрелих](#) предсказал притяжение между электронами металла за счет обмена виртуальными фононами.
- [Г. Фрелих](#) развил теорию сверхпроводимости, основанную на рассмотрении электроннофононного взаимодействия (модель Фрелиха), которая указывала на

	<p>существование изотопического эффекта.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Открыт изотопический эффект в сверхпроводниках (Э. Максвелл, Б. Серин и Ч. Рейнолдс), что явилось свидетельством связи сверхпроводимости с взаимодействием между электронами и колебаниями решетки (фононами). – Ф. Лондон ввел представление о глубине проникновения поля в сверхпроводник. – Введено понятие о деформационном потенциале (Дж. Бардин, У. Шокли). <p>Представление о потенциале деформации разработал в 1952 также С. И. Пекар.</p> <ul style="list-style-type: none"> – И. Я. Померанчук предложил новый метод охлаждения, основанный на уникальных свойствах ^3He при низких температурах (эффект Померанчука). Реализован в 1965. – Э. Парселл и Р. Паунд впервые наблюдали индуцированное излучение. – Открытие магнитогидродинамических волн (Х. Альфвен). Предсказаны им в 1942. – Э. Хан (Ган) открыл ядерное спиновое эхо.
1951	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт лямбда-нуль-гиперон (Р. Арменгерос, К. Батлер, А. Кашон, А. Чепмен). – Выдвинута гипотеза о парном рождении странных частиц (Й. Намбу, К. Нишиджима, Й. Ямагучи, С. Онеда). В 1952 к этой идее пришел также А. Пайс. – Открыт позитроний (М. Дейч, Э. Дулит). Предсказан в 1934 С. Мохоровичичем. – Х. Бете и Э. Солпитер сформулировали релятивистское уравнение для описания связанных состояний (уравнение Бете – Солпитера). – Вступил в строй первый экспериментальный реактор-размножитель с расширенным воспроизводством ядерного топлива (бриддерный реактор), от которого впервые получена электрическая энергия (В. Зинн). В 1955 запущен первый советский реактор на быстрых нейтронах БР-1 (А. И. Лейпунский). – Открытие К. Гортером антиферромагнитного резонанса. Теорию его в этом же году развили независимо Ч. Киттель и Т. Нагамия. – Э. Парселл и Р. Паунд ввели представление о положительной и отрицательной спиновой температуре. Впервые понятие спиновой температуры ввели в 1938 Х. Казимир и Дж. Пре. – Е. Ф. Гросс и Н. А. Каррыев обнаружили экситон Ванье – Мотта в кристаллах закиси меди. – Д. Спитцер выдвинул идею стелларатора. – Наблюдение пинч-эффекта (А. Уэйр). – Изобретен автоионный микроскоп (Э. Мюллер).
1952	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт кси-минус-гиперон (Р. Арменгерос, К. Баркер, К. Батлер, А. Кашон, Х. Йорк). – Открыты пи-мезоатомы (М. Камак). – Открытие М. Данышем и Е. Пневским гиперъядер. – Осуществлено неуправляемое высвобождение большого количества термоядерной энергии в первом экспериментальном термоядерном взрыве (атолл Бикини). – Открыто излучение нейтронов и жестких гамма-лучей от мощных импульсных разрядов в газах (Л. А. Арцимович, М. А. Леонтович и др.). – Г. И. Будкер (независимо от Р. Поста и Х. Йорка) выдвинул идею удержания плазмы

	<p>магнитным полем, силовые линии которого имеют места сгущений (магнитные пробки).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Д. Глезер изобрел пузырьковую камеру. – Наблюдение электронного парамагнитного резонанса в металлах (Т. Гриссуолд, А. Кип и др.). – А. А. Абрикосов предсказал существование сверхпроводников II рода (в 1934 – 37 их экспериментально открыли Л. В. Шубников и Ю. Н. Рябинин). – Открытие оптической накачки (А. Кастлер).
1952–53	<ul style="list-style-type: none"> – Введено понятие лептонного числа и сформулирован закон сохранения лептонного заряда (Я. Б. Зельдович, Д. Маркс, Э. Конопинский, Г. Махмуд).
1953	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт сигма-плюс-гиперон (А. Бонетти и др.). – Введено понятие странности и открыт закон сохранения странности (М. Гелл-Манн, К. Нишиджима). Ими же проведено обобщение принципа изотопической инвариантности и распространение его на пионы и гипероны, дана формула, связывающая электрический и барионный заряды, странность и третью проекцию изотопического спина (формула Гелл-Манна – Нишиджимы). – Открыты мю-мезоатомы (В. Фитч, Дж. Рейнуотер). – Выдвинута гипотеза зарядовой независимости сильных взаимодействий (Р. Сакс). К этой же идее в 1955 пришли Х. Бете и Ф. Гоффман. – 12 августа впервые испытана водородная бомба (И. В. Курчатов). – Предложена модель прямых ядерных реакций (С. Т. Батлер). – Открытие эффекта Оверхаузера (Т. Карвер, Ч. Сликхтер). Предсказан (1953) А. Оверхаузером. – Открытие циклотронного резонанса в полупроводниках (Дж. Дрессельхаус, Ч. Киттель и др.). Предсказан в 1951 независимо Я. Г. Дорфманом и Р. Динглом. – А. Пиппард модифицировал модель сверхпроводимости Лондонов на основе представлений о длине когерентности, предложив нелокальную теорию сверхпроводников (уравнение Пиппарда). – Первое экспериментальное подтверждение существования энергетической щели (Б. Гудман). – Открытие А. Е. Чудаковым переходного излучения, предсказанного в 1946 В. Л. Гинзбургом и И. М. Франком. – И. М. Лифшиц и А. М. Косевич построили полную теорию эффекта де Гааза – ван Альфена. – Швед Б. Платен впервые синтезировал алмаз. В 1955 синтез алмазов осуществлен в США (Р. Венторф) и в 1960 в СССР (Л. Ф. Верещагин).
1954	<ul style="list-style-type: none"> – Экспериментально подтвержден механизм генерации странных частиц, их ассоциативное рождение в сильных взаимодействиях и распад в слабых (У. Б. Фаулер, Р. Шатт, А. Торндайк, У. Виттемор). – Р. Далитц предложил метод определения квантовых чисел нестабильных частиц,

	<p>распадающихся на три частицы (диаграммы Далитца).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Открыт сигма-минус-гиперон (А. Дебенедетти, К. Гарелли, Л. Таллоне, М. Вигоне и др.). – Открыта поляризация пучка протонов при прохождении через водородную мишень (С. Оксли). – В. Вайскопф совместно с Г. Фешбахом и Ч. Портером разработал оптическую модель ядра. – Подтвержден эффект поляризации вакуума (Д. Стайрис (Стирис)). – В Беркли вступил в строй протонный синхрофазотрон на 6,3 ГэВ. – Предсказан эффект дифракционного расщепления дейтрона (Е. Л. Фейнберг, А. И. Ахиезер, А. Г. Ситенко). – 27 июня вступила в строй первая в мире атомная электростанция мощностью 5000 кВт в г. Обнинске (И.В. Курчатов, Д. И. Блохинцев). – М. Гелл-Манн, М. Гольдбергер и В. Тирринг предложили метод дисперсионных соотношений в квантовой теории поля, строго обоснованный в 1956 Н. Н. Боголюбовым для пион-нуклонного рассеяния. – М. Гелл-Манн и Ф. Лоу развили метод ренормализационной группы. Это сделали также Н. Н. Боголюбов, Д. В Ширков и Э. Штюкельберг. – Ч. Янг и Р. Миллс сформулировали первую неабелеву калибровочную теорию поля (теория Янга – Миллса). Это сделал также Р. Шоу. – Создан первый квантовый генератор на пучке молекул аммиака (Н. Г. Басов, А. М. Прохоров, Ч. Таунс), чем положено начало квантовой электронике. Идеи практического использования индуцированного излучения для усиления и генерации были выдвинуты в 1951 – 52 Ч. Таунсом, А. М. Прохоровым, Н. Г. Басовым и Дж. Вебером. – Предсказание М. Крускалом и М. Шварцшильдом неустойчивости плазменного шнура в магнитном поле (неустойчивость Крускала – Шварцшильда). – Открыт акустоэлектрический эффект (Р. Парментер). – Построен первый “токамак” (И. Н. Головин, Н. А. Явлинский). – Сконструированы солнечные батареи из последовательно соединенных кремниевых р – n переходов (Д. Чапин, К. Фуллер, Дж. Пирсон).
1954 – 55	<ul style="list-style-type: none"> – А. Б. Мигдал построил количественную теорию тормозного излучения. – Дж. Чу и Ф. Лоу построили теорию рассеяния пионов нуклонами при низких энергиях.
1954 – 65	<ul style="list-style-type: none"> – Построение современной электронной теории металлов (И. М. Лифшиц).

ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ (с 1905) ТРЕТИЙ ЭТАП

posted by  **admin** on  **пн, 15/10/2012 - 18:47**

ТРЕТИЙ ЭТАП (с 1955)

1955	<ul style="list-style-type: none"> – Начаты исследования структуры нуклонов путем бомбардировки их электронами высоких энергий (Р. Хофштадтер). Проникновение в новую область пространственно-временных масштабов, на субъядерный уровень. – Открыт антипротон в соударении ускоренных протонов с нуклонами ядра-мишени (С. Чемберлен, Э. Сегре, К. Виганд, Т. Ипсилантис). – Предсказание K^0_1 и K^0_2 -мезонов, вычисление их масс и времен жизни (М. Гелл-Манн, А. Пайс). – Синтезирован 101-й элемент – менделевий (Г. Сиборг, А. Гиорсо, Б. Харви, Г. Чоппин, С. Томпсон). – В. Паули сформулировал СРТ-теорему, отражающую симметрии элементарных частиц (теорема Людерса – Паули). В 1954 ряд вопросов, связанных с этой теоремой, рассмотрел Г. Людерс. – Н.Н. Боголюбов предложил аксиоматический подход в квантовой теории поля (в 1956 это же предложил и А. Вайтман), в рамках которого сформулировал условие причинности для S-матрицы (условие микропричинности Боголюбова). – Н.Г. Басов и А.М. Прохоров предложили трехуровневый метод создания неравновесных квантовых систем. – Выдвинута термоядерная теория образования химических элементов в звездах (Джеффри Бёрбидж и Маргерит Бёрбидж, У.А. Фаулер, Ф. Хойл). – Создан атомный стандарт частоты (Л. Эссен). – Начало исследований в области квантовой теории необратимых процессов (Л. Ван Хов, Р. Кубо).
1956	<ul style="list-style-type: none"> – Разработаны коллективные методы ускорения частиц (В.И. Векслер, Г.И. Будкер, Я.Б. Файнберг). Первые идеи высказали У.Х. Беннет (1934) и Х. Альфвен (1939). – Открыт антинейтрон (Б. Корк, О. Пиччиони, У. Вензелл, Г. Ламбертсон). – Экспериментально обнаружено антинейтрино в обратном бета-распаде (Ф. Рейнес, К. Коуэн). – Получены убедительные доказательства существования сигма-нуль-гиперона Σ^0 (Л. Альварес). – Открыт K^0_2 -мезон (К. Ланде, Л. Ледерман). – Экспериментальное обнаружение образования пар мюонов гамма-квантами В. Пановский). – Открыт мюонный катализ (Л. Альварес), предсказанный в 1947 Ф.Ч. Франком. Первые расчёты выполнены в А.Д. Сахаровым в 1947 и подробно в 1957 Я.Б. Зельдовичем и А.Д. Сахаровым. – Т. Ли и Ч. Янг высказали предположение, что в слабых взаимодействиях не сохраняется четность (нарушается Р-инвариантность), и предложили ряд экспериментов, которые позволили бы установить нарушение закона сохранения четности, в частности в бета-распаде. Проанализировав большое количество экспериментов, они пришли к выводу, что в сильных и электромагнитных

	<p>взаимодействиях закон сохранения четности подтверждается с высокой степенью точности, однако в слабых процессах является лишь экстраполяционной гипотезой, не подкрепленной экспериментальными доказательствами.</p>
1956	<ul style="list-style-type: none"> – Введено понятие гиперзаряда как нового квантового числа для сильновзаимодействующих частиц (Б. д'Эспанья, Ж. Прентки). Ю. Швингер связал его со странностью и барионным числом уравнением: $Y = S + B$. – С. Саката предложил схему классификации мезонов и барионов, положив в ее основу p, n и Λ^0 (схема Сакаты). – Д. Керст выдвинул идею встречных пучков для ускорения заряженных частиц (развита независимо Г.И. Будкером). – Л. Купер показал, что в системе ферми-частиц при наличии сколь угодно слабого притяжения возникают связанные пары (эффект Купера). – Разработка Л.Д. Ландау теории ферми-жидкости. – Открытие циклотронного резонанса в металлах (Э. Фосетт). Предсказан в этом же году. – Обнаружение слабого ферромагнетизма антиферромагнетиков (А.С. Боровик-Романов, М.П. Орлова). – Открыт двойной электронно-ядерный резонанс (Дж. Феер). – Предсказан магнитоакустический резонанс (А.И. Ахиезер, В.Г. Барьяхтар, С.В. Пелетминский).
1957	<ul style="list-style-type: none"> – Экспериментально доказано несохранение четности в слабых взаимодействиях – обнаружение асимметрии в распределении электронов, испускаемых поляризованными ядрами в бета-распаде кобальта-60 (Ц. Ву). В этом же году нарушение закона сохранения четности обнаружили Л. Ледерман и Р. Гарвин при распаде пионов и мюонов, Ф. Крауфорд и др. при распаде гиперонов. – Постулировано, что в бета-распаде не сохраняется не только пространственная четность (Р-инвариантность), но и зарядовое сопряжение – С-инвариантность (Т. Ли, Ч. Янг, Р. Эме). – Выдвинута гипотеза сохранения комбинированной четности (СР-инвариантности) в слабых взаимодействиях (Л.Д. Ландау, А. Салам, Т. Ли, Ч. Янг). – Предложена теория двухкомпонентного нейтрино, согласно которой нейтрино имеет отрицательную (правый), а антинейтрино – положительную спиральность (левый винт), т. е. нейтрино и антинейтрино – различные нетождественные частицы (Л.Д. Ландау, А. Салам, Т. Ли и Ч. Янг). Впервые возможность построения двухкомпонентной релятивистской теории частиц со спином $1/2$ рассмотрел в 1929 Г. Вейль. В 1937 формулировку двухкомпонентной теории дал Э. Майорана. – Предсказано, что нейтрино, возникающие при бета-распаде и распадах мезонов, разные частицы – электронное нейтрино, и мюонное нейтрино (М.А. Марков, К. Нишиджима, Ю. Швингер). – Предсказана желобковая неустойчивость плазмы (Б.Б. Кадомцев, М. Розенблют, К. Лонгмайр). Экспериментально обнаружена в 1961 М.С. Иоффе. – 4 октября в СССР осуществлен успешный запуск первого искусственного спутника Земли.
1957-58	<ul style="list-style-type: none"> – Р. Хофштадтер в экспериментах по рассеянию электронов высокой энергии на нуклонах впервые определил форм-факторы нуклонов (в 1957 зарядовый и магнитный форм-фактор протона, в 1958 – магнитный форм-фактор нейтрона).

