

# Ядерная физика

Авторы:

Караулов Иван и Караулов Михаил.

«Преображенский кадетский корпус»



${}^4_2\text{He}$

# Ядерные реакции.



${}^1_1\text{H}$



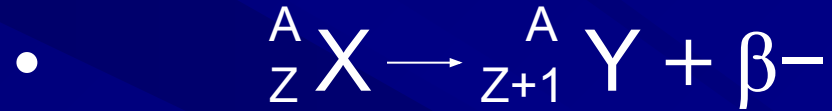
${}^7_3\text{Li}$

- В 1942 году под руководством Энрико Ферми была в первые осуществлена управляемая ядерная реакция.

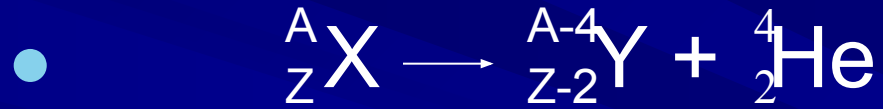
Ядерная реакция – изменение атомных ядер, вызванное их взаимодействием с элементарными частицами или друг с другом.

A

- **$\beta$ -распад.**



- **$\alpha$ -распад.**



- Радиоактивный распад ведёт к постепенному уменьшению атомов радиоактивного элемента.

Для осуществления  
реакции частица  
должна вплотную  
приблизиться к ядру

частица



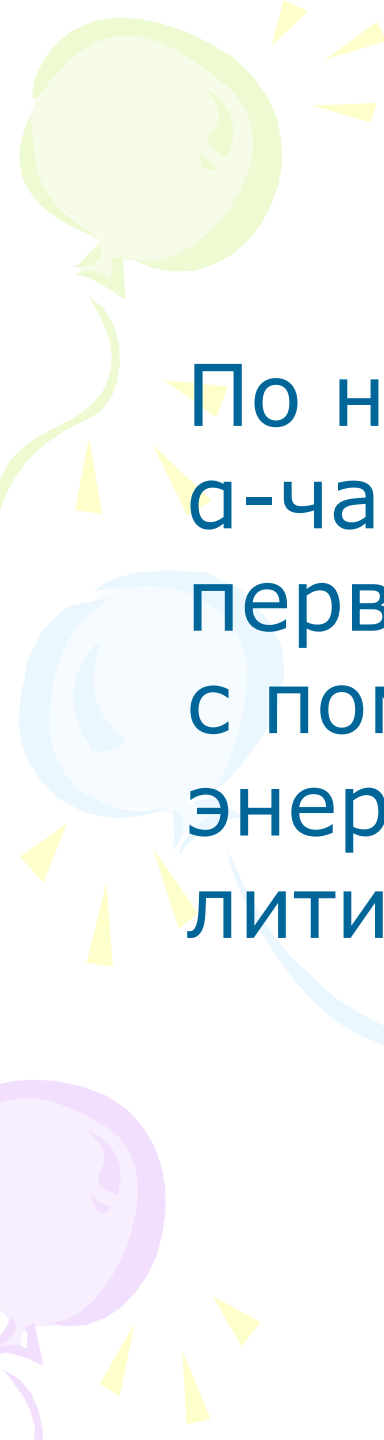
10-13 см



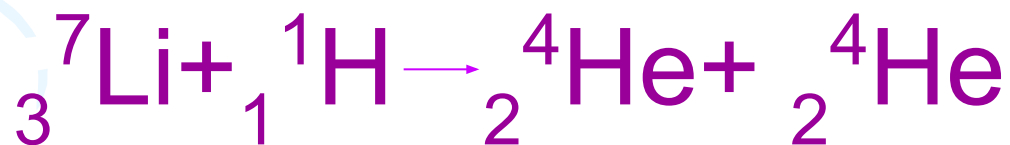
ядро

Но если частицы  
заряжены  
одноимённо, то их  
сближению  
препятствуют  
кулоновские силы.



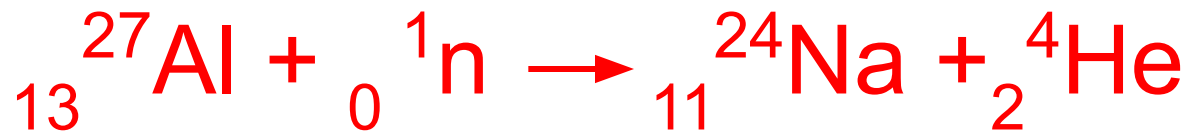


По началу использовались только  $\alpha$ -частицы. В 1932 году сделали первое превращение атомных ядер с помощью протонов большой энергии. Тогда удалось расщепить литий на две  $\alpha$ -частицы:




# Открытие нейтронов

Помимо реакций, вызванных заряженными частицами, существуют реакции с нейтронами. Их открыл великий физик Ферми. Открытие таких реакций повернуло ход исследований. Нейтроны лишены заряда и поэтому беспрепятственно входят в атомы и вызывают их превращения:





A globe of the Earth is centered in the background, showing continents and oceans. A bright, jagged lightning bolt strikes the globe from the top left corner, extending across the frame. The background is a dark blue gradient.

