Науки о жизни

Кафедра медицинской
и биологической физики ИЦБиМЖС

Сеченовский Университет

Москва, Россия

1. Биофизика мембран: структура, мембранный транспорт, электрогенез

Козлов А.П., доцент, к.ф.-м.н.

Кафедра медицинской
и биологической физики ИЦБиМЖС

Сеченовский Университет

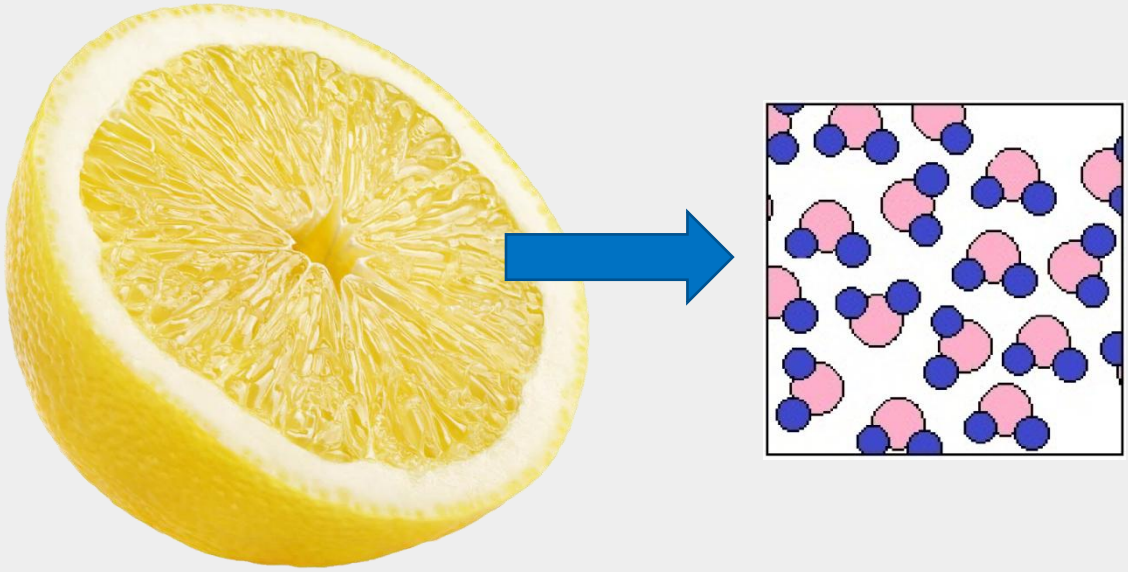
Москва, Россия

1.a. Атомное и молекулярное строение вещества. Теория строения атома водорода по Бору

Атомное и молекулярное строение вещества

- **Молекула** – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединённых между собой химическими связями

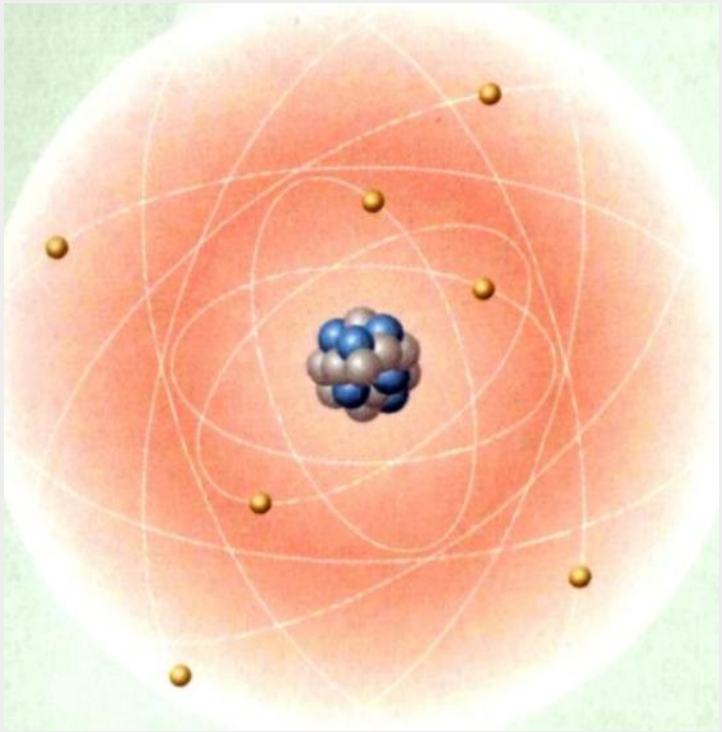
- **Атом** – мельчайшая электрически нейтральная частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств



pngmart.com/image/186016

Состав атома

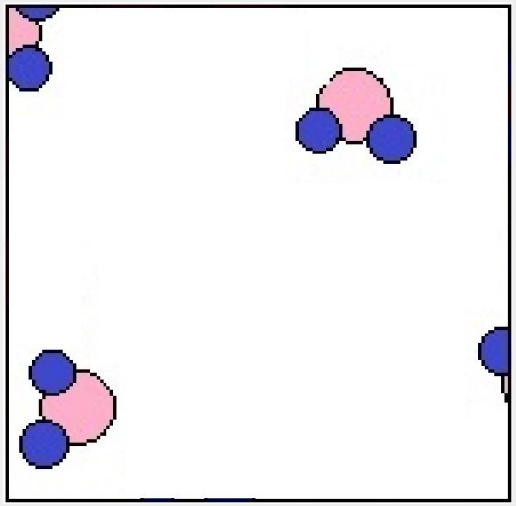
- Размеры атома порядка 10^{-10} м. Размеры ядра порядка 10^{-14} — 10^{-15} м
- Атом – электрически нейтральная система. Ядро с зарядом +eZ удерживает Z электронов с общим зарядом -eZ



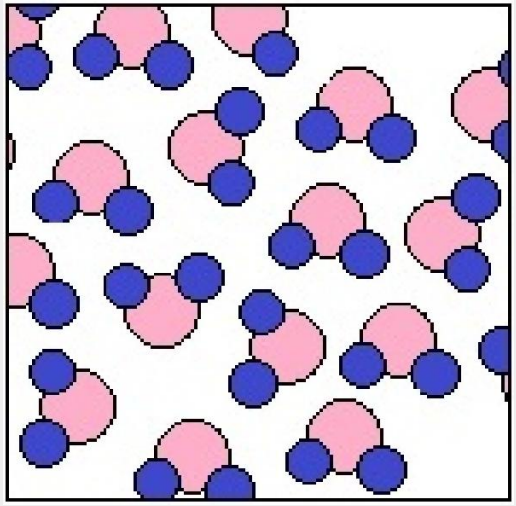
gufo.me/dict/scientific/ATOM?ysclid=lwat1tduew405375573

Агрегатные состояния вещества

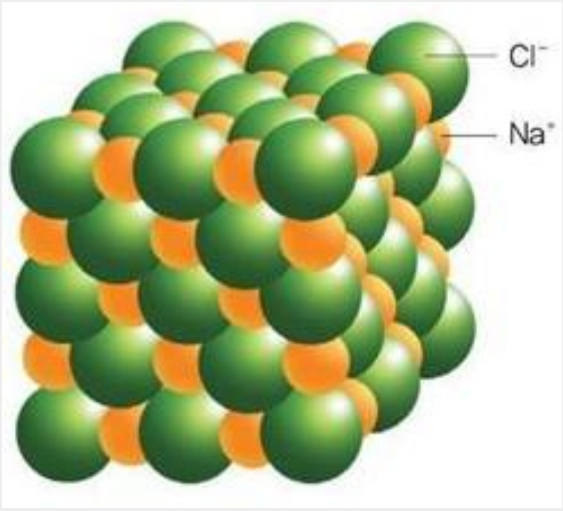
Газообразное



Жидкое



Твердое кристаллическое



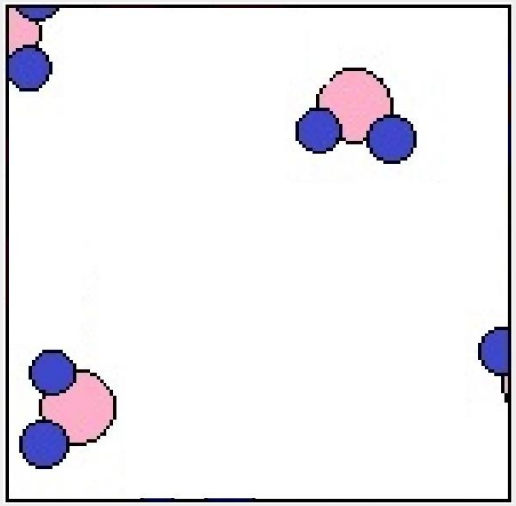
azovsoap.ru/tpost/rsd4eyv1fu-v-chem-zhe-sol

