

# Ядерные реакции

урок физики в 11 классе

подготовила

Л.М. Безганс

(МОУ СОШ №13

г. Челябинск)

## План урока.

- Повторение пройденного материала.
- Изучение нового материала: понятие о ядерной реакции; примеры и механизм ядерных реакций; энергетический выход ядерных реакций
- Решение задач
- Подведение итогов. Домашнее задание

## Цели урока

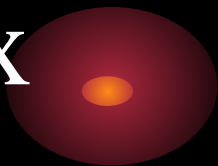
- Познакомить учащихся с ядерными реакциями, с процессами изменения атомных ядер, превращением одних ядер в другие под действием микрочастиц.
- Добиться понимания разницы между химическими реакциями соединения и разъединения атомов элементов между собой, затрагивающие только электронные оболочки, и ядерными реакциями превращения одних химических элементов в другие.
- Закрепить умение писать ядерные реакции.
- Развитие навыка расчета энергетического выхода ядерных реакций.

1. Каков состав атомных ядер?  
2. Как объяснить стабильность атомных ядер

3. Назовите свойства ядерных сил.

4. Что такое энергия связи ядра?

5. Почему масса ядра не равна сумме масс протонов и нейтронов, входящих в него?



**ЯДРО (атомное)**– это положительно заряженная

центральная часть атома, в которой сосредоточено 99,96% его массы. Радиус ядра  $\sim 10^{-14}$  м, 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  $A$  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

# Свойства ядерных сил

- только силы притяжения



- во много раз больше кулоновских

- зарядовая независимость

- взаимодействуют с ограниченным числом нуклонов


- короткодействующие

- не являются центральными

При образовании ядра из нуклонов происходит уменьшение энергии ядра, что сопровождается уменьшением массы, т. е. масса ядра должна быть меньше суммы масс отдельных нуклонов, образующих это ядро







*Ядерная реакция* – это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры

**A (a, b) B**      или

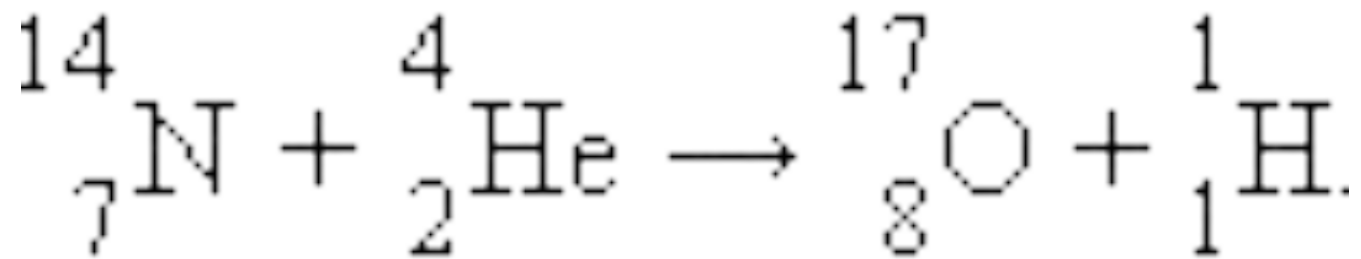
**A + a → B + b**

# Виды ядерных реакций:

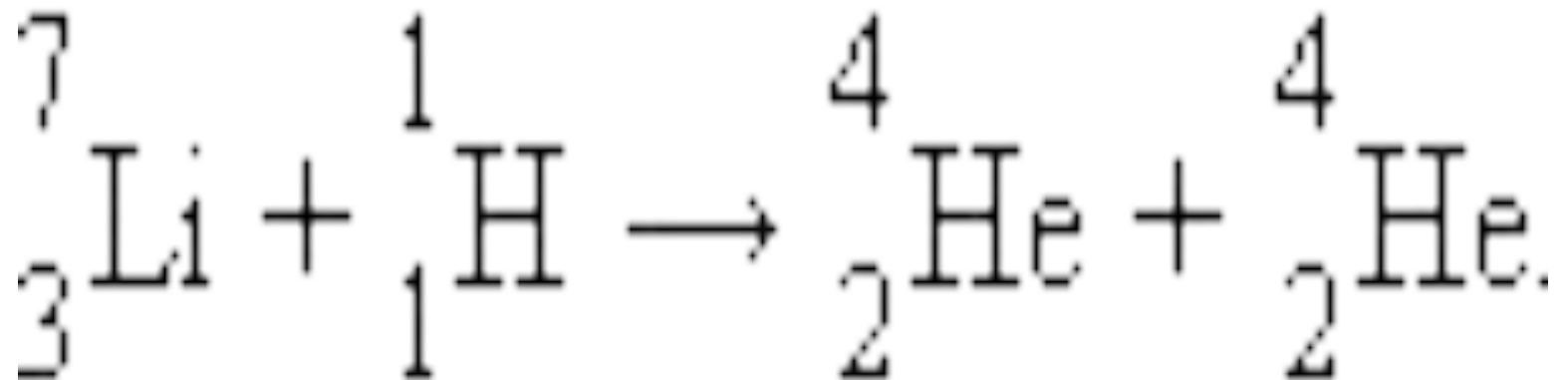
- через стадию образования составного ядра;
- прямая ядерная реакция (энергия больше **10 МэВ**)
- под действием различных частиц:  
протонов, нейтронов ...
- синтез ядер;
- деление ядер
- с поглощением энергии и с выделением энергии