Также существует такой парадокс: медленные нейтроны гораздо эффективнее быстрых. Поэтому их замедляют или реже используют. А замедляют их в обыкновенной воде.

24000

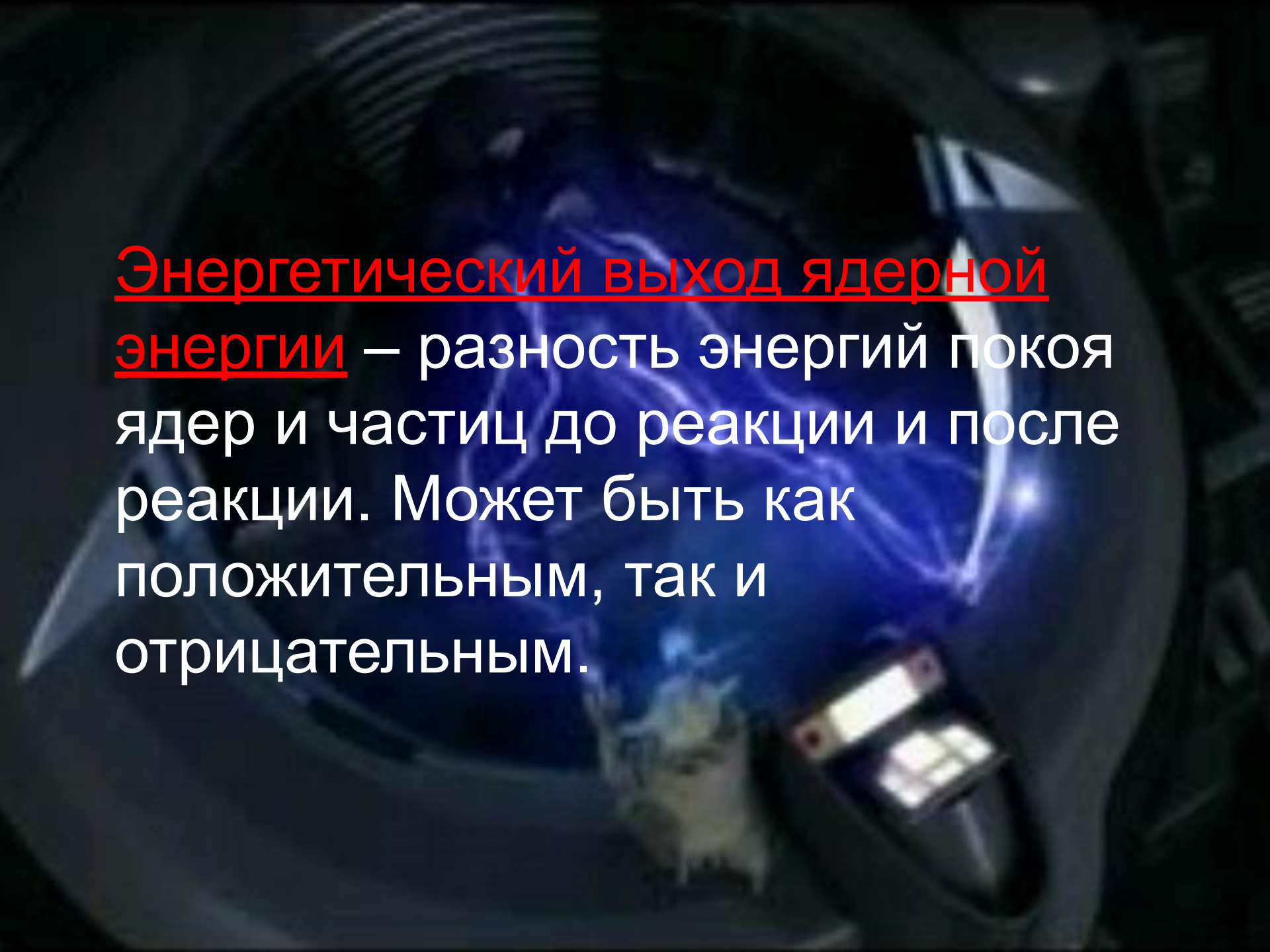
★ 12300

# Энергия ядерных реакций

Ядерные реакции протекают как с выделением, так и с поглощением энергии. Если кинематическая энергия после реакции становится больше, то считается что энергия выделяется, а если меньше — поглощается.