Также существуют и другие агрегатные состояния вещества:

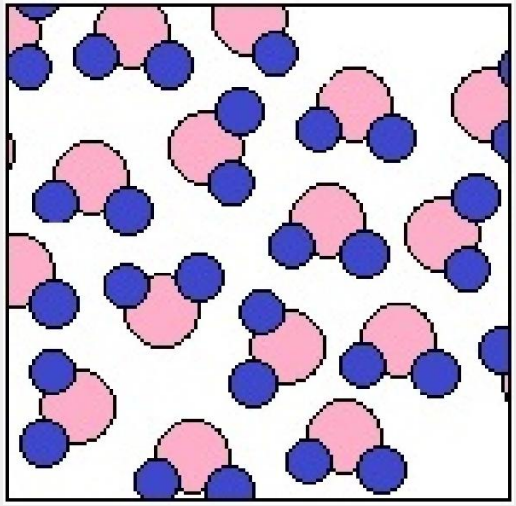
- Плазма
- Аморфное
- Жидкокристаллическое
- и другие

Агрегатные состояния вещества

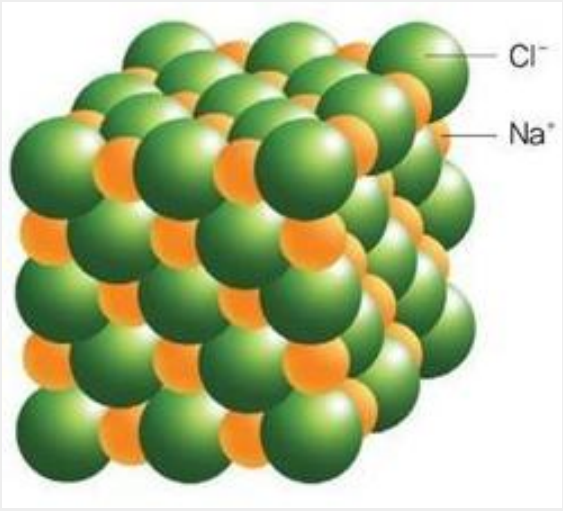
Газообразное



Жидкое



Твердое кристаллическое



azovsoap.ru/tpost/rsd4eyv1fu-v-chem-zhe-sol

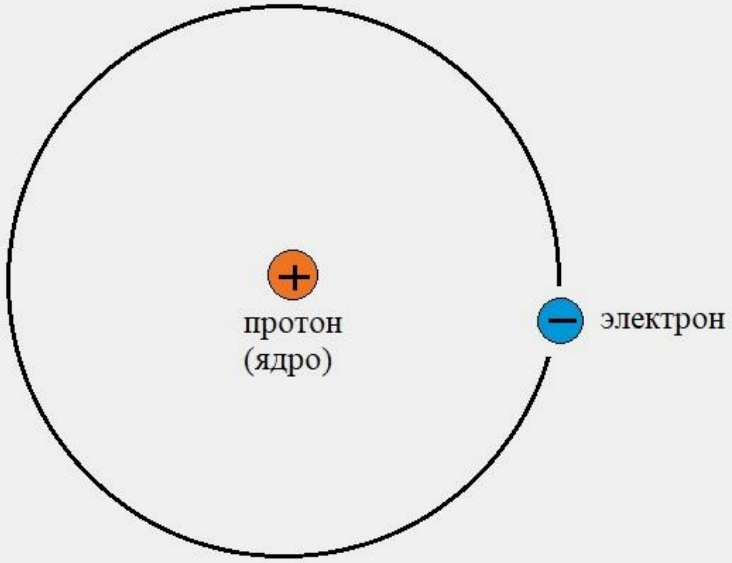
Также существуют и другие агрегатные состояния вещества:

- Плазма
- Аморфное
- Жидкокристаллическое
- и другие

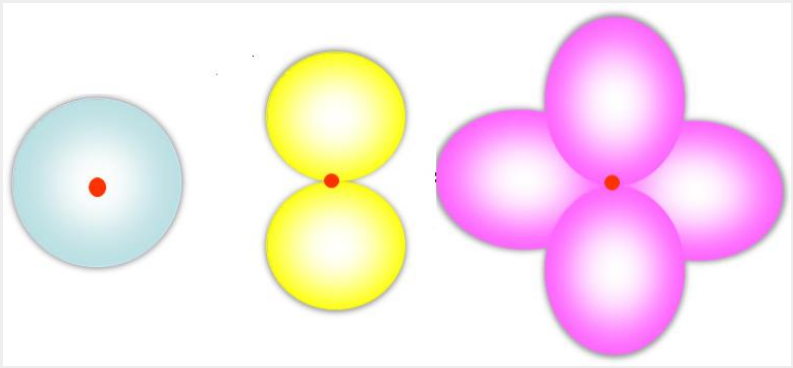
Планетарная модель атома (модель Резерфорда, 1911 г.)

