

ЛЕКЦИЯ 3. ФИЗИКА И ЕЕ МЕСТО В
СТРУКТУРЕ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЗНАНИЯ

1. Предмет физики и ее место в структуре естественнонаучного знания

- Физика - наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира. (Л.Д.Ландау).

- Классическая физика началась с **И.Ньютона** (XVII в), который последовательно **описал механические процессы движения и взаимодействия макроскопических тел на основе созданного им математического языка** (дифференциального и интегрального исчисления).

- В дальнейшем в предмет изучения физики входят **тепловые и электромагнитные процессы, возникает классическая термодинамика и классическая электродинамика.**

- Научная революция в физике начала
- XX в. приводит к появлению **релятивистской физики и физики и микромира**, что во многом делает физику лидером и своеобразным фундаментом в изучении природы современной наукой.

- Сегодня физика включает в себя такие отрасли как **атомная физика, ядерная физика, физика полупроводников и наноматериалов, термодинамика неравновесных процессов, космомикрфизика, физика процессов горения, взрыва, плазмы, физика взаимодействий (теория гравитации, квантовая хромодинамика).**

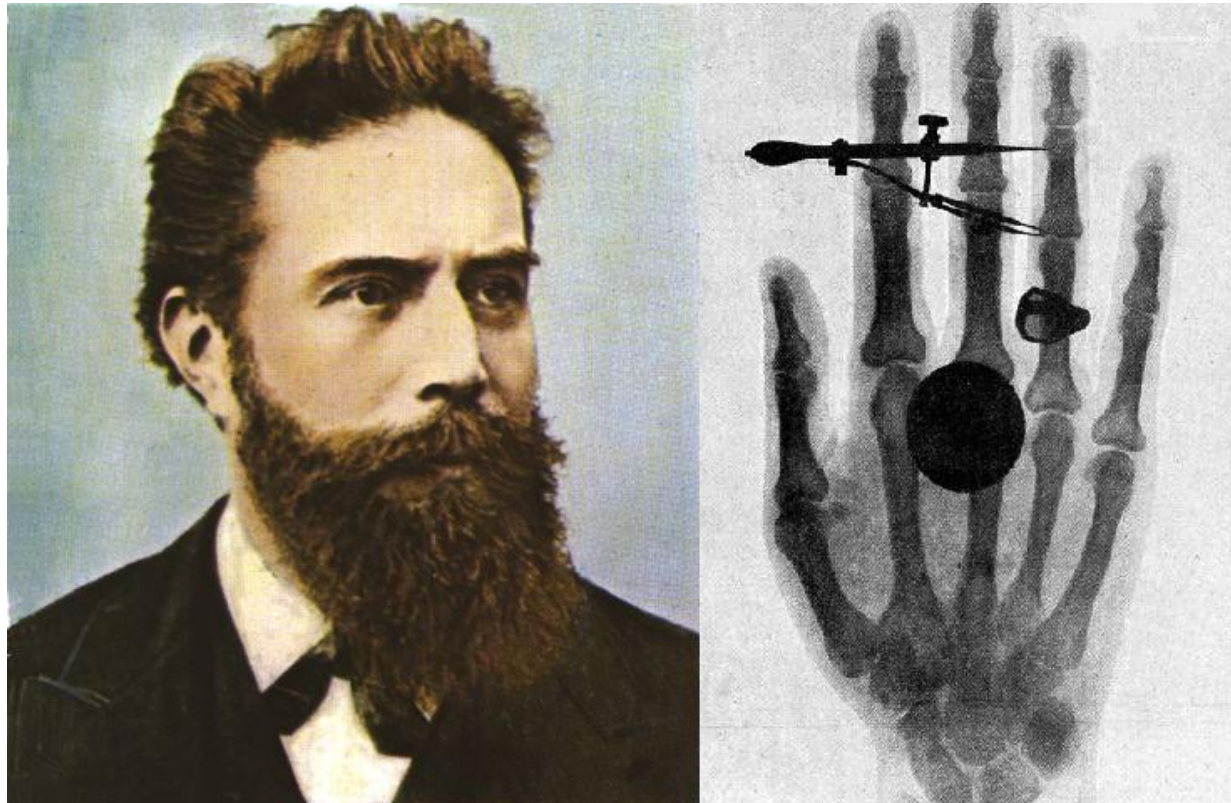
- На основе достижений физики XX в. стремительно развивается **техно-технологический базис современной цивилизации**, предполагающий использование **энергетических и информационных технологий, волоконной оптической связи, лазерных, полупроводниковых, нанотехнологии и др.**

2. Революция в естествознании на рубеже XIX-XX вв. и становление физики микромира

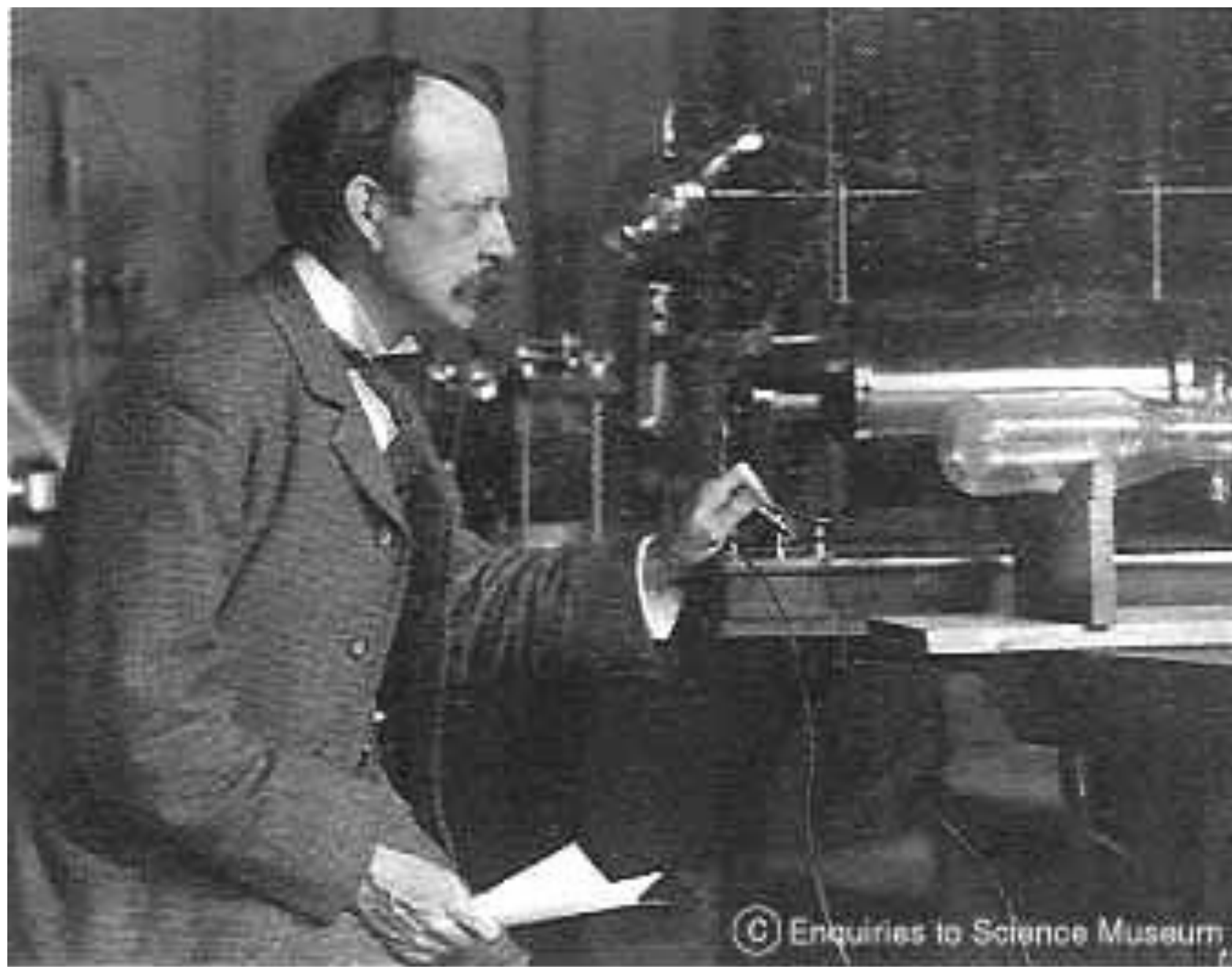
- В конце XIX в. большинство ученых склонялось к точке зрения, что **физическая картина мира, основанная на классической науке (и, прежде всего, физике) в основном построена и в дальнейшем не потребует существенных изменений.**

