




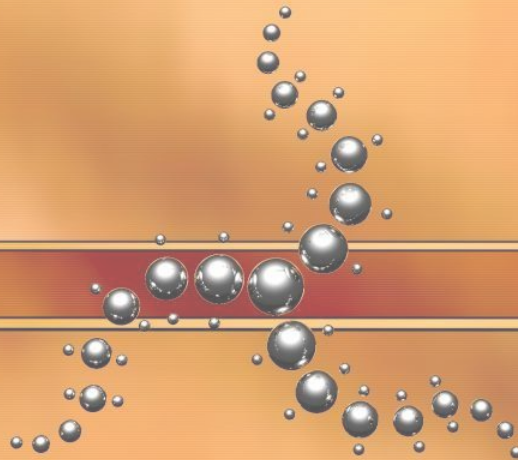
Квантовая теория

Подготовил: Опенько42л/д



**Краткая история
возникновения квантовой
теории**

Макс Планк



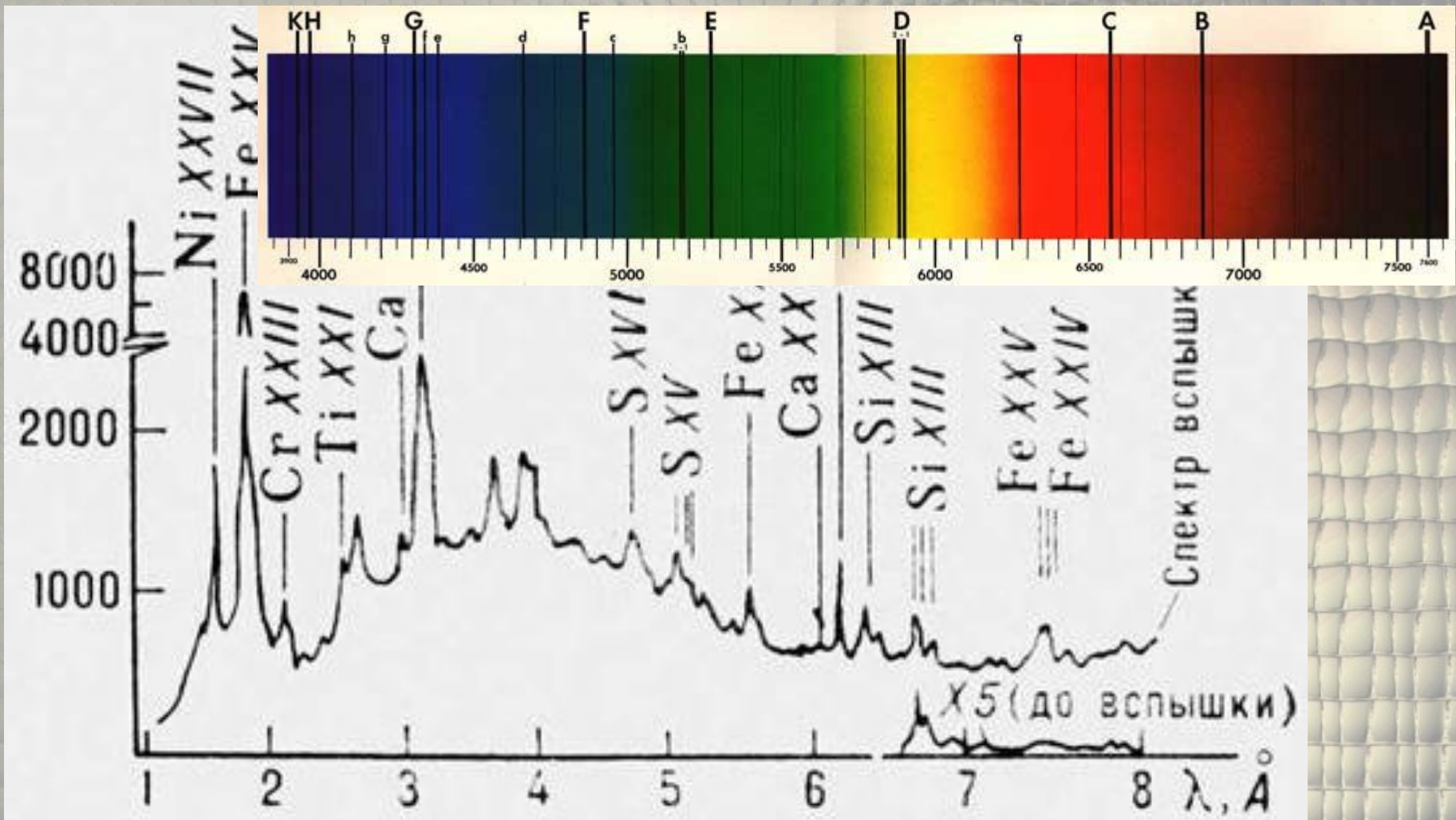
Открытие квантов

I. Проблемы классической физики.

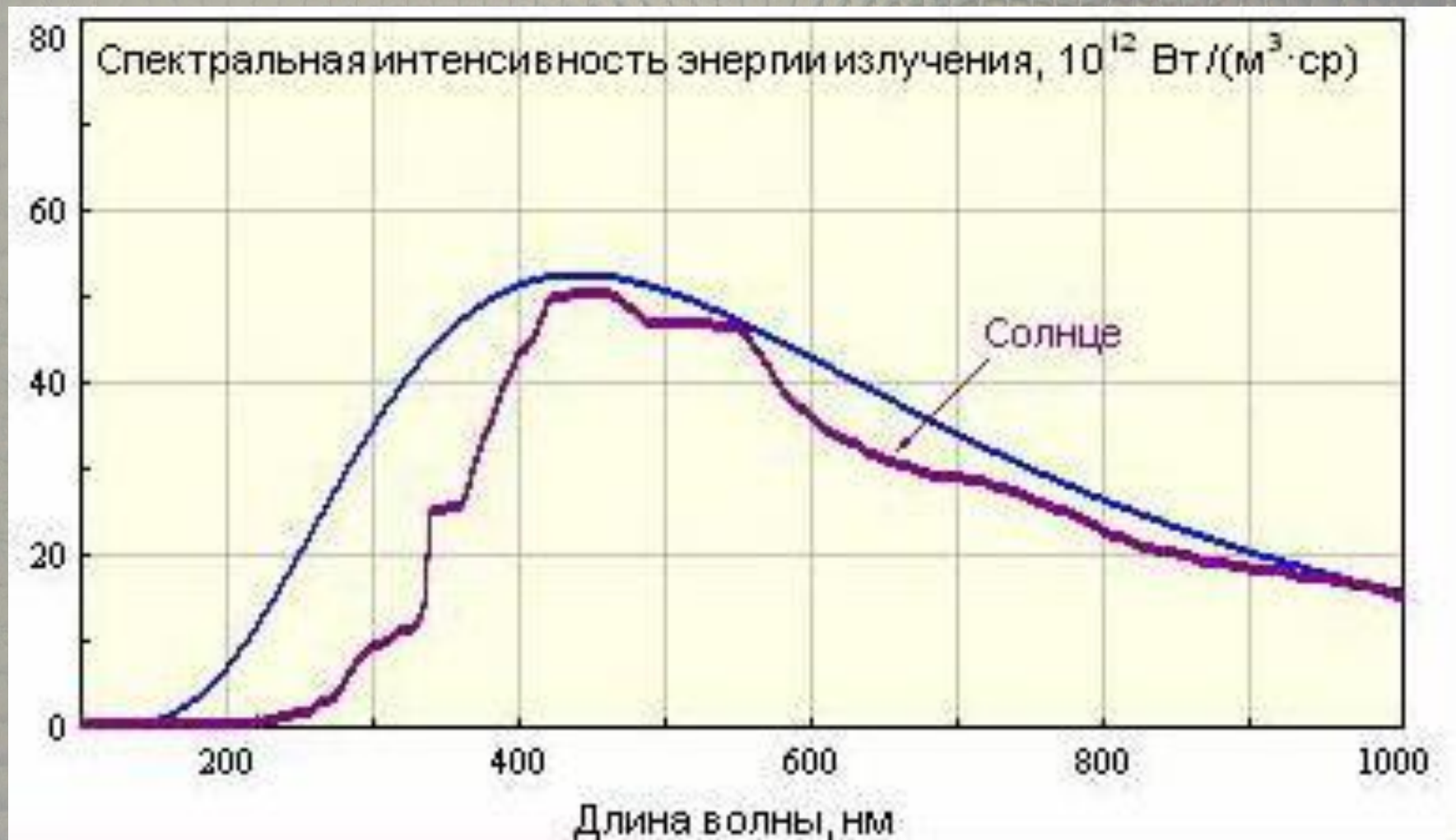
Свет - частицы или волна?

