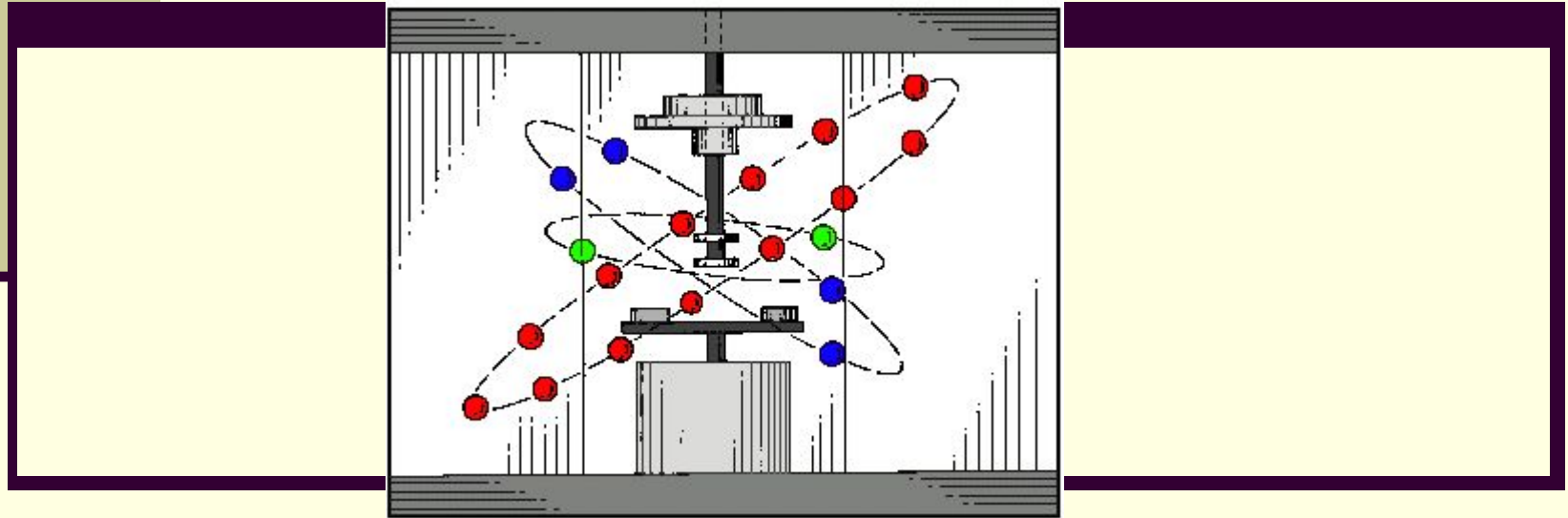


# КВАНТОВЫЕ ПОСТУЛАТЫ БОРА





**Нильс  
Хенрик  
Давид  
(7.10.1885—18  
.11.1962)**

Датский физик, один из создателей современной физики.

Основатель (1920) и руководитель Института теоретической физики в Копенгагене (Институт Нильса Бора);

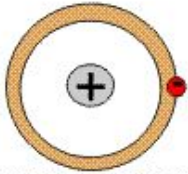
создатель мировой научной школы; иностранный член АН СССР (1929).

Создал теорию атома, в основу которой легли планетарная модель атома,

квантовые представления и предложенные им постулаты.

Важные работы по теории металлов, теории атомного ядра и ядерных реакций.

Модель атома по  
Резерфорду (планетарная)  
1911 год

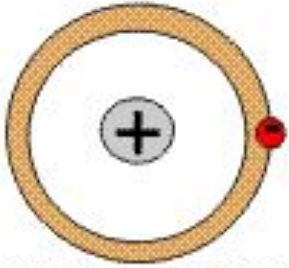


Положительное ядро атома по  
Резерфорду около  $10^{-12}$  см

# Модель Резерфорда

1. В центре атома находится положительно заряженное ядро, занимающее ничтожную часть пространства внутри атома (порядка  $10^{-12}$  -  $10^{-13}$  см, что в десятки или даже в сотни тысяч раз меньше размеров самого атома).
2. Весь положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточены в его ядре (масса электрона равна  $1/1823$  а.е.м.).
3. В целом атом нейтрален, из чего следует, что число внутриатомных электронов, как и заряд ядра, равно порядковому номеру элемента в периодической таблице.

Модель атома по  
Резерфорду (планетарная)  
1911 год



Положительное ядро атома по  
Резерфорду около  $10^{-12}$  см

# Модель Резерфорда

**Электроны движутся вокруг ядра, подобно тому как планеты движутся вокруг солнца .**

**Такой характер движения обусловлен действием кулоновских сил**

# Модель Резерфорда

- крупный шаг в развитии знаний о строении атома.
- наглядная и полезная для объяснения многих экспериментальных данных, в частности была совершенно необходимой для объяснения опытов по рассеянию  $\alpha$ -частиц

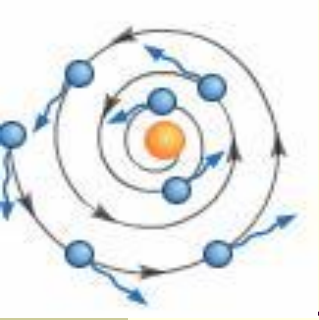
**НО**

**обнаружила и свои недостатки:**

**неспособна объяснить**

не смогла объяснить все свойства атомов,  
факт длительного существования атома, т. е. его

**устойчивость**



# Модель Резерфорда

По классическим законам атом должен излучать электромагнитные волны, т.к. электроны движутся с ускорением.

Это должно приводить к уменьшению запаса потенциальной энергии в системе ядро – электрон, а следовательно, и к постепенному уменьшению радиуса орбиты электрона и, наконец, к падению электрона на ядро (за время порядка  $10^{-8}$  с атом прекратил бы свое существование) .



