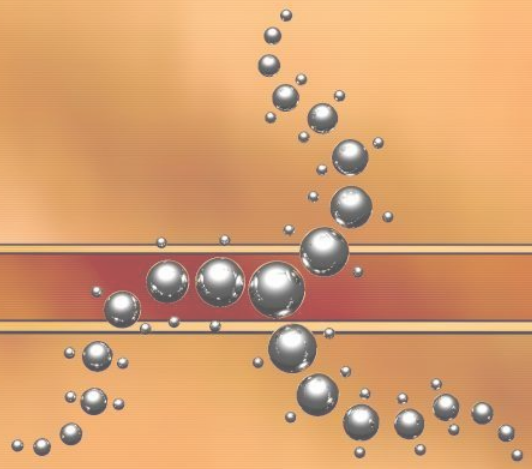
Квантовая теория

Подготовил:Опенько42л/д

Краткая история возникновения квантовой теории

Макс Планк

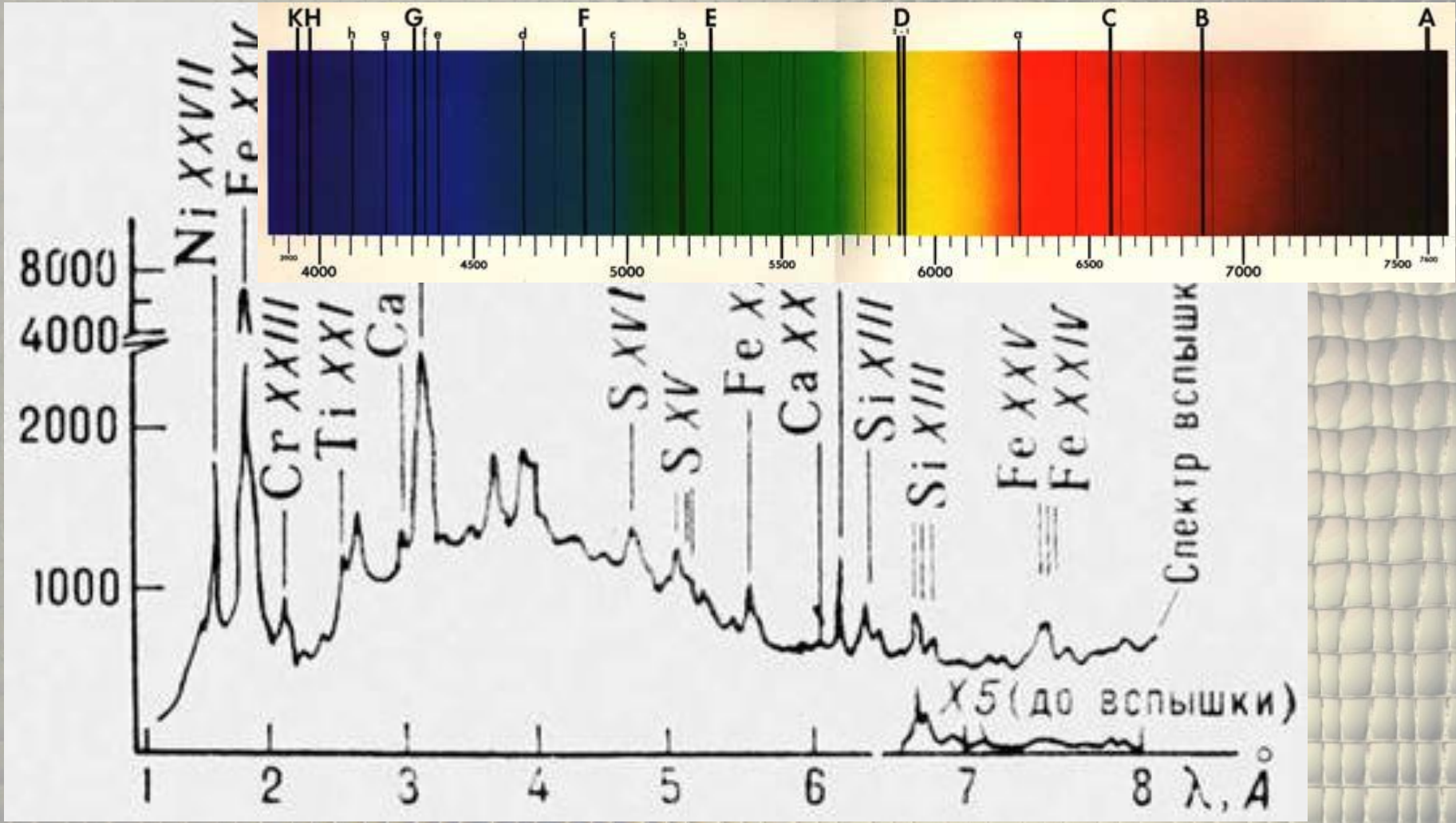


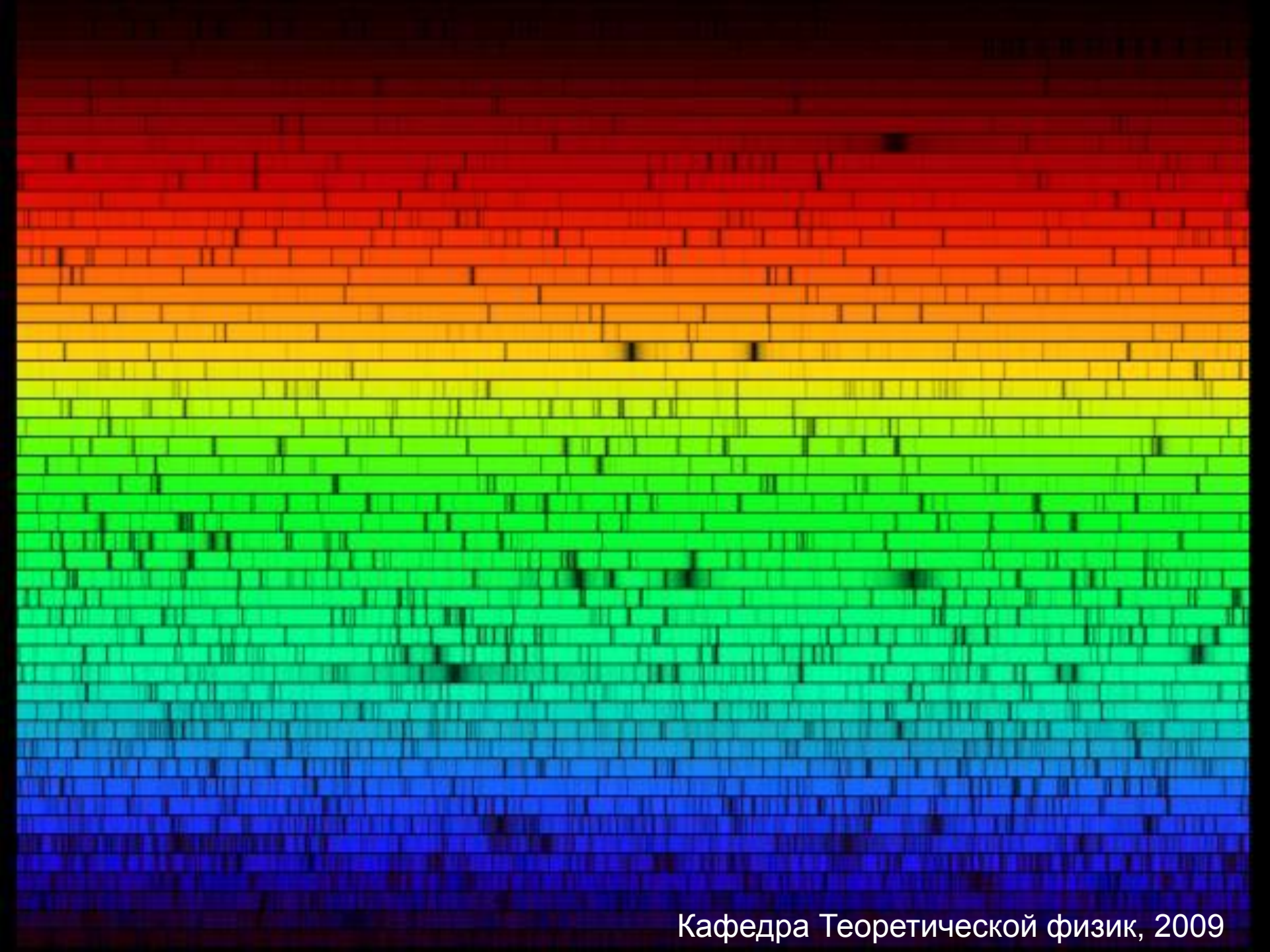
Открытие квантов

I. Проблемы классической физики. Свет - частицы или волна?

- **Ньютон (геометрическая оптика)**
  Свет - это частицы!
- **Гюйгенс (дифракция)**
  Свет - это волны!
- **Юнг (интерференция)**
  Свет – это волна!
- **Максвелл (Теория электромагнетизма)**
  Свет – это волна!
- **Герц (детектирование волн)**
- Свет – это волна!
- **Герц, Столетов (фотоэффект)**
  Свет – это частицы!