	<p>– Создание универсальной теории слабых взаимодействий V-A (М. Гелл-Манн, Р. Фейнман, Р. Маршак, З. Сударшан, Дж. Сакураи).</p>
1957	<p>– Б.М. Понтекорво указал на возможность возникновения нейтринных осцилляций.</p> <p>– Экспериментально подтвержден закон сохранения барионного заряда. Определено время жизни протона по схеме $p \rightarrow e^+ + \pi^0$ порядка $3 \cdot 10^{24}$ лет (Ф. Рейнес). В 1979 получено значение более 10^{30} лет.</p> <p>– Й. Намбу для объяснения электромагнитной структуры нуклона постулировал существование векторных омега и ро-мезонов. В 1959 это также сделали Х. Фулко и У. Фрезер, а в 1960 Дж. Чу.</p> <p>– Ю. Швингер выдвинул идею объединения слабых и электромагнитных взаимодействий (в 1958 ее предложили также Ш. Глэшоу, А. Салам и Дж. Уорд),</p> <p>– Дж. Лоусон сформулировал критерий для получения критической точки в балансе энергии термоядерного реактора: температура $\sim 2 \cdot 10^8$ К, плотность $\sim 10^{-14}$ г/см³, время жизни ~ 1с (критерий Лоусона).</p> <p>– Показано, что синтез тяжелых элементов в природе может происходить в результате захвата свободных нейтронов в так называемых s и r-процессах (Джефри Бёрбилдж и Маргерит Бёрбилдж, У. А. Фаулер, Ф. Хойл).</p> <p>– Вступил в строй синхрофазотрон на 10 ГэВ (В. И. Векслер).</p> <p>– Изобретена искровая камера (Т. Краншау, Дж. де Бир).</p> <p>– Дж. Бардин, Л. Купер и Дж. Шриффер на основе эффекта образования куперовских пар создали последовательную микроскопическую теорию сверхпроводимости (теорию БКШ) (в 1958 микроскопическую теорию сверхпроводимости построил также Н. Н. Боголюбов).</p> <p>– А. Пиппард выполнил одно из первых определений поверхности Ферми, установив внешний вид поверхности Ферми для меди.</p> <p>– Л.В. Келдыш разработал систематическую теорию туннельных явлений в полупроводниках.</p> <p>– А.А. Абрикосов построил теорию магнитных свойств сверхпроводящих сплавов (сверхпроводников второго рода), введя представление о “смешанном” состоянии с вихревой структурой (вихри Абрикосова).</p>
1957	<p>– Открытие осциллирующего эффекта – винтовой неустойчивости в плазме твердого тела (Ю.Л. Иванов, С.М. Рывкин). Объяснен в 1961 М. Гликсманом на основе теории винтовой неустойчивости плазмы газового разряда (теории Б.Б. Кадомцева – А.В. Недоспасова).</p> <p>– Л. Эсаки открыл туннелирование в полупроводниках и создал туннельный диод.</p> <p>– Создан первый квантовый парамагнитный усилитель (Г. Сковил, Дж. Феер, Г. Зайдель). Идею его предложил в 1956 Н. Бломберген.</p> <p>– Р. Кубо разработал общий статистико-механический метод расчета термодинамически равновесных и кинетических коэффициентов (метод Кубо).</p> <p>– К. Сигбан положил начало электронной спектроскопии (метод ЭСХА).</p> <p>– И.Е. Дзялошинский построил термодинамическую теорию антиферромагнетизма.</p> <p>– Разработка Дж. Уилером геометридинамики.</p>
1958	<p>– Открыт анти-лямбда-нуль-гиперон (М. Бальдо-Чеолин, Д. Праус).</p> <p>– Открыт прямой распад пи-мезона на электрон и нейтрино, что окончательно подтвердило теорию слабых взаимодействий (Дж. Штейнбергер).</p> <p>– А. Абрагам и У. Проктор открыли динамическую ядерную поляризацию (солид-эффект).</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Открытие явления спинного обмена при столкновении атомов (Х. Демельт). – А.Б. Мигдал и В.М. Галицкий предложили метод функций Грина для ферми-систем. – Экспериментально М. Гольдхабером определена спиральность нейтрино, обнаружено, что электронное нейтрино обладает левовинтовой спиральностью (опыт Гольдхабера). В дальнейшем было показано, что мюонное нейтрино также левовинтовое, а электронное и мюонное антинейтрино имеют правую спиральность. – И.Я. Померанчук сформулировал теорему, согласно которой при предельно высоких энергиях сечения взаимодействия с нуклоном частицы и античастицы одинаковы (теорема Померанчука). – Открытие Р. Мессбауэром явления ядерного гамма-резонанса без отдачи (эффект Мессбауэра). – Построена сверхтекучая модель ядра (Н.Н. Боголюбов, О. Бор, Б. Моттelson, Д. Пайнс).
1958-60	<ul style="list-style-type: none"> – А.С. Давыдов разработал теорию коллективных возбужденных состояний несферических атомных ядер, учитывающую нарушения аксиальной симметрии ядер (теория неаксиальных ядер Давыдова).
1958	<ul style="list-style-type: none"> – Р. Ван де Грааф разработал первый тандемный ускоритель отрицательных ионов (ему же принадлежит и идея этого ускорителя). – Ч. Таунс и А. Шавлов разработали принцип работы лазера. – А.М. Прохоров, А. Шавлов и Р. Дикке предложили резонатор открытого типа, широко применяемый в современных лазерах. – Т. Стикс выдвинул идею использования циклотронных колебаний для нагрева плазмы. – Экспериментально обнаружено явление образования высокотемпературной стационарной плазмы с электронной температурой 10^6 К при мощном высокочастотном газовом разряде (П.Л. Капица). – Вступила в строй термоядерная установка с магнитными пробками “Огра-1” (И. Н. Головин). – Л. В. Келдыш предсказал сдвиг полос поглощения в полупроводниковых кристаллах под влиянием электрического поля (эффект Келдыша – Франца). Независимо предсказал в 1958 В. Францем. Наблюдался в 1961 Т. Моссом. – Б. Маттиас получил ферромагнитный сверхпроводник. – В.Л. Гинзбург и Л.П. Питаевский построили полуклассическую теорию сверхтекучести (теория Гинзбурга – Питаевского). – Л.П. Питаевский предсказал сверхтекучесть ^3He.
1958-59	<ul style="list-style-type: none"> – Л.П. Горьков развил микроскопическую теорию сверхпроводимости с помощью функций Грина.
1958	<ul style="list-style-type: none"> – М. Гликсман и М. Стил обнаружили пинч-эффект в плазме твердого тела. – Ф. Андерсон сформулировал представления о локализации электронов в неупорядоченных системах. – Создание Дж. Берналом структурной теории жидкостей. – Открыты радиационные пояса Земли (внутренний – Дж. Ван Аллен, внешний – С.Н. Вернов, А.Е. Чудаков).
1959	<ul style="list-style-type: none"> – Т. Редже для описания рассеяния элементарных частиц разработал метод в нерелятивистской квантовой механике и квантовой теории поля (полюса Редже,


	<p>траектории Редже).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Сформулирована SU(3)-симметрия (Й. Онуки, С. Огава, М. Икеда). – Б. М. Понтекорво предложил идею нейтринного эксперимента по обнаружению мюонного и электронного нейтрино, реализованную в 1962. – Открытие явления безрадиационных переходов в мезоатомах (Б. М. Понтекорво). – Стал в строй протонный синхрофазотрон с жесткой фокусировкой на 28 ГэВ (ЦЕРН). – Н.Г. Басов, Б.М. Вуд и Ю.М. Попов выдвинули идею полупроводникового лазера. – А.С. Боровик-Романов открыл пьезомагнитный эффект, предсказанный в 1957 И.Е. Дзялошинским. – Д.Н. Астров открыл магнитоэлектрический эффект, предсказанный в этом же году Л.Д. Ландау, И.Е. Дзялошинским и Е.М. Лифшицем. – Предложены мазеры на циклотронном резонансе (А. В. Гапонов-Грехов, Ю. Шнайдер). – Построение теории кинетических, релаксационных и высокочастотных процессов в ферродиелектриках (А.И. Ахиезер, В.Г. Барьяхтар, С.В. Пелетминский).
1959	<ul style="list-style-type: none"> – Разработана общая теория ван-дер-ваальсовых сил в конденсированных средах (Е.М. Лифшиц, И.Е. Дзялошинский, Л.П. Питаевский). – Спущен на воду первый атомный ледокол “Ленин”, осуществивший в 1960 первый рейс по Северному морскому пути (А.П. Александров). – Создан первый экспериментальный МГД-генератор мощностью 11,5 кВт.
1960	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт антисигма-нуль-гиперон (Дж. Баттон, Ф. Эберхард, Г. Линч, Б. Маглич, Дж. Калбфлейш, Дж. Ланутти, Л. Стивенсон). – Открыт анти-сигма-плюс-гиперон (Э. Амальди, К. Костаньоли, А. Манфреддини). – Открыт анти-сигма-минус-гиперон (В.И. Векслер, И.В. Чувило и др.). – Массовое открытие резонансов (Л. Альварес). Первую резонансную частицу – пион-нуклонный резонанс – наблюдали еще в 1952 Э. Ферми и Г. Андерсон. – Дано экспериментальное доказательство закона сохранения изоспина в сильных взаимодействиях (А. Крю, Д. Хартинг). – Предсказана двухпротонная радиоактивность (В.И. Гольданский). – Получено прямое доказательство образования мюония в аргонном газе (В. Юз и др.). – Получено первое доказательство существования ядерных молекул (Э. Алмквист, Дж. Кюннер (Кухнер), Д. Бромли). – Дж. Сакураи разработал теорию векторных компенсирующих полей – первую феноменологическую калибровочную теорию SU(2) x U(1), в которой предсказал существование двух изоскалярных и изовекторных триплетов мезонов. – Стал в строй протонный синхрофазотрон с жесткой фокусировкой на 33 ГэВ (Брукхейвен). – Открытие в тонких пленках цилиндрических магнитных доменов – “баблов” (К. Кой, В. Энц, Я. Кацер, Р. Гемперле). В 1967 А. Бобек предложил их использовать для передачи и записи информации в ЭВМ. – Создан водородный мазер, получивший широкое применение в качестве стандарта частоты (Н. Рамзей).
1960-61	Положено начало лазерной спектроскопии (А. Шавлов , Н. Бломберген).
1960	<ul style="list-style-type: none"> – Запущен импульсный реактор на быстрых нейтронах ИБР-1 (Д.И. Блохинцев). – Создан лазер на кристалле рубина (Т. Мейман).