В центре атома находится тяжелое положительно заряженное ядро, вокруг которого, подобно планетам вокруг Солнца, вращаются легкие отрицательно заряженные электроны.

Планетарная модель атома водорода



Квантово-механическая модель атома (модель Шредингера)



s p d

- Электроны образуют электронные облака в атоме. Для описания поведения электронов используется уравнение Шредингера
- Квантово-механической модели атома предшествовала полуклассическая модель атома Бора

Нильс Бор

Эрвин Шредингер

znanio.ru/media/himiya-2552003
ru.wikipedia.org/wiki/Бор,_Нильс
ru.wikipedia.org/wiki/Шрёдингер,_Эрвин

Теория строения атома водорода по Бору

Постулаты Нильса Бора (1913 г.):

1) Атомы могут длительное время находиться только в определенных, так называемых стационарных состояниях. Энергии стационарных состояний $E_1, E_2, E_3, \ldots$ образуют дискретный спектр. При движении электрона на любой из стационарных орбит атом энергии не излучает и не поглощает

2) При переходе атома из одного стационарного состояния в другое излучается или поглощается квант света с энергией

$$h\nu_{nm} = E_n - E_m$$

где E_n; E_m — энергетические уровни, между которыми осуществляется переход.

n и m – номера орбит. При переходе с верхнего уровня на нижний энергия излучается, при переходе с нижнего на верхний — поглощается.

$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Дж $\cdot$ с $-$ постоянная Планка

ν_{nm} $-$ частота излучения

Правила квантования

Энергии стационарных состояний определяются правилом квантования. Если рассмотреть круговые орбиты электронов в атоме, то, согласно Бору, стационарными являются лишь те орбиты, при движении по которым момент импульса *L* электрона равен целому числу постоянных Планка $\hbar$:

$$L = n\hbar = n\frac{h}{2\pi}$$

(*n=1,2,3,…)*

Целое число *n* называется **квантовым числом** (главным квантовым числом)

Радиусы стационарных орбит электрона в атоме водорода

$$r_n = \frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2} \cdot n^2$$

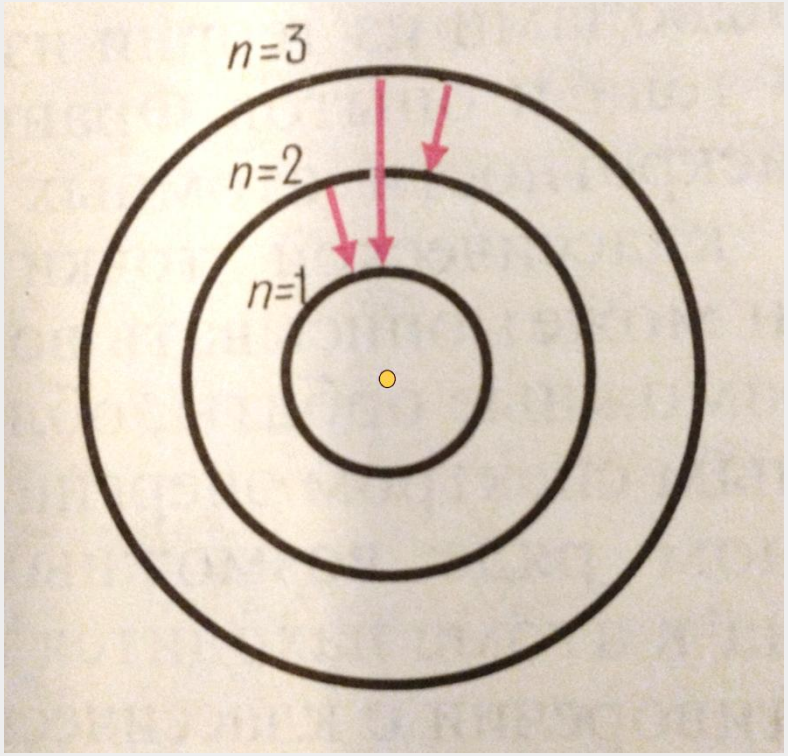
- $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$Кл – модуль заряда электрона
- r_n – радиус орбиты с номером n
- ε_0 – электрическая постоянная
- $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$кг – масса электрона