- Но на рубеже XIX- XX вв. в физике произошел ряд выдающихся открытий, положивших **начало изучения микро- и мега мира.**

- В 1895 г. В. К. Рентгеном были открыты таинственные «X-лучи». В 1896 г. А. Беккерель открыл явление естественной радиоактивности.

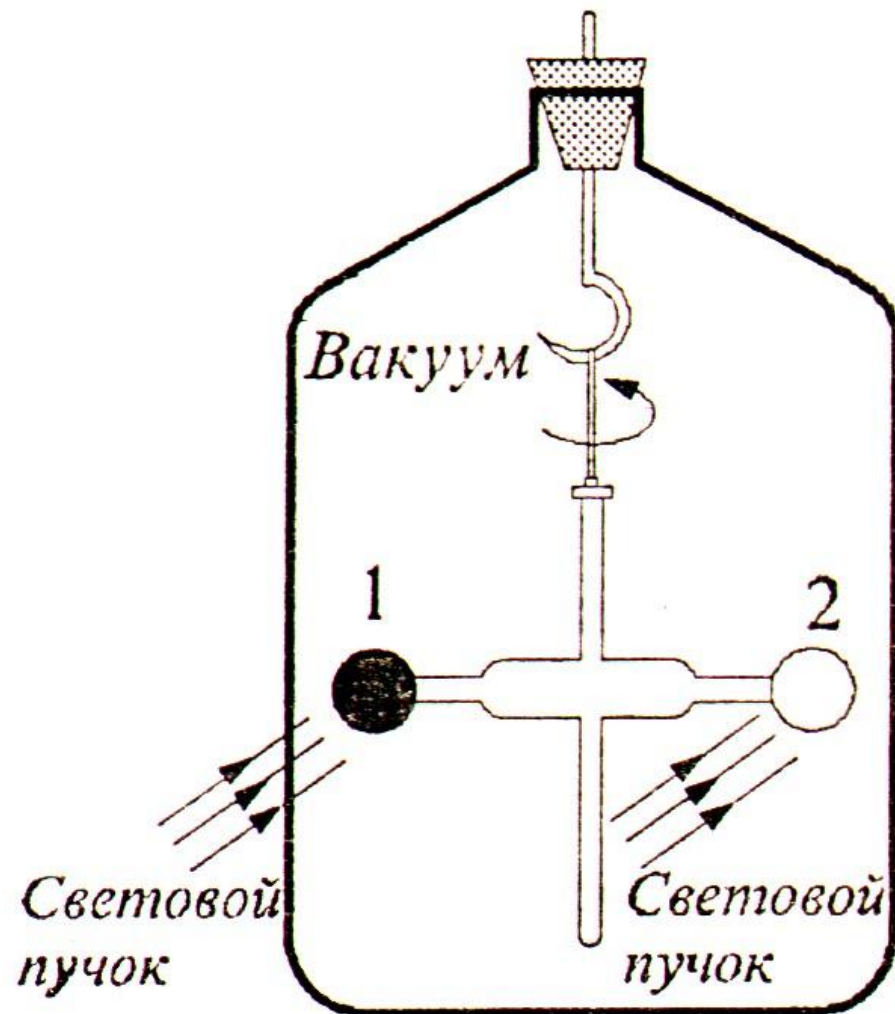


- **В 1897 г Дж. Томсоном была открыта первая элементарная частица — электрон. Год спустя, в 1898 г. П.Кюри и М. Склодовской-Кюри были получены первые радиоактивные элементы - полоний и радий.**