	<ul style="list-style-type: none"> – Создан газовый (гелий-неоновый) лазер (А. Джаван, У.Р. Беннетт, Д. Херриотт (Эрриот)). – В Дубне запущен ускоритель тяжелых ионов, позволяющий получать интенсивные пучки ускоренных ионов вплоть до ионов аргона ($Z = 18$) (Г.Н. Флеров). – Б.Б. Кадомцев и А.В. Недоспасов построили теорию винтовой неустойчивости в слабо ионизированной плазме газового разряда (теория Кадомцева – Недоспанова). – Обнаружение гравитационного красного смещения в лабораторных условиях (Р. Паунд, Дж. Ребка). – А. Джайвер (Живер) открыл туннелирование тока из сверхпроводника через изоляционный барьер в другой металл и создал сверхпроводящий туннельный диод. – А.А. Абрикосов и Л.П. Горьков разработали теорию сверхпроводников с примесью магнитных атомов и предсказали явление бесцелевой проводимости, открытое в 1962 Ф. Рейфом в М. Волфом. – Предсказание И. М. Лифшицем квантового циклотронного резонанса. – Открытие геликонов в плазме твердого тела (П. Эгрэн, О. В. Константинов, В.И. Перель).
1961	<ul style="list-style-type: none"> – М. Гелл-Манн и Ю. Нееман выдвинули гипотезу, согласно которой все сильно взаимодействующие частицы и их взаимодействия удовлетворяют SU(3)-симметрии, и предложили схему классификации сильно взаимодействующих частиц – “восьмеричный путь” (модель Гелл-Манна – Неемана). – Открыты векторные мезоны: омега-мезон (Л. Альварес, А. Розенфельд, Э. Певзнер, Б. Маглич), ро-мезон (А. Эрвин), эта-мезон (Э. Певзнер). – Открыт анти K^0-мезон (В. Фитч). – Дж. Голдстоун, используя идею спонтанного нарушения симметрии, ввел гипотетическую безмассовую частицу (голдстоуновский бозон) и сформулировал теорему, важную для определения типа нарушения симметрии (теорема Голдстоуна). Общее математическое доказательство ее дали в 1962 Дж. Голдстоун, А. Салам и С. Вайнберг. – Дж. Чу выдвинул гипотезу бутстрапа. – 12 апреля впервые осуществлен успешный полет человека в космос на пилотируемом космическом корабле “Восток-1” (Ю.А. Гагарин). – Выдвинут принцип автокоррекции, положенный в основу кибернетического ускорителя на 1000 ГэВ (А. Л. Минц). – Открыт эффект удвоения частоты света в кристаллах – генерация второй гармоники света (превращения красного света рубинового лазера в ультрафиолетовый после прохождения через кристалл кварца) (П. Франкен), что знаменовало рождение нелинейной оптики. Впервые нелинейный эффект в оптике обнаружили еще в 1923 С. И. Вавилов и В. Л. Левшин. – Открытие двухфотонного поглощения света (В. Кайзер, Ч. Гаррет). – Установлено явление аномального увеличения сопротивления и турбулентного нагрева плазмы электрическим током (Е. К. Завойский, Л. И. Рудаков, Я. Б. Файнберг и др.).
1961	<ul style="list-style-type: none"> – Выдвинута идея получения высокотемпературной плазмы с помощью сфокусированного излучения лазера (лазерный термоядерный синтез) (Н.Г. Басов, О. Н. Крохин). – Экспериментальное подтверждение явления квантования магнитного потока, захватываемого в тонкий сверхпроводящий цилиндр (Б. Диавер и У. Фэрбенк, Р. Долл).

	<p>и М. Небауэр). Предсказано в 1950 Ф. Лондоном</p> <p>– Предсказание магнито-фононного резонанса (В. Л. Гуревич, Ю. А. Фирсов, М. И. Клингер). Открыт в 1963 С.М. Пури и Т. Джебалле.</p> <p>– Л.А. Ривлин впервые рассмотрел принципиальную возможность осуществления лазера на ядерных гамма-переходах – гамма-лазера, или газера.</p> <p>– Предсказание Г.А. Аскарьяном эффекта самофокусировки электромагнитных лучей. В 1966 он теоретически установил самофокусировку звуковых, ультразвуковых и гиперзвуковых лучей.</p> <p>– Открытие магнитных полупроводников.</p> <p>– Разработана скалярно тензорная теория гравитации (Р. Дикке, К. Бранс).</p> <p>– Созданы мощные сверхпроводящие магниты (Дж. Кюнцлер).</p> <p>– Получен первый сегнетомагнетик (Г.А. Смоленский).</p> <p>– Обнаружен эффект усиления ультразвуковых волн в кристаллах (А. Хатсон, Дж. Макфи, Д. Уайт).</p>
1962	<p>– Открыт анти-кси-минус-гиперон (Х. Барди, Б. Кульвик, У. Б. Фаулер и др.).</p> <p>– Экспериментально доказано существование двух типов нейтрино – электронного и мюонного (Л. Ледерман, М. Шварц, Дж. Штейнбергер).</p> <p>– Установлен закон сохранения векторного тока в слабых взаимодействиях (Ю. Д. Прокошкин). Открыт также Ц. Ву. Теоретически обоснован в 1955 Я. Б. Зельдовичем и С. С. Герштейном.</p> <p>– Открыто явление спонтанного деления атомных ядер, находящихся в нестабильном состоянии (Г. Н. Флеров и др.).</p> <p>– Предсказание М. Гелл-Манном омега-минус-гиперона.</p> <p>– Открыто явление испускания запаздывающих протонов (В. А. Карнаухова, Г. М. Тер-Акопян, В. Г. Субботин).</p> <p>– Создание поляризованной протонной мишени (А. Абрагам).</p> <p>– Создан полупроводниковый лазер (Б. Лэкс, У. Думке, М. Нэтен и др.), предложенный в 1959 советскими учеными. В 1963 полупроводниковый лазер построен и в СССР (Б. М. Вул и др.).</p> <p>– Осуществлено смешение излучения от двух разных лазеров (П. Франкен).</p> <p>– Создан лазер с модулированной добротностью, дающий гигантские импульсы света (Ф. Мак-Кланг, Р. Хеллуорт).</p> <p>– Выдвинут и разработан принцип параметрического усиления и генерации электромагнитных волн в оптическом диапазоне (С. А. Ахманов, Р. В. Хохлов, Р. Кингстон, Н. Кролл).</p> <p>– Открытие вынужденного комбинационного рассеяния света (Э. Вудбери, У. Нг). Теорию его разработал в этом же году Н. Бломберген и в 1963 Р. В. Хохлов.</p> <p>– Ю. М. Денисюк предложил выполнять голографические записи в толстослойных фотографических эмульсиях (голограммы Денисюка). Изображения, полученные при помощи этих голограмм, обладают объемностью и цветностью.</p> <p>– Б. Джозефсон предсказал новый вид туннелирования (джозефсоновское туннелирование) и ряд эффектов, связанных с ним.</p> <p>– Наблюдение бесщелевой сверхпроводимости, обусловленной наличием магнитных примесей (Ф. Рейф (Райф), М. Волф), предсказанной в 1960 А.А. Абрикосовым и Л.П. Горьковым.</p>
1962-64	<p>– Использование в голографии лазерного излучения, значительно расширившего возможности применения голограмм, создание оптической голографии (Э. Лейт, Дж. Упатниекс).</p>