- **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



III. Проблемы классической физики. Излучение абсолютно черного тела



Модели излучения абсолютно-черного тела

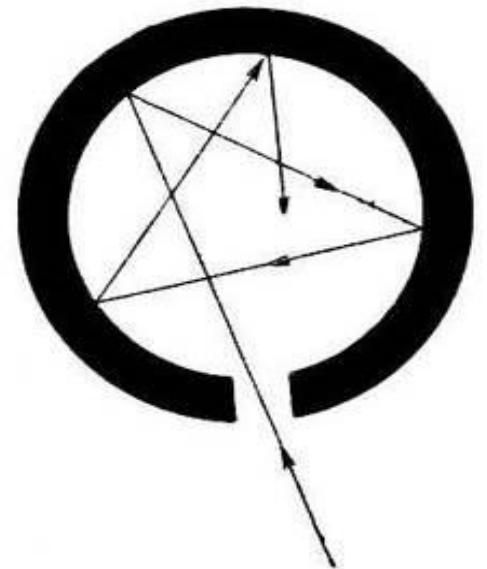
- Закон Релея-Джинса

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

- 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.**

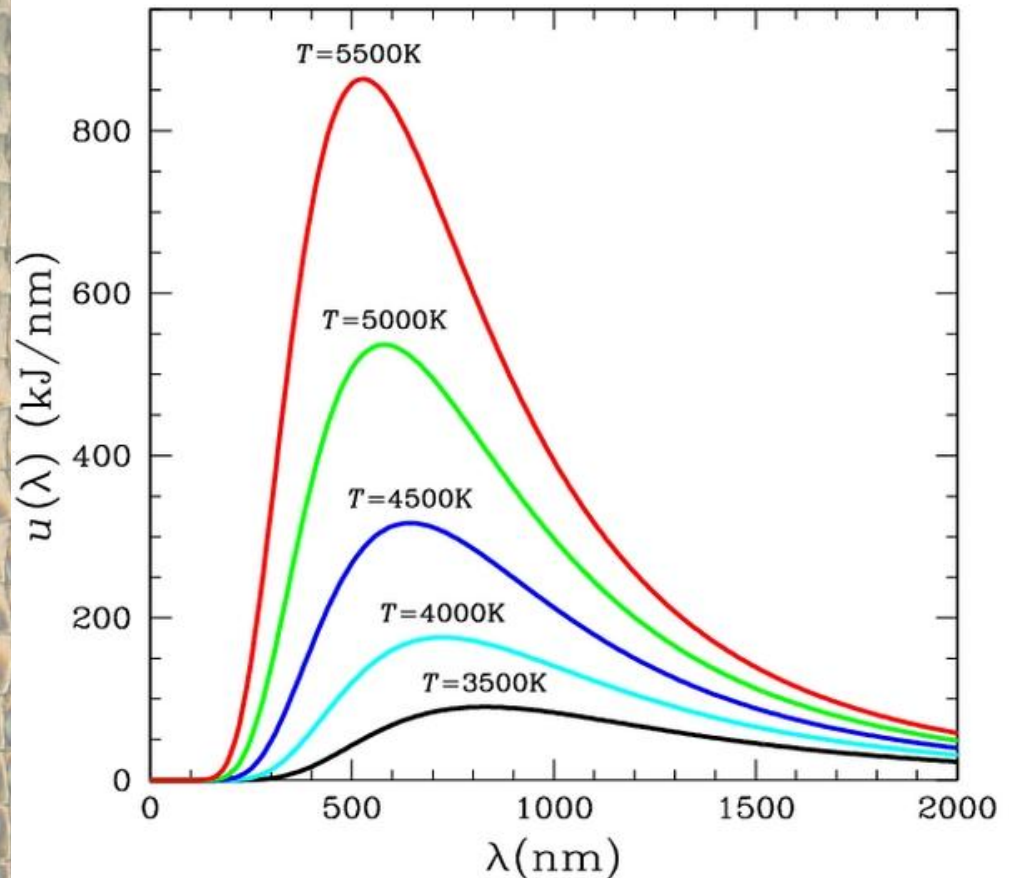
Решение стать физиком далось непросто — наряду с естественными дисциплинами привлекали музыка и философия. Физику изучал в Берлине и Мюнхене.