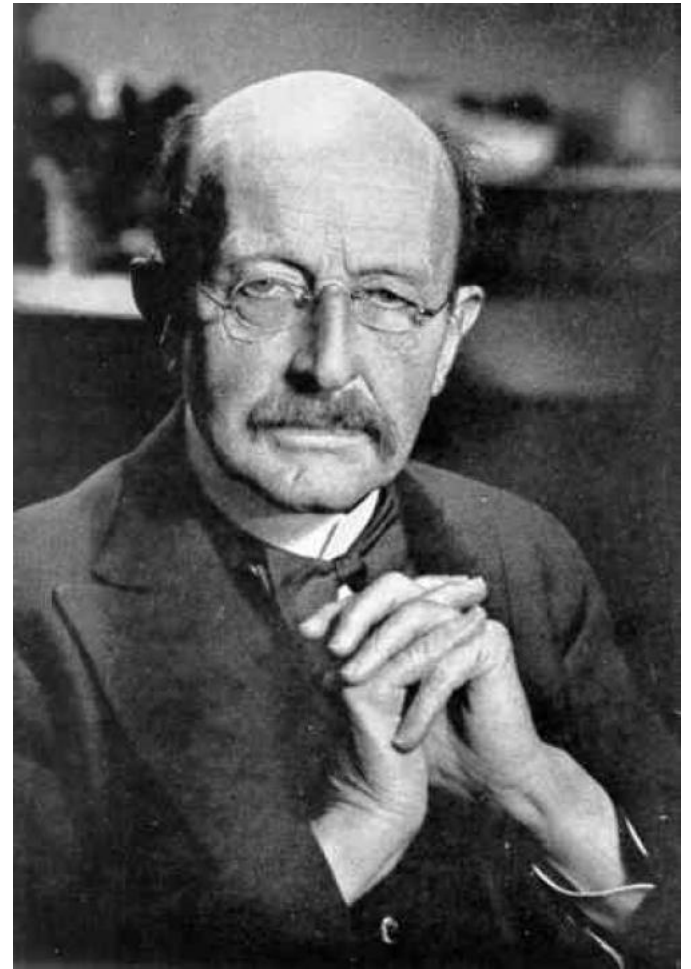


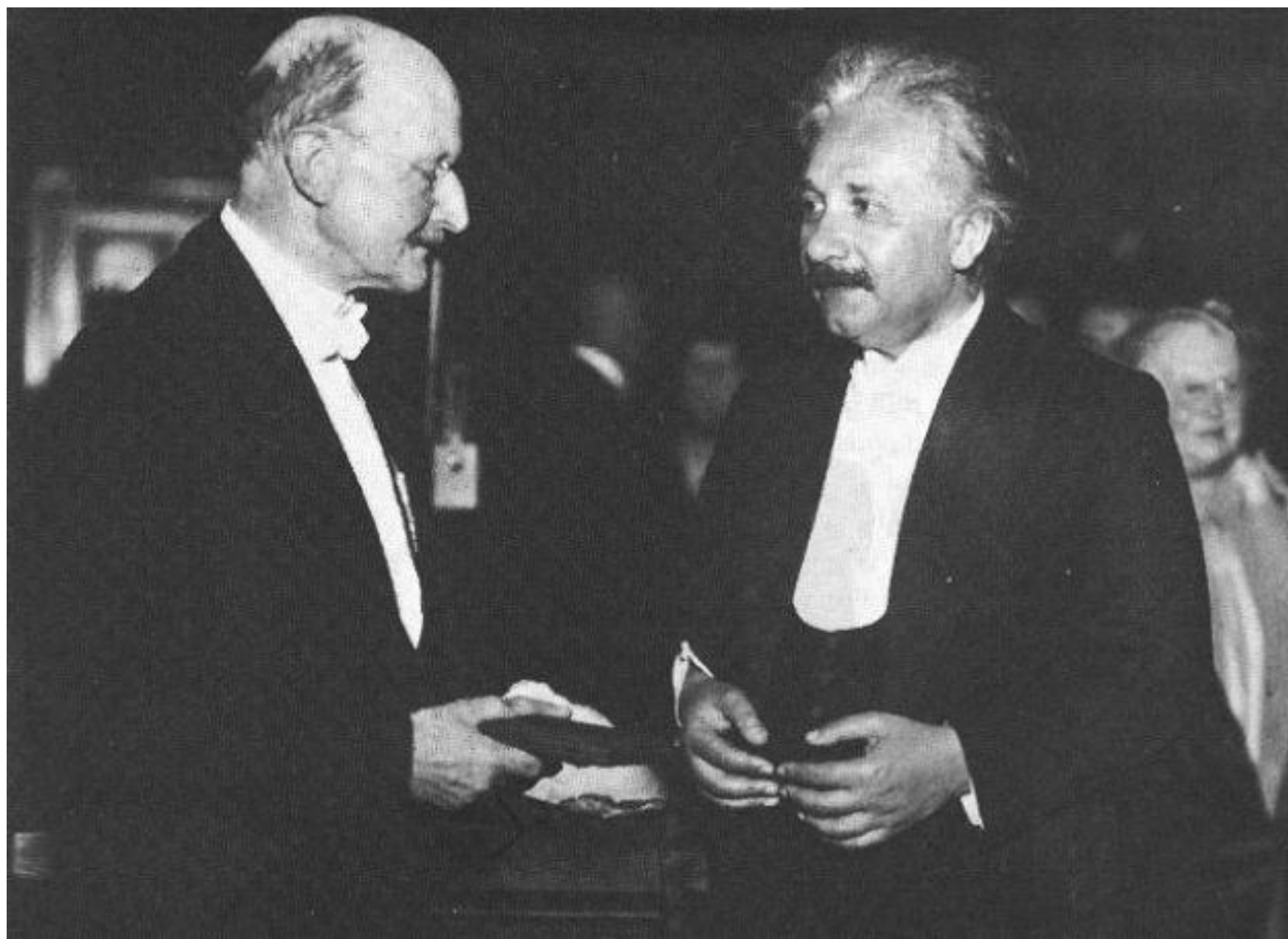
© Enquiries to Science Museum

- П. Н. Лебедев в 1899 г. доказал существование светового давления.

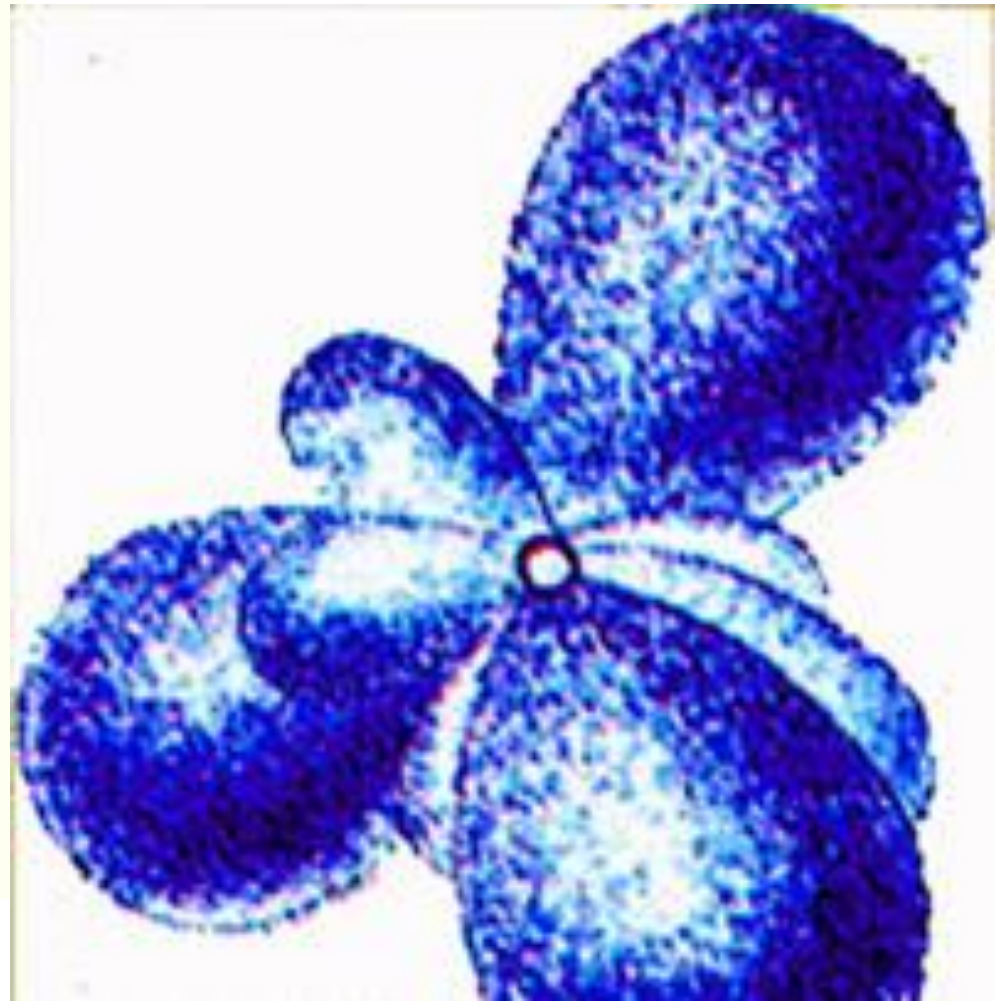
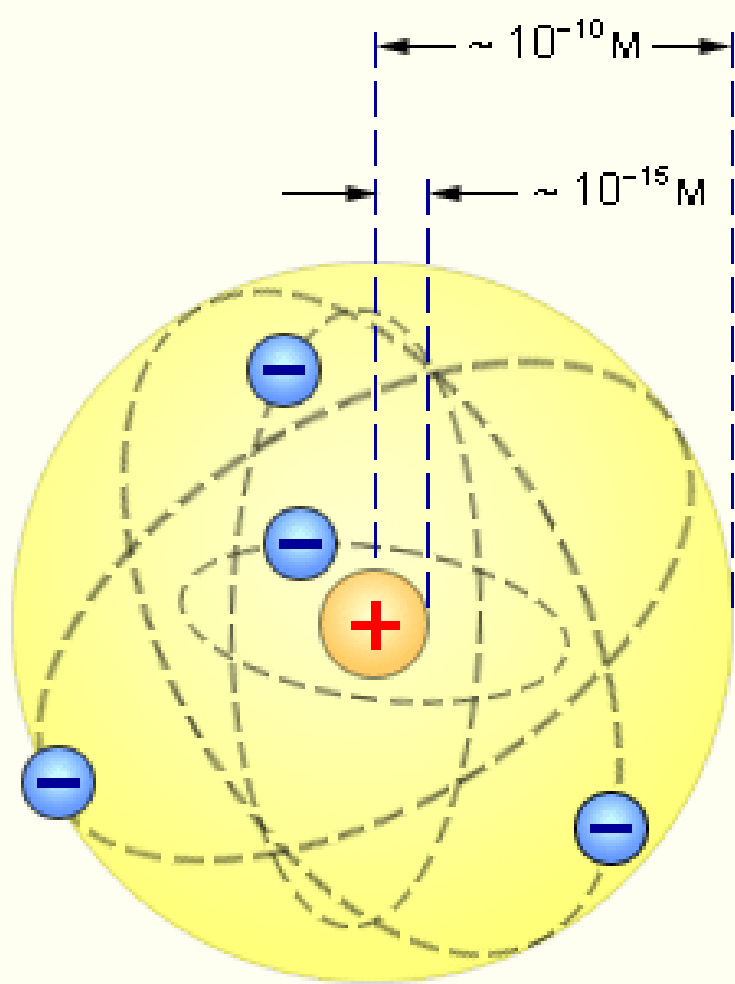