1963	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт анти-кси-нуль-гиперон (С. Белти, С. Сендвайс, Х. Тафт, Б. Кульвик, У. Б. Фаулер). – Экспериментально установлено явление двойной перезарядки пионов (С. А. Бунятов, В. М. Сидоров, Ю. А. Батусов, В. А. Ярба). – Н. Кабиббо распространил теорию слабого взаимодействия V-A на процессы с участием странных частиц (теория Кабиббо). – Открыты двойные гиперядра (М. Даныш, Е. Пневский). – Открыто явление оптического пробоя газа (П. Мейкер, Р. Терхьюн, К. Сэвидж). В 1967 Н.Г. Басов с сотрудниками впервые наблюдал искру двухметровой длины (протяженный оптический пробой), инициированную при помощи неодимового лазера, в 1976 была получена искра длиной более 60 м. – Открыт светогидравлический эффект – явление возникновения гидравлического ударного импульса при поглощении внутри жидкости светового луча квантового генератора (А.М. Прохоров, Г.А. Аскарьян, Г. П. Шипуло). – Определение с высокой точностью g-фактора электрона (Д. Уилкинсон, Г. Крейн). – Обнаружен эффект каналирования частиц в кристаллах (Р. Нельсон, М. Томпсон). – Предсказана дрейфово-циклотронная неустойчивость плазмы (А. Б. Михайловский, А. В. Тимофеев). В 1966 рассмотрена Р. Постом и М. Розенблютом. – Ф. Андерсон и Дж. Роуэлл экспериментально обнаружили стационарный эффект Джозефсона. – Дж. Ганн открыл явление генерации СВЧ излучения кристаллами арсенида галлия и фосфата индия в сильных электрических полях (эффект Ганна). – Открыто возникновение холодной эмиссии электронов при пропускании тока через тонкие металлические пленки с островной структурой (П.Г. Борзяк, О.Г. Сарбей, Р.Д. Федорович). – Экспериментальное наблюдение магнитофонного резонанса (С.М. Пури и Т. Джебалле). Предсказан в 1961 В. Л. Гуревичем, Ю. А. Фирсовым, М. И. Клиngerом. – Б. Г. Лазарев открыл фазовый переход 2½-го рода, предсказанный в 1960 И. М. Лифшицем.
1963-65	<ul style="list-style-type: none"> – Сооружены первые ускорители на встречных пучках (Г.И. Будкер и др.).
1963-66	<ul style="list-style-type: none"> – Синтезирован ряд изотопов 102-го элемента (Г. Н. Флеров).
1964	<ul style="list-style-type: none"> – Открыт омега-минус-гиперон (Н. Самиос и др.), предсказанный в 1962 М. Гелл-Манном. – Выдвинута гипотеза кварков (М. Гелл-Манн, Дж. Цвейг). – П. Хиггс предложил механизм “появления” масс у векторных бозонов в результате спонтанного нарушения симметрии (механизм Хиггса). В 1967 это сделал также Т. Киббл. Механизм Хиггса является основой теории калибровочных полей. – Экспериментально обнаружено несохранение комбинированной четности в распаде $K^0_2 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ (нарушение СР-инвариантности) (Дж. Кристенсон, Дж. Кронин, В. Фитч, Р. Тарлей). – Синтезирован 104-ый элемент – курчатовий (Г. Н. Флеров). – Введение нового квантового числа – очарования, или чарма (Дж. Бьёркен, Ш. Глэшоу). – Экспериментально доказано существование слабого взаимодействия между нуклонами в ядре, не сохраняющем пространственную четность (Ю. Г. Абов, П. А. Крупчицкий, В. М. Лобашев). – 14 августа вступила в строй первая в мире ядерная установка “Ромашка” с

	<p>непосредственным превращением ядерной энергии в электрическую (М. Д. Миллионщиков).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Создан лазер на углекислом газе – молекулярный лазер (К. Пател). – Создан ионный лазер (У. Бриджес и др.). – Экспериментальное открытие нестационарного эффекта Джозефсона – наблюдение джозефсоновского электромагнитного излучения (И. К. Янсон, В. М. Свистунов, И. М. Дмитренко). Этот эффект в 1965 наблюдал также А. Джайевер (Живер). – Открыт акустомагнетоэлектрический эффект (А. А. Гринберг, Н.И. Крамер, Э.М. Эпштейн, Ю. В. Гуляев, А.П. Королук, В.Ф. Рой). – Открытие И. К. Кикоиным фотопьезоэлектрического эффекта. – Открытие эффекта фотонного эха (Н. Курнит и др.). – Р. Дике произвел экспериментальную проверку принципа эквивалентности с точностью до 10^{-11}. – Открытие вынужденного рассеяния Бриллюэна – Мандельштама (Ч. Таунс, Б. Стойчев, Р. Чиао). – Построена теория эффекта Кондо (Д. Кондо). – Открыт эффект вынужденного двулучепреломления в жидкостях (Ф. Жир, Дж. Мейер). Предсказан в 1958 А. Пекарой и С. Келихом. – У. Куном и Ф. Люти предсказан параэлектрический резонанс, открытый в 1966 У. Броном, Р.В. Дрейфусом и др.
1964-65	<ul style="list-style-type: none"> – Введено новое квантовое число – цвет (Н. Н. Боголюбов, Б. В. Струминский, А. Н. Тавхелидзе, Й. Намбу, М. Хан, Й. Миямото, О. Гринберг). – А. Пайс, Л. Радикати и Ф. Гюрсей предложили схему SU(6)-симметрии. – Дж. Строук разработал голографию Фурье и заложил основы голографической спектроскопии.
1964-67	<ul style="list-style-type: none"> – Доказано в экспериментах что мюонное нейтрино и мюонное антинейтрино – различные частицы.
1965	<ul style="list-style-type: none"> – Открыто реликтовое излучение – остаточное излучение “молодой” Вселенной на ранней стадии ее эволюции (А. Пензиас, Р. В. Вильсон). – Осуществлено превращение гамма-кванта высокой энергии в пару “протон – антипротон”. – М. Хан и Й. Намбу построили схему сильных взаимодействий, основанную на трех триплетах кварков с целочисленными зарядами (модель Хана – Намбу). – Синтезировано первое антиядро (антидейтрон), представляющее собой связанное состояние антипротона и антинейтрона (Л. Ледерман). – Синтезирован изотоп $^{256}_{103}$ (Г. Н. Флеров). – Создан химический лазер (Дж. Каспер, Дж. Паиментел). – Созданы параметрические генераторы света, перестраиваемые по частоте (С. А. Ахманов, Р. В. Хохлов и др.). – Открыто явление самофокусировки световых пучков (Н. Ф. Пилипецкий, А. Р. Рустамов). – Наблюдение спин-магнитофонного резонанса (И. М. Цидильковский, М. М. Аксельрод, Вл. И. Соколов). – Обнаружен обратный эффект Фарадея – возникновение намагниченности у прозрачного тела, находящегося в пучке интенсивного циркулярно-поляризованного излучения (Дж. Халл и др.). – Наблюдение туннелирования с участием фононов (И. Голдстейн, Б. Абелес, Э. Лэкс,

	<p>Ф. Вернон).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ю. В. Шарвин открыл динамическое промежуточное состояние сверхпроводников. – Созданы сверхпроводящие переходы Джозефсона (Д. Лангенберг и др.). – Х. Когельник разработал голографический метод записи и восстановления волнового фронта.
1965-70	– Доказательство существования во Вселенной сингулярностей (Р. Пенроуз , С. Хокинг).
1966	<ul style="list-style-type: none"> – Й. Намбу в рамках модели целозаряженных кварков ввел цветное взаимодействие и положил начало квантовой хромодинамике. Дальнейшее развитие она получила в работах М. Гелл-Манна, С. Вайнберга и др. – В. М. Струтинский теоретически установил явление образования сильно деформированных тяжелых ядер в квазистационарном состоянии. – В Станфорде вступил в строй линейный ускоритель электронов на энергию 22 ГэВ (В. Пановский). – А. М. Прохоров построил новый тип мощного газового лазера – газодинамический лазер. – Создан лазер ультракоротких импульсов света длительностью 10^{-12} секунд (А. Де-Мариа, Д. Стетсер, Г. Хейнау). – Создание лазера на красителях (П. Сорокин, Дж. Ланкард). – Обнаружение эффекта спиновой памяти (К. Андерсон, З. Сабиский). – Наблюдение паразлектрического резонанса (дипольных молекул) (У. Брон, Р. Дрейфус и др.). Предсказан в 1964 У. Куном и Ф. Люти .
1967	<ul style="list-style-type: none"> – С. Вайнберг (независимо от А. Салама, 1968) разработал объединенную теорию слабого и электромагнитного взаимодействий (теория Вайнберга – Салама). – Введение в рассмотрение нового класса множественных процессов – инклюзивных реакций (А. А. Логунов, Нгуен Ван Хьеу). – Вступил в строй протонный синхрофазотрон с жесткой фокусировкой на 76 ГэВ (г. Серпухов). – Н. Рамзей определил электрический дипольный момент нейтрона. – Обнаружение пионных и каонных мезоатомов. – Вступила в строй советская термоядерная установка стеллараторного типа “Ураган”. – Открытие фотопластического эффекта (Ю. А. Осипьян, И. Б. Савченко). – Ф. Андерсон, основываясь на представлениях о виртуальных связанных состояниях, предложил модель локальных моментов в металлах (модель Андерсона). – Открытие пульсаров (А. Хьюиш, Ж. Белл). – С. Мак-Коллом и Э. Ханом наблюдалось явление самоиндуцированной прозрачности, предсказанное ими же в 1965.
1967-68	– Разработана неоклассическая теория переноса тепла и частиц в плазме, удерживаемой в тороидальных магнитных ловушках (Р. З. Сагдеев , А. А. Галеев).
1968	<ul style="list-style-type: none"> – Получение ультрахолодных нейтронов (Ф. Л. Шапиро). – На установке “Токамак-4” зарегистрированы первые термоядерные нейтроны (Л. А. Арцимович). – Зафиксировано возникновение нейтронов от плазмы, полученной при воздействии луча лазера на твердую мишень из дейтерида лития (Н. Г. Басов). – Е. К. Завойский указал на возможность осуществления термоядерного синтеза с

