



$[H^+] = 0.054 M$   
 $[C_2HO_4^-] = 0.054 M$   
 $[C_2H_3O_4] = 0.10 - 0.054 M = 0.046 M$

Next we consider the second stage of ionization.

Exp 1: Let  $y$  be the equilibrium concentration of  $C_2O_4^{2-}$  in mol/L. The equilibrium concentration of  $C_2HO_4^-$  must be  $(0.054 - y) M$ . We have

	$C_2HO_4^-$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	$+ C_2O_4^{2-}$
Initial (M):	0.054		0.054	
Change (M):	-y		+y	
Equilibrium (M):	$(0.054 - y)$		$(0.054 + y)$	

Exp 2: Using the ionization constant in Table 16.3, we write

$$K_{a2} = \frac{[H^+][C_2O_4^{2-}]}{[C_2HO_4^-]} = 6.1 \times 10^{-5}$$

Since the ionization constant is small, we can make the following approximation:

$$0.054 + y \approx 0.054$$
$$0.054 - y \approx 0.054$$

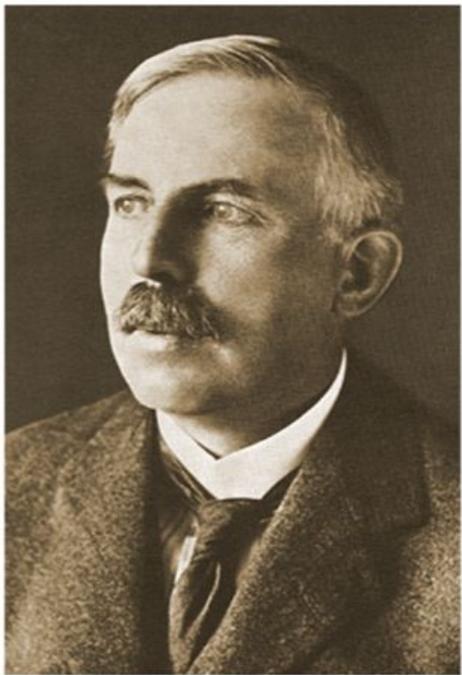
Substitute them in the equation, which reduces to

$$= 6.1 \times 10^{-5} M$$

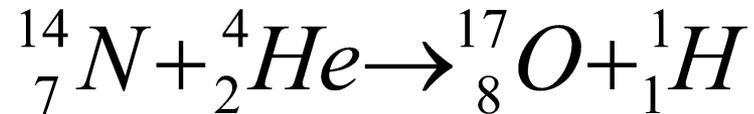
At equilibrium, therefore

$$[C_2H_3O_4] = 0.046 M$$
$$[C_2HO_4^-] = (0.054 - 6.1 \times 10^{-5}) \approx 0.054 M$$
$$[H^+] = (0.054 + 6.1 \times 10^{-5}) \approx 0.054 M$$
$$[C_2O_4^{2-}] = 6.1 \times 10^{-5} M$$

# Ядерные реакции и энергия связи ядер



**В 1919 году Эрнст Резерфорд впервые осуществил искусственное превращение атомных ядер:**



**ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ** – это превращения атомных ядер в результате взаимодействия друг с другом или какими-либо элементарными частицами.

# Условия протекания ядерных реакций



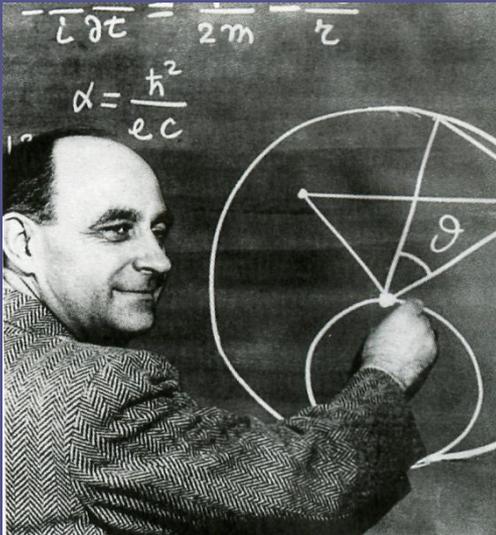
## расстояние

- Для осуществления ядерной реакции необходимо, чтобы сталкивающиеся частицы сблизилась на расстояние порядка  $10^{-15}$  м.

