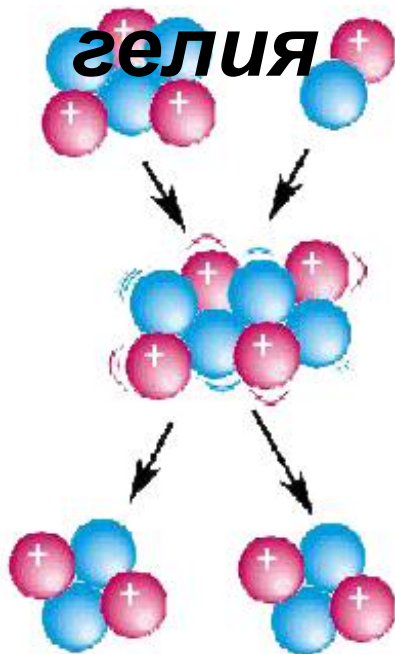


Искусственная радиоактивность

Сравнение ядерной энергии и тепловой

Синтез

4 г



=

Сгорание

**2 вагонов каменного
угля**



Удельная энергия

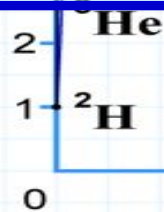
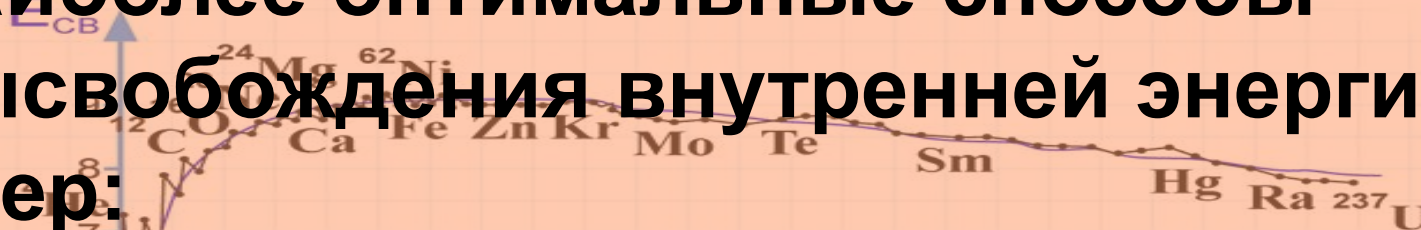
связи-
энергия связи,
приходящаяся

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A}$$

Наиболее оптимальные способы
высвобождения внутренней энергии
ядер:

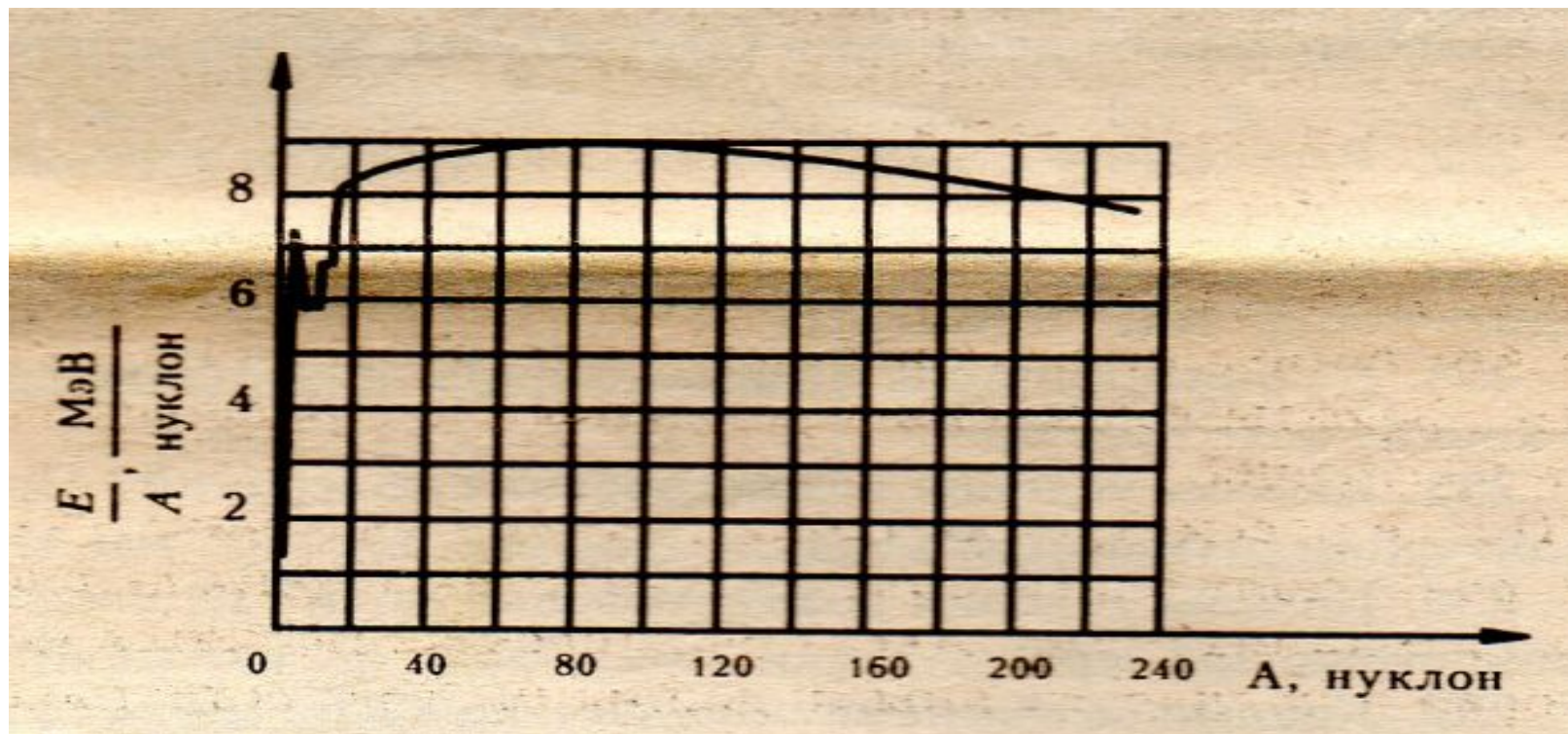
- деление тяжелых ядер;