	<p>помощью релятивистских электронных пучков (независимо эту идею выдвинул также У. Х. Беннет).</p> <p>– Сформулирована концепция дуальности в физике элементарных частиц (Д. Хорц и др.).</p> <p>– Л. В. Келдыш предсказал конденсацию экситонов с образованием электронно-дырочных капель.</p> <p>– Показано, что пульсары являются вращающимися нейтронными звездами (Т. Голд).</p>
1969	<p>– Разработка Р. Фейнманом партонной модели нуклона.</p> <p>– Осуществлена высадка человека на Луну. 21 июля космонавты космического корабля "Аполлон-11" Н. Армстронг и Э. Олдрин впервые ступили на лунный грунт.</p> <p>– Ю. Швингер выдвинул гипотезу дионов.</p> <p>– Экспериментально установлена масштабная инвариантность процессов сильного взаимодействия при высоких энергиях (А. А. Логунов, Ю. Д. Прокошкин; Э. Блум). Масштабная инвариантность, или скейлинг, предложена независимо Дж. Бёркеном и Р. Фейнманом.</p> <p>– Обнаружен гамма-магнитный резонанс (Л. Пфайфер и др.).</p> <p>– И. М. Лифшиц и А. Ф. Андреев развили представления о новых типах кристаллов – квантовых.</p> <p>– Введение примесонов, или волн флуктуации массы, и предсказание квантовой диффузии в квантовых кристаллах (И. М. Лифшиц, А. Ф. Андреев).</p>
1970	<p>– Ш. Глэшоу, Дж. Илиопулос и Л. Майани модифицировали теорию слабого и электромагнитного взаимодействия Вайнберга – Салама, включив в нее очарованные кварки, и построили схемы для представления семейств адронов в супермультиплетях.</p> <p>– Предсказание двухфотонных резонансов (В. П. Чеботаев).</p> <p>– Получены убедительные доказательства образования гиперонных и антипротонных атомов (Г. Бакенштосс).</p> <p>– Обнаружена протонная радиоактивность (Дж. Черны), предсказанная Б. С. Джелеповым.</p> <p>– А. Абрагам и др. впервые наблюдали ядерное антиферромагнитное состояние.</p> <p>– Экспериментально установлено образование и распад ядер антигелия-3 (Ю. Д. Прокошкин).</p> <p>– Получено прямое экспериментальное доказательство о внутренней структуре протона, проявляющейся при взаимодействии с электронами.</p> <p>– Синтезирован 105-й элемент (Г. Н. Флеров).</p> <p>– Наблюдение отдельных атомов при помощи сканирующего электронного микроскопа.</p> <p>– Обнаружена термодинамически устойчивая доменная структура в антиферромагнетиках (В. Г. Барьяхтар, А. А. Галкин, В. В. Еременко).</p>
1971	<p>– Открыт анти-омега-гиперон (А. Файстоун и др.).</p> <p>– Г. т'Хоофт дал первое доказательство перенормируемости спонтанно нарушенной неабелевой калибровочной теории. В 1972 это доказательство завершено Г. т'Хоофом, М. Велтманом, Б. Ли и Ж. Зинн-Жюстеном.</p> <p>– Экспериментально установлена закономерность в энергетической зависимости полных сечений сильных взаимодействий – серпуховский эффект (Ю. Д. Прокошкин и др.).</p> <p>– Вступил в строй ускоритель на встречных pp-пучках на энергию 31 ГэВ (Женева).</p> <p>– Ш. Д. Какичавили экспериментально обнаружено явление воспроизведения картины электромагнитного поля, теоретически обосновано им же в 1973. Лежит в основе</p>

	<p>поляризационной голографии.</p> <p>– Открыт эффект необратимого индуцирования новых магнитных состояний сильным магнитным полем (А. А. Галкин, Э. А. Завадский).</p>
1972	<p>– Вступил в строй протонный синхротрон в Батавии (ФНАЛ) на 200 ГэВ (Р. Р. Вильсон). В 1976 энергия ускоряемых протонов была повышена до 500 ГэВ.</p> <p>– Обнаружение квантовой диффузии в квантовых кристаллах (В. Н. Григорьев и Б. Н. Есельсон, М. Ричардс, Дж. Поуп и А. Вайдем).</p> <p>– К. Вильсон, применив к исследованию критических явлений в статистической физике метод ренормализованной группы, построил их теорию.</p> <p>– Открытие сверхтекучести ^3He (Д. Ошерофф, Р. Ричардсон, Д. Ли). Предсказана в 1958 Л. П. Питаевским.</p>
1972-74	<p>– Введена концепция суперсимметрии (Д. В. Волков, Б. Зумино и др.).</p> <p>– Предложены модели сильного, электромагнитного и слабого взаимодействий (Дж. Пэти, А. Салам, Г. Джорджи, Ш. Глэшоу, Л. В. Прохоров).</p>
1973	<p>– Выдвинута гипотеза глюонов (М. Гелл-Манн, С. Вайнберг, А. Салам и др.).</p> <p>– Открытие нейтральных токов (Ф. Хазерт и др.). Предсказывались в 1937 Дж. Гамовым, Э. Теллером, Н. Кеммером и Г. Вентцелем и в 1958 С. Бладменом и Ж. Лейте-Лопесом.</p> <p>– Обнаружение димюонных событий – событий с двумя мюонами и нейтрино в конечном состоянии, возникающих при взаимодействии мюонного нейтрино с нейтроном (ФНАЛ).</p> <p>– Наблюдение рассеяния мюонного антинейтрино на электроны.</p> <p>– Д. Политцер, Д. Гросс и Ф. Вильчек открыли, что в некоторых калибровочно-инвариантных теориях поля напряженность сильных взаимодействий при данной энергии уменьшается с ростом энергии (явление асимптотической свободы), положив начало созданию квантовой хромодинамики (теории взаимодействия кварков).</p> <p>– Создан сверхпроводник с наивысшей критической температурой сверхпроводящего перехода $T_c \approx 23\text{ K}$ (Nb_3Ge).</p>
1974	<p>– Открытие пси-частиц (J/ψ-мезонов) (С. Тинг, Б. Рихтер). Представляют связанные состояния очарованного кварка со своим антикварком.</p> <p>– Синтезирован 106-й элемент (Г. Н. Флеров).</p> <p>– Синтезированы ядра антитрития.</p> <p>– Открыты квазидра, состоящие из связанных нуклонов и антинуклонов. Предсказаны в 1970 И. С. Шاپиро.</p> <p>– А. М. Балдин обнаружил кумулятивный эффект при столкновении релятивистских ядер.</p> <p>– С. Хокинг предсказал явление квантового рождения частиц в черных дырах (эффект Хокинга).</p>
1975	<p>– Предсказан чармоний – связанная система из очарованных кварка и антикварка (Т. Appelquist, Д. Политцер, Ш. Глэшоу, А. де Рухула). Физической реализацией его являются пси-частицы.</p> <p>– Открыт тяжелый лептон – тау-лептон (М. Перл).</p> <p>– Открытие лептонных нейтрино и антинейтрино (М. Перл).</p> <p>– Открытие адронных струй в e^+e^--аннигиляции – узких пучков адронов, возникающих</p>

