

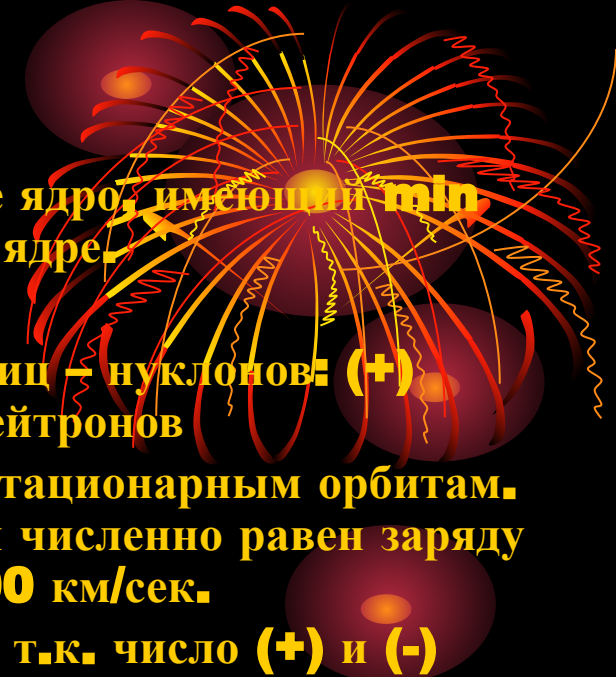
## **ЛЕКЦИЯ 2**

# **ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**д.б.н., профессор  
Тамбовцева Р.В.**



# СТРОЕНИЕ АТОМА



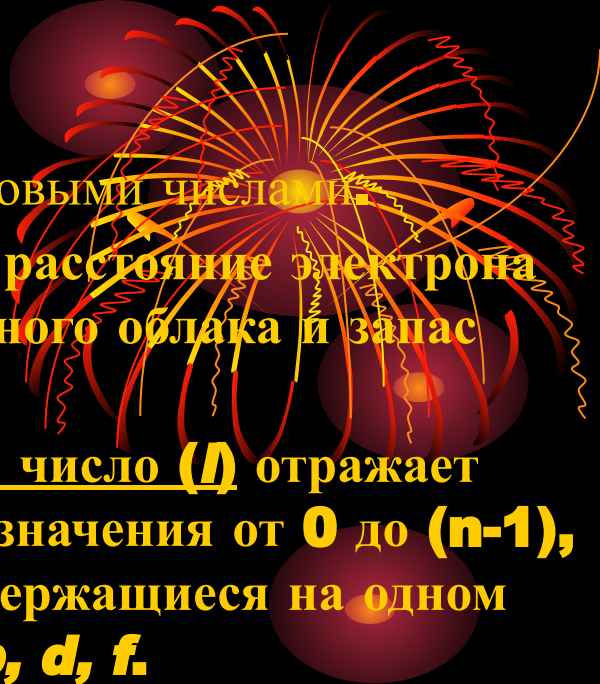
- **1.** В центре атома находится положительно заряженное ядро, имеющий min размеры. Положительный заряд атома сосредоточен в ядре.
- **2.** Ядро составляет всю массу атома.
- **3.** Ядра атомов состоят из ядерных элементарных частиц – нуклонов: (+) заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов
- **4.** Электроны вращаются вокруг ядра по замкнутым стационарным орбитам. Масса электронов очень мала, заряд отрицательный и численно равен заряду протона. Скорость движения электрона в атоме – **2000** км/сек.
- **5.** Свободные несвязанные атомы электронейтральны, т.к. число (+) и (-) зарядов в атомах одинаково.
- **6.** Диаметры атомов –  $2 \times 10^{-10}$  м; масса атомов –  $10^{-24}$  –  $10^{-22}$  г.

Нуклиды с одинаковым зарядом ядра, но разными массовыми числами и разным количеством нейтронов в ядре наз. **Изотопами**

Важнейшие свойства любых частиц – это масса и энергия.

Энергия связи ядра – это энергия, которую необходимо затратить, чтобы разъединить ядро на отдельные нуклоны.