- синтез легких ядер.



МАССОВОЕ ЧИСЛО
ЯДРА АТОМА

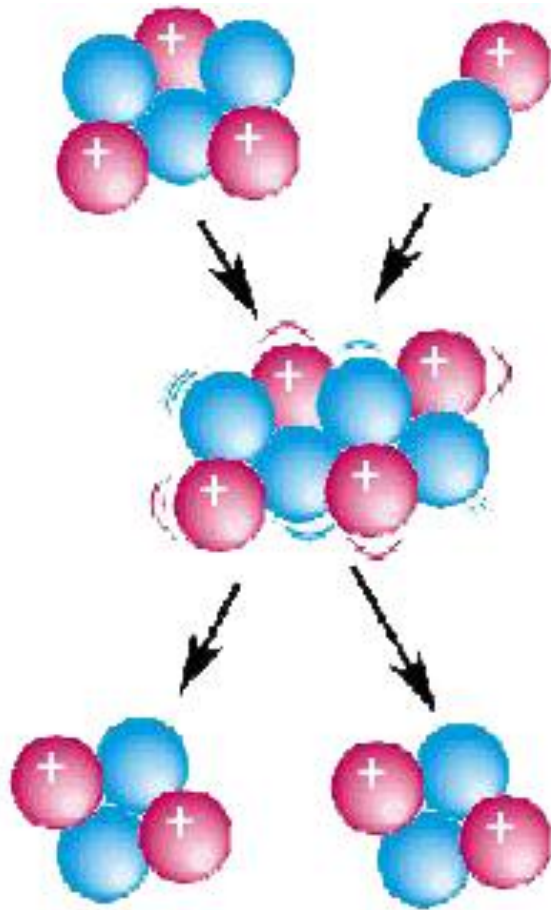
Диаграмма удельной энергии связи



При делении тяжелого ядра на части, являющиеся ядрами элементов, находящихся в середине таблицы, выделяется энергия.

Ядерные реакции -
искусственные
преобразования
атомных ядер при
взаимодействии их
с элементарными
частицами
или друг с другом

Первые ядерные реакции

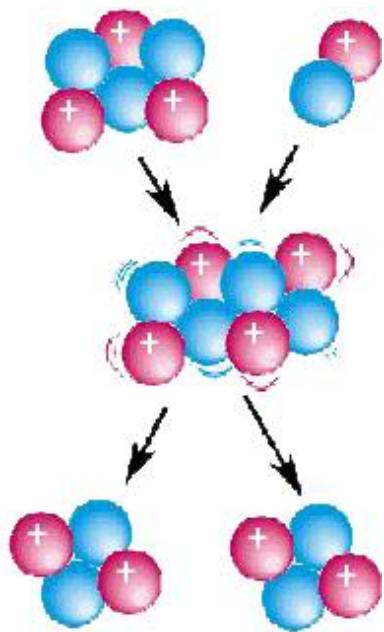


Искусственное превращение ядер - Резерфорд в 1919 году.