	<p>при “фрагментации” кварков в процессе $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ (Г. Хансон и др.), что служит косвенным подтверждением существования кварков.</p> <p>– Введены в строй термоядерные установки нового поколения “Токамак-10” и PLT.</p>
1976	<p>– Открытие очарованных барионов и антибарионов.</p> <p>– Открытие очарованных нейтральных и заряженных D-мезонов, состоящих из очарованного кварка и нестранных антикварков (Г. Гольдхабер и др.).</p> <p>– Получены данные о синтезе 107-го элемента (Г. Н. Флеров).</p> <p>– М. Шварц открыл пионий – связанное состояние e^+e^-.</p> <p>– Вступил в строй протонный синхротрон SPS на 400 ГэВ (Женева).</p>
1977	<p>– Открытие ипсилон-частицы (Л. Ледерман). Группа экспериментаторов (S. Herb, D. Hom, H. Sens, D. Snyder, J. Yoh, J. Appel, B. Brown, C. Brown, W. Innes, K. Ueno, T. Yamanouchi, A. Ito, Hans Jostlein, D. Kaplan, R. Kephart) во главе с Л. Ледерманом обнаружила ипсилон-мезон - связанное состояние (b и анти-b)-кварков.</p> <p>– Открытие очарованных F-мезонов, состоящих из очарованного кварка и странного антикварка (Р. Бранделик и др.).</p> <p>– Наблюдение несохранения четности в атомах и слабого взаимодействия электронов с нуклонами, обусловленного нейтральными токами (Л. М. Барков, М.С. Золоторёв).</p> <p>– Вступил в строй ускоритель на встречных ее-пучках PETRA на энергию 19 ГэВ (Гамбург).</p> <p>– Е.С. Фрадкин провел квантование и получил матрицу рассеяния для супергравитации</p> <p>– Б. Ли и С. Вайнберг вычислил границу массы нейтрино (граница Ли - Вайнберга), что дало возможность оценить количество тёмной материи.</p> <p>– А.А. Галкин открыл доплерон-фононный резонанс в кадмии и молибдене</p> <p>– В.В. Ерёмченко обнаружил и изучил рассеяние света на параметрических спиновых волнах, генерируемых при нелинейном ферромагнитном резонансе.</p> <p>– М. Велтман предсказал массу топ-кварка.</p> <p>– Э. Теллер предсказал образование кристаллов в плотной плазме (впервые наблюдались В.Е. Фортовым, А.П. Нефёдовым и др. в 1997).</p>
1978	<p>– Г. Рорер с сотр. предложил новый подход к исследованию поверхности на основе эффекта туннелирования, что привело к созданию сканирующего туннельного микроскопа.</p> <p>– Л.А. Прозорова обнаружила взаимодействие магнонов между собой.</p> <p>– А.А. Абрикосов выдвинул идею о высокотемпературной сверхпроводимости кристаллической экситонной фазы с тяжелыми дырками — «металлического экситония».</p> <p>– Б.В. Чириков решил задачу Будкера о длительном удержании заряженной частицы в адиабатической ловушке.</p> <p>– Г.Е. Воловик и И.Е. Дзялошинский разработали калибровочные теории спиновых стекол.</p>
1979	<p>– Открытие глюонных струй в e^+e^--аннигиляции на установке PETRA, возникающих в результате адронной фрагментации глюонов в процессах $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ и $Y \rightarrow 3g$ (К. Бергер, Т. Ньюман, Г. Вольф). Получение косвенного подтверждения существования глюонов –</p>

	<p>переносчиков сильного взаимодействия между кварками.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Б.В. Чириков совм. с др. открыл явление динамической локализации волновых пакетов. – Б.В. Чириков решил задачу Пуанкаре о размере хаотического слоя в окрестности сепаратрисы нелинейного резонанса. – М. Берри и Н. Балаш предсказали возможность реального получения искривленных световых лучей (лучей Эйри). – Р. Пенроуз выдвинул гипотезу т.н. сильного самоконтроля (strong censorship hypothesis). В 1969 он предложил слабый самоконтроль. – А. Шавлов предложил метод внутридоплеровской двухфотонной оптогальванической спектроскопии. – Н. Изгур и Г. Карл предложили кварковую модель протона и нейтрона, ставшую стандартной.
1979 - 89	<ul style="list-style-type: none"> – Ж. Шарпак разработал многоступенчатые лавинные камеры.
1980	<ul style="list-style-type: none"> – Получены указания на наличие у нейтрино ненулевой массы покоя (В. А. Любимов, Е. Г. Новиков, В. З. Нозик, Е. Ф. Третьяков, В. С. Козик). – К. Клитцинг открыл целочисленный квантовый эффект Холла. – И.Б. Хрипович предложил оптический эксперимент, который привел к открытию анапольного момента ядра, нарушающего четность.
1981	<ul style="list-style-type: none"> – Получены первые данные о существовании “прелестных” частиц. – В ЦЕРНе вступили в строй первые установки со встречными протон-антипротонными пучками на 62 и 600 ГэВ. – Д. Цуи (Тсуи), Х. Штермер и А. Госсард открыли дробный квантовый эффект Холла. – В.А. Рубаков сформулировал представление о монопольном катализе распада протона в теориях большого объединения. – Б.В. Чириков предсказал модуляционную диффузию – новый важный тип слабой диффузии в колебательных системах – Б.В. Чириков показал, что уравнения длинноволнового классического калибровочного поля типа Янга-Милса в общем случае неинтегрируемы – А.Д. Линде предложил первый вариант нового сценария раздувающейся Вселенной.. – Ю.В. Шарвин провел пионерские эксперименты по наблюдению электронной интерференции в неупорядоченных пленках нормальных металлов. – Г. Бинниг и Г. Рорер впервые успешно опробовали туннелирующий микроскоп. – А.Г. Аронов, Б.Л. Альтшулер и Д.Е. Хмельницкий исследовали декогеренцию электронов в режиме слабой локализации за счет электрон-электронного взаимодействия, и обнаружил, что для различных временных масштабов декогеренция (дефазировка) времени и времени релаксации, существуют в одном и двух измерениях. (В трех измерениях, подобные временные шкалы совпадают). – А.Н. Лебедев предложил и экспериментально подтвердил метод генерации килоамперных пучков отрицательных ионов – Ф.В. Бункин с сотр. открыл обращение волнового фронта ультразвуковых пучков.
1982	<ul style="list-style-type: none"> – А.Р. Хохлов предложил теорию жидкокристаллического упорядочения в полимерных

	<p>растворах</p> <ul style="list-style-type: none"> – Л.А. Прозорова обнаружила взаимодействие магнонов с другими квазичастицами – Ч. Генри объяснил несоответствие ширины линии полупроводникового лазера теоретическому предсказанию А. Шавлов и Ч. Таунса (введя параметр, известный как фактор Генри). – Г.Е. Воловик соавт. обнаружил первые топологические дефекты в сверхтекучем ^3He – вихри с ферромагнитным ядром, затем в 1983 – вихрь скирмионов и др. – Б.Л. Иоффе и А.В. Смилга ввели в КХД понятие магнитной восприимчивости кваркового конденсата и показали, что эта характеристика определяет величину магнитных моментов барионов. – А.Д. Линде выдвинул идею хаотической инфляции.
1983	<ul style="list-style-type: none"> – В ЦЕРНе открыт промежуточный W-бозон (К. Руббиа и др.). К. Руббиа и С. ван дер Meer с коллаборацией CERN UA-1 открыли векторные бозоны W, Z. – Р. Лафлин ввёл коллективную волновую функцию электронного газа (функция Лафлина) для объяснения квантового эффекта Холла. – С. Арош наблюдал увеличение спонтанного излучения одного атома в резонаторной полости
1984	<ul style="list-style-type: none"> – Одновременно и независимо немецкими (Дармштадт, Г. Мюнценберг с сотр.) и российскими учеными (Дубна, Ю.Ц. Оганесян с сотр.) получен 108-й элемент. – Роуз (H.J. Rose) и Джонс (G.A. Jones) и независимо Д.В. Александров обнаружили кластерную радиоактивность (предсказана A. Sandulescu, D.N. Poenaru, and W. Greiner в 1980). – Г.Н. Фурсей с сотр. обнаружил эффект взрывной ионной эмиссии. – В.Ф. Гантмахер и И.Б. Левинсон объяснили особенности электрон-фононного рассеяния в полуметаллах – группой В.И. Огиевского разработан метод гармонических суперпространств. – Ф.В. Бункин предсказал и экспериментально обнаружил концентрационное самовоздействие света – Д. Шехтман опубликовал первую статью о квазикристаллах, впервые обнаруженных им 8 апреля 1982. – В. Книжник и Ал-др Б. Замолотчиков получили систему уравнений, представляющих собой набор дополнительных ограничений, которым удовлетворяют корреляционные функции в конформной теории поля (т.н. уравнения Книжника-Замолотчикова). – Ал-др Б. Замолотчиков доказал т.н. С-теорему в двумерной квантовой теории поля
1985	<ul style="list-style-type: none"> – Д.А. Варшавич и С. А. Левшаков впервые отождествили линии поглощения молекулярного водорода в спектре квазара, тем самым открыв наличие молекулярных облаков в галактиках с большим красным смещением. – В.А. Кузьмин, В.А. Рубаков и М. Е. Шапошников предсказали существование быстрых переходов с несохранением барионного числа в ранней Вселенной при высоких температурах. – Ф.В. Бункин открыл тепловую самоконцентрацию ультразвукового излучения в вязких