## скорость

- Сблизится на достаточно малое расстояние могут только ядра, летящие с большой скоростью

Энрико  
Ферми  
(1901 -1954)

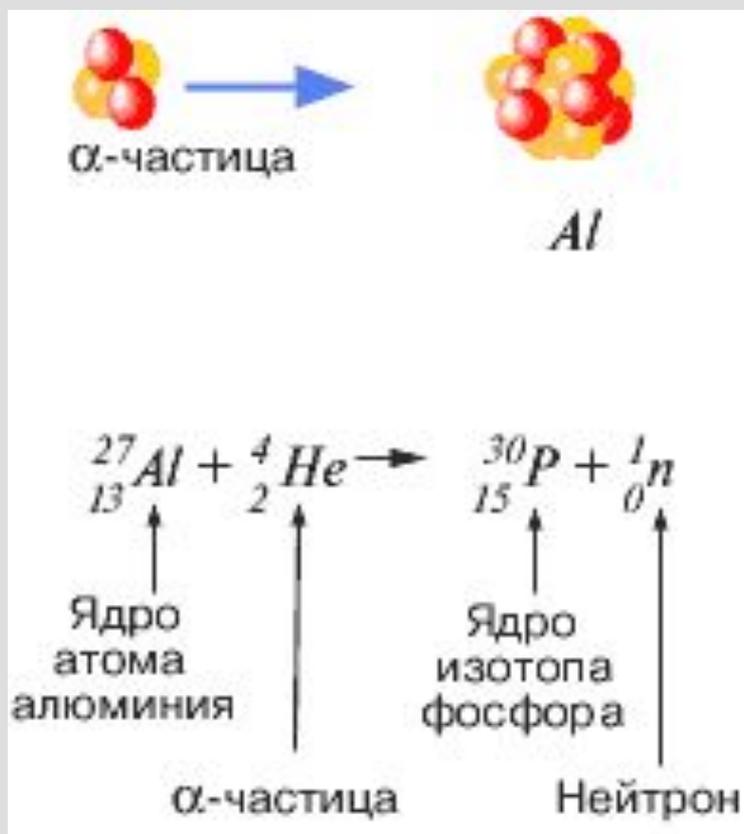


- **Итальянско-американский физик. Ферми прославился тем, что ему первому (1942 г) удалось получить управляемую ядерную реакцию.**
- **Сотый элемент периодической системы Менделеева назван фермием в его честь.**

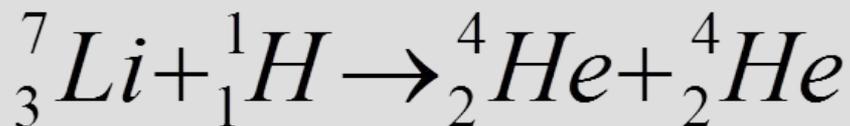
Ядерные реакции могут протекать как с выделением, так и с поглощением кинетической энергии, причем эта энергия примерно в  $10^6$  раз превышает энергию, поглощаемую или выделяемую при химических реакциях.

## Поглощение энергии

## Выделение энергии

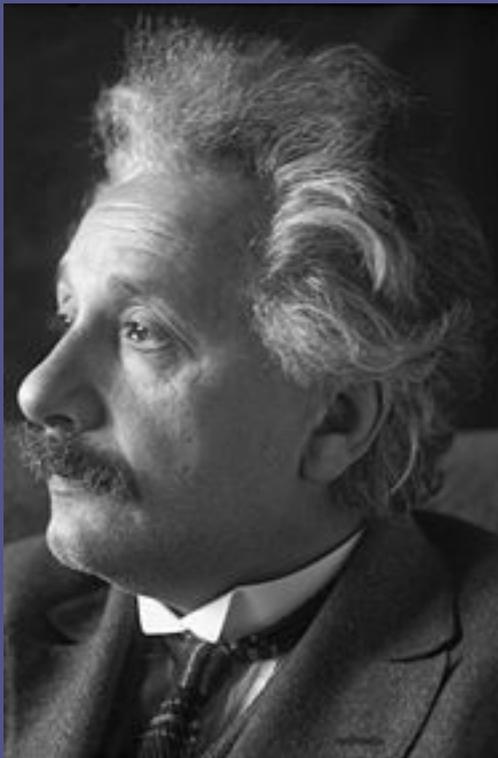


- В 1932 г. осуществлена ядерная реакция с помощью ускоренных частиц, а именно расщепление ядра лития протонами:





Альберт  
Эйнштейн  
(1879-1955)



- **Энергия связи атомных ядер** – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.
- **Энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.**

$$E = mc^2$$

# Дефект масс



**Масса покоя ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:**

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$  - дефект массы.