**НО**

- **атомы** обычно **не излучают** электромагнитные волны, а
- **атомы устойчивы**, т.е. электроны не падают на атомные ядра

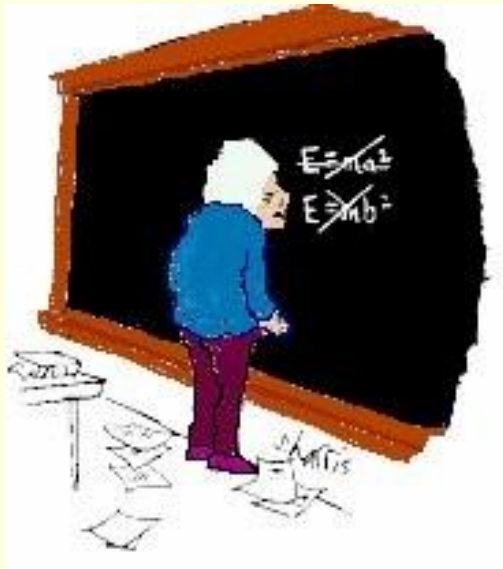
# Модель Резерфорда

---

**Никаких доказательств того, что  
атомы непрерывно исчезают,  
не было,  
следовательно,  
модель Резерфорда в чем-то  
ошибочна**

# ПОСТУЛАТЫ БОРА

---



Бор предположил, что  
**электрон в атоме не**  
**подчиняется законам**  
**классической физики.**

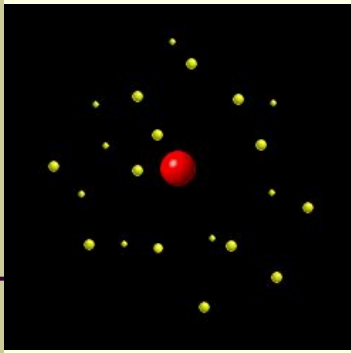


В 1913 году Бор показал, что **поведение микрочастиц нельзя** описывать теми же законами, что и макроскопических тела.

Бор **предположил**, что **величины** характеризующие микромир, должны **квантоваться**, т.е. они могут принимать только определенные **дискретные значения**.

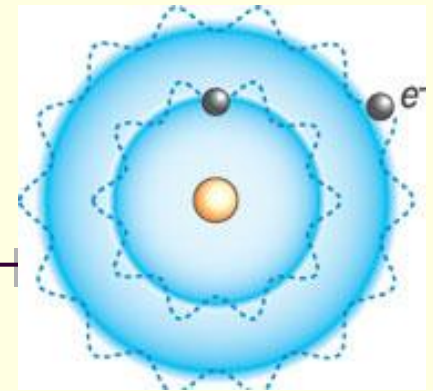
## ***Законы микромира - квантовые законы!***

Эти законы в начале 20 столетия еще не были установлены наукой. Бор сформулировал их в виде трех постулатов дополняющих ( и "спасающих") атом Резерфорда.

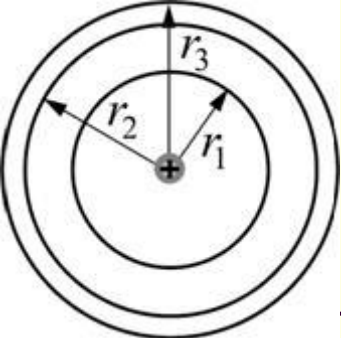


# ПОСТУЛАТЫ БОРА

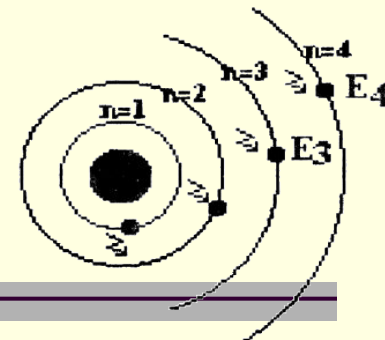
## I постулат



- I. Атомная система может находиться только в особых стационарных, или квантовых, состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия.**



# ПОСТУЛАТЫ БОРА



## I постулат

I. Электрон может вращаться вокруг ядра не по произвольным, а только по строго определенным (стационарным) круговым орбитам.

Радиус орбиты  $r$  и скорость электрона  $v$  связаны квантовым соотношением

Бора:

$$mrv = n\hbar$$

где  $m$  — масса электрона,

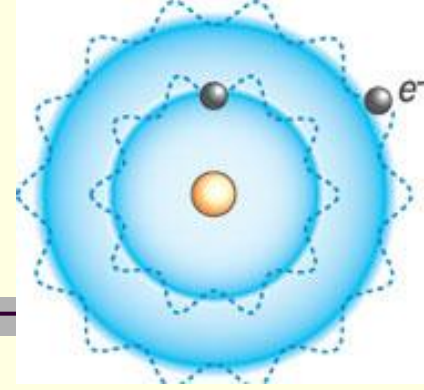
$n$  — номер орбиты,

$\hbar$  — постоянная Планка ( $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$  Дж·с).