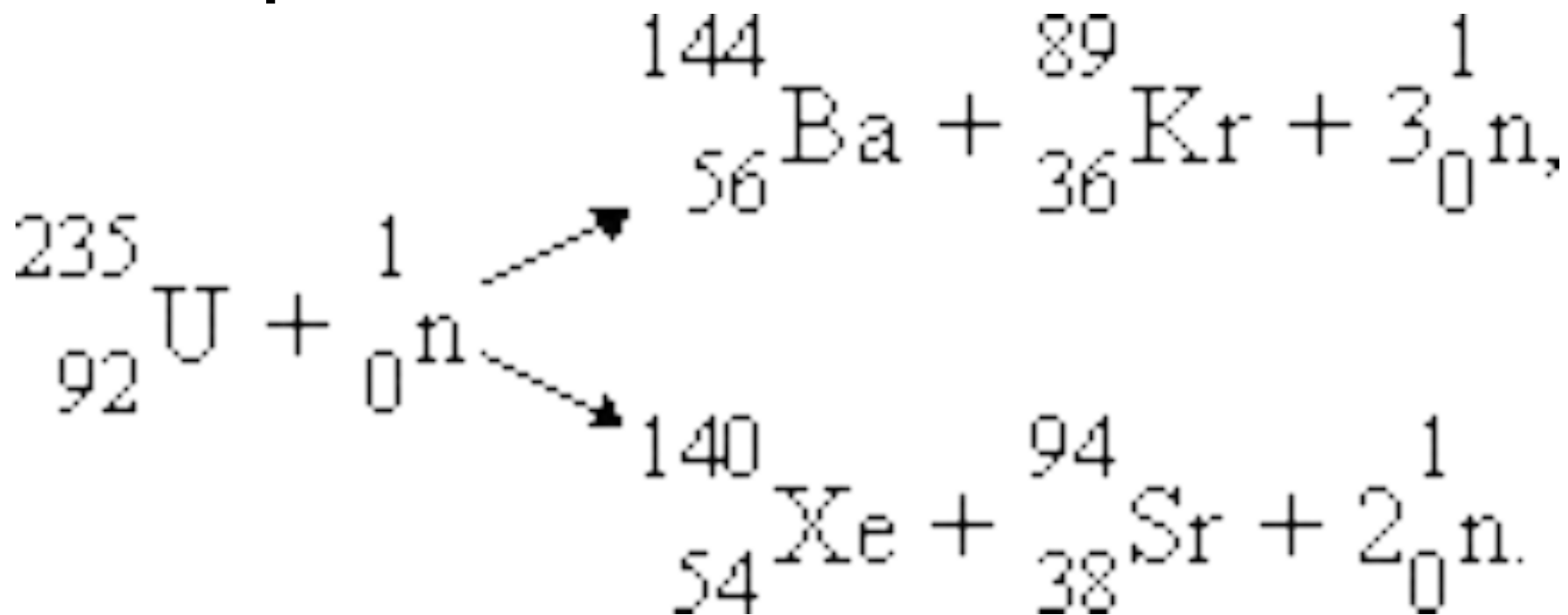
Первая ядерная реакция была осуществлена Э. Резерфордом в 1919 году в опытах по обнаружению протонов в продуктах распада ядер. Резерфорд бомбардировал атомы азота  $\alpha$ -частицами. При соударении частиц происходила ядерная реакция, протекавшая по следующей схеме:



Первая реакция бомбардировки атомов быстрыми заряженными частицами была осуществлена с помощью протонов большой энергии, полученных на ускорителе, в 1932 году:



реакции, протекающие при  
взаимодействии ядер с  
нейтронами



# 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*.

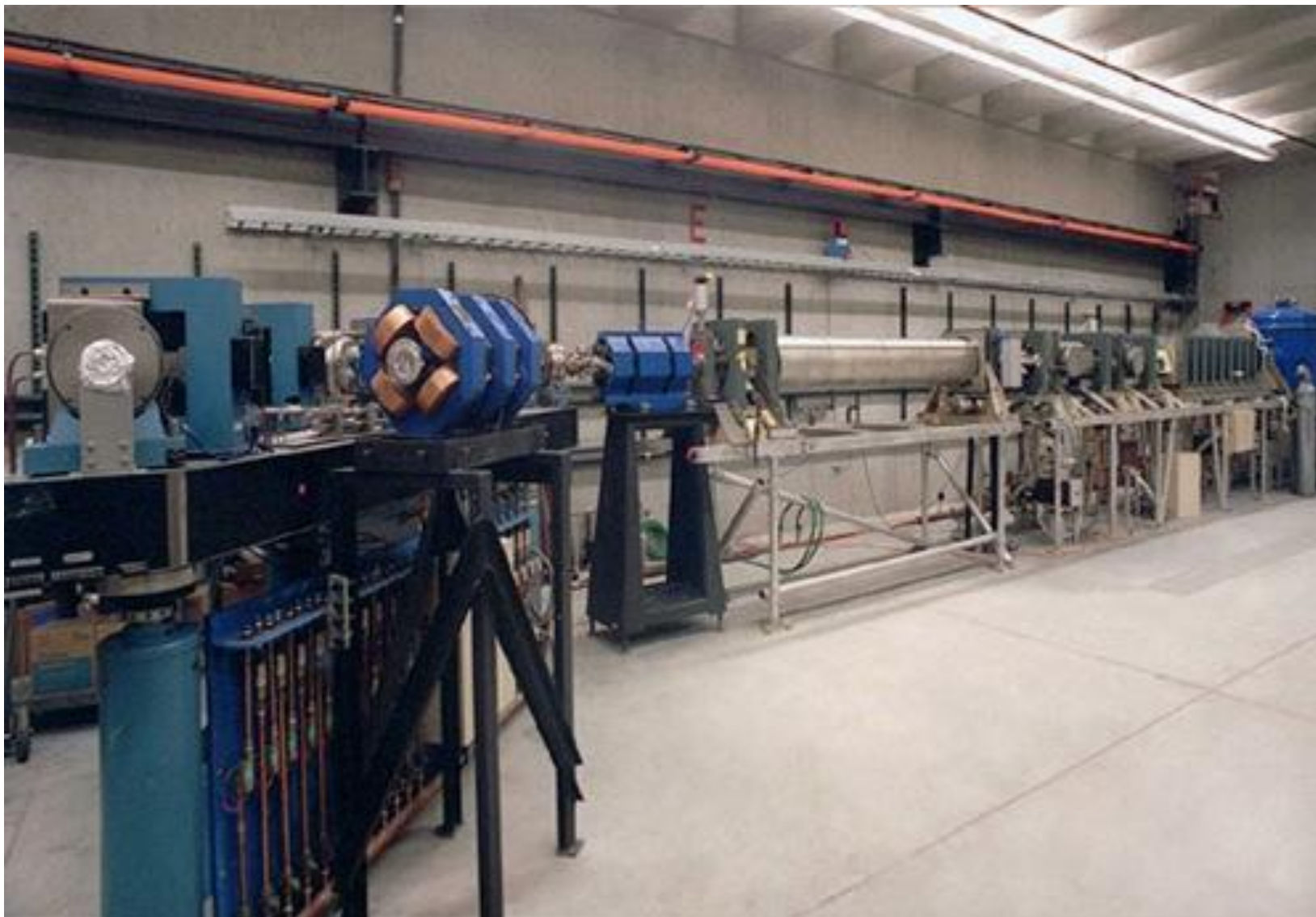
*Незаряженные* частицы, например нейтроны, могут проникать в атомные ядра, обладая сколь угодно *малой кинетической энергией*.