Радиус первой орбиты (n=1) в атоме водорода равен

$$a_0 = \frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2} = 0{,}529 \cdot 10^{-10}\text{м} = 0{,}529\ \text{Å}$$

и называется первым боровским радиусом

Схематическое изображение круговых стационарных орбит в атоме водорода



Атомная физика. Учебное пособие для студентов вузов. 1989. ISBN 5-06-000056-7

Уровни энергии стационарных состояний электрона в атоме водорода

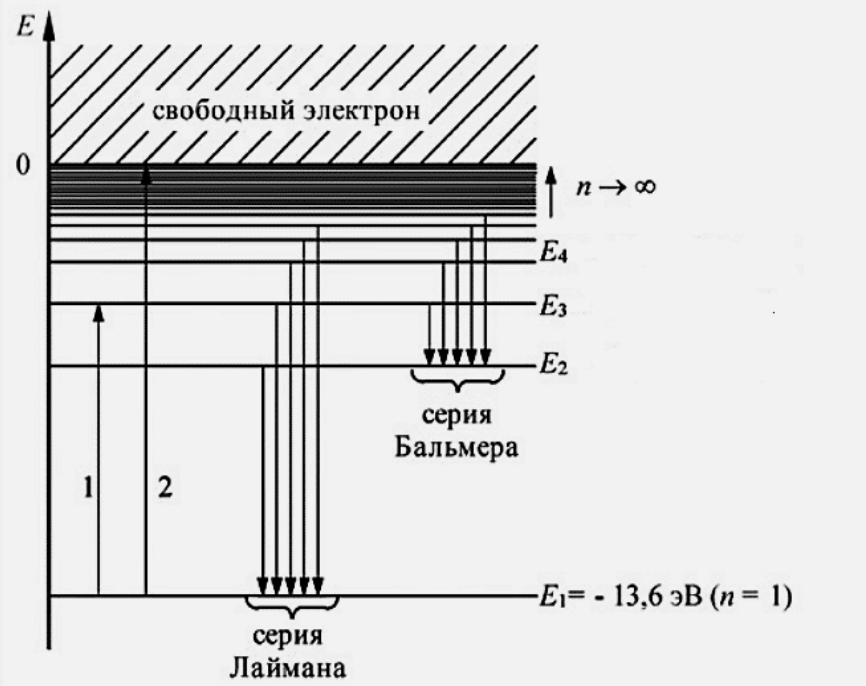
$$E_n = -\frac{me^4}{32\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}\cdot\frac{1}{n^2} = -13{,}6\cdot\frac{1}{n^2}\ \text{(эВ)}$$

1 эВ= 1,6*10^{-19} Дж

Состояние атома с наименьшей энергией (при *n*=1) называется основным ($E_1 = -13{,}6$ эВ). При $n \to \infty$ уровни энергии сгущаются к своему предельному значению $E_\infty = 0$.

Если **энергия** электрона **отрицательна**, то он **связан с атомом**.
Если **энергия** электрона становится **положительной**, то он **покидает атом**

Уровни энергии стационарных состояний электрона в атоме водорода и переходы между ними