# ПОСТУЛАТЫ БОРА

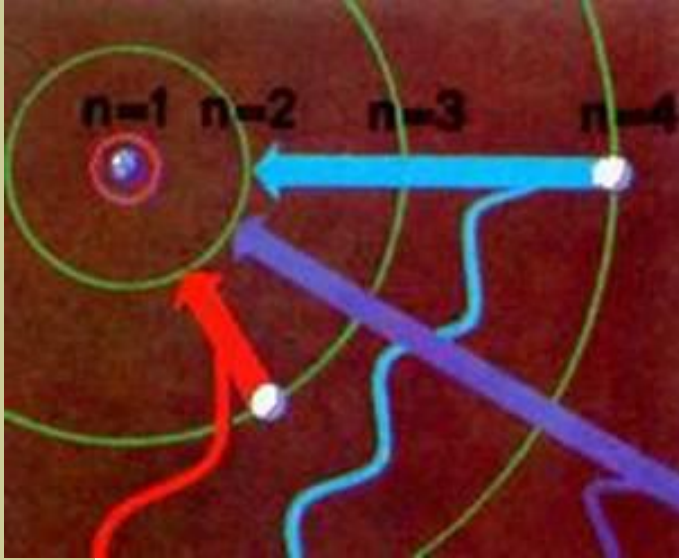
## II постулат

---



**2. При движении по стационарным орбитам электрон не излучает и не поглощает энергии**

# III постулат



**2. Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.**

# III постулат

- При этом энергия испущенного атомом фотона равна разности энергий стационарных состояний, а

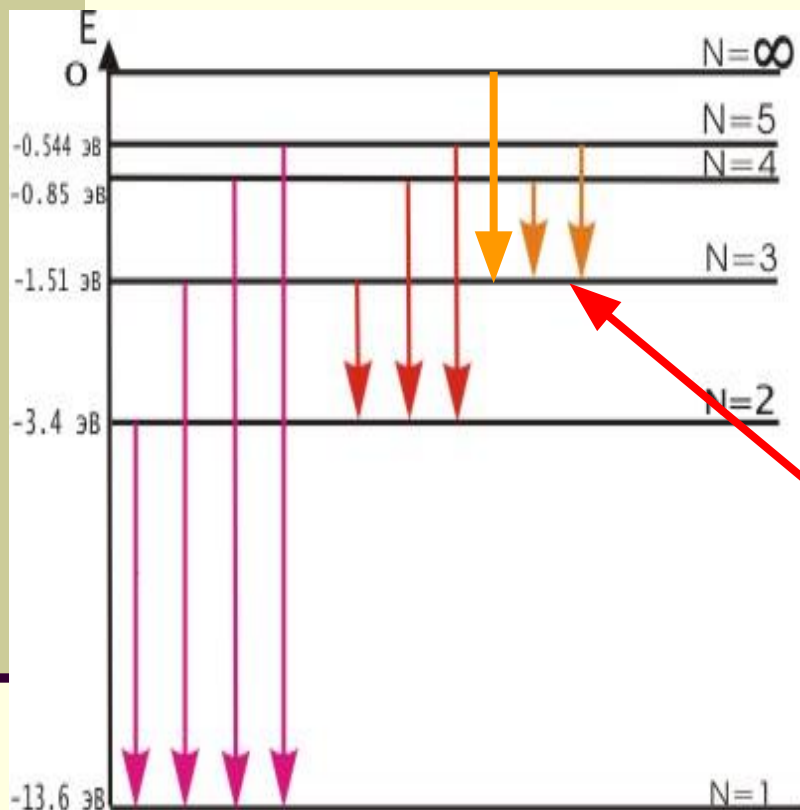
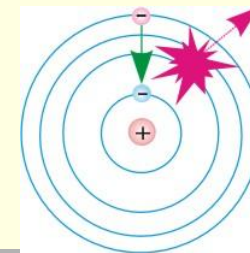
частота излучения определяется по формуле:

$$\nu = \frac{E_k - E_n}{h}$$

где  $E_k$  - энергия атома в более высоком энергетическом состоянии;  
 $E_n$  - энергия атома в более низком энергетическом состоянии.

**Третий постулат позволяет  
вычислить по известным  
экспериментальным значениям  
энергий стационарных  
состояний частоты излучения  
атома водорода.**

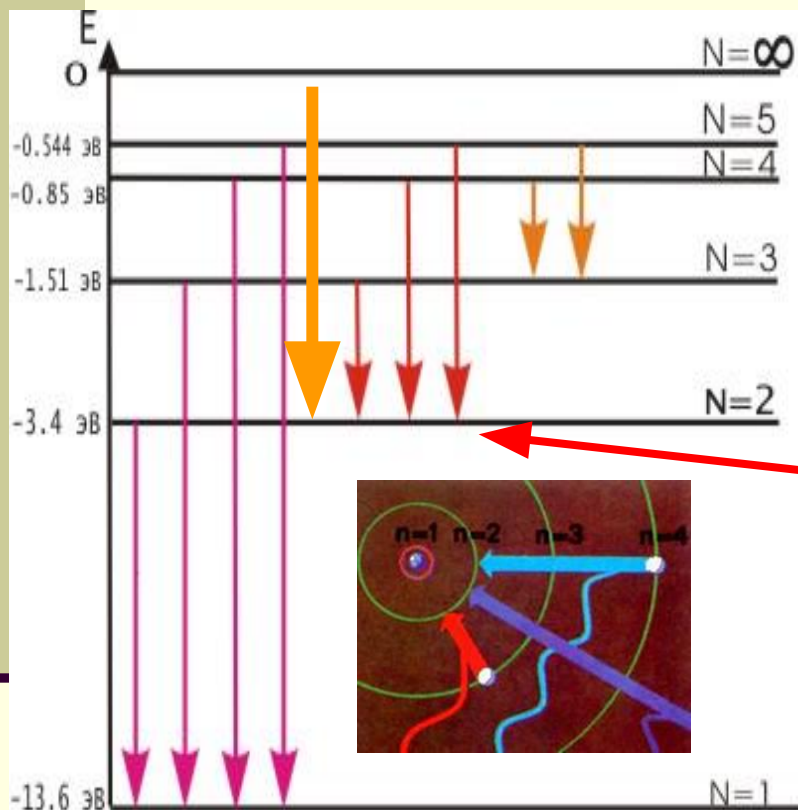
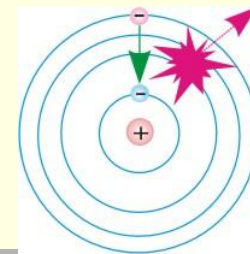
# СЕРИЯ ПАШЕНА- ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



