**06.06. 2020 ФИЗИКА 16гр. Повар, кондитер.** Преподаватель: А.И.Русанов

(Выполненную работу отправить по электронной почте по адресу [alexander\_rus@inbox.ru](mailto:alexander_rus@inbox.ru) до 17.00).

**Тема урока. Ядерные реакции. Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор. Биологическое действие радиоактивных излучений.**

**Цель урока:** познакомить обучающихся с процессом деления ядер урана, механизмом протекания цепной ядерной реакции, устройством и принципом работы ядерного реактора.

**Теоретическое обоснование:**

**1. Состав атомных ядер.**

**Ядро (атомное)**– это положительно заряженная центральная часть атома, в которой сосредоточено 99,96% его массы. Радиус ядра ~10–15м, что приблизительно в сто тысяч раз меньше радиуса всего атома, определяемого размерами его электронной оболочки.

Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Их общее количество в ядре обозначают буквой А и называют массовым числом. Число протонов в ядре Z определяет электрический заряд ядра и совпадает с атомным номером элемента в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Число нейтронов в ядре может быть определено как разность между массовым числом ядра и числом протонов в нем. Массовое число – это число нуклонов в ядре. **ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ** – это мера взаимодействия нуклонов в атомном ядре. Именно эти силы удерживают одноименно заряженные протоны в ядре, не давая им разлететься под действием электрических сил отталкивания.

**2.Ядерная реакция** – это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры A (*a*, *b*) B или  А + *а* → В + *b*. Превращение исходного атомного ядра при взаимодействии с какой-либо частицей в другое ядро, отличное от исходного, называют **ядерной реакцией**.

Силы притяжения, связывающие протоны и нейтроны в ядре, называются **ядерными силами**. Свойства ядерных сил:

1. ***зарядовая независимость*** – ядерное (сильное) взаимодействие между двумя протонами, двумя нейтронами или между протоном и нейтроном одинаково;
2. ***короткодействующий характер*** – ядерные силы быстро убывают с расстоянием; радиус их действия порядка 10–15 м;
3. ***насыщаемость*** – ядерные силы могут удерживать друг возле друга в ядре ограниченное количество нуклонов; с ростом числа нуклонов ядра становятся менее стабильными.

Энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны, называется**энергией связи**.

Измерения показали, что масса покоя ядра М всегда меньше суммы масс покоя нуклонов (протонов и нейтронов), входящих в состав, на величину Δm, называемую **дефектом массы**: **Δm = (Zmp + Nmn) – М**.

Энергия связи атомного ядра Есв равна произведению дефекта масс на квадрат скорости света: **Есв = Δmс2**.

**Виды ядерных реакций:**

* через стадию образования составного ядра;
* прямая ядерная реакция (энергия больше 10 МэВ);
* под действием различных частиц: протонов, нейтронов, …;
* синтез ядер;
* деление ядер;
* с поглощением энергии и с выделением энергии.

Первая ядерная реакция была осуществлена Э. Резерфордом в 1919 году в опытах по обнаружению протонов в продуктах распада ядер.  Резерфорд бомбардировал атомы азота α-частицами. При соударении частиц происходила ядерная реакция, протекавшая по следующей схеме:  
**147N + 42He → 178O + 11H**

**Условия протекания ядерных реакций**

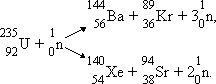
Для осуществления ядерной реакции под действием положительно заряженной частицы необходимо, чтобы частица обладала кинетической энергией, достаточной для преодоления действия сил кулоновского отталкивания. Незаряженные частицы, например нейтроны, могут проникать в атомные ядра, обладая сколь угодно малой кинетической энергией. Ядерные реакции могут протекать при бомбардировке атомов быстрыми заряженными частицами (протоны, нейтроны, α-частицы, ионы).

Первая реакция бомбардировки атомов быстрыми заряженными частицами была осуществлена с помощью протонов большой энергии, полученных на ускорителе, в 1932 году: **73Li + 11H → 42He + 42He**

Однако наиболее интересными для практического использования являются реакции, протекающие при взаимодействии ядер с нейтронами. Так как нейтроны лишены заряда, они беспрепятственно могут проникать в атомные ядра и вызывать их превращения. Выдающийся итальянский физик Э. Ферми первым начал изучать реакции, вызываемые нейтронами. Он обнаружил, что ядерные превращения вызываются не только быстрыми, но и медленными нейтронами, движущимися с тепловыми скоростями.

3. **Цепная ядерная реакция**- реакция, в которой частицы, вызывающие её (нейтроны), образуются как продукты этой реакции.

В 1939 году немецкими учеными О. Ганом и Ф. Штрассманом было открыто деление ядер урана. Продолжая исследования, начатые Ферми, они установили, что при бомбардировке урана нейтронами возникают элементы средней части периодической системы – радиоактивные изотопы бария (*Z* = 56), криптона (*Z* = 36) и др. Уран встречается в природе в виде двух изотопов: уран-238 (99,3 %) и уран-235 (0,7 %). При бомбардировке нейтронами ядра обоих изотопов могут расщепляться на два осколка. При этом реакция деления урана-235 наиболее интенсивно идет на медленных (тепловых) нейтронах, в то время как ядра урана-238 вступают в реакцию деления только с быстрыми нейтронами с энергией порядка 1 МэВ. Основной интерес для ядерной энергетики представляет реакция деления ядра урана-235. В настоящее время известны около 100 различных изотопов с массовыми числами примерно от 90 до 145, возникающих при делении этого ядра. Две типичные реакции деления этого ядра имеют вид:

  https://fsd.multiurok.ru/html/2018/06/12/s_5b1f87693bc53/916181_24.png

Условия развития цепной реакции.

Для осуществления цепной реакции необходимо, чтобы так называемый ***коэффициент размножения нейтронов*** был больше единицы. Другими словами, в каждом последующем поколении нейтронов должно быть больше, чем в предыдущем. Коэффициент размножения определяется не только числом нейтронов, образующихся в каждом элементарном акте, но и условиями, в которых протекает реакция – часть нейтронов может поглощаться другими ядрами или выходить из зоны реакции. Нейтроны, освободившиеся при делении ядер урана-235, способны вызвать деление лишь ядер этого же урана, на долю которого в природном уране приходится всего лишь 0,7 %. Такая концентрация оказывается недостаточной для начала цепной реакции. Изотоп урана-238 также может поглощать нейтроны, но при этом не возникает цепной реакции.

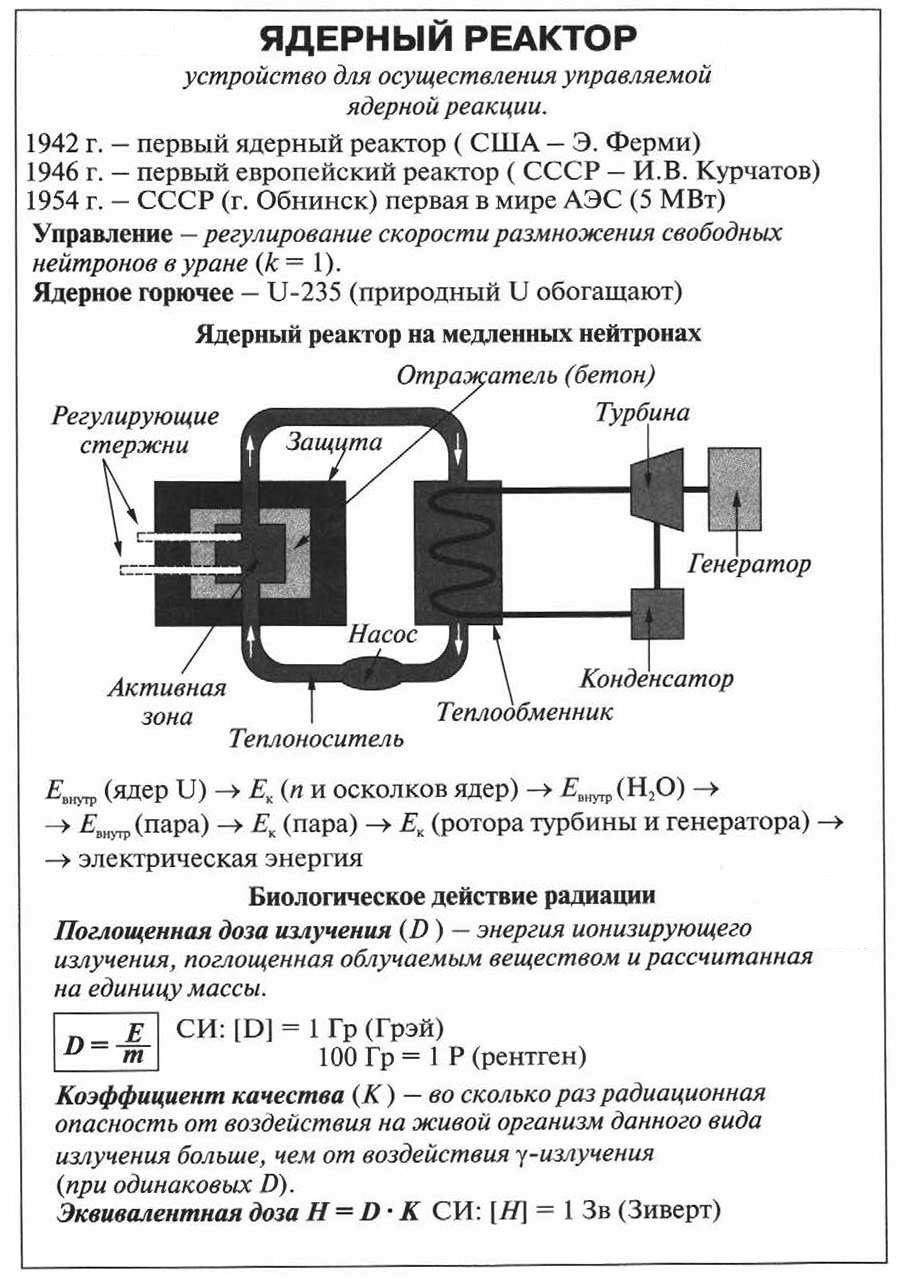
Цепная реакция в уране с повышенным содержанием урана-235 может развиваться только тогда, когда масса урана превосходит так называемую ***критическую массу***. В небольших кусках урана большинство нейтронов, не попав ни в одно ядро, вылетают наружу. Для чистого урана-235 критическая масса составляет около 50 кг. Критическую массу урана можно во много раз уменьшить, если использовать так называемые ***замедлители*** нейтронов. Дело в том, что нейтроны, рождающиеся при распаде ядер урана, имеют слишком большие скорости, а вероятность захвата медленных нейтронов ядрами урана-235 в сотни раз больше, чем быстрых. Наилучшим замедлителем нейтронов является ***тяжелая вода*** D2O. Обычная вода при взаимодействии с нейтронами сама превращается в тяжелую воду.

Хорошим замедлителем является также графит, ядра которого не поглощают нейтронов. При упругом взаимодействии с ядрами дейтерия или углерода нейтроны замедляются до тепловых скоростей.

Применение замедлителей нейтронов и специальной оболочки из бериллия, которая отражает нейтроны, позволяет снизить критическую массу до 250 г.

**4. Энергетический выход ядерной реакции**– разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после реакции, а также разность кинетических энергий частиц, участвующих в реакции. , где – разность энергий покоя ядер и частиц.

**5. Ядерный реактор**- устройство, в котором осуществляется управляемая реакция деления ядер.



**Разбор тренировочных заданий**

1. Назовите состав ядер натрия . Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. А называют массовым числом. Z –число протонов в ядре,

N- число  нейтронов, А= Z+N. A= 23, Z=11, по формуле определяем N=A–Z= 23–11=22. Ядро натрия состоит из число протонов Z=11, число нейтронов N= 22.

1. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

Подсчитываем в левой части сумму верхних чисел 9+2=11; сумму нижних чисел 4+1=5. Для недостающего элемента вычитаем из полученной суммы значения в правой части. 11–10=1,

5–5=0. Таким образом в недостающем элементе: А=1, Z=0

Ответ: n –нейтрон

**Практическая часть**

1. Назовите состав ядер:

фтора , серебра кюрия менделевия неона cвинца радия урана

1. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:
2. 2)
3. 4)

5)  + ? →  6)