



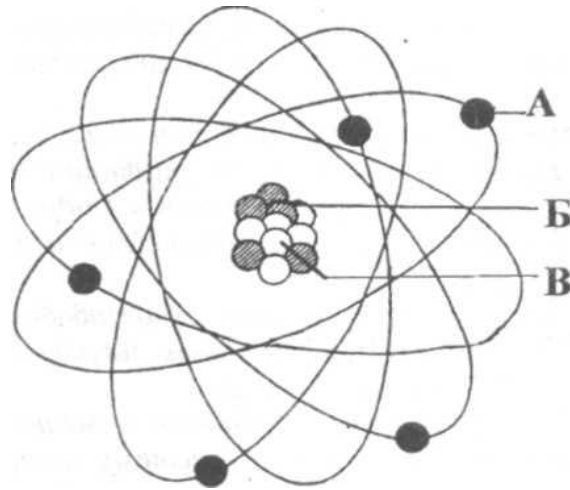
# ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЕ

Часть 1. Строение атома

*Ионизирующие излучения* - излучения, которые создаются при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образуют при взаимодействии со средой ионы разных знаков.



# Общая схема строения атома



А – электрон ( $e^{-1}$ )

Б – протон ( $p^{+}$ )

В – нейтрон ( $n^0$ )



Атомное ядро представляет собой совокупность ядерных частиц — нуклонов, к которым относятся положительно заряженные протоны и электрически нейтральные нейтроны.

Самое простое строение имеет ядро водорода, которое состоит только из одного протона.



Протон ( ${}_1p^+$ ) – стабильная положительно заряженная элементарная ядерная частица с зарядом +1 ( $= 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл\*) и массой 1 а.е.м.\*\*.

---

\* **Кл** – **Кулон** – единица измерения элементарного заряда (количества электричества) заряженных частиц. 1 Кл равен количеству электричества, проходящему через поперечное сечение при токе силой 1А за время 1 с.



Международная система единиц (СИ) была принята XI Генеральной конференцией по мерам и весам (Париж, 1960).

Ей было присвоено краткое наименование **SI (system international)**, в русской транскрипции **СИ**, т.е. Система Интернациональная. В нашей стране она была введена как обязательная к применению в 1981 году (ГОСТ 8.417-81).

Другие, существовавшие ранее системы измерения (СГС, МКС, МКГСС и т.д.) должны быть изъяты из применения.



## Единицы СИ



Основные:

Производные

длины – метр,

массы – килограмм,

времени – секунда,

силы тока – ампер,

термодинамической температуры – градус Кельвина,

силы света – кандела,

количество вещества – моль.



## Десятичные кратные и дольные единицы:

$10^{12}$  – тера (Т / Т);

$10^9$  – гига (G / Г);

$10^6$  – мега (M / М);

$10^3$  – кило (k / к);

$10^2$  – гекто (h / Г);

10 – дека (da / да);

$10^{-1}$  – деци (d / д);

$10^{-2}$  – санти (с / с);

$10^{-3}$  – милли (m / м);

$10^{-6}$  – микро (μ / МК);

$10^{-9}$  – нано (n / н);

$10^{-12}$  – пико (p / п);





---

**\*\* Масса частицы, ядра, атома** измеряется в системе СИ в **килограммах** (кг).

Однако в ядерной физике для ее измерения допускается применение, **наравне с единицей СИ**, относительной величины получившей название – **атомная единица массы (а. е. м.)**. 1 а. е. м. = 1 условной единице (у.е.) = 1/12 массы атома углерода =  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г.



## ***Число протонов в ядре:***

- строго **постоянно** для атомов одного элемента,
- **соответствует номеру химического элемента** в Периодической системе Д.И. Менделеева,
- **определяет заряд ядра ( $Z$ )**,
  - **количество электронов** вращающихся вокруг ядра,
  - **химические свойства элемента.**

Находясь вне ядра, протоны сохраняют стабильность и не испытывают превращений.



Нейтрон ( ${}_1n^0$ ) – электрически нейтральная ядерная частица с массой, близкой массе протона (1 а.е.м.).

- в ядрах стабильны,
- в свободном состоянии неустойчивы и распадаются на протон и электрон, испуская и антинейтрино, а также некоторое количество энергии (0,78 МэВ\*).



---

\* **Электрон-вольт (эВ)** – единица энергии, используемая в ядерной физике (хотя данная единица является внесистемной, ее применение допускается к применению наравне с единицами СИ). Равна энергии, которую получает электрон, проходя через поле с разностью потенциалов в 1 В.  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .

В практике широко используют кратные единицы: МэВ – мегаэлектрон-вольт, кэВ – килоэлектрон-Вольт и др.



Масса ядра атома химического элемента ( $M$ )  
равна сумме масс протонов и нейтронов входящих в  
его состав:

$$M = {}_1p^+ + {}_1n^0$$



Электрон ( $e^{-1}$ ) – отрицательно заряженная частица с зарядом -1 и массой  $\approx 0$ .

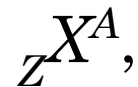
- Электроны вращаются вокруг ядра по орбитам.
- Группируются в несколько электронных слоев (К, L, M и т. д.) , образуя электронную оболочку ядра (электронное облако).
- Количество электронных слоев определяет положение химического элемента в одном из семи периодов периодической системы и соответствует его номеру.
- Электроны в каждом слое имеют свой уровень энергии, однако в определенных условиях возможен перескок отдельных электронов с орбиты на орбиту с поглощением или выделением энергии.



Атомы, имеющие определенный состав и структуру ядра, называются нуклидами.

- Индивидуальные свойства нуклида определяются электрическим зарядом ядра (числом протонов).

Поэтому химические элементы обозначаются следующим образом:



где  $X$  – химический элемент,

$Z$  – заряд ядра (число протонов),

$A$  – масса атома.



**Изотопы** (*isos* – одинаковый, *topos* - место) – разновидности химического элемента с одинаковым числом протонов, но различным числом нейтронов в атомных ядрах и, следовательно, атомной массой, сохраняя при этом практически одинаковые химические свойства.

- В Периодической системе Д.И. Менделеева изотопы одного химического элемента занимают одно место (клеточку).





- Изотопы одного и того же элемента имеют разные массовые числа.

Например, природный хлор состоит из двух видов атомов, в ядрах которых содержится по 18 или 20 нейтронов, при постоянном количестве протонов – по 17 ( ${}_{17}\text{Cl}^{35}$  и  ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ ).

!! Масса большинства химических элементов выражаются не целыми числами. Например, масса хлора равна 35,5. Это объясняется тем, что соотношение природных изотопов хлора  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$  и  ${}_{17}\text{Cl}^{37}$  составляет 75,4 % и 24,6 % соответственно.



Если число протонов в ядре совпадает с числом электронов, то атом в целом оказывается электрически нейтральным.

Если атом обладает некоторым положительным или отрицательным зарядом, то называется ионом, например  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Li}^{2+}$  или  $\text{O}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ .



Ионизация атома – процесс, в котором один или более электронов освобождаются от материнского атома или молекулы, или из другого связанного состояния.

Обратный процесс нейтрализации атома из двух разнополярных ионов называется рекомбинацией.

В случае передачи недостаточной для ионизации энергии электрон может переходить на более удаленную от ядра орбиту, в этом случае атом называется возбужденным.