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

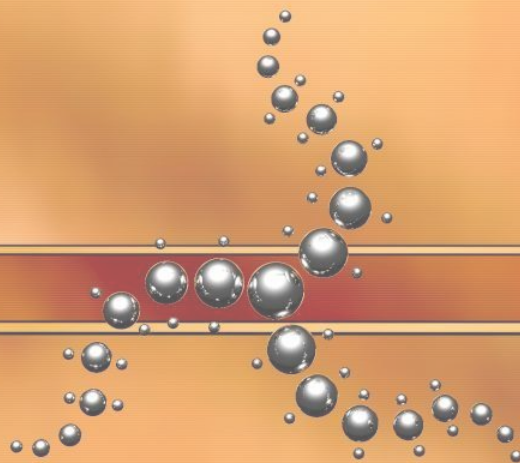
$$\rho = \frac{\hbar \omega^3}{4\pi^3 c^2} \frac{1}{e^{\frac{\hbar \omega}{kT}} - 1}$$



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 ν_0 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

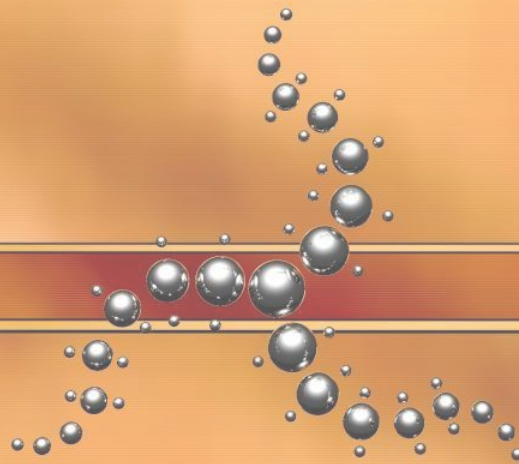
1905 г

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

Основной результат в развитии квантовой механики

$$p = \hbar k$$

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)

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

<i>N</i>	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)

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

Обозначение	H α	H β	H γ	H δ	H ϵ	H ζ	H η
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: $E_1, E_2 \dots E_n$. 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:

$$m \cdot v \cdot r = n \cdot h / 2 \cdot \pi$$

где $m \cdot v \cdot r = L$ - момент импульса, $n=1,2,3,\dots$, 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:

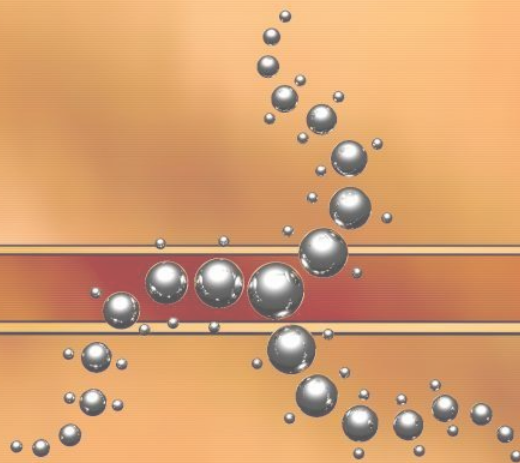
$$e = h \cdot \nu = E_m - E_n$$

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



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!

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

$$p = \hbar k$$

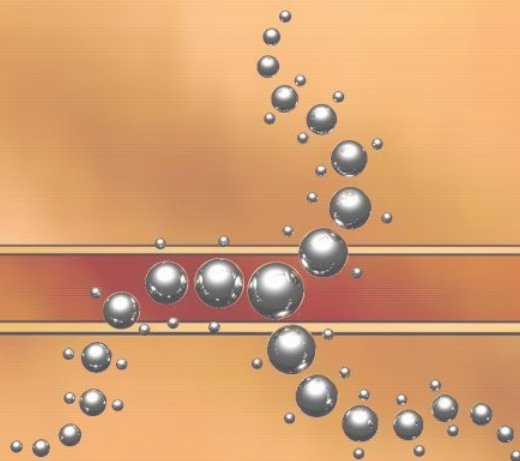
$$E = \hbar \omega$$

Основной результат в развитии квантовой механики

Первый постулат квантовой теории
Волновая функция частицы,
движущейся без взаимодействия с
другими частицами имеет вид:

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

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.