# Большой линейный ускоритель





# Линейный ускоритель

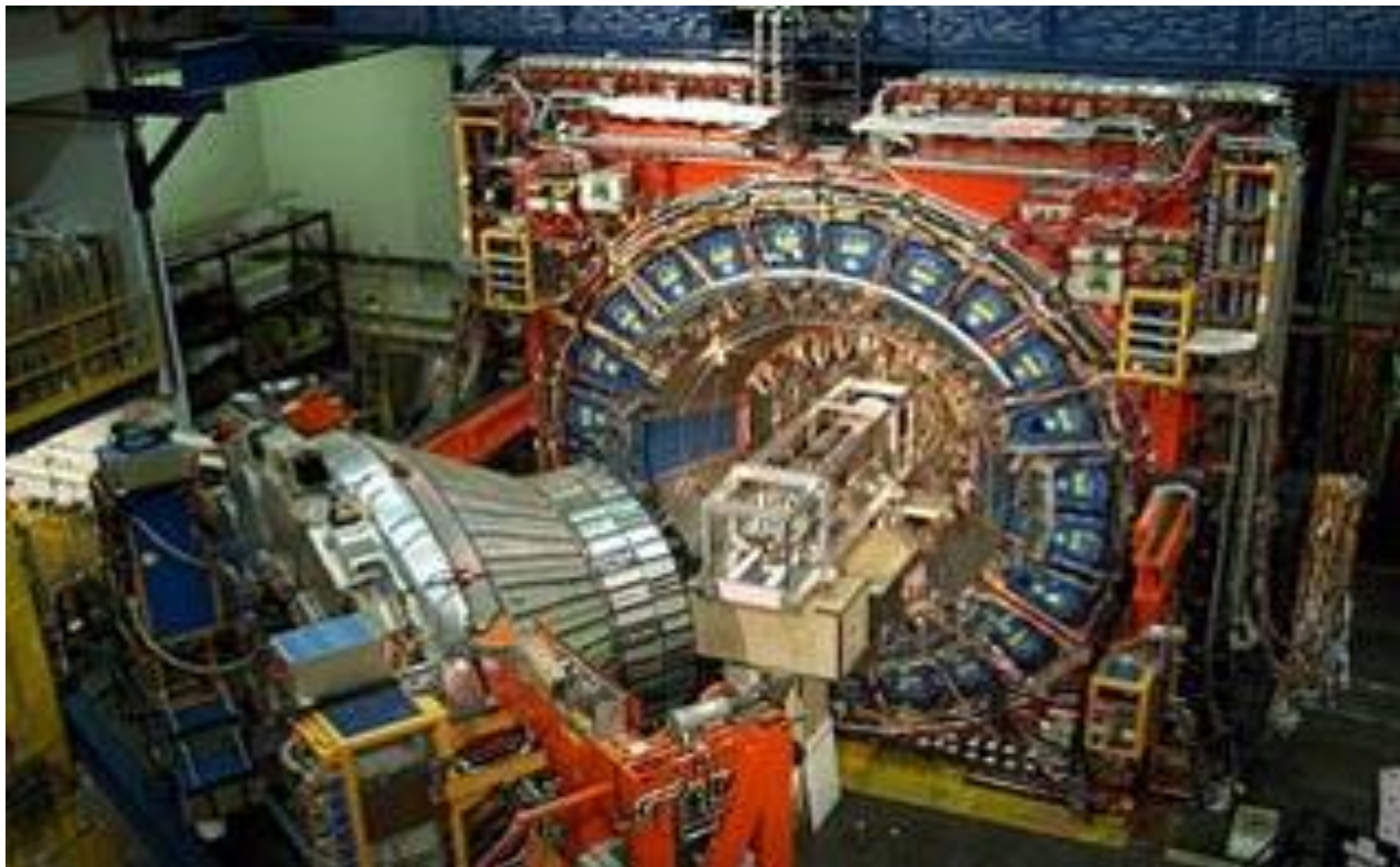




# Большой адронный коллайдер



# Американская Национальная лаборатория ускорителей элементарных частиц имени Ферми





# Выход ядерной реакции

*Энергетическим выходом* ядерной реакции называется величина

$$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D) * 931,5 \text{ МэВ}$$

$$Q = \Delta M * 931,5 \text{ МэВ},$$

где ***MA*** и ***MB*** – массы исходных продуктов, ***MC*** и ***MD*** – массы конечных продуктов реакции.

Величина  $\Delta M$  называется дефектом масс.