## Энергетическое состояние атомов



- Состояние электрона в атоме характеризуют **4** квантовыми числами.
- Главное квантовое число ( $n$ ) - указывает среднее расстояние электрона от атомного ядра, характеризует размер электронного облака и запас энергии электрона.
- Побочное (орбитальное, азимутальное) квантовое число ( $l$ ) отражает пространственную форму орбитали и принимает значения от **0** до **( $n-1$ )**, т.е.  **$l=0,1,2,3$** . Орбитали одинаковой формы, содержащиеся на одном энергетическом уровне, образуют подуровни:  **$s, p, d, f$** .
- Магнитное квантовое число ( $m_l$ ) связано с положением атомной орбитали в пространстве.
- Спиновое квантовое число ( $m_s$ ) характеризует веретенообразное вращение электрона вокруг собственной оси – *спин*. *На каждой атомной орбитали может находиться не более двух электронов, при этом их спины должны быть противоположно направлены.*

## СОСТОЯНИЯ АТОМА

Основное (нормальное) и возбужденное

Основное состояние – энергия электронов **min**, при этом выполняются усл.:

- 1. Принцип ПАУЛИ-** в атоме не может быть электронов с одинаковым значением всех четырех квантовых чисел.
- 2. Правило ХУНДА** – электроны располагаются на одинаковых орбиталях так, чтобы их суммарный спин был наивысшим; максимальные значения спина наблюдаются, если все орбитали подуровня содержат по одному электрону с однонаправленными спинами; такое распределение позволяет электронам находиться наиболее далеко друг от друга.
- 3. Правило КЛЕЧКОВСКОГО** – размещение электронов на энергетическом уровне соответствует наименьшим значениям суммы главного и побочного квантовых чисел  **$n + l$** ; при одинаковых значениях  **$n + l$**  электроны заполняют орбитали с минимальным значением главного квантового числа  **$n$** .



## Строение электронных оболочек

Электроны, образующие внешний энергетический уровень атома, наименее прочно связаны с атомным ядром.

**КАТИОН** – это **+** заряженный ион, образованный в результате потери атомом электрона.

Пример:  $\text{Ca}^{2+}$  - катион кальция

**АНИОН** – это **(-)** заряженный ион, образованный в результате принятия атомом электрона. Пример:  $\text{Cl}^-$  - анион хлора.

**ОКИСЛЕНИЕ** – это отдача атомом электронов.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ** – это присоединение электронов к атому.

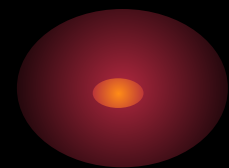
**ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ** - это процесс перехода электронов от одного атома к другому.

**СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ** – это заряд образовавшихся ионов.

**ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ** – это энергия, которую нужно затратить, чтобы оторвать электрон от атома (Дж или электрон-вольт).  $1\text{эВ} = 1,6 \times 10^{-19}$  Дж). Больше характерно для атомов металлов.

**СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ** – это реакция присоединения электронов, в которых выделяется энергия. Характерно для атомов неметаллов (Дж; Электрон-в).

**ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ** – это полусумма энергии ионизации и сродства атома к электрону.





**Мария Кюри-Склядовская  
(1867-1934).**

**Окончила университет в Париже.**

**С Пьером Кюри изучала  
радиоактивность. Доктор физических  
наук.**

**В 1910 г. Ею впервые был получен  
металлический радий**

**Кюри-Склядовская дважды награждена  
Нобелевской премией (по химии и  
физике).**

**С 1926 г. была почетным членом  
Академии наук СССР.**







**Эрнест Резерфорд – (1871-1937)**

Крупнейший ученый в области радиоактивности и строения атома.

Родился в Нельсоне Новая Зеландия.

Профессор физики в Монреальском университете (Канада).

**1907**г. В Манчестере; с **1919** г. Кембридж, Лондон.

С **1900** г. Резерфорд занимался изучением радиоактивности. Открыл три вида лучей.

Предложил теорию радиоактивного распада.

Доказал образования гелия при многих радиоактивных процессах. Открыл ядро атома и разработал ядерную модель атома.

**1919**г. Впервые осуществил искусственное превращение некоторых стабильных элементов, бомбардируя их альфа-частицами.

**1908**г. – Нобелевская премия.

Почетный член Академии наук СССР.