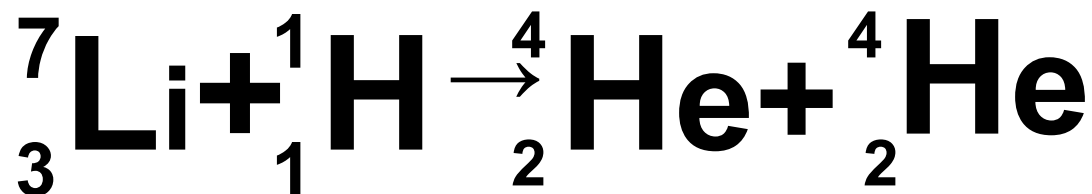
Удалось бомбардировать азот α -частицами и получить ядро изотопа кислорода:



Ядерная реакция на быстрых протонах

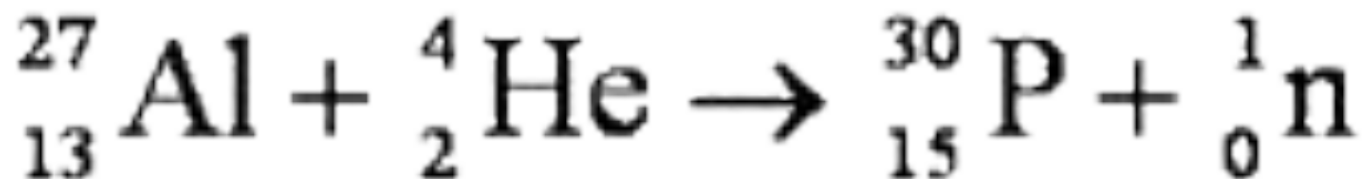


1932 г. - сотрудники Резерфорда, Уолтон и Кокрофт впервые расщепили литий на две α -частицы, с помощью искусственно ускоренных протонов.



Эта реакция идет с выделением огромной энергии 17,6 МэВ.

- 1934 год, Ирен и Фредерик Жолио-Кюри, получили искусственные радиоактивные ядра фосфора, путем бомбардировки α -частицами. ${}_{13}^{27}\text{Al}$

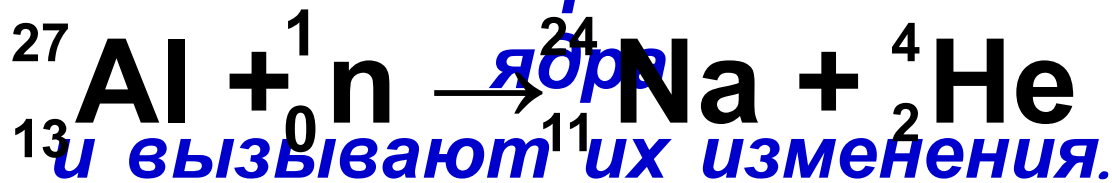


Это был впервые полученный радиоактивный фосфор.

Ядерные реакции на нейтронах

1934 г., Э.Ферми - облучали нейтронами почти все элементы периодической системы.

Нейтроны, не имея заряда, беспрепятственно проникают в атомные



Реакции на быстрых нейтронах.
Реакции на медленных нейтронах
(более эффективны, чем быстрые;
n замедляют в обычной воде)



Деление ядер

Открытие в 1938 г. О.Ган, Ф.
Штрассман

Объяснение в 1939 г. О.Фриш, Л.

При бомбардировке нейтронами ^{235}U и образуется 80 различных ядер. Наиболее вероятное деление на ^{91}Kr и ^{142}Ba