$$\Delta M > 0$$

# Энергия связи



Уменьшение массы при образовании ядра из частиц уменьшается энергия этой системы частиц на значение энергии связи :

$$\Delta E_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_{я})c^2$$

- ядро образуется из частиц;
- частицы за счет действия ядерных сил на малых расстояниях устремляются с огромным ускорением друг к другу;
- излучаются  $\gamma$ - кванты с энергией  $\Delta E_{св}$  и массой  $\Delta M = \frac{\Delta E_{св}}{c^2}$

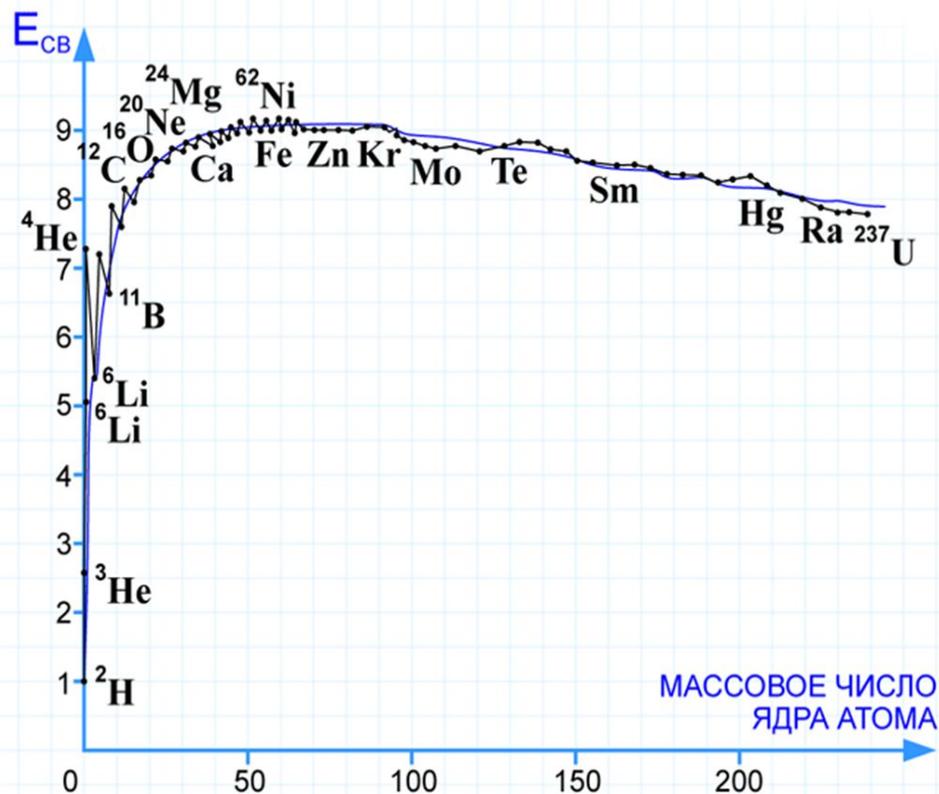
*Пример:* образование 4 г гелия сопровождается выделением такой же энергии, что и сгорание 1,5 - 2 вагонов каменного угла.

# Удельная энергия связи

## Удельная энергия связи

– энергия связи, приходящаяся на одну ядерную частицу от массового числа  $A$ .

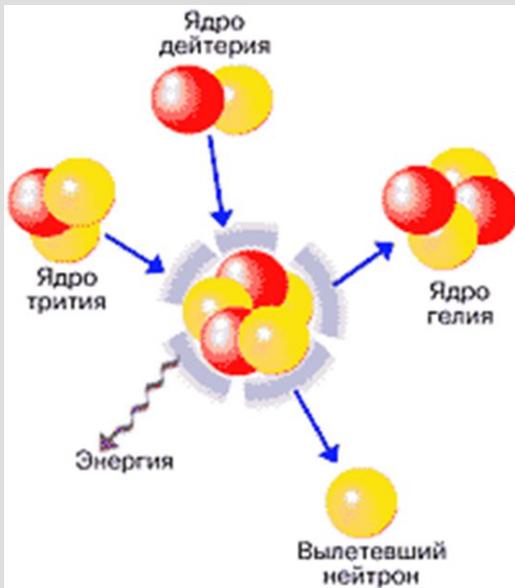
- Максимальную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.



# Реакции синтеза и деления ядер

## Реакции синтеза

- **Образование ядра из менее массивных ядер**



## Реакции деления

- **Расщепление ядра на менее массивные ядра**