**Нильс Бор (1885-1962)**

**Выдающийся датский физик.**

**1911-1912** гг. работал в лаборатории Резерфорда.

С **1916** г. Профессор Копенгагенского университета.

С **1920** глава Института теоретической физики Копенгагенского университета.

Автор первоначальной квантовой теории строения атома.

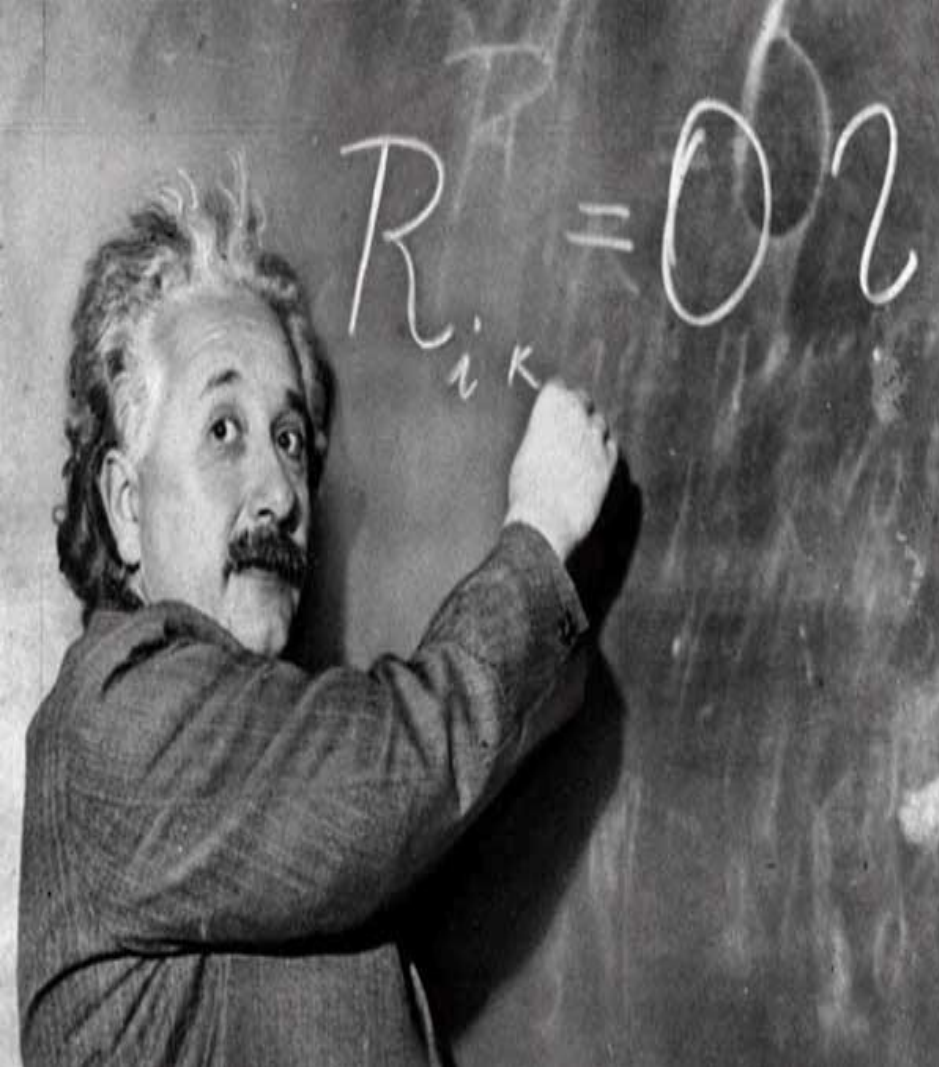
В **1913** г. Установил принцип соответствия между классическими и квантовыми представлениями. Теоретически объяснил периодический закон Д.И.Менделеева.

В **1922** награжден Нобелевской премией.

С **1929** г. – иностранный член Академии наук СССР.







Альберт Эйнштейн – **(1879-1955)**

Родился в Ульме (Германия), с **14** лет жил в Швейцарии.

С **1909** г. Профессор Цюрихского университета.

С **1914-1933** профессор Берлинского университета.