Если атом водорода переходит из более высоких энергетических состояний - в третьем: излучение света происходит в инфракрасном диапазоне частот;

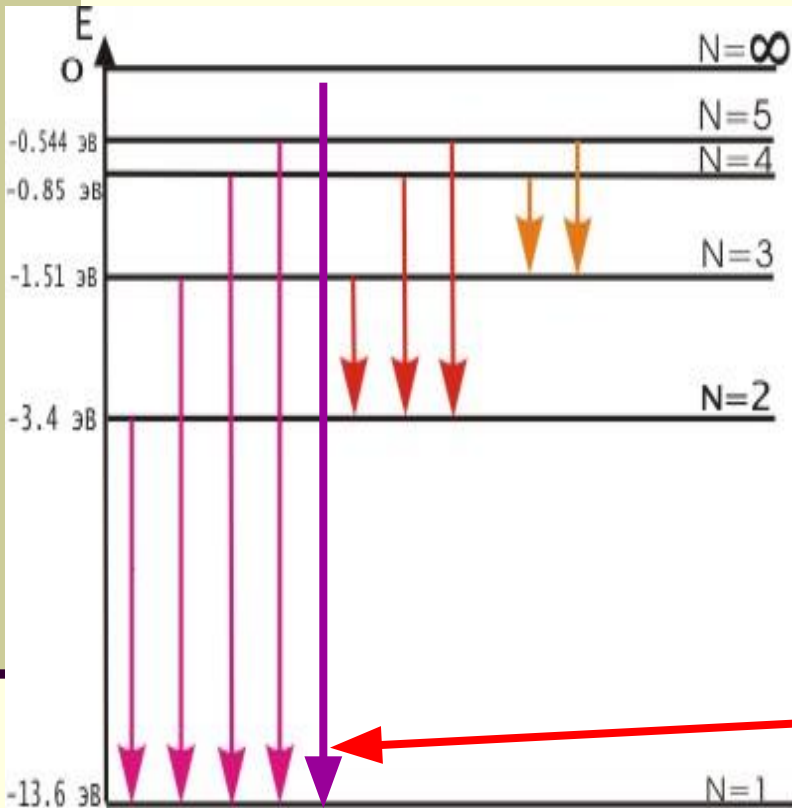
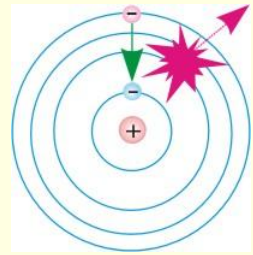


# СЕРИЯ БАЛЬМЕРА- ВИДИМЫЙ СВЕТ



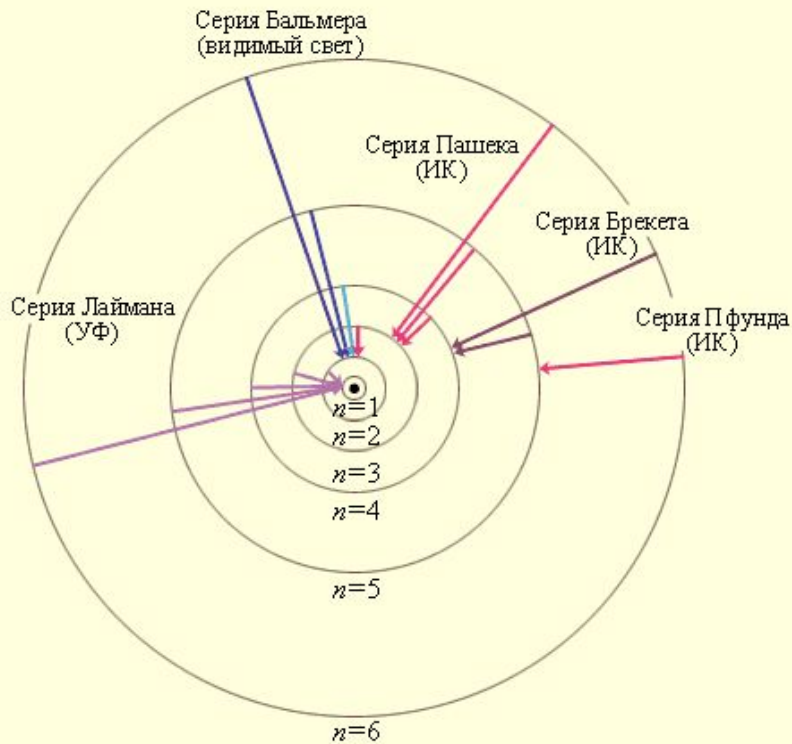
Если атом водорода переходит из более высоких энергетических состояний - во второе - излучение света происходит в видимом диапазоне;

# СЕРИЯ ЛАЙМАНА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

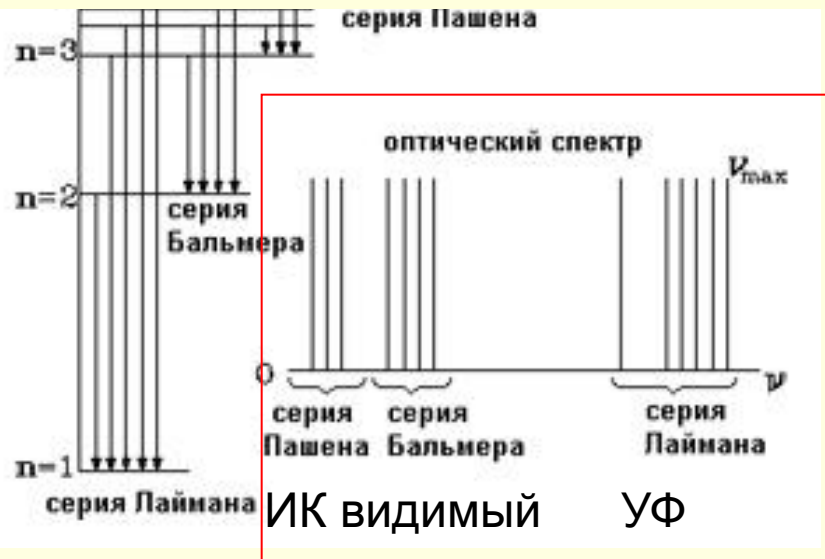


Если атом водорода переходит из более высоких энергетических состояний - в первое - излучение света происходит в ультрафиолетовом диапазоне.