	жидкостях
1986	<p>– Х. Демельт совм. с У. Нагурнеем и Дж. Сандбергом экспериментально наблюдал квантовые скачки. Метод наблюдения был предложен им в 1975.</p> <p>– Й.Г. Беднорц и К.А. Мюллер открыли новый класс металлооксидных высокотемпературных сверхпроводников (Ba-Sr-Cu-O), работающих при послеазотных (77.3K) температурах.</p> <p>– А.А. Рогачёв с сотр. впервые создал эффективный инфракрасный лазер на гетеропереходе второго типа.</p> <p>– Б.Л. Иоффе предсказал, что обнаружение на опыте нечетных корреляций спинов и импульсов частиц означает нарушение зарядовой симметрии</p> <p>– А. Эшкин опубликовал первое описание оптического пленения диэлектрических частиц, создав световые ловушки («оптические пинцеты»)</p> <p>– П. Грюнберг открыл анти-ферромагнитную взаимосвязь в слоях железа и хрома.</p> <p>– Ф. Крауфорд идентифицировал первую сверхновую, обнаруженную автоматической поисковой системой Беркли.</p>
1986 - 87	<p>– И.С. Шапиро развил для ядерной материи (нейтронные звезды, тяжелые ядра) теорию триплетного куперовского спаривания с сильной спин-орбитальной связью, рассмотрев физические свойства различных сверхтекучих фаз и возможные их наблюдаемые проявления.</p>
1987	<p>– Немецкими учеными (Дармштадт, Г. Мюнценберг с сотр.) получен 109-й элемент.</p> <p>– под руководством М. Кошиба зарегистрированы космические нейтрино в процессе взрыва сверхновой 1987А, что явилось первым прямым экспериментальным доказательством теорий о процессах, происходящих при коллапсе звезды, в частности теории нейтринного охлаждения.</p> <p>– М.В. Данилов, А. Голутвин, Ю. Зайцев и др. обнаружили осцилляции нейтральных В-мезонов.</p> <p>– Х. Демельт точно измерил гиромагнитное отношение электрона и позитрона.</p> <p>– Ф. Андерсон первым объяснил, каким образом некоторые новые материалы могут достигнуть состояния сверхпроводимости при температурах значительно более высоких, чем те, которые применялись ранее.</p> <p>– А. Ферт и независимо, но чуть позже, П. Грюнберг открыли эффект гигантского магнетосопротивления, при помощи которого в конце 1990-х годов удалось резко увеличить ёмкость накопителей на жёстких магнитных дисках.</p>
1988	<p>– Я. Ааронов, Д. Альберт, Л. Вайдман предложили новый тип квантово-механических измерений — слабое измерение, которое позволяет с некоторой вероятностью измерять эволюцию волновой функции, не вызывая её возмущения.</p> <p>– Под руководством Н.А. Винокурова создан лазер на свободных электронах, работающий в ультрафиолетовом диапазоне длин волн.</p> <p>– Д. Халдан обнаружил, что топологический квантовый эффект Холла может проявляться в тонких слоях проводника даже без магнитного поля (экспериментально</p>

	<p>подтверждено в 2014).</p> <ul style="list-style-type: none"> – В. Филлипс получил при охлаждении атомов лазерным излучением температуру в шесть раз ниже предсказанного теоретически предела. – К. Торн совм. с др. показал, что построение машины времени не противоречит теориям, принятым в настоящее время научным сообществом. – Б.В. Чириковым предсказан и затем подтвержден численно новый механизм быстрой диффузии Арнольда, скорость которой зависит от параметра возмущения по степенному, а не экспоненциальному закону. – Я.П. Терлецкий развил термодинамику живых систем как теорию антидиссипативных процессов. – Ф.В. Бункин предсказал и экспериментально обнаружил светоиндуцированный спинодальный распад. – М.В. Волошин, М.А. Шифман предложили идею эффективной теории тяжелых кварков (HQET).
1989	<ul style="list-style-type: none"> – Измерения ширины резонанса Z-бозона показали, что существует три поколения лептонов и кварков – А.Р. Хохлов предложил теорию микрофазного расслоения в полиэлектролитах – И. Асаки с коллегами из Университета Нагоя продемонстрировали первый светодиод на основе GaN со слоем p-типа проводимости.
1989 - 90	<ul style="list-style-type: none"> – Н. Изгур и М. Вайз сформулировали эффективную теорию тяжелых кварков.
1990	<ul style="list-style-type: none"> – С. Накамура изобрел синий светодиод, исследуя пленки нитрида галлия, которые осаждал из металлорганических соединений. В 1992 синий светодиод на основе нитрида галлия продемонстрировал И. Асаки – Дж. Уилер высказал предположение, что информация является фундаментальной концепцией физики.
1991	<ul style="list-style-type: none"> – Наблюдение лазерно-стимулированной рекомбинации электрона и протона, приводящей к образованию атомов водорода (применение: атомная оптика, атомный лазер). – В.Б. Брагинский предсказал существование фундаментального резонансного трения, порожденного нулевыми электромагнитными флуктуациями
1992	<ul style="list-style-type: none"> – И. Асаки с коллегами создали синий светодиод на основе нитрида галлия со слоем p-типа проводимости. Этот светодиод излучал также в ультрафиолетовой области. Основана обсерватории LIGO, занимающейся регистрацией гравитационных волн (были зарегистрированы в 2016).
1995	<ul style="list-style-type: none"> – Получен новый тип вещества - конденсат идеального Бозе-газа (разреженный атомный газообразный щелочной металл) с применением экспериментальной техники магнитных ловушек, лазерного и испарительного охлаждения (Э. Корнелл, К. Виман и В. Кеттерле). – Открытие t-кварка (Лаборатория им. Э. Ферми). – Э. Виттен постулировал теорию мембран.

	– Получен новый тип вещества – конденсат идеального бозе-газа с применением техники магнитных ловушек, лазерного и испарительного охлаждения.
1996 – 1999	– Получение антиводорода (лаборатории ЦЕРН), синтез и исследование протония (атома, состоящего из протона и антипротона). Получение твердых тел регулярного строения методом молекулярного наслаивания. Наблюдение механического действия лазерного излучения.
1998	– Первое свидетельство осцилляции нейтрино, полученное при регистрации атмосферных мюонных нейтрино на установке Супер-Камиоканде (Япония). – А. Цайлингер, Ф. Мартини, Дж. Кимбл открыли квантовую телепортацию.
1990– 2000	– Российские, немецкие и американские ученые путем ядерного синтеза получили химические элементы с номерами 110, 111, 112, 114 и 116.
2000	– Первое наблюдение тау-нейтрино (Лаборатория им. Э. Ферми). – Получена кварк-глюонная плазма при столкновении ультрарелятивистских тяжелых ядер (ЦЕРН). – Создана подробная карта молодой Вселенной на основе реликтового излучения. – доказана возможность протекания электрического тока в сверхпроводящей петле одновременно в обоих направлениях. – демонстрация возможности функционирования квантовых компьютеров, не использующих такое свойства кубитов как неопределённость (entanglement).
2001	– Канадские ученые подтвердили, что солнечные нейтрино меняют сорт (“аромат”), по пути на Землю превращаясь в тау- и мюон-нейтрино (гипотеза нейтринных осцилляций). Успешный практический эксперимент по переводу вещества в сверхконденсированное состояние (конденсат Бозе-Эйнштейна) – получен конденсат из атомов гелия (Франция). – Измеренные в нейтринной лаборатории в Садбери потоки солнечных нейтрино (установка регистрировала нейтрино всех трех типов) оказались в хорошем согласии с результатами расчетов в рамках стандартной солнечной модели. Проблема солнечных нейтрино была решена. Одновременно были получены сильные аргументы в пользу гипотезы нейтринных осцилляций.
2002	– Эксперимент в канадской обсерватории подтвердил гипотезу нейтринных осцилляций, согласно которой “исчезающее” электронное нейтрино превращается в другие типы нейтрино по пути к Земле. Результаты подтверждены в конце года в Японии, где подземный датчик регистрирует антинейтрино от японских и южнокорейских ядерных реакторов. – J.Giovinazzo, Б. Бланк (и др.) и независимо М. Пфютцнер , E.Badura (и др.) открыли двухпротонную радиоактивность, предсказанную В.И. Гольданским в 1960.
2003	– Доказано, что все галактики и небесные тела отдаляются друг от друга с растущей скоростью, под действием т.н. «темной энергии».
2004	– Получение Д. Джин, М. Греинером и С. Регал фермионного конденсата (шестое

	состояние вещества) . – Экспериментальное подтверждение существования графена (А. Гейм , К. Новоселов)
2005	– Экспериментальное доказательство существования кварк-глюонной плазмы (RHIC). – Необратимые квантовые вычисления
2012	– Открытие бозона Хиггса (CERN, эксперименты ATLAS и CMS) – Фотонные молекулы открыты в Массачусетском технологическом институте
2014	– На LHCb открыты экзотические адроны
2016	– Команда LIGO зафиксировала гравитационные волны от слияния двух черных дыр
2017	– Коллаборация LIGO / Virgo наблюдала сигнал гравитационной волны GW170817, в котором одновременный наблюдался электромагнитный сигнал

[◀ ПЕРИОД СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ
\(с 1905\) ПЕРВЫЙ ЭТАП](#)

[Вверх](#)

[Юбилейные и памятные даты из
истории физики в 2012 г. ▶](#)