II. Проблемы классической физики. Линейчатость спектра Солнца





Кафедра Теоретической физик, 2009

III. Проблемы классической физики. Излучение абсолютно черного тела

Модели излучения абсолютно-черного тела

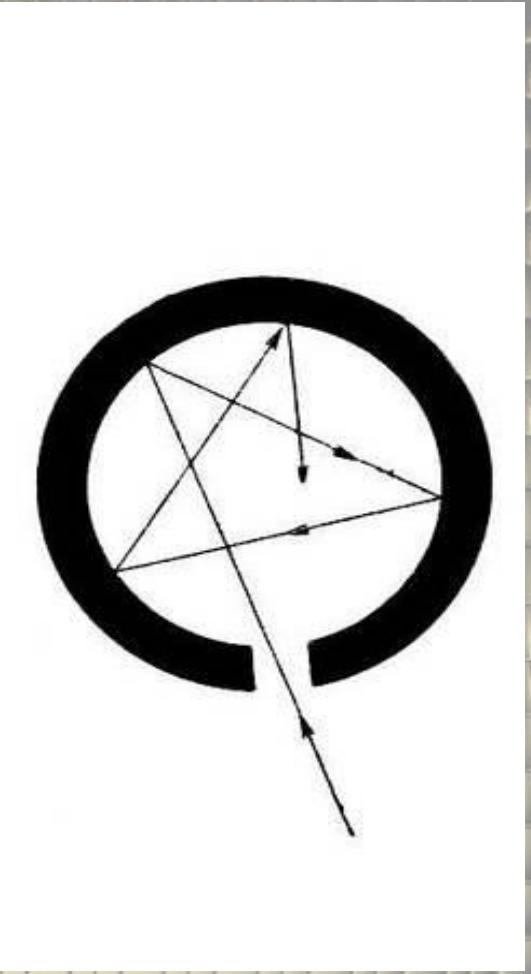
- **Закон Релея-Джинса**

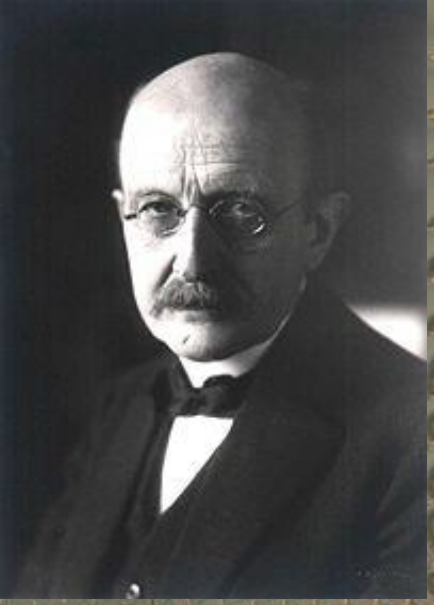
$$\rho(\omega) = \frac{kT\omega^2}{4\pi^2 c^2}$$