- В 1900 г. М. Планк выдвинул гипотезу о квантовании действия в природе, что в дальнейшем сыграло выдающуюся роль в становлении и развитии физики микромира.





- В 1903 г. Дж. Томсоном была создана первая, «пуддинговая», модель атома. Однако она просуществовала недолго. В 1911 г. в арсенал науки вошла планетарная модель атома Э. Резерфорда.



- Свое разработку планетарная модель получила в творчестве **Н.Бора**, **выдвинувшего знаменитые постулаты**, позволившие преодолеть возникшие затруднения в развитии физики атома.

- В **1924** г. произошло крупное событие в истории неклассической науки: **Л. де Бройль выдвинул гипотезу о волновых свойствах материи**, что послужило основанием для формулировки **принципа корпускулярно-волнового дуализма**, зафиксировавшего двойственную противоречивую природу микрообъектов.

- **Движение микрообъектов в пространстве и времени с ее позиций нельзя отождествлять с механическим движением. Согласно соотношению неопределенностей В. Гейзенберга, если точно известно местоположение частицы в пространстве, то остается неизбежная неточность в определении ее импульса, и наоборот.**

- **В. Гейзенберг, М. Борн, Э. Шредингер. В Паули и др.**
- Вместе с Н.Бором не только заложили основы физики микромира, но и внесли существенный вклад в становление стиля мышления неклассической науки XX в

3. Релятивистская физика и концепции мегамира

- Начало процессу становления и развития релятивистской физики было положено **специальной теорией относительности (СТО) А. Эйнштейна.**

- **СТО** стала результатом обобщения и синтеза **классической механики Галилея-Ньютона** и **классической электродинамики Максвелла**.

- В основу новой научной теории А.Эйнштейном был положен **принцип относительности**, представляющий собой обобщение принципа относительности Галилея, на электромагнитные явления. Вторым постулатом СТО явился принцип **постоянства скорости света в вакууме относительно инерциальных систем отсчета**.

- При релятивистских, т.е. близких к скорости света, скоростях, согласно СТО, **протяженность отрезка и длительность периода времени существенно отличаются** в движущихся относительно друг друга инерциальных системах отсчета, **одновременность событий не абсолютна и зависит от выбора системы отсчета.**

- **Созданная А.Эйнштейном в 1916 г. общая теория относительности (ОТО) - релятивистская теория тяготения - основана на обобщении принципов СТО на случай неинерциальных систем отсчета, с одной стороны, и на принципе эквивалентности гравитационной и инертной масс - с другой.**

- Из ОТО следует, что кривизна пространства меняется от точки к точке и определяется полем тяготения. Время в разных точках пространства также течет по-разному.

- ОТО послужила отправной точкой для становления и развития **релятивистской космологии XX в.**, в рамках которой было введено представление об эволюционирующей Вселенной.

4. Мир элементарных частиц и космомикрoфизика

- **Первая** из известных науке элементарных частиц - **электрон** - была открыта в 1897 г. Однако, интенсивное освоение физикой мира элементарных частиц началось в **конце 40-х годов XX в.**, благодаря созданию **первых масштабных ускорителей заряженных частиц.**

- **Элементарные частицы - это простейшие структурные элементы материи, о которых на современном этапе развития науки нельзя сказать, что они являются состоящими из других частиц**