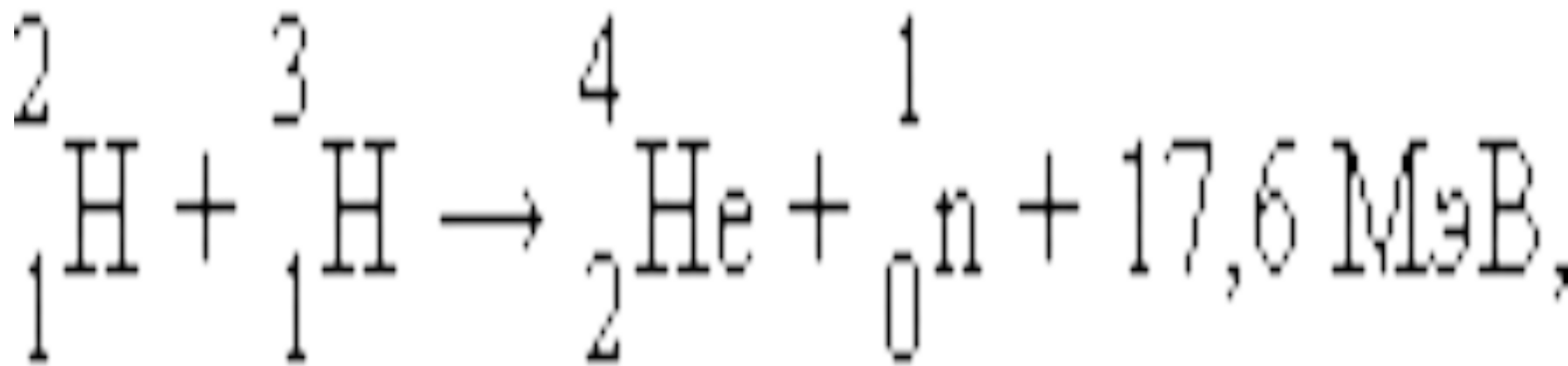
Ядерные реакции могут протекать с выделением ( **$Q > 0$** ) или с поглощением энергии ( **$Q < 0$** ).

Во втором случае первоначальная кинетическая энергия исходных продуктов должна превышать величину  **$|Q|$** ,

которая называется *порогом реакции*



При реакции слияния ядер дейтерия и трития выделяется 3,5 МэВ/нуклон. В целом в этой реакции выделяется 17,6 МэВ



# Механизм ядерных реакций



Два этапа ядерной реакции:

**-поглощение частицы ядром и образование возбужденного ядра.**

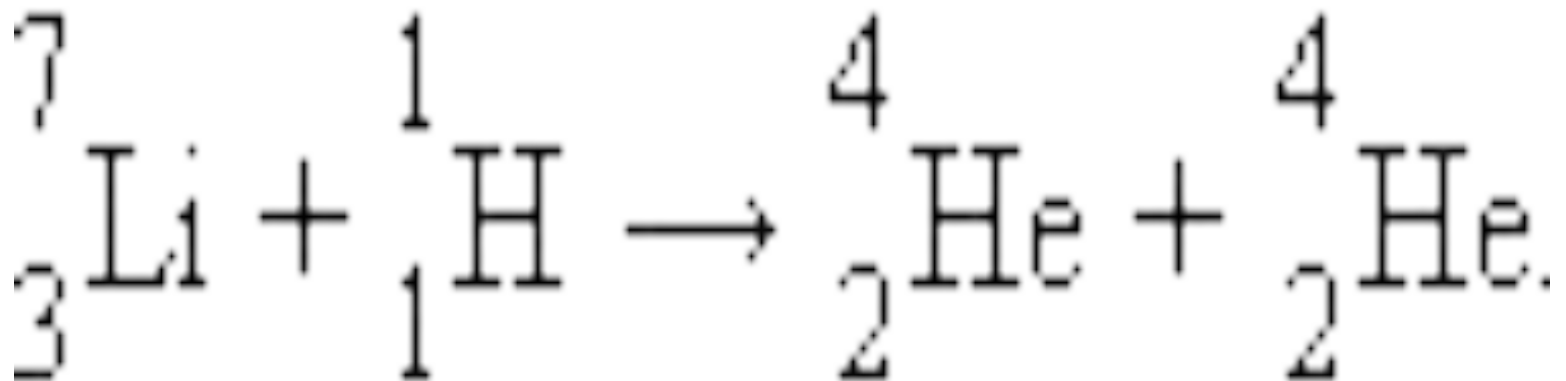
**-испускание частицы ядром** происходит подобно испарению молекулы с поверхности капли жидкости. Промежуток времени от момента поглощения ядром первичной частицы до момента испускания вторичной частицы составляет примерно 10-12 с.