- **Закон смещения Вина**

$$\rho(\omega) = C_1 e^{-\frac{C_2\omega}{kT}}$$

$$T\lambda_m = \frac{2\pi\hbar c}{4.965k} = b$$





Макс Планк

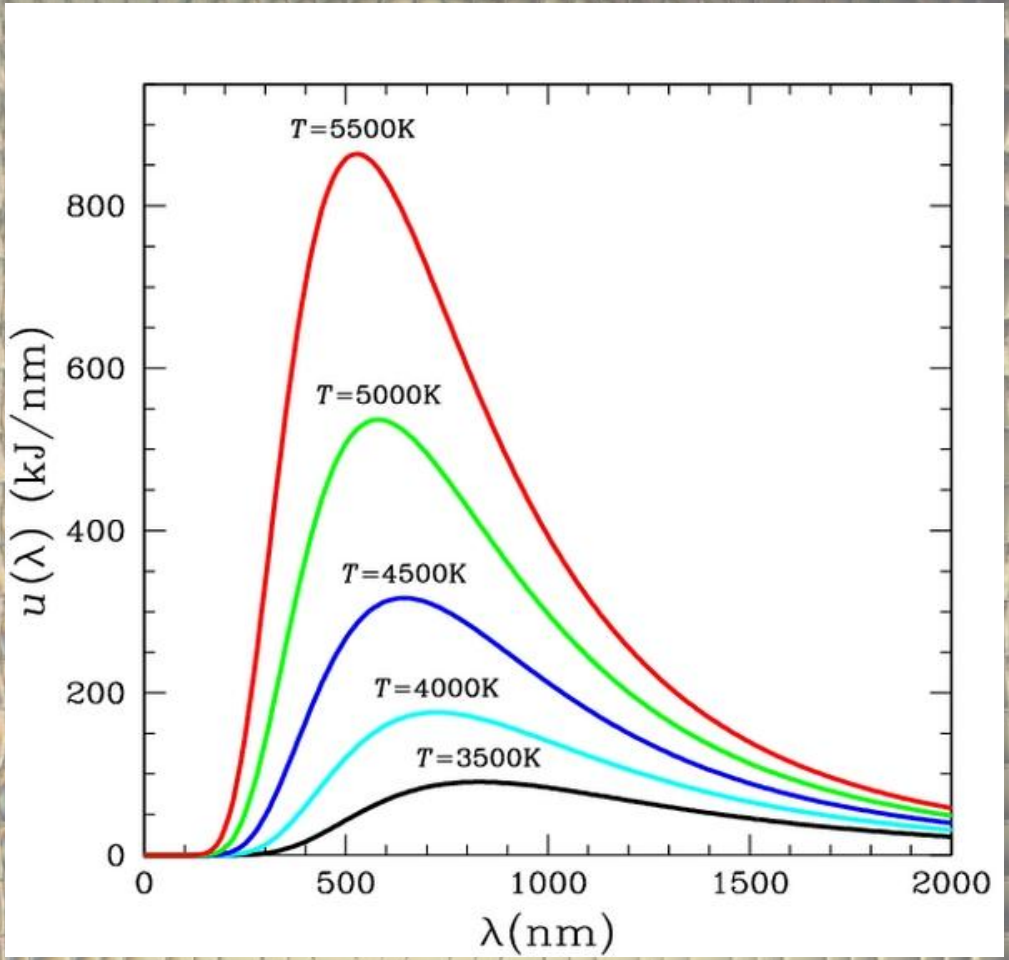
Родился в г. Киле 23 апреля 1858, умер 4 октября 1947 в семье юристов и учёных.. Окончил гимназию в Мюнхене, где наряду с высокой одарённостью по многим дисциплинам **показал высокую прилежность и работоспособность**. Решение стать физиком далось непросто — наряду с естественными дисциплинами привлекали музыка и философия. Физику изучал в Берлине и Мюнхене.

После защиты диссертации преподавал с 1885 г. по 1889 г. в Киле, а затем с 1889 г. по 1926 г. в Берлине. С 1930 г. по 1937 г. Планк возглавлял Общество кайзера Вильгельма (с 1948 г. преобразовано в Общество Макса Планка).

Формула Планка

1901 г

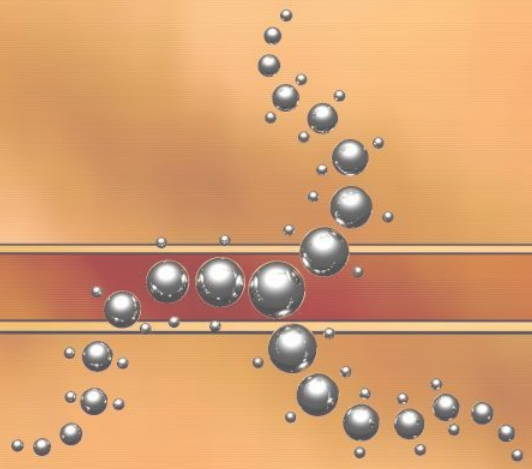
$$\rho = \frac{\hbar\omega^3}{4\pi^3 c^2}\frac{1}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}}-1}$$



Основной результат в развитии квантовой механики

$$E = \hbar\omega$$

Альберт Эйнштейн



Формула фотоэффекта

Законы фотоэффекта Столетова

- Закон Столетова: при неизменном спектральном составе света, падающего на фотокатод, фототок насыщения пропорционален энергетической освещенности катода (иначе: число фотоэлектронов, выбиваемых из катода за 1 с, прямо пропорционально интенсивности света):
- Для данного фотокатода максимальная начальная скорость фотоэлектронов зависит от частоты света и не зависит от его интенсивности.
- Для каждого фотокатода существует красная граница фотоэффекта, то есть минимальная частота света v0 при которой фотоэффект ещё возможен.