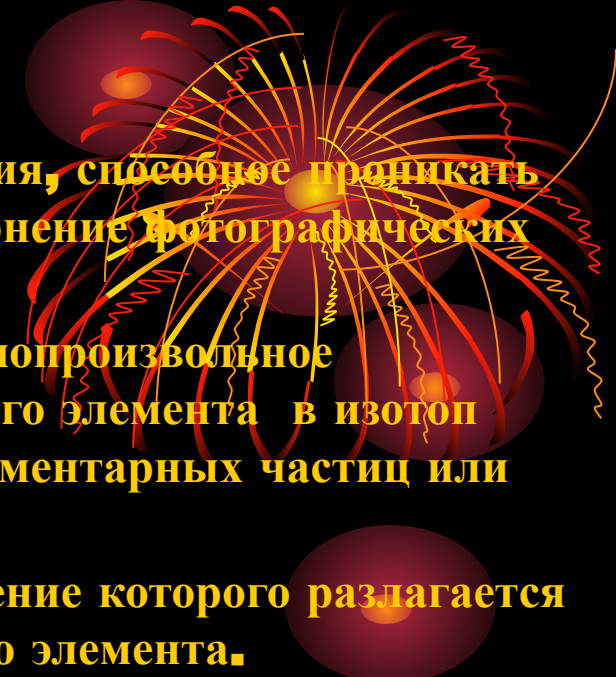
С **1933** г. – профессор Института фундаментальных исследований в Принстоне (США).

К **1916** г. – общая теория относительности, заложившую основы современных представлений о пространстве, тяготении и времени. Осуществил основополагающие исследования в области квантовой теории света, теории броуновского движения, магнетизма.

В **1921** г. награжден Нобелевской премией.

С **1927** г. – почетный член Академии наук СССР.

# РАДИОАКТИВНОСТЬ



- Явление испускания некоторыми элементами излучения, способное проникать через вещества, ионизировать воздух, вызывать почернение фотографических пластинок.
- После открытия изотопов – радиоактивность – это самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого элемента, сопровождающееся испусканием элементарных частиц или легких ядер.
- Период полураспада – это промежуток времени, в течение которого разлагается половина первоначального количества радиоактивного элемента.
- Виды естественного радиоактивного распада:
  - альфа – распад; бета-распад; электронный захват; спонтанное деление.

При альфа-распаде ядра атомов испускают альфа-частицы.

При бета-распаде из ядер выбрасываются электроны.

Электронный захват – это поглощение ядром одного из вращающихся вокруг него электронов.

Искусственная радиоактивность – это бомбардировка ядер некоторых элементов частицами с очень большой энергией (альфа-частицами, дейтронами, нейтронами, протонами, гамма-фотонами).

# ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



- Масса – мера инерционности – способность противодействовать внешним силам в изменении характера движения.
- Энергия – мера способности различных форм движения к изменениям, взаимопревращениям.
- ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ – зависит от положения и состояния частиц и тел, сил притяжения и отталкивания между ними.
- КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ – проявляется в перемещении частиц и тел, их поступательном, колебательном, вращательном движении.
- Химические связи между атомами в молекулах – носители потенциальной энергии.
- Экзэргонические реакции – реакции, идущие с выделением энергии.
- Эндэргонические реакции – реакции, идущие с поглощением энергии.

## Термодинамика химических процессов



- Термодинамика – изучает изменение энергетических состояний различных систем.
- Термодинамическая система – тело полностью отграничено от окружающей среды.
- Открытая система – если между системой и окружающей средой происходит обмен веществами и энергией.
- Закрытая система – если обмен веществами невозможен, а обмен энергией осуществляется.
- Изолированная система – при отсутствии обмена и веществами, и энергией.
- 1й закон термодинамики – энергия не исчезает и не возникает вновь, а только переходит из одного вида в другой в строго эквивалентных количествах.
- 2й закон термодинамики – самопроизвольно могут протекать только те процессы, в которых энтропия возрастает, а свободная энергия уменьшается.

Химическая термодинамика изучает систему в двух равновесных состояниях – начальном и конечном.