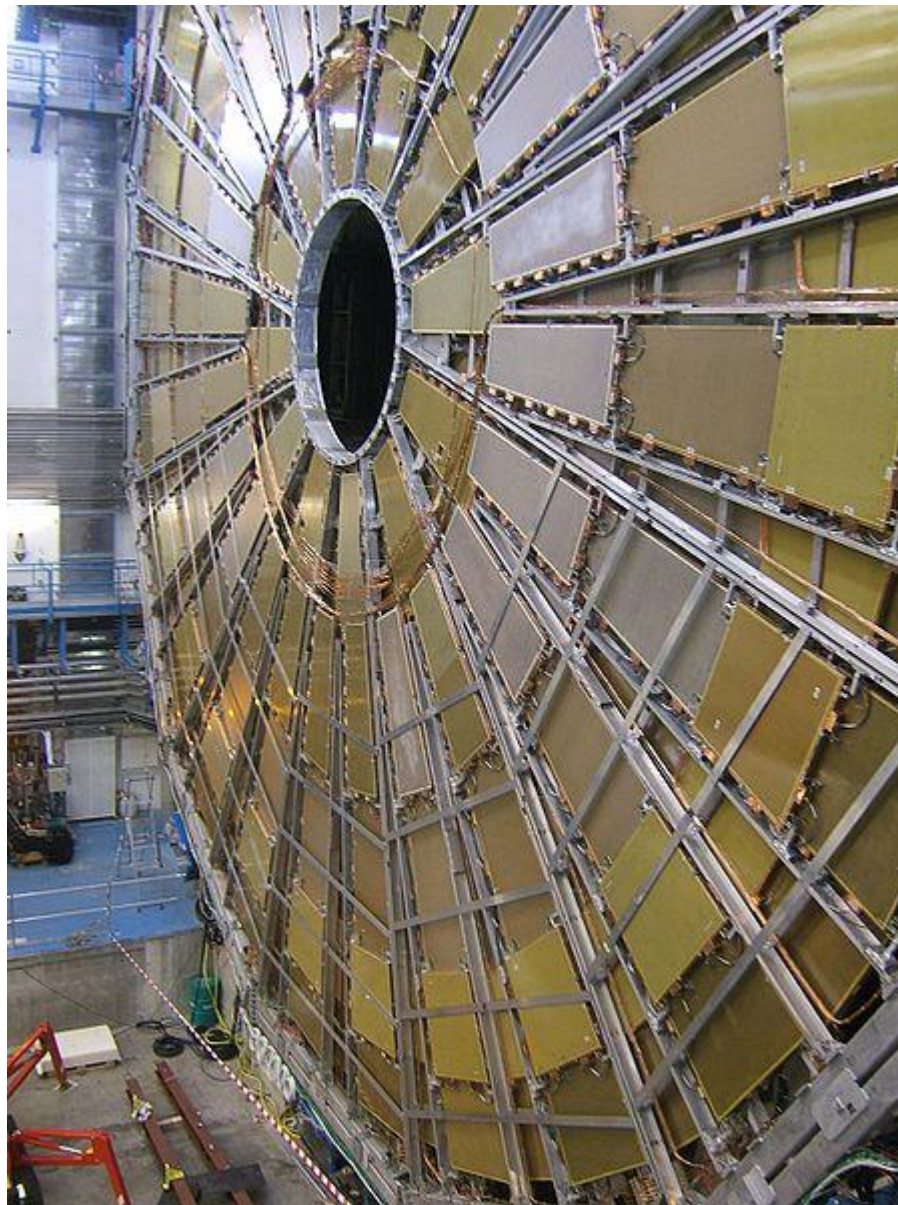
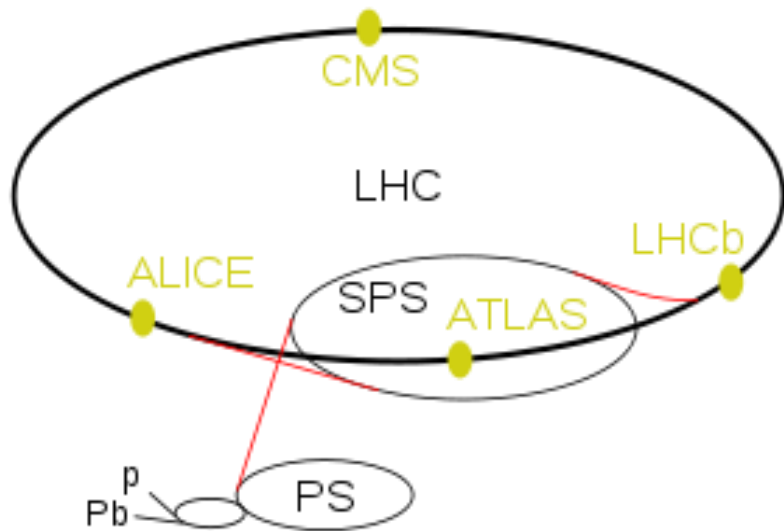
- Каждой элементарной частице за небольшим исключением **соответствует своя античастица.**
Взаимодействие пары частица-античастица приводит к **аннигиляции.**

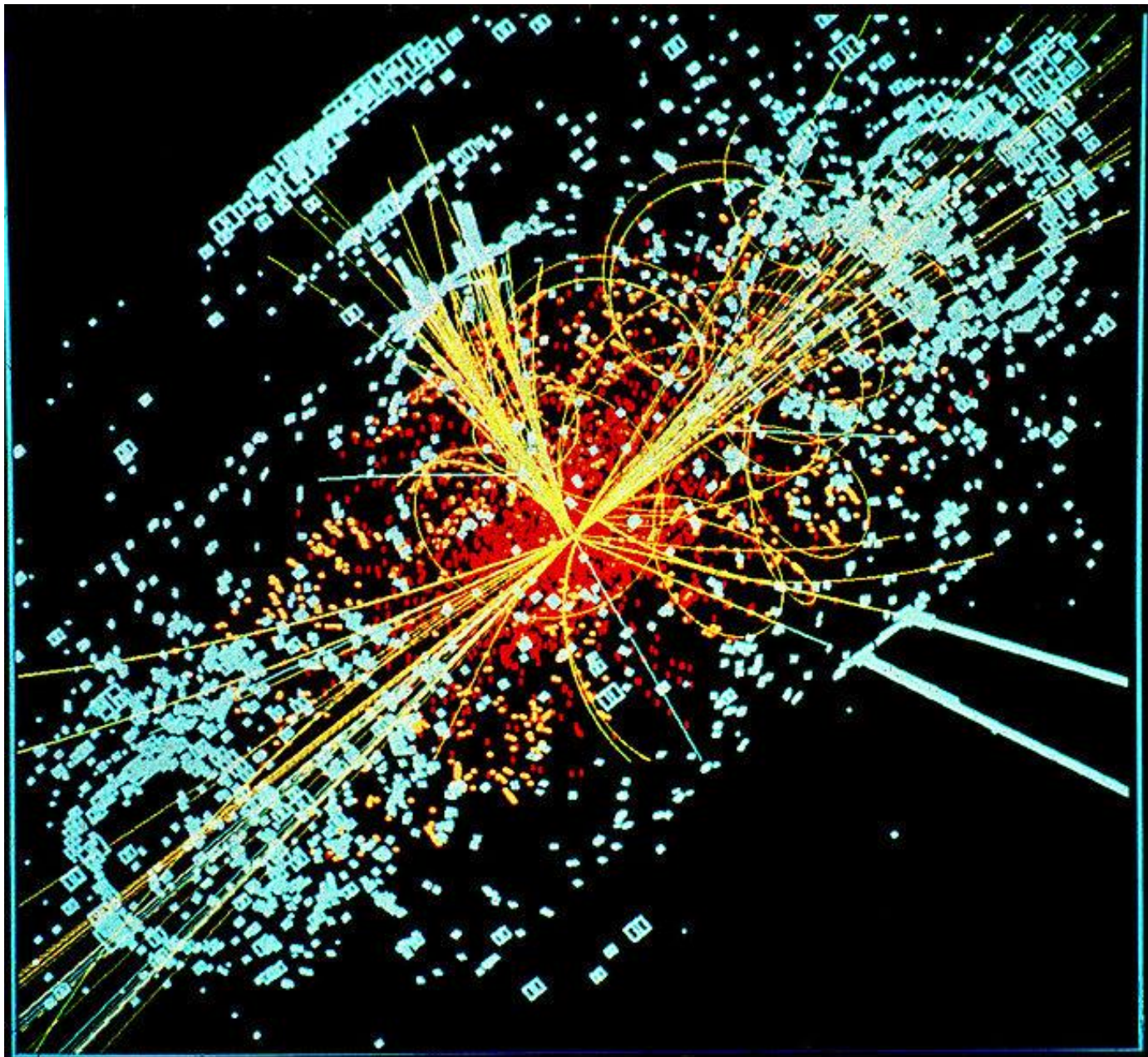
- К элементарным частицам относятся **фотоны, лептоны, адроны и резонансы.**
- большинство из известных частиц являются системными образованиями, состоящими из еще более элементарных (субэлементарных) частиц

- Согласно созданной в 1963 году М. Гелл-Манном и Дж. Цвейгом кварковой модели адронов, последние включают в себя более мелкие частицы — кварки, обладающие дробным электрическим зарядом.

- **Вместе с лептонами кварки считаются подлинно элементарными частицами — точечными, неделимыми и не обладающими внутренней структурой.**

- Стабильные частицы — это **электрон, протон, фотон и нейтрино**. (Однозначно вопрос о стабильности протона помогут решить эксперименты на **БАКе**). Нейтрон, находящийся в ядре атома, стабилен, а вне его подвержен распаду. **Все остальные известные частицы нестабильны**; время их жизни колеблется от нескольких микросекунд до 10^{-24} с. Самые нестабильные частицы -- резонансы. Время их жизни составляет 10^{-22} — 10^{-24} с.