Альберт Эйнштейн

Родился (14 марта 1879 — 18 апреля 1955) в южно-германском городе Ульме, в небогатой семье .

Обучаясь в гимназии, Альберт Эйнштейн впервые обратился к самообразованию: в возрасте 12 лет в 1891 г. он **начал самостоятельно изучать математику** с помощью школьного учебника по геометрии. В гимназии он не был в числе первых учеников (исключение составляли математика и латынь). Укоренившаяся система механического заучивания материала учащимися (которая, как он считал, наносит вред самому духу учёбы и творческому мышлению), а также авторитарное отношение учителей к ученикам вызывало у Альберта Эйнштейна неприятие, поэтому **он часто вступал в споры со своими преподавателями.**

Формула Эйнштейна для фотоэффекта

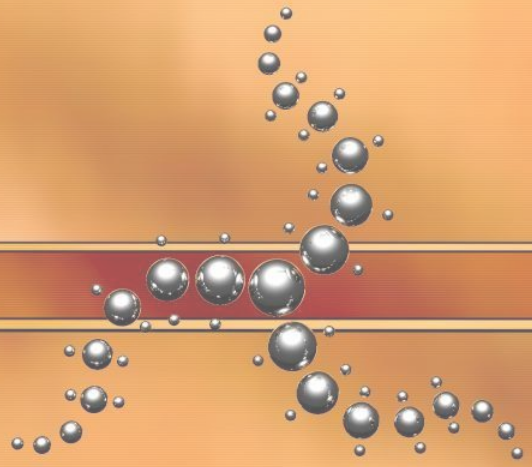
1905 г

$$\hbar\omega = A_{out} + \frac{mv^2}{2}$$

Основной результат в развитии квантовой механики

$$\boxed{p = \hbar k}$$

Нильс Бор



Атом Бора

Формула Ридберга

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

- **Серия Бальмера n’=2 (1885)**
- **Серия Пашена n’=3 (1908)**
- **Серия Лаймана n’=1 (1916)**
- **Серия Брэккета n’=4 (1922)**
- **Серия Пфунда n’=5 (1924)**
- **Серия Хэмпфри n’=6 (1953)**

Серия Лаймана (1916)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad \left(R = 1.0974 \times 10^7 \mathrm{m}^{-1}\right)$$

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Длина волны, нм	**121,6**	**102,5**	**97,2**	**94,9**	**93,7**	**93,0**	**92,6**	**92,3**	**92,1**	**91,9**	**91,15**

Серия Бальмера (1885)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad \left(R = 1.0974 \times 10^7 \mathrm{m}^{-1}\right)$$

Обозначение	**Hα**	**Hβ**	**Hγ**	**Hδ**	**Hε**	**Hζ**	**Hη**
Длина волны, нм	**656.**	**3486.**	**1434.**	**1410.**	**2397**	**.0388.**	**9383. 5364.6**

Нильс Бор

Нильс Бор родился в семье профессора физиологии Копенгагенского университета происходящей из влиятельного и весьма состоятельного рода
датских банкиров и парламентариев.
В 1908 окончил университет в Копенгагене. Здесь он выполнил свои первые работы по исследованию колебаний струй жидкости (1907—1910) и классической электронной теории металлов (1911). В 1911—1912 работал в Кембридже у Дж. Дж. Томсона и в Манчестере у Э. Резерфорда.
В 1914—1916 читал курс математической физики в Манчестере. В 1916 получил кафедру теоретической физики в Копенгагене.

Постулаты Бора

Первый постулат:
Атомы имеют ряд стационарных состояний соответствующих определенным значениям энергий: E1, E2...En. Находясь в стационарном состоянии, атом энергии не излучает, несмотря на движение электронов.

Второй постулат:
В стационарном состоянии атома электроны движутся по стационарным орбитам, для которых выполняется квантовое соотношение:

$$m \cdot V \cdot r = n \cdot h/2 \cdot p$$

где $m \cdot V \cdot r = L$ - момент импульса, n=1,2,3..., h-постоянная Планка.