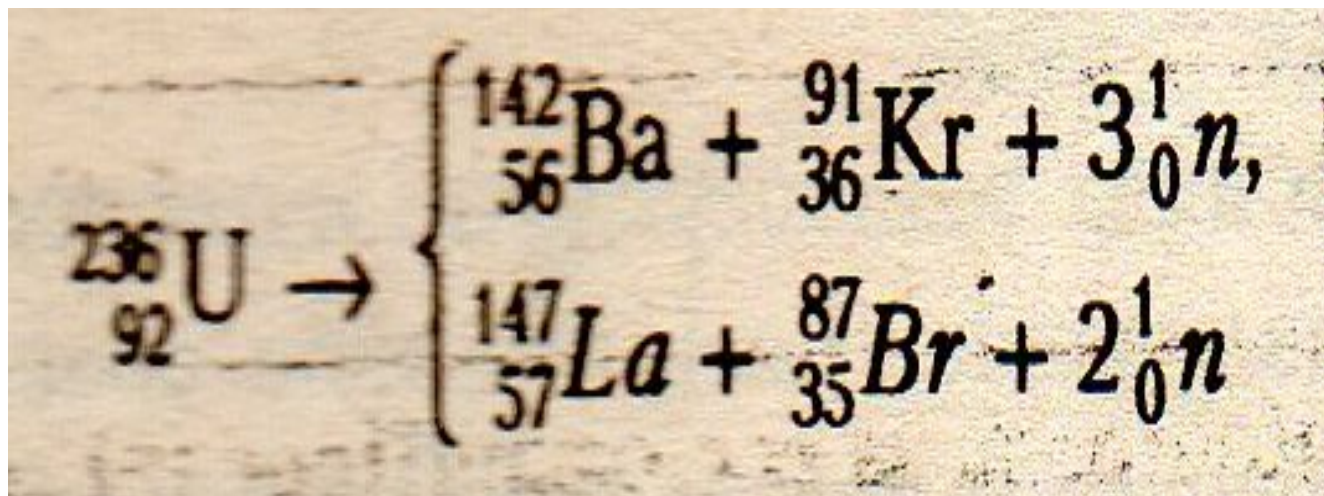
в соотношении 2/3



осколок

вторичные нейтроны

Деление ядра урана под действием быстрых нейтронов стр.356-357



Цепная ядерная реакция



Для осуществления цепной реакции
необходимо,
чтобы среднее количество освобожденных

нейтронов
с течением времени не уменьшалось.
**Отношение количества
нейтронов**

в каком-либо «поколении» к количеству
нейтронов

в предыдущем «поколении» называют
**коэффициентом размножения
нейтронов k**
Если $k < 1$, реакция быстро затухает,
Если $k = 1$, то реакция протекает с постоянной
интенсивностью (управляемая),
Если $k > 1$, то реакция развивается лавинно
(неуправляемая) и приводит к ядерному взрыву

4-го поколения



Коэффициент размножения определяют следующие факторы:

- 1) Захват медленных нейтронов ядрами ^{235}U и
или захват быстрых нейтронов ядрами ^{235}U и ^{238}U
и и и
с последующим делением.**
- 2) Захват нейтронов ядрами урана без
деления.**
- 3) Захват нейтронов продуктами деления,
замедлителем и конструктивными
элементами установки.**
- 4) Вылет нейтронов наружу из вещества,
которое делится.**



Чтобы уменьшить вылет нейтронов из куска урана увеличивают массу урана (масса растет быстрее, чем площадь поверхности, если форма - шар).

Минимальное значение массы урана, при которой возможна цепная реакция, называется критической массой.

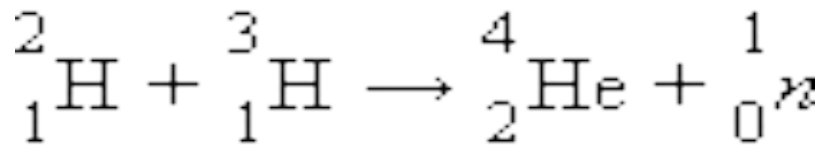
В зависимости от устройства установок и типа горючего критическая масса изменяется от 250 г до сотен килограммов



Энергетический выход ядерных реакций $E = \Delta m \cdot c^2$ - разность энергий покоя ядер и частиц

до реакции и после реакции

Приме



$$\Delta m = (m_{{}^2_1\text{H}} + m_{{}^3_1\text{H}}) - (m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^1_0\text{n}})$$

Если $E < 0$, то энергия выделяется
(экзотермическая);

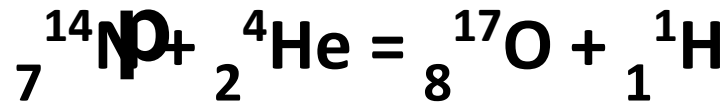
Если $E > 0$, то энергия поглощается
(эндотермическая).