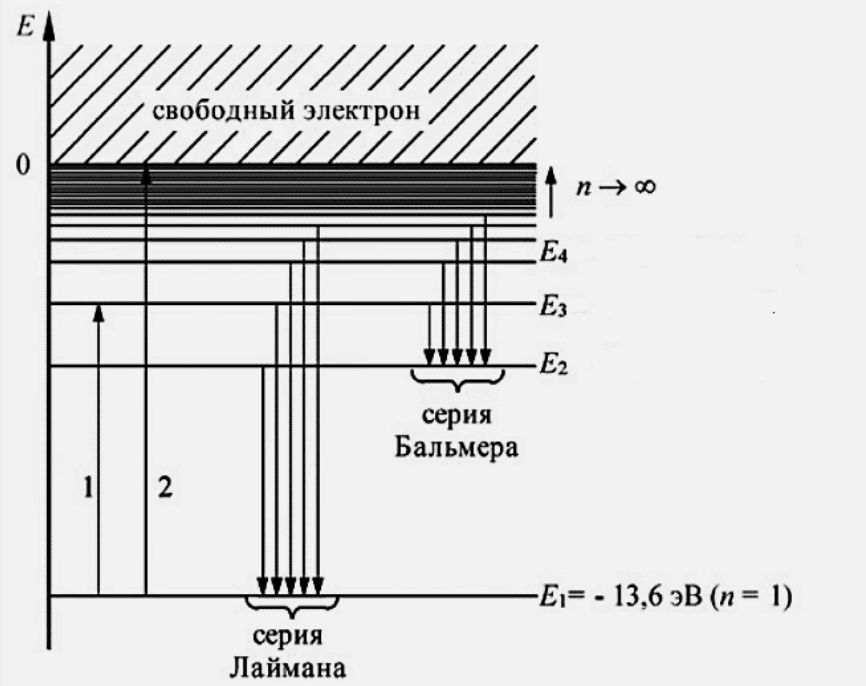


$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

R=1,097*10^7 $м^{-1}$ – постоянная Ридберга

СВЧ	ИК	Голубой свет	УФ	Рентген
1 см	10 мкм	500 нм	89 нм	0,1 нм
0,00012 эВ	0,12 эВ	2,5 эВ	14 эВ	12 400 эВ

Уровни энергии стационарных состояний электрона в атоме водорода и переходы между ними

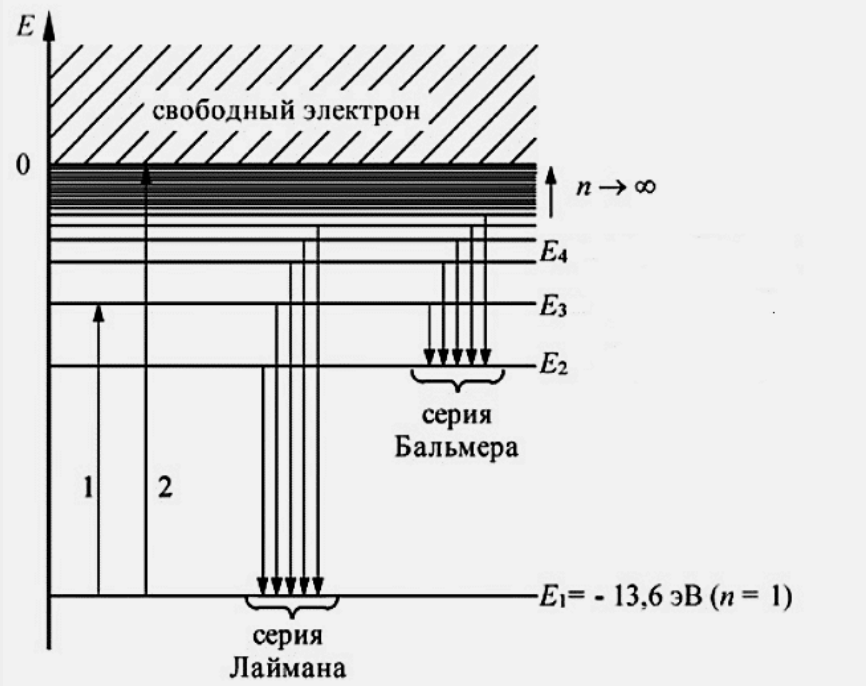


$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

R=1,097*10^7 $м^{-1}$ – постоянная Ридберга

СВЧ	ИК	Голубой свет	УФ	Рентген
1 см	10 мкм	500 нм	89 нм	0,1 нм
0,00012 эВ	0,12 эВ	2,5 эВ	14 эВ	12 400 эВ

Уровни энергии стационарных состояний электрона в атоме водорода и переходы между ними



$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

R=1,097*10^7 $м^{-1}$ – постоянная Ридберга

СВЧ	ИК	Голубой свет	УФ	Рентген
1 см	10 мкм	500 нм	89 нм	0,1 нм
0,00012 эВ	0,12 эВ	2,5 эВ	14 эВ	12 400 эВ

Заключение

Теоретическая формула для длин волн излучения атома водорода в рамках модели Бора совпадает с обобщенной формулой Бальмера, полученной ранее на основе экспериментальных данных.

Теория Бора атома водорода в 1922 г. была удостоена Нобелевской премии по физике.

Нильс Бор в своей полуклассической теории атома водорода впервые реализовал идею квантования энергии частицы, движущейся в силовом поле.