Третий постулат:
Излучение или поглощение энергии атомом происходит при переходе его из одного стационарного состояния в другое. При этом излучается или поглощается порция энергии (***квант***), равная разности энергий стационарных состояний, между которыми происходит переход:

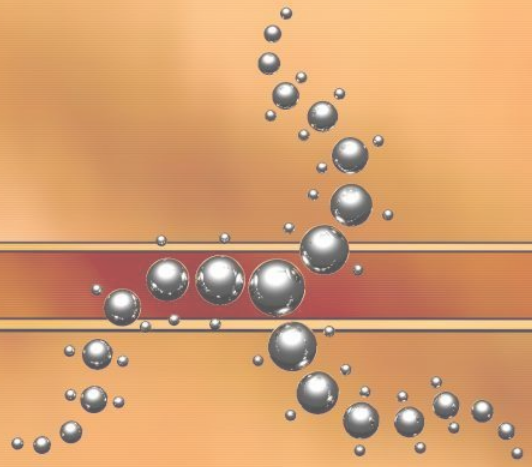
$$e = h \cdot u = Em - En$$

Основной результат в развитии квантовой механики

I. Существуют неизлучающие орбиты

$$II. \quad \omega_{nm} = \frac{E_n - E_m}{\hbar}$$

Луи Де Бройль



Частица - волна

Волны Бора

Стационарные орбиты в атоме такие, что в их длину укладывается ровно целое число волн

Луи де Бройль

Луи де Бройль родился 15 августа 1892 г в городе Дьеппе. Умер 19 марта 1987 г
Выросший в утонченной и привилегированной среде французской аристократии, юноша еще до поступления в лицей Жансон-де-Сайи в Париже был увлечен различными науками. Особый интерес в нем вызывала история, изучением которой он занялся на факультете искусств и литературы Парижского университета, где он в 1910 г. получил степень бакалавра. Не без влияния старшего брата Мориса молодой де Бройль все больше увлекался физикой и, по его собственным словам, "*философией, обобщениями и книгами Анри Пуанкаре*", знаменитого французского математика. После периода интенсивных занятий он в 1913 г. получил ученую степень по физике на факультете естественных наук Парижского университета. Лауреат Нобелевской премии по физике,
пожизненный секретарь Французской Академии наук.

Волны де Бройля

Все материальные тела – волны!

$$\Psi = Ce^{\frac{i}{\hbar}(px - Et)}$$

$$p = \hbar k$$

$$E = \hbar \omega$$

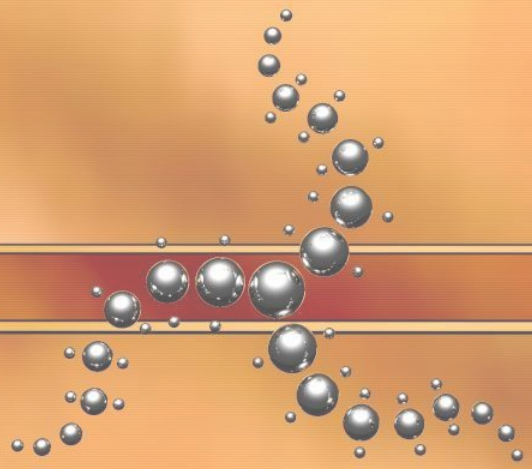
Основной результат в развитии квантовой механики

Первый постулат квантовой теории

Волновая функция частицы, движущейся без взаимодействия с другими частицами имеет вид:

$$\boxed{\Psi = Ce^{\frac{i}{\hbar}(px - Et)}}$$

Гейзенберг



Возникновение квантовой механики

Вернер Гейзенберг

Родился в 1901 г. в Вюрцбурге. Изучал физику в Мюнхене под руководством А. Зоммерфельда. Окончил университет за минимальное разрешённое время — три года. Защитил диссертацию по теме «О стабильности и турбулентности потоков жидкости». В 1924 году — ассистент Макса Борна в Гёттингене. Работал с Нильсом Бором в Копенгагене. В последующие годы основал, совместно с Максом Борном и Паскуалем Йорданом, квантовую механику. В 1927 г. стал профессором в Лейпцигском университете. В 1932 г. получил нобелевскую премию по физике. С 1942 по 1945 гг. руководил институтом физики общества Кайзера Вильгельма в Далеме и преподавал в качестве профессора в Берлинском университете, где участвовал в урановом проекте армейского оружейного ведомства 3-го рейха. С 1945 по 1946 интернирование в Англии, после чего становится директором института физики общества Макса Планка в Мюнхене.