- Наряду с лептонами и адронами, являющимися своеобразным строительным материалом вещественных образований, **существуют особые частицы - переносчики взаимодействий**. Переносчиком электромагнитного взаимодействия выступает **фотон**. Переносчиками сильного взаимодействия между кварками являются **глюоны**. За слабое взаимодействие ответственны особого рода **бозоны**.

Кварки

2.4 МэВ
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **u**
верхний

1.27 ГэВ
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **c**
очарованный

171.2 ГэВ
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **t**
истинный

0
0
1 **γ**
фотон

4.8 МэВ
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **d**
нижний

104 МэВ
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **s**
странный

4.2 ГэВ
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **b**
прелестный

0
0
1 **g**
глюон

< 2.2 эВ
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_e**
электронное
нейтрино

< 0.17 МэВ
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_μ**
мюонное
нейтрино

< 15.5 МэВ
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_τ**
тау
нейтрино

91.2 ГэВ
0
1 **Z^0**
Z бозон

Лептоны

0.511 МэВ
-1
 $\frac{1}{2}$ **e**
электрон

105.7 МэВ
-1
 $\frac{1}{2}$ **μ**
мюон

1.777 ГэВ
-1
 $\frac{1}{2}$ **τ**
тау

80.4 ГэВ
 ± 1
1 **W^\pm**
W бозон

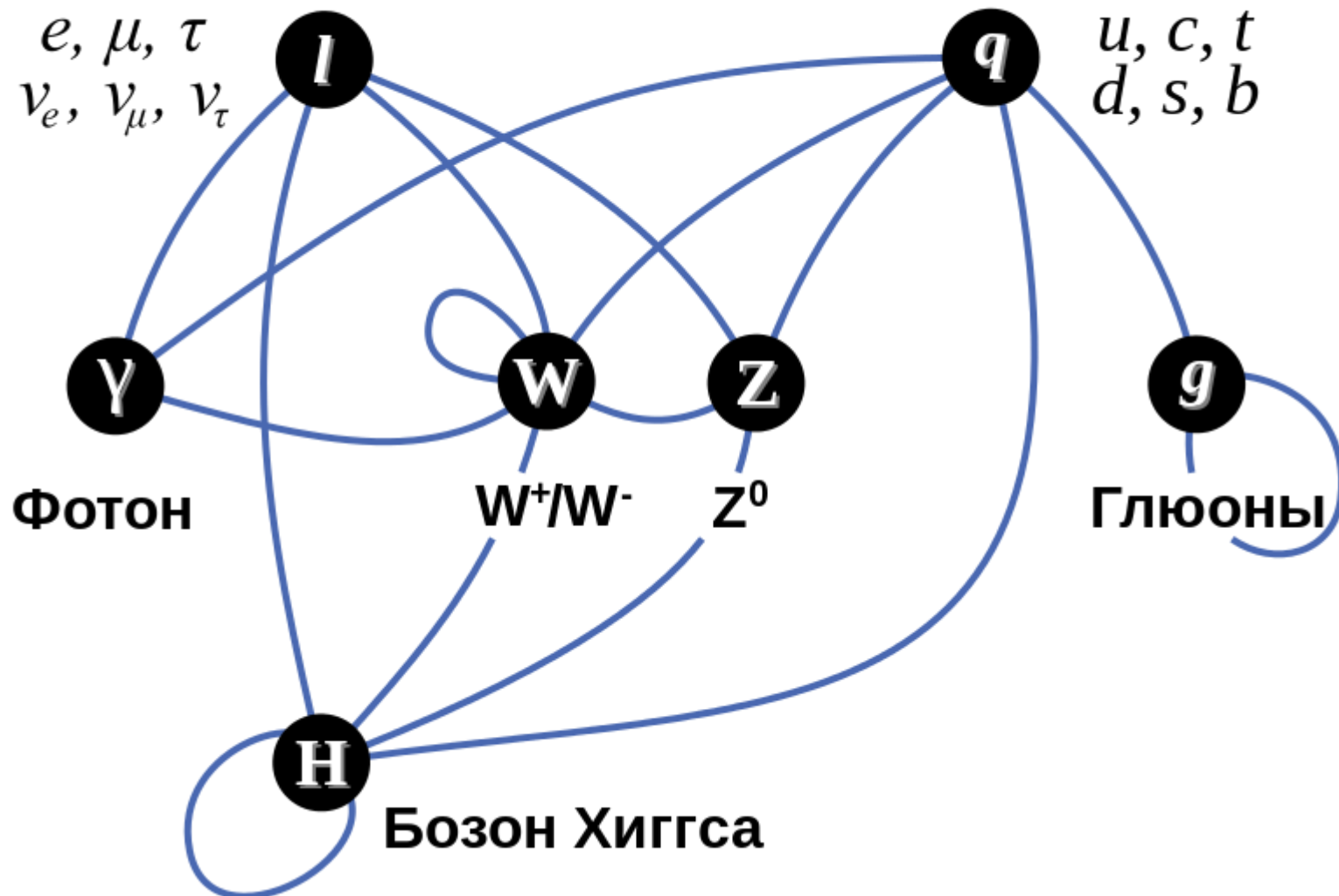
Калибровочные Бозоны
(переносчики взаимодействия)

Лептоны

e, μ, τ
 ν_e, ν_μ, ν_τ

Кварки

u, c, t
 d, s, b



ФОТОН

W^+/W^-

Z^0

ГЛЮОНЫ

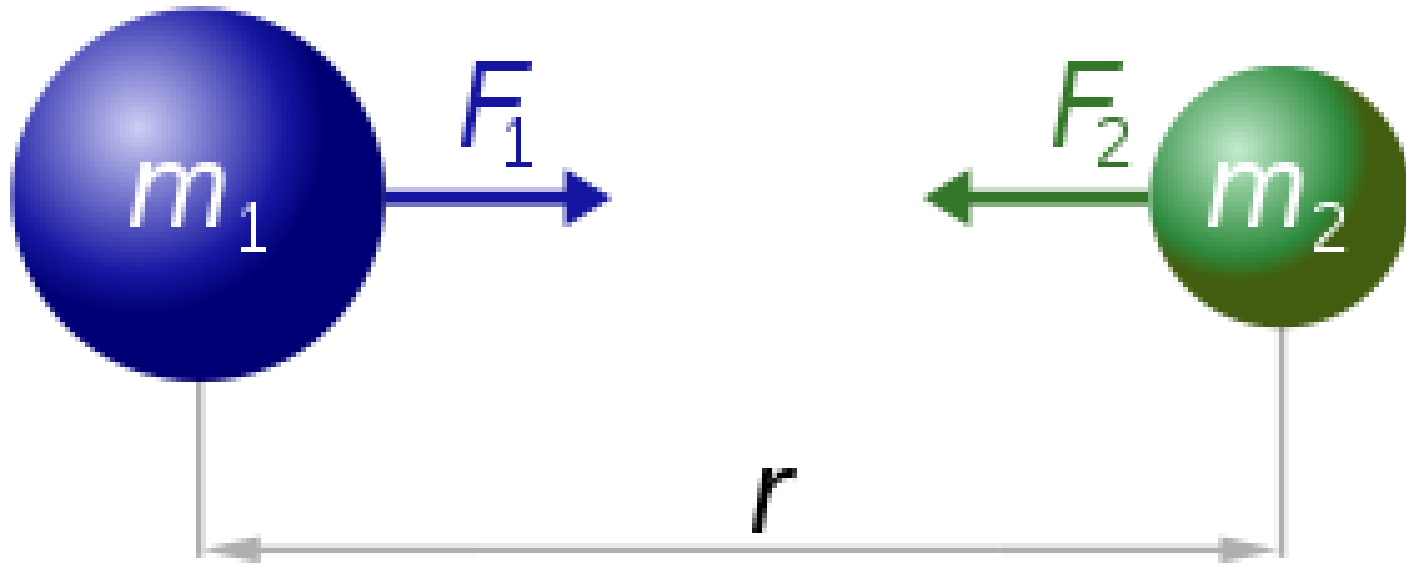
Бозон Хиггса

- Существует **гипотеза** о существовании переносчика гравитационного поля - **гравитона**.
- Дальнейшим развитием представлений о мегамире в **80-е годы** XX столетия явилось становление **космомикрофизики**, призванной синтезировать наши знания о **Космосе и мире элементарных частиц**.