# ПОСТУЛАТЫ БОРА



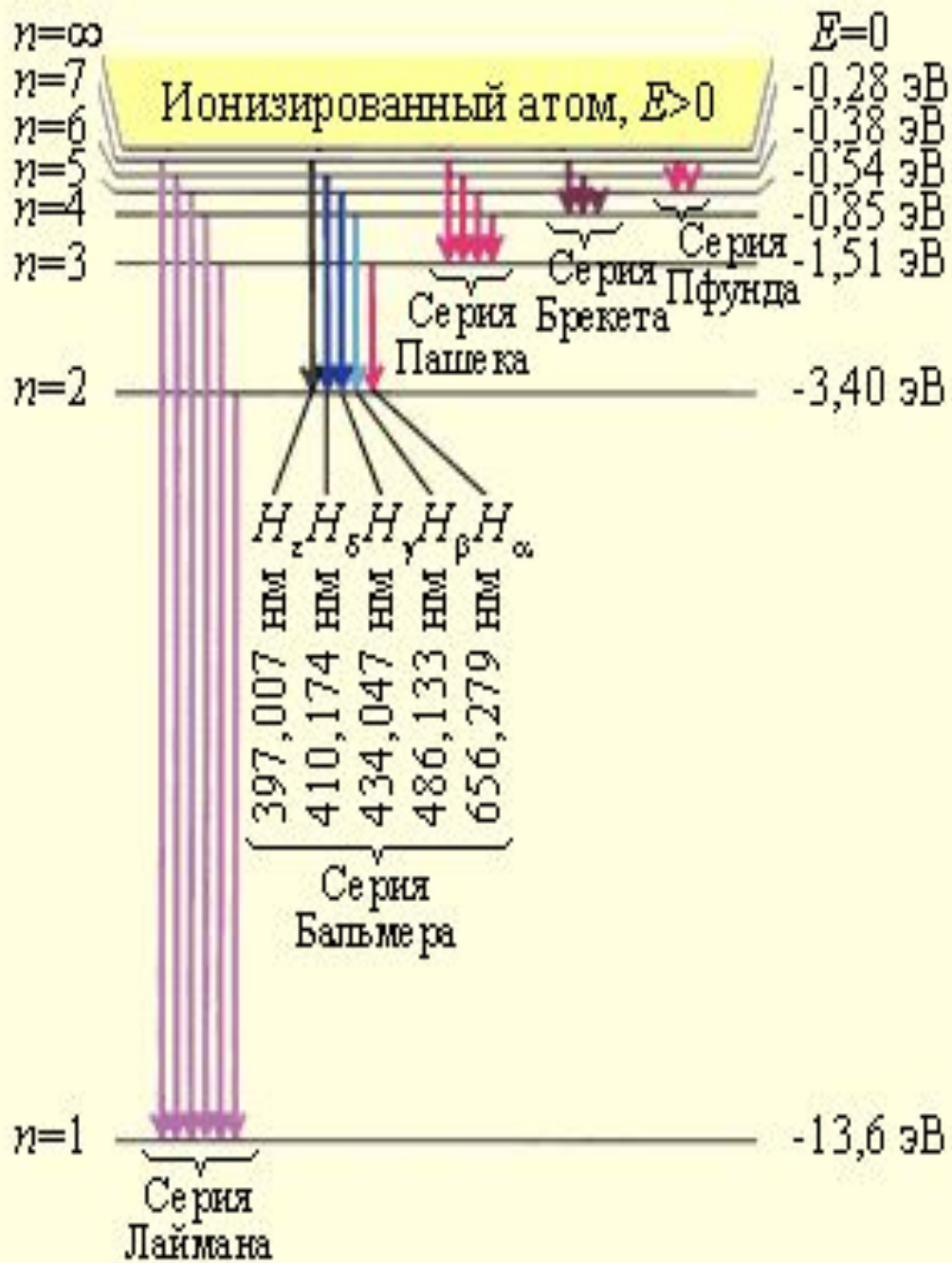
Если атом переходит в одно из возбужденных состояний, долго оставаться там он не может: атом самопроизвольно (спонтанно) переходит в основное состояние.