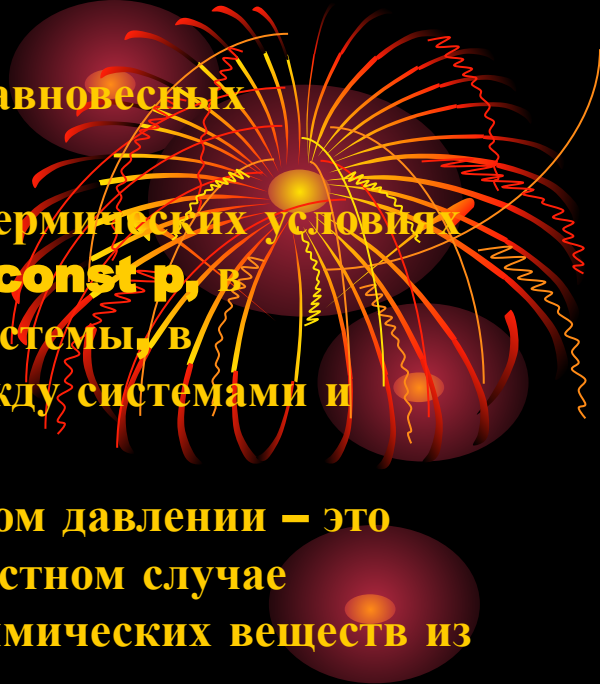
Термодинамические процессы могут протекать в изотермических условиях – при **const tC**, в изобарических условиях – при **const p**, в изохорических условиях – без изменения объема системы, в адиабатических условиях (без обмена теплотой между системами и окружающей средой).

Энтальпия (H) – теплота, поглощенная при постоянном давлении – это мера общего количества теплоты в системе, а в частном случае химической реакции – как теплота образования химических веществ из элементов.

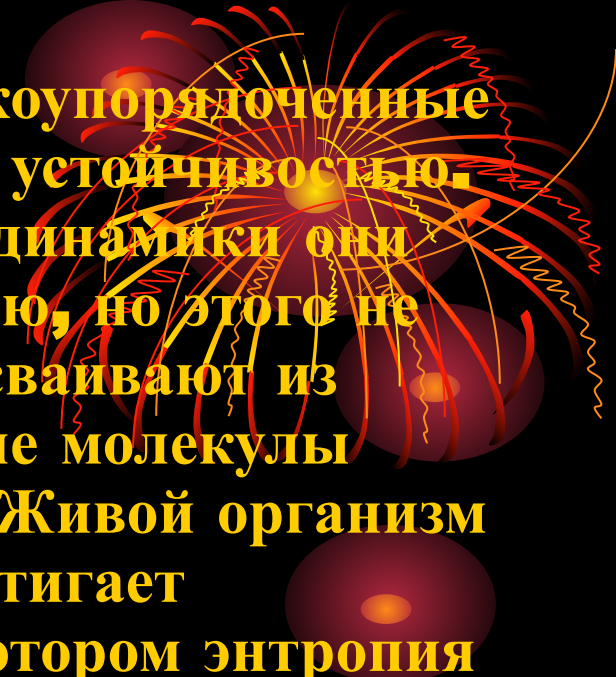
Энтропия (S) – это мера неупорядоченности состояния системы  
**S=Q/T**, где **Q**-количество теплоты, выделяемой системой в окружающую среду, **T**-температура, при которой происходит передача теплоты.

Полезная работа – Это механическая, электрическая, осмотическая работа, работа химических синтезов.

Свободная энергия – Это энергия, способная преобразовываться в полезную работу.



Живые организмы – это сложные высокоупорядоченные системы с малой энтропией и низкой устойчивостью. В соответствии со **2-м** законом термодинамики они должны стремиться к саморазрушению, но этого не происходит, т.к. живые организмы усваивают из окружающей среды низкоэнтропийные молекулы белков, жиров и сложных углеводов. Живой организм как открытая система никогда не достигает термодинамического равновесия, в котором энтропия максимальна, а свободная энергия минимальна. Он находится в стационарном состоянии, когда скорость притока веществ и энергии соответствует скорости их оттока из системы.





**БЛАГОДАРЮ  
ЗА  
ВНИМАНИЕ**