5. Постнеклассическая наука и перспективы развития физики в XXI в.

- **4 вида взаимодействий в природе: гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное.**

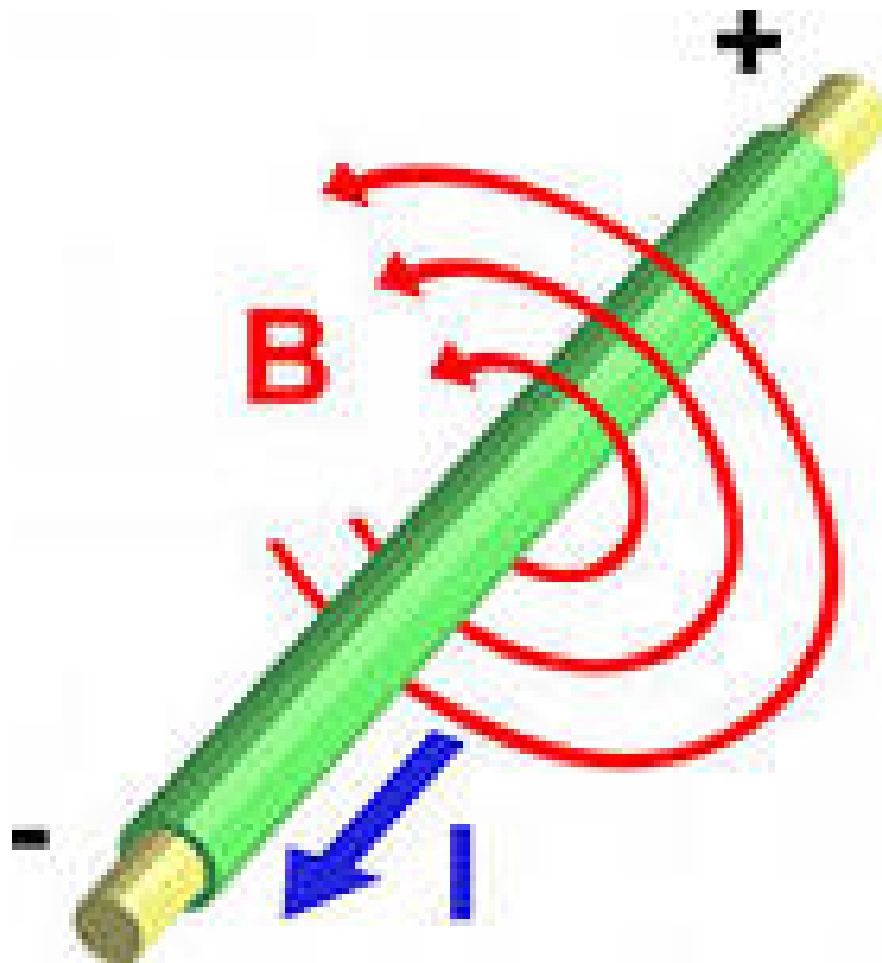
- Обладавая очень незначительной интенсивностью, **гравитация** играет **громадную роль в космических процессах**, а в микромире её проявления ничтожны. Основы теории гравитации были заложены **классической механикой И.Ньютона**. Современной теорией гравитации выступает **ОТО**.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

- **Электромагнитное взаимодействие** имеет место во всех сферах Универсума: **мегамире, макромире и микромире**. Оно стоит за **подавляющим большинством физических и химических явлений и процессов**.

- Теорией электромагнетизма выступает классическая электродинамика, созданная Дж. Максвеллом в XIX столетии.



- **Современные представления об электромагнитном взаимодействии базируются на квантовой электродинамике.**
- **Большой вклад в ее разработку внесли, в частности, такие выдающиеся ученые XX в., как Р. Фейнман и Л. Д. Ландау.**

If it disagrees with experiment, it's wrong.

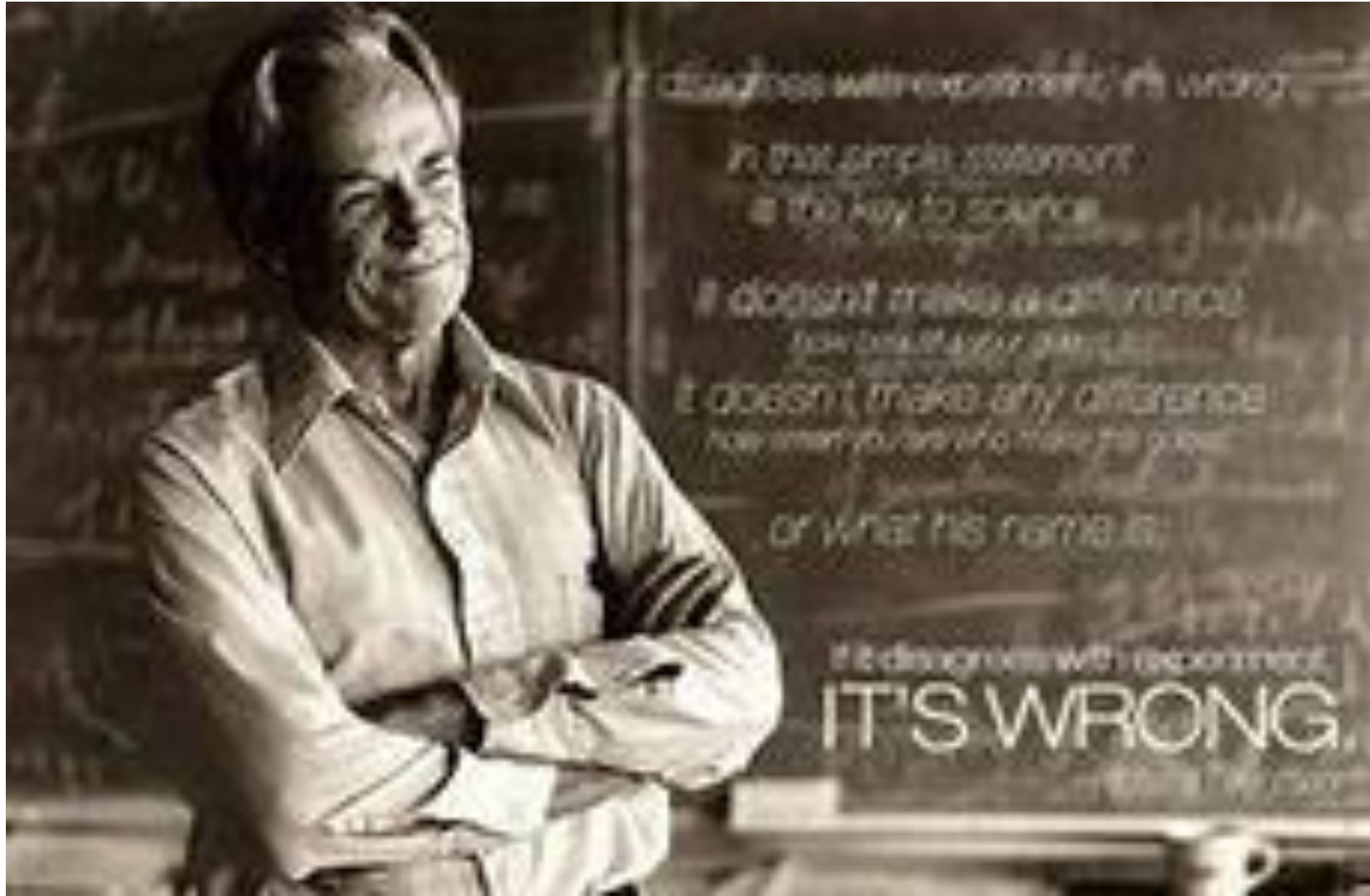
In that simple statement
is the key to science.

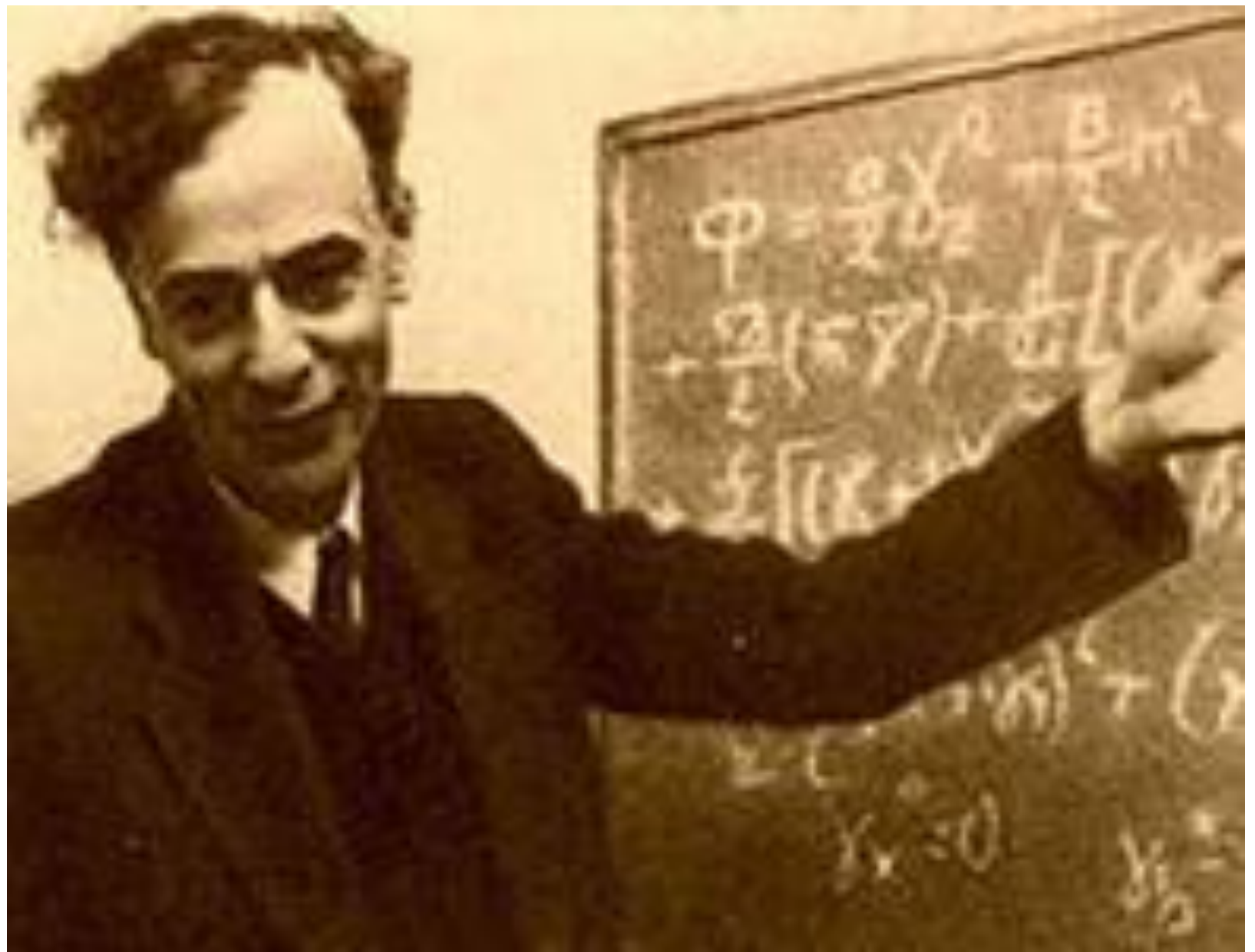
If it doesn't make a difference
how many angels dance on the head of a pin,

it doesn't make any difference
how many angels it takes to prove

or what his name is.

If it disagrees with experiment,
IT'S WRONG.





- **Слабое взаимодействие проявляется в процессе распада частиц.
Первоначально оно было обнаружено в ходе открытия и изучения явления радиоактивности.**

- Выяснилась громадная роль слабого взаимодействия в термоядерных процессах в Космосе, в частности, на **Солнце, в звездных процессах** и т д. Теория слабого взаимодействия была **создана к началу 70-х годов XX в**

- **Сильное взаимодействие связывает тяжелые элементарные частицы. Оно обеспечивает стабильность ядер атомов и играет существенную роль на расстояниях, определяемых размерами атомного ядра.**

- Теорией сильного взаимодействия явилась **квантовая хромодинамика**, созданная на основе кварковой модели элементарных частиц **М. Гелл-Манна** и **Дж. Цвейга**.

- В последней трети XX в. физика осуществила первые успешные шаги на пути **создания теорий, объединяющих фундаментальные физические взаимодействия**. Была создана теория электрослабого взаимодействия (С. Вайнберг, А.Салам и Ш. Глэшоу).

- На повестке дня стоит **проблема Великого объединения**, предполагающая поиск глубинных оснований единства электрослабого и сильного взаимодействий.

Элементарные частицы

Материя — Бозон Хиггса (?) — Переносчики взаимодействий

Кварки
Лептоны
Электроны

Фотоны W_{\pm} - и Z_0 -бозоны Глюоны Гравитоны (?)

Адроны
Мезоны
Барионы
Нуклоны
Атомы
Молекулы

Электромагнетизм Слабое Сильное Гравитация
Квантовая электродинамика Квантовая хромодинамика Квантовая гравитация (?)
Электрослабая теория
Теория Великого объединения (?)
Теория всего (?)

Составные частицы

Взаимодействия и теории

- в последней трети XX в. физика открывает для себя новую предметную область, переходит к изучению процессов развития в неживой природе. Их теоретическое освоение осуществляется в рамках **термодинамики неравновесных процессов (И. Пригожин) и синергетики (Г. Хакен, С. П. Курдюмов).**