**Для того чтобы провести
энергетический расчёт ядерных
реакций надо:**

- а) определить массу ядер и частиц до
реакции (m_1)**
- б) определить массу ядер и частиц
после реакции (m_2)**
- в) найти изменение массы Δm
 $= m_1 - m_2$**
- г) рассчитать изменение энергии (т.е.
найти энергетический выход): $\Delta E = \Delta m \cdot$
 931 МэВ/а.е.м**

Пример



а) определим массу ядер и частиц до реакции (m_1):

$$\begin{array}{l} {}_{7}^{14}\text{N} = 14,003242 \text{ а.е.м.} \\ {}_{2}^{4}\text{He} = 4,002603 \text{ а.е.м.} \quad + \\ \hline m_1 = 18,005845 \text{ а.е.м.} \end{array}$$

б) определим массу ядер и частиц после реакции (m_2):

$$\begin{array}{l} {}_{8}^{17}\text{O} = 16,999134 \text{ а.е.м.} \\ {}_{1}^{1}\text{H} = 1,007825 \text{ а.е.м.} \quad + \\ \hline m_2 = 18,006959 \text{ а.е.м.} \end{array}$$

в) найдём изменение массы $\Delta m = m_1 - m_2$:

$$\Delta m = 18,005845 \text{ а.е.м.} - 18,006959 \text{ а.е.м.} = - 0,001114 \text{ а.е.м.}$$

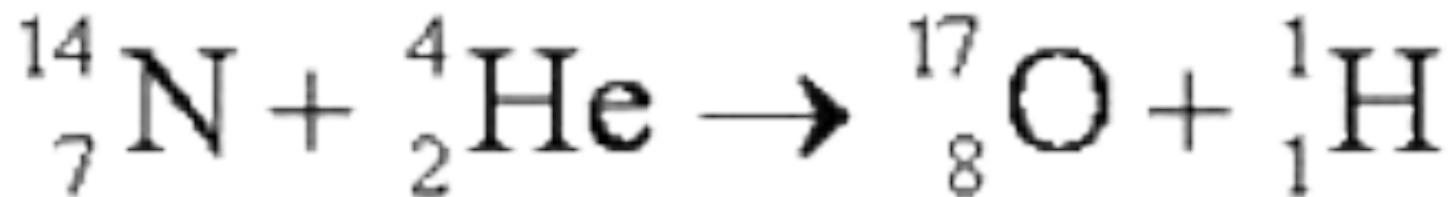
г) рассчитаем изменение энергии (т.е. найдём энергетический выход): $\Delta E = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.}$

$$\Delta E = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = - 0,001114 \text{ а.е.м.} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = - 1,04 \text{ МэВ.}$$

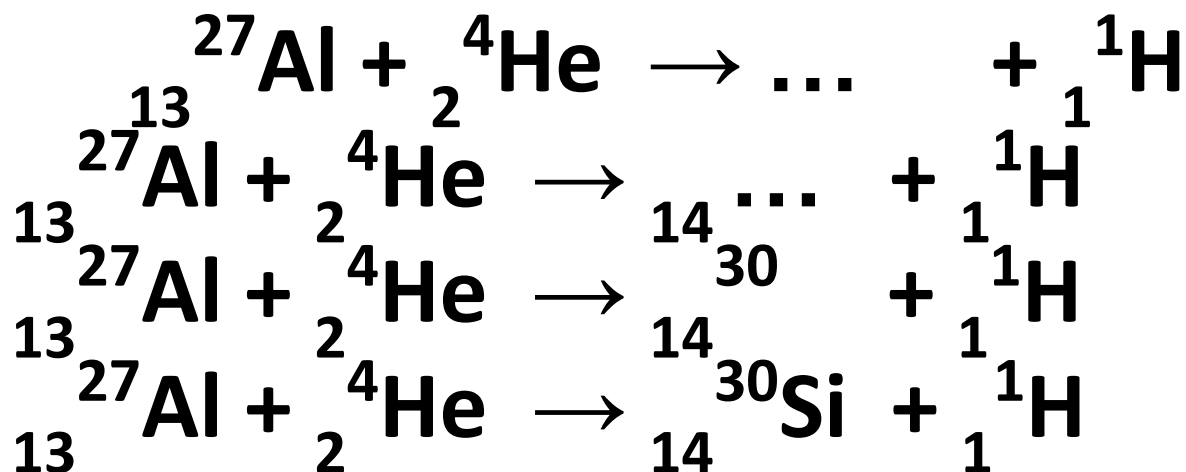
Знак «-» говорит о том, что реакция происходит с

Задание №1

- Рассчитать энергетический выход реакции



Написать ядерную реакцию,
происходящую при бомбардировке
 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ α -частицами и
сопровождающуюся образованием
протона.



Задание 2. Напишите недостающие обозначения в следующих реакциях:

