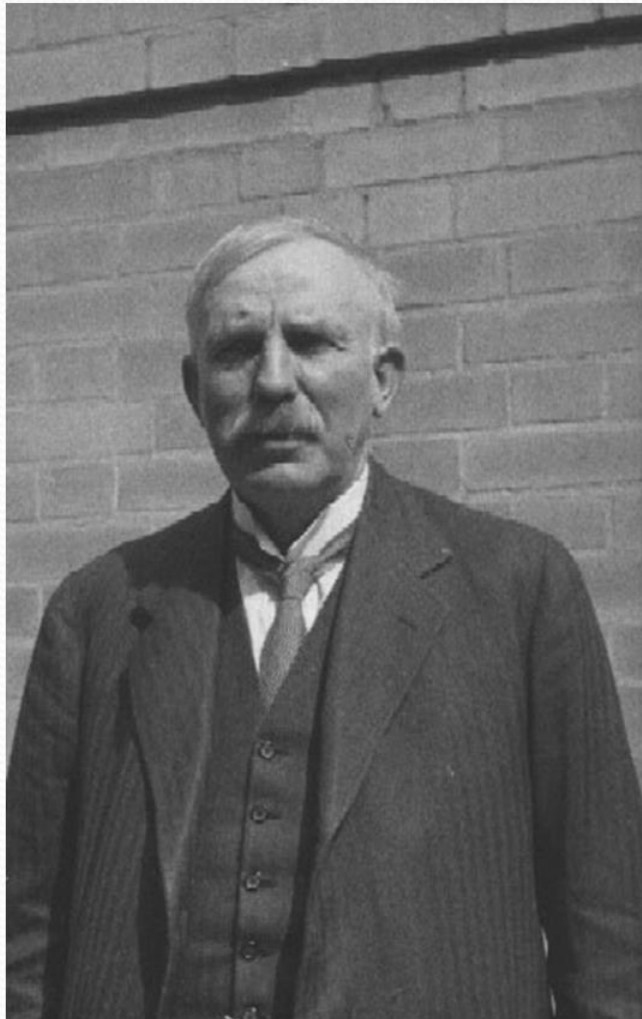
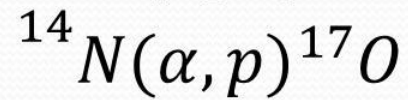


Ядерные реакции под действием заряженных частиц

Ядерные реакции под действием α -частиц

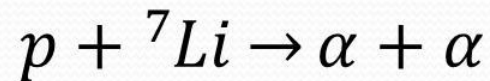


Первая ядерная реакция была осуществлена в 1919г. Эрнестом Резерфордом





1932г. Джон Кокрофт и Томас Уолтон построили первый ускоритель для изучения ядерных реакций.

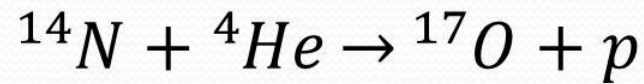


Основные виды ядерных реакций под действием α -частиц: (α, p) и (α, n) .

Характер протекания ядерных реакций под действием α -частиц определяется:

1. Высотой кулоновского барьера
2. Величиной энергии связи α -частицы в ядре

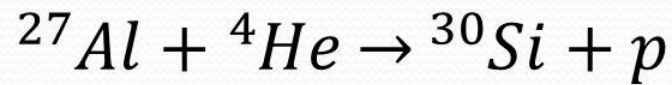
(α ,p) реакции



Эта ядерная реакция – эндознергетическая

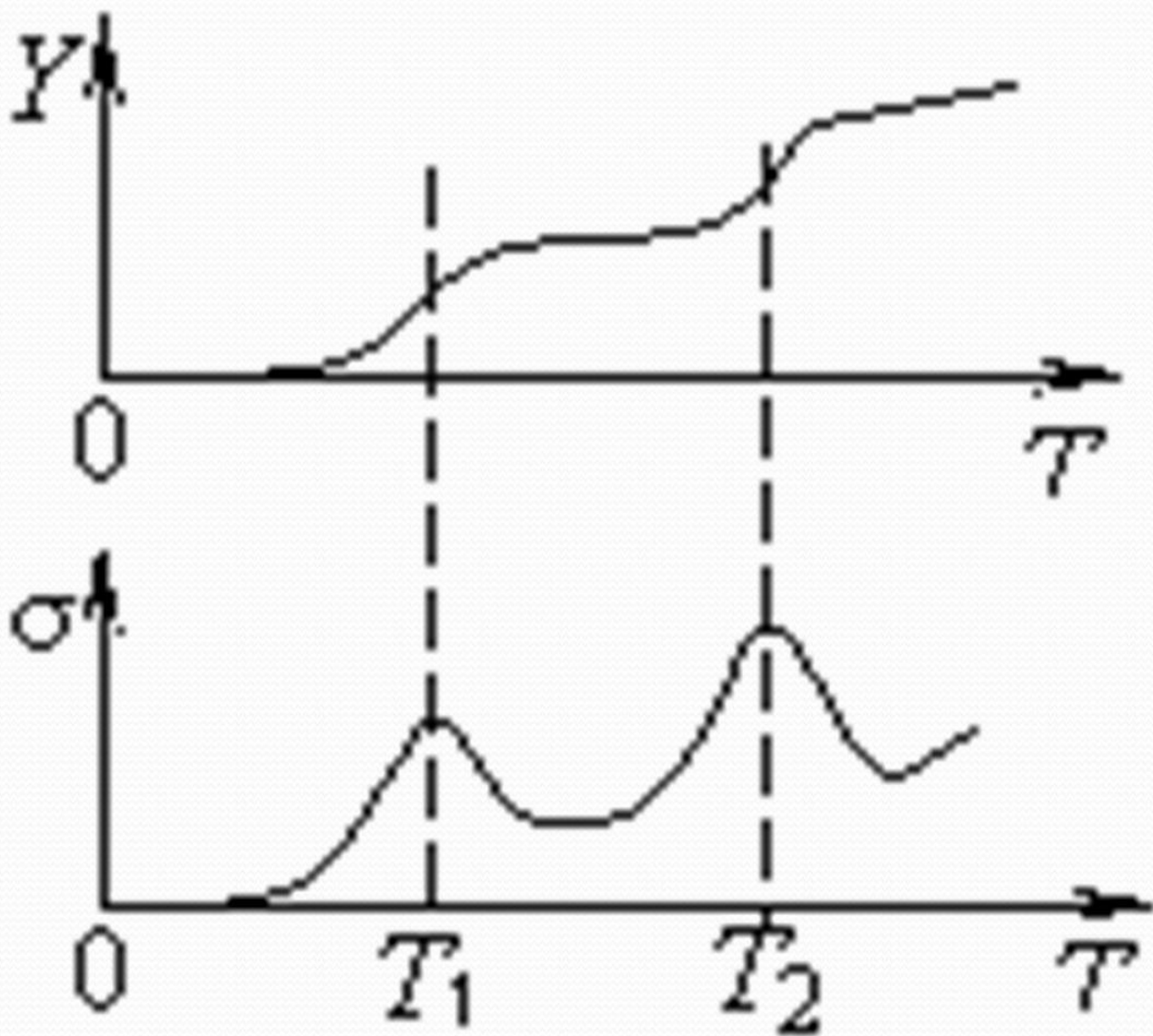
$$Q = -1,06 \text{ МэВ}$$


$$Y = 2 \cdot 10^{-5} \text{ при } T_{\alpha} = 7,8 \text{ МэВ}$$



Эта ядерная реакция – экзоэнергетическая
 $Q = 2,26 \text{ МэВ}$

В результате образуются протоны с пробегами 90см.
Выход реакции увеличивается ступенчато с ростом энергии α -частиц, следовательно, имеется резонансная зависимость сечения реакции от энергии.





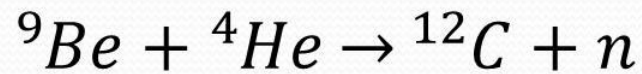
Наличие максимумов в сечении означает, что α -частица с соответствующей энергией захватывается на один из квазистационарных уровней промежуточного ядра.

Резонансный характер изменения сечения ядерной реакции при изменении кинетической энергии бомбардирующей частицы впервые был установлен именно на примере (α, p) -реакций на легких ядрах

(α, n) реакции



Реакции типа (α, n) были открыты в 1932г. Джеймсом Чэдвиком в опыте по обнаружению нейтрона.

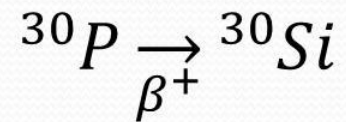
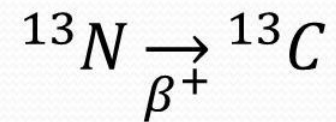
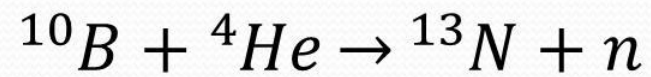


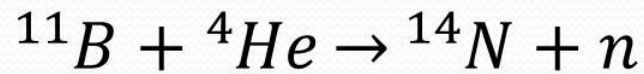
Эта ядерная реакция – экзоэнергетическая

$$Q = 5,5 \text{ МэВ}$$

$$Y = 2,5 \cdot 10^4 \text{ при } T_\alpha = 5,44 \text{ МэВ}$$

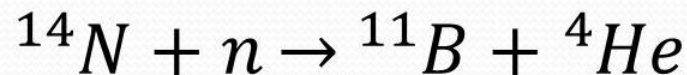
Эта реакция до сих пор используется, как простейший источник нейтронов.





Эта ядерная реакция – экзотергическая

$$Q = 0,28 \text{ МэВ}$$




Эта ядерная реакция – эндотергическая

$$Q = -0,28 \text{ МэВ}$$

Промежуточное ядро одно и то же - ${}^{15}\text{N}$

Ядерные реакции под действием протонов



(p, α)

(p, n)

(p, p)

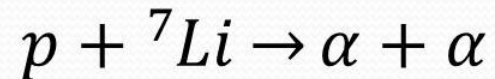
(p, γ)

(p, d)

(p,α)-реакции

Реакции данного типа обычно экзотермические.

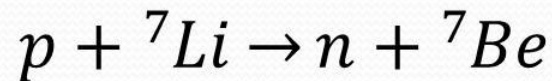
Вероятность таких реакций мала (кроме реакций на легких ядрах).



(p,n)-реакции

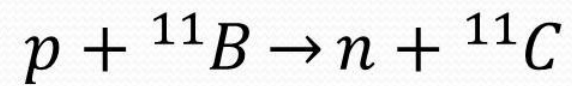
Реакции данного типа на стабильных ядрах обычно эндотермические. Порог таких реакций $>0,8$ МэВ.

Обычно порог реакции (p,n) равен 1-3 МэВ

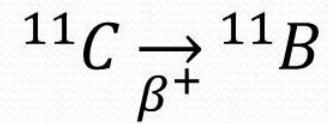


$$Q = -1,65 \text{ МэВ}$$

$$T_{min} = 1,88 \text{ МэВ}$$



$$Q = -2,76 \text{ МэВ}$$



(p,p)-реакции

Вероятность этих реакций сравнима с вероятностью (p,n) реакций, если кинетическая энергия падающих протонов превышает высоту барьера.

(p,γ)-реакции

Выход данных реакций очень мал, т.к. вероятность испускания промежуточным ядром частиц больше вероятности излучения γ -кванта.

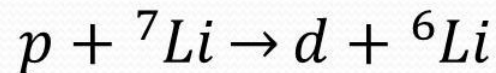


$$Q = 17,25 \text{ МэВ}$$

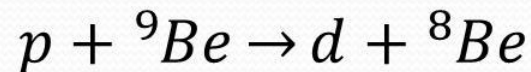
(p,d)-реакции

Реакции данного типа встречаются значительно реже остальных, т.к. дейтрон – слабосвязанное ядро и для его образования нужна большая энергия.

Реакции данного типа – эндотермические или имеют небольшое положительное Q .

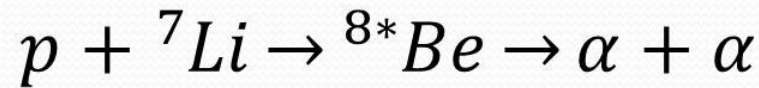


$$Q = -5,05 \text{ МэВ}$$



$$Q = 0,59 \text{ МэВ}$$

Взаимодействие протонов с ядрами ${}^7\text{Li}$



$$Q = 17,35 \text{ МэВ}$$



$$Q = 17,25 \text{ МэВ}$$



$$Q = -1,65 \text{ МэВ}$$



$$Q = -5,05 \text{ МэВ}$$



$$T_{min} = \frac{M_A + m_p}{M_A} |Q|$$

При энергии протонов

$$T_p < T_{min}$$

реакции 3 и 4 не пойдут.



$$\sigma_{ab} = \sigma_{ac} \eta_b$$

Сечение реакции



быстро и монотонно растет.

Процесс ${}^8^*\text{Be} \rightarrow \alpha + \alpha$ возможен для основного и возбужденного состояния ядра ${}^8\text{Be}$.

Большой выход реакции (p, α) , должен указывать на маленькую вероятность протекания реакции типа (p, γ)