---

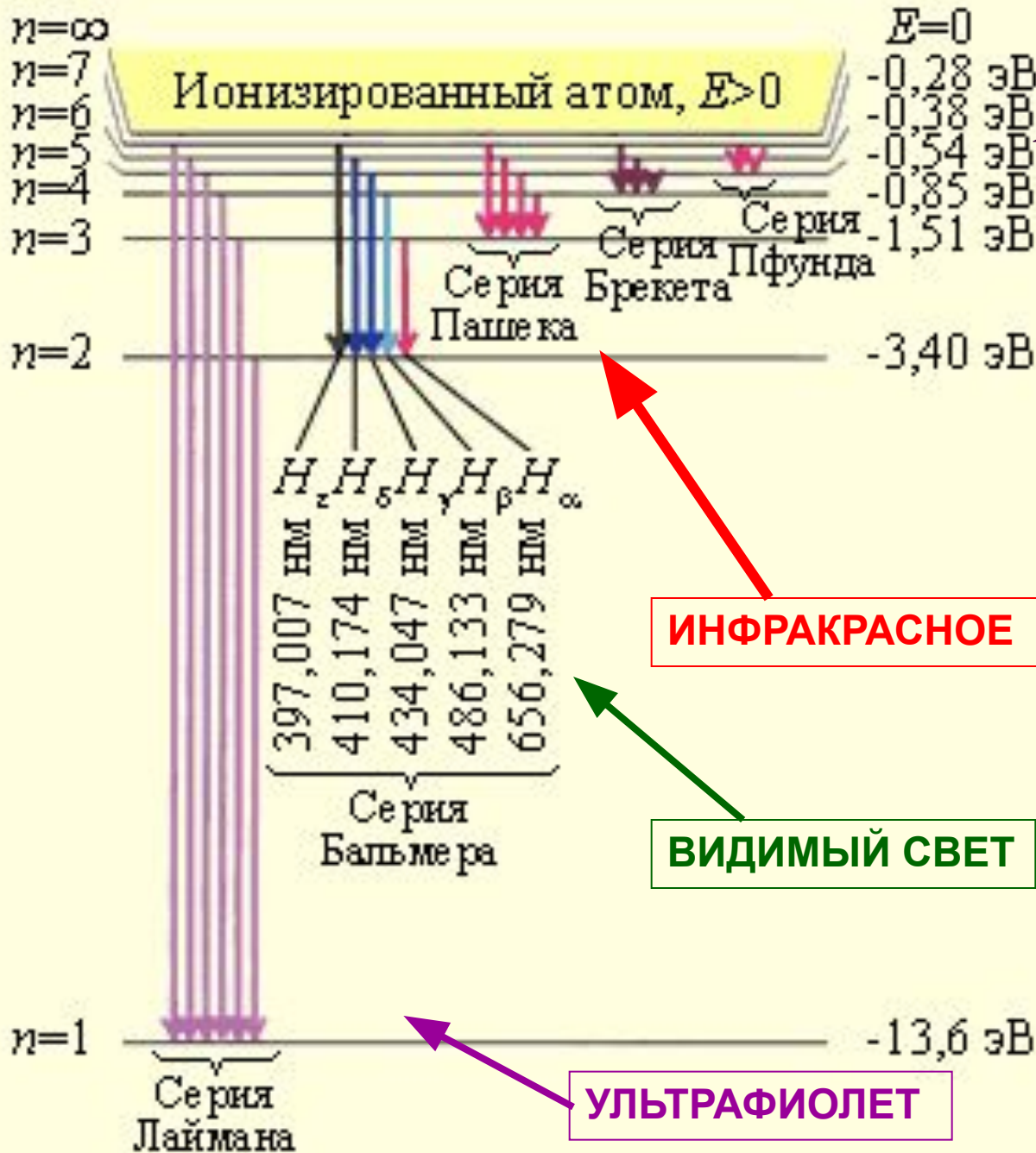
Свои постулаты Бор применил для объяснения излучения и поглощения света *атомом водорода.*



# АТОМ ВОДОРОДА

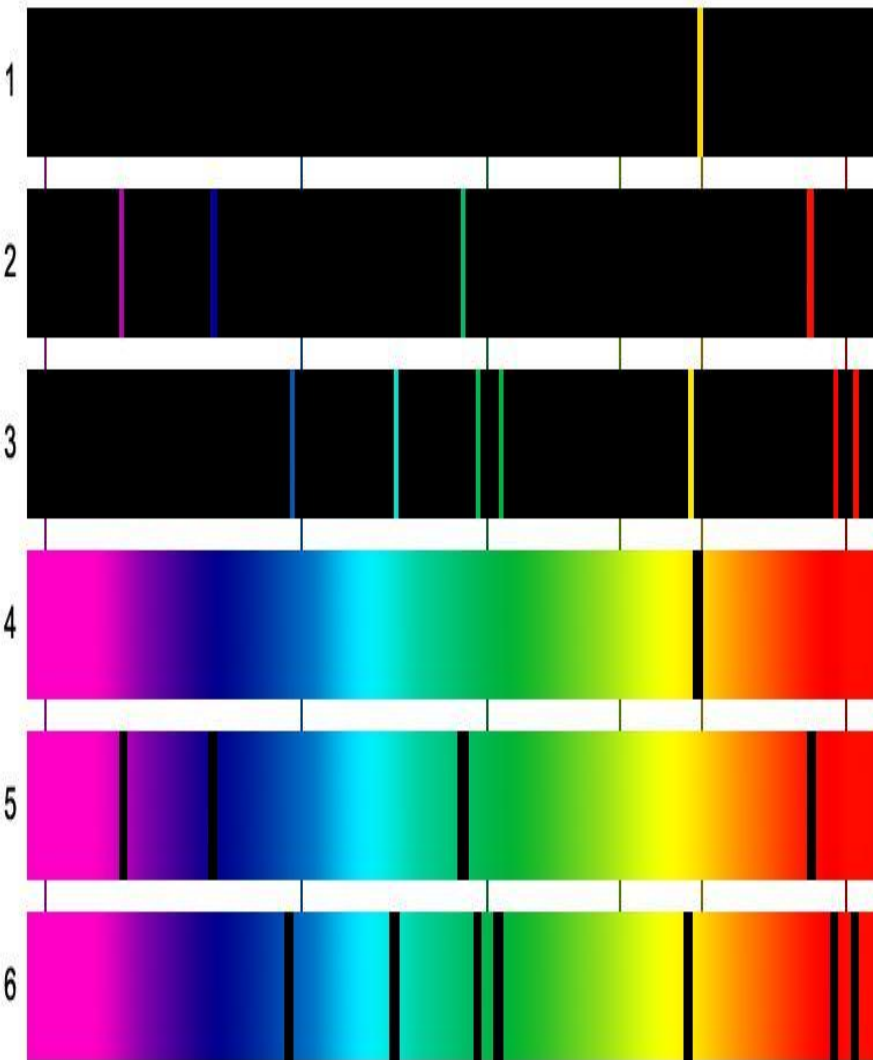
На основании теории Бора оказалось возможным построить количественную теорию спектра водорода.

# АТОМ ВОДОРОДА



# спектры излучения

— Спектр нагретого вещества в газообразном состоянии состоит из узких линий разного цвета. Такой спектр называется **линейчатым спектром излучения**. Для получения такого спектра используют *дуговой или искровой разряд*. Линейчатый спектр излучения у каждого химического элемента свой, не совпадающий со спектром другого химического элемента.

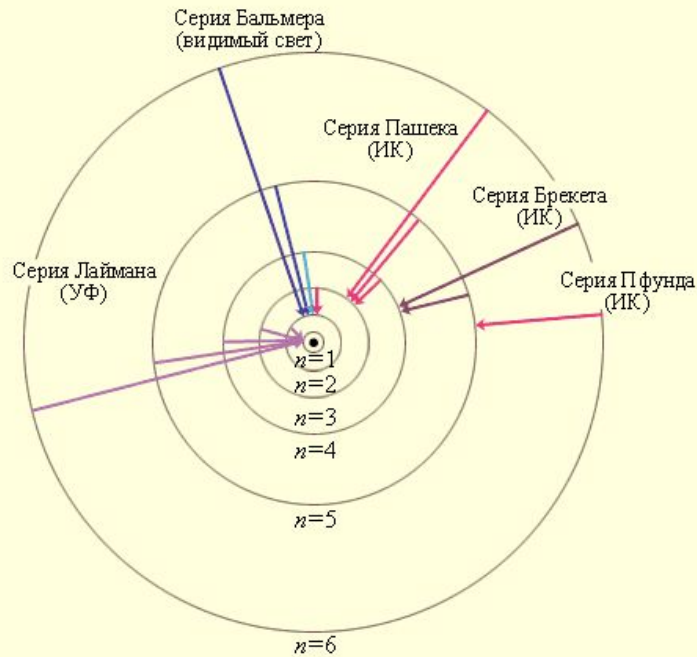


Спектры испускания: 1 - натрия; 2 - водорода; 3 - гелия.

Спектры поглощения: 4 - натрия; 5 - водорода; 6 - гелия.

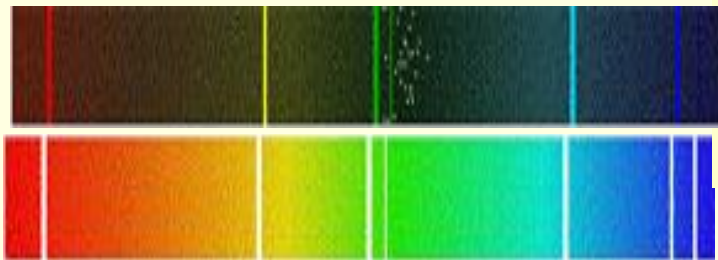


# СПЕКТРЫ ИСПУСКАНИЯ



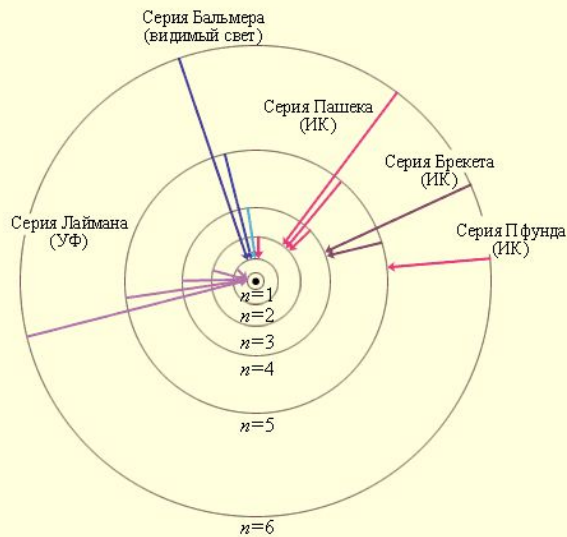
Расчеты Бора привели к согласию с экспериментально определенными частотами.

**Частоты излучений** можно определить по спектрам атомов: на фоне сплошного спектра поглощения (на черном фоне) видны цветные линии излучения, соответствующие определенным длинам волн или частотам

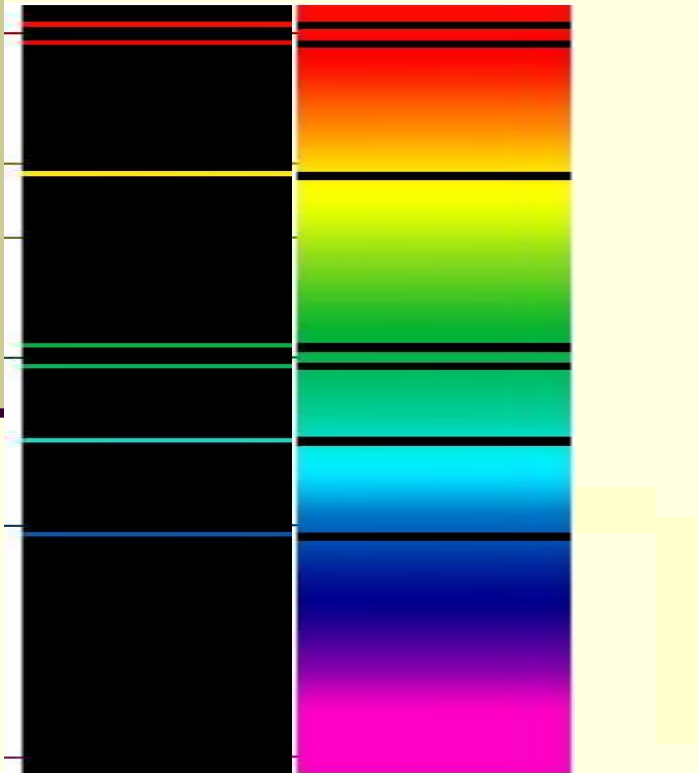




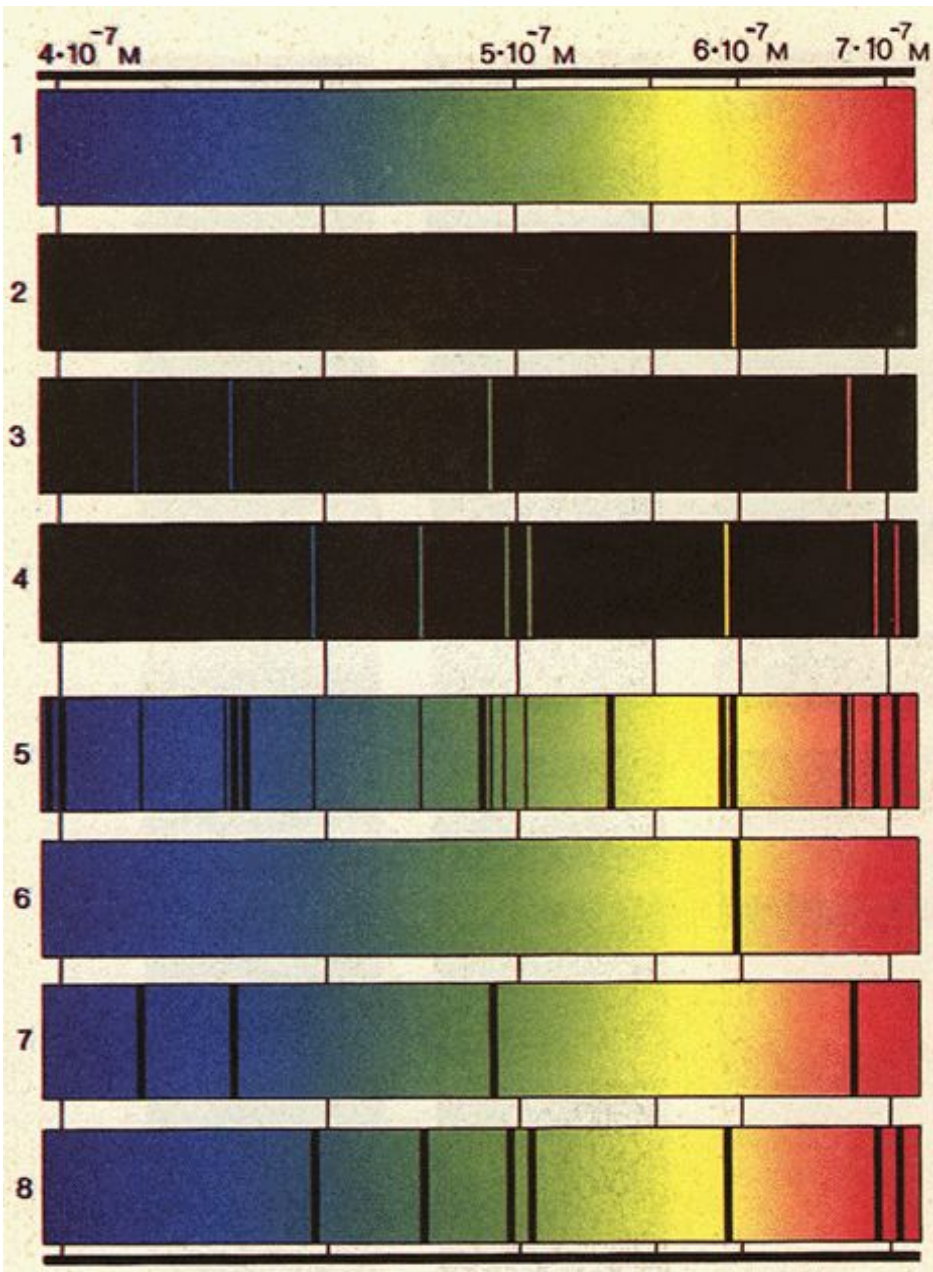
# СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ



**Поглощение света- процесс, обратный излучению: атом переходит из низших энергетических состояний в высшие. При этом атом поглощает излучение тех же частот, которые излучает при обратных переходах.**



## СПЕКТРЫ ИСПУСКАНИЯ



1-сплошной

2-натрия

3-водорода

4-гелия

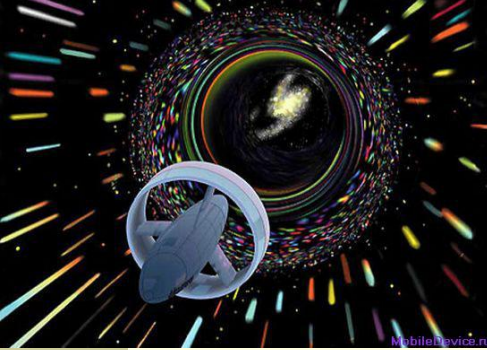
## СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ

5-солнечный

6-натрия

7-водорода

8-гелия



# ТРУДНОСТИ ТЕОРИИ

---

**Построить количественную теорию уже для атома гелия на основе боровских представлений оказалось затруднительным**

В современной физике с помощью *квантовой механики* построена количественная теория излучения и поглощения света.

В рамках классической физики оказалось невозможным ответить на многие вопросы, связанные с поведением электронов внутри атомов, с излучением и поглощением атомов