Основной результат в развитии квантовой механики

1926 г.

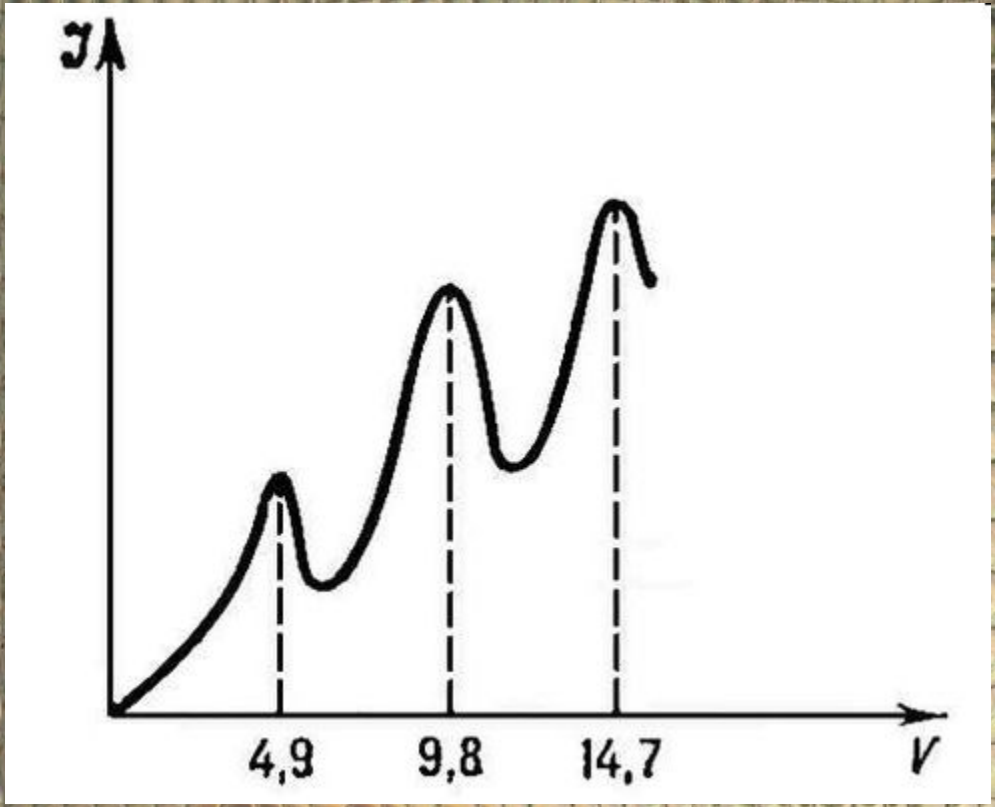
Матричная механика

Квантовая механика создана!