При ядерных реакциях выполняются  
**законы сохранения:**

- импульса;
- энергии;
- момента импульса;
- заряда;
- закон сохранения так называемого **барионного заряда** (т. е. числа нуклонов – протонов и нейтронов);
- законы сохранения, специфические для ядерной физики и физики элементарных частиц.



1. Что такое ядерная реакция?
2. В чем отличие ядерной реакции от химической ?
3. Почему образовавшиеся ядра гелия разлетаются в противоположные стороны?
4. Является ли ядерная реакция испускания  $\alpha$  – частицы ядром?



## 5. Допишите ядерные реакции:

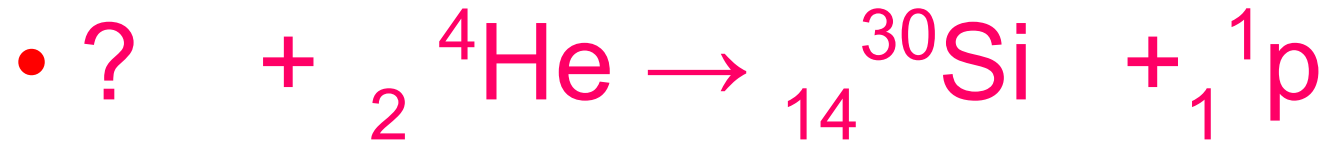




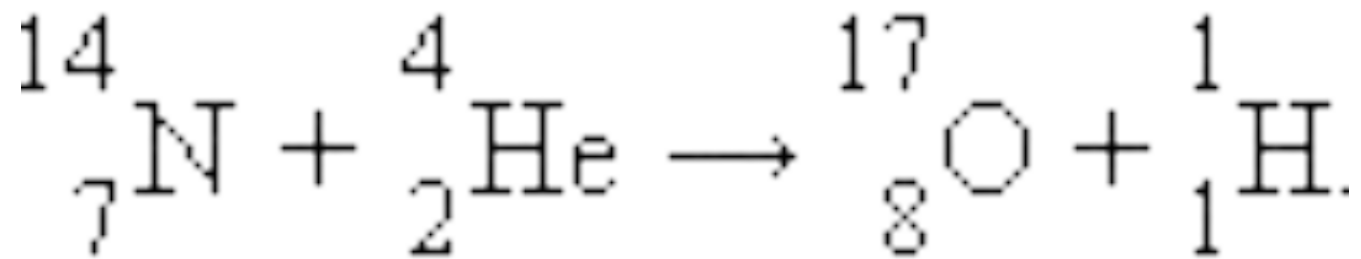
## 5. Допишите ядерные реакции:



(1934 г. Ирен Кюри и Фредерик Жолио-Кюри получили радиоактивный изотоп фосфора)



Определите энергетический выход ядерной реакции . Масса атома азота 14,003074 а.е.м., атома кислорода 16,999133 а.е.м., атома гелия 4,002603 а.е.м., атома водорода 1,007825 а.е.м



# **ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ АТОМНОГО ЯДРА–**

это минимальная энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны. Разность между суммой масс нуклонов (протонов и нейтронов) и массой состоящего из них ядра, умноженная на квадрат скорости света в вакууме, и есть энергия связи нуклонов в ядре. Энергия связи, приходящаяся на один нуклон, называется удельной энергией связи.

- 1)  $^{18}_8\text{O} + 11\text{p} \rightarrow 10\text{n} +$
- 2)  $^{51}_{11}\text{B} + 2\ ^4_2\text{He} \rightarrow 10\text{n} +$
- 3)  $^{71}_{14}\text{N} + 2\ ^4_2\text{He} \rightarrow 17\ ^8_8\text{O} +$
- 4)  $^{12}_6\text{C} + 10\text{n} \rightarrow 4\ ^9_4\text{Be} +$
- 5)  $^{27}_{13}\text{Al} + 2\ ^4_2\text{He} \rightarrow 3\ ^{10}_{15}\text{P} +$
- 6)  $^{24}_{11}\text{Na} \rightarrow 2\ ^{12}_{12}\text{Mg} + 0\ ^{-1}_0\text{e} +$
- **Ответы:** а)  $^4_2\text{He}$ ; б)  $^{189}_{9}\text{F}$ ; в)  $^{71}_{14}\text{N}$ ;  
г)  $10\text{n}$ ; д)  $\gamma$ ; е)  $11\text{p}$