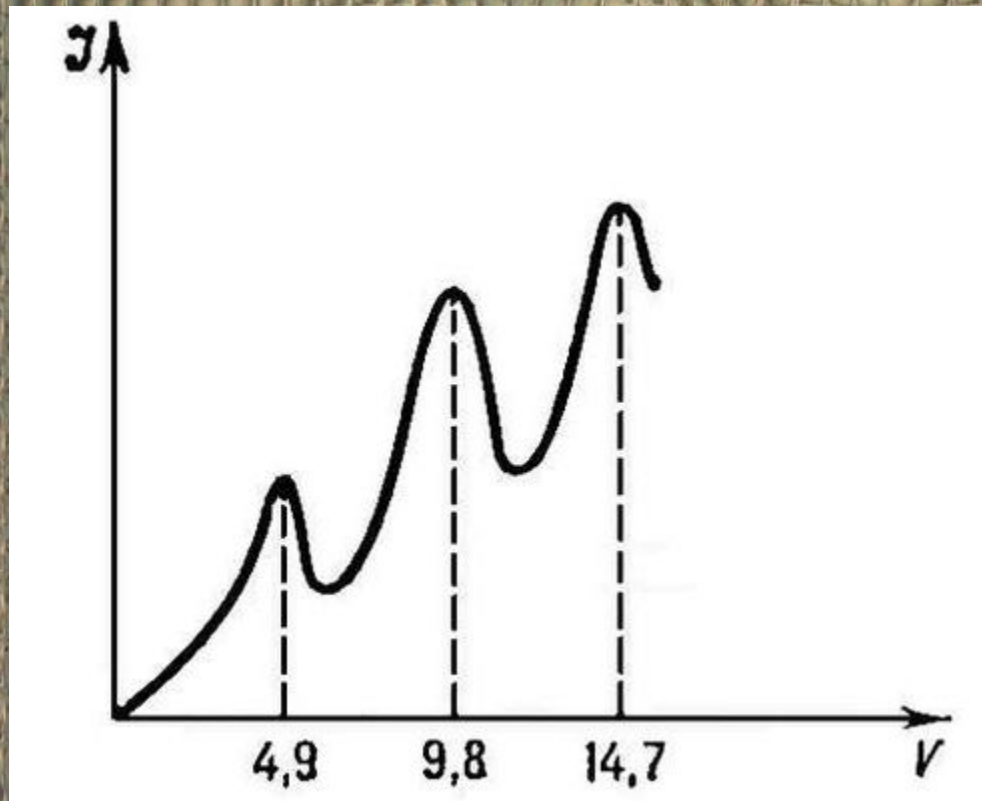
Матричная механика

Квантовая механика создана!

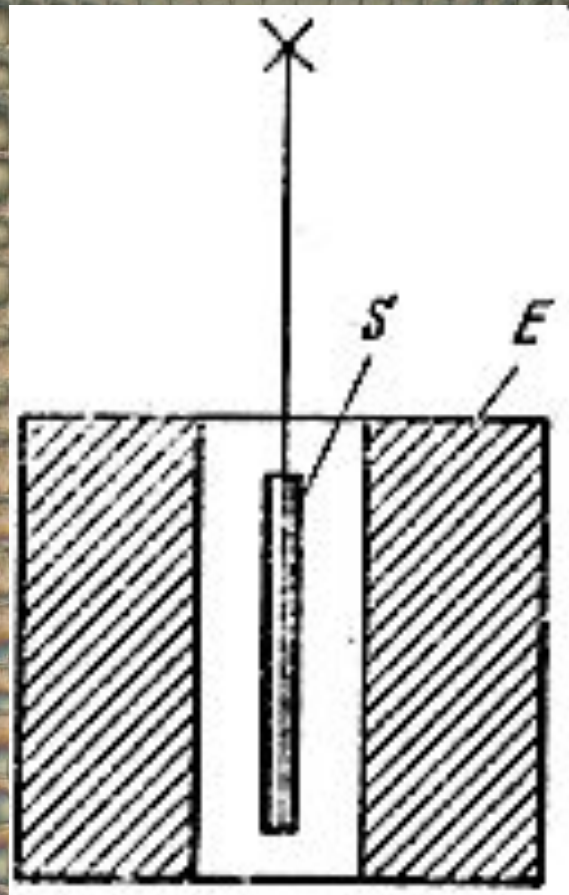
Другие эксперименты повлиявшие на развитие квантовых представлений

- 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)