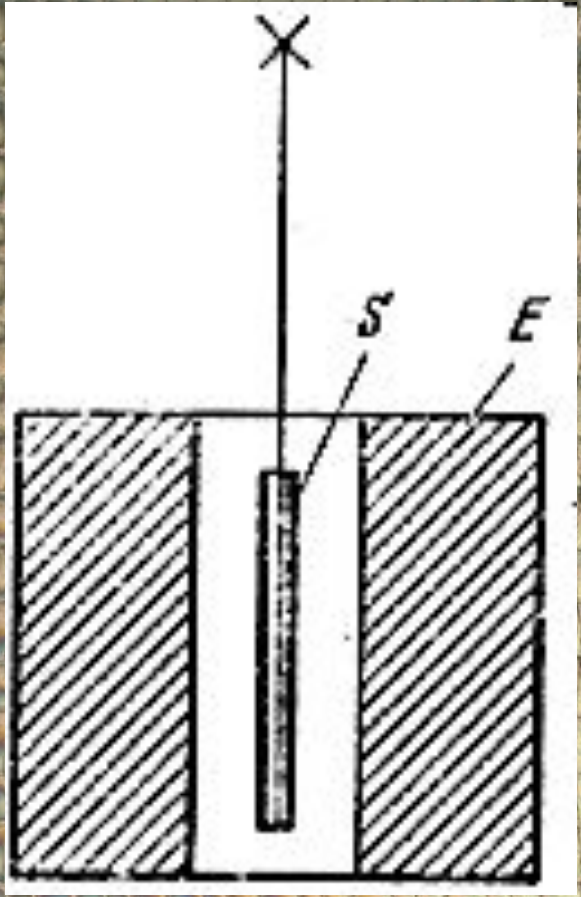
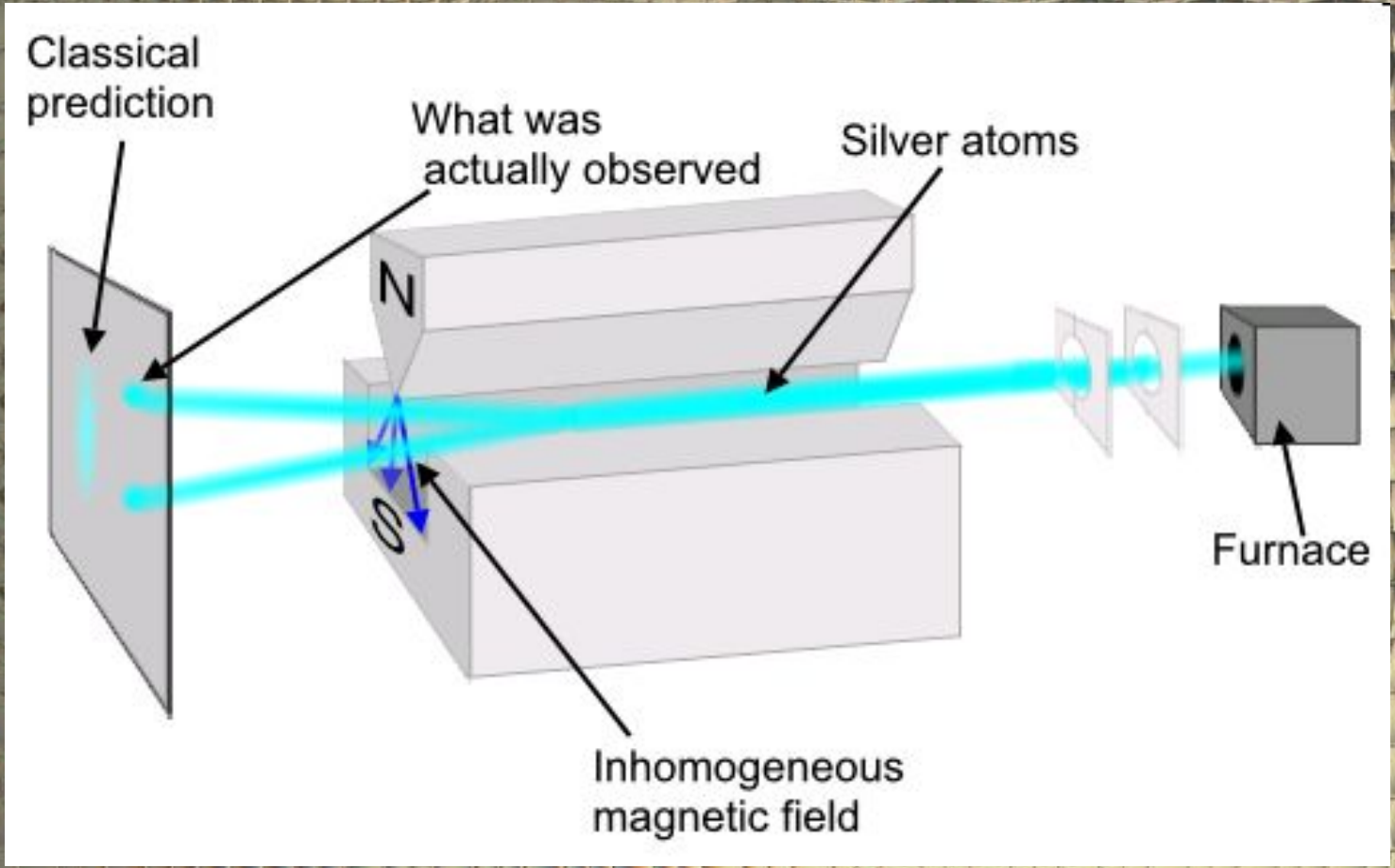
Другие эксперименты повлиявшие на развитие квантовых представлений

- Опыт Франка-Герца (1913)
- Опыт Эйнштейна –Де Гааза (1915)
- Опыт Штерна-Герлаха (1921)

Опыт Франка-Герца (1913)



Опыт Эйнштейна –Де Гааза (1915)



Опыт Штерна-Герлаха (1921)