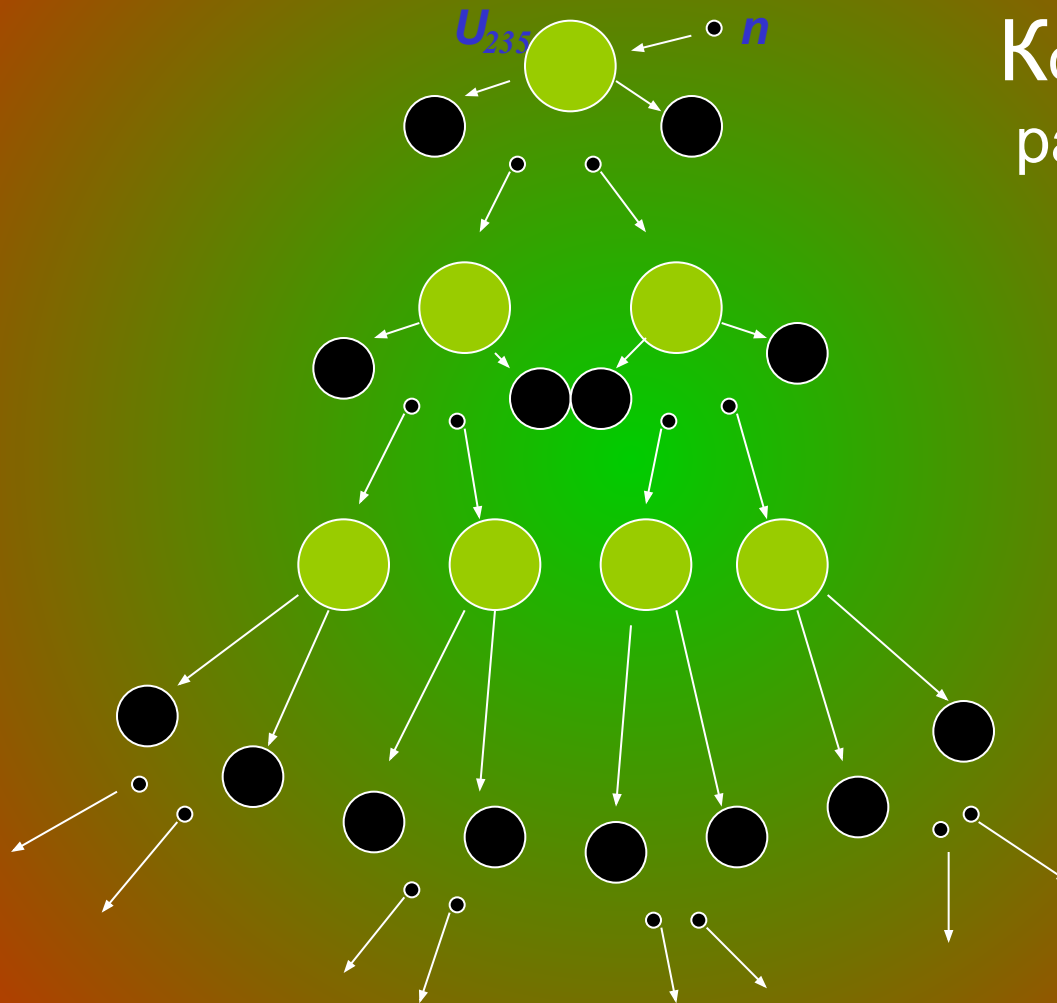
300  
410

343  
120



Энергетический выход ядерной энергии – разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после реакции. Может быть как положительным, так и отрицательным.

# Цепная реакция.



Коэффициент  
размножения  
нейтронов

$$K = N_i / N_{i-1}$$

A large, glowing mushroom cloud from a nuclear explosion, with a bright orange and yellow core and a dark, smoky plume rising from the ground. The background is black.

# ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ


Ядерные силы – силы связывающие протоны и нейтроны. Протоны и нейтроны по взаимодействию практически не отличаются поэтому в ядерной физике их называют нуклонами (в двух различных состояниях).

# Основное свойство

Нуклоны обмениваются между собой частицами,  $m$  которых больше  $m$  электрона в 200 раз. Эти частицы были обнаружены в 1947 году и названы пионами (пи-мезонами).

**Ядерные силы являются короткодействующими. На расстоянии до  $10^{-15}$  м сильное взаимодействие нуклонов значительно превосходит электромагнитное и гравитационное, но с увеличением расстояния между нуклонами очень быстро убывает.**





# Энергия связи ядра

Минимальная энергия, которую нужно задать для разрыва связи в атоме называют энергией связи ядра.



$E_{св}$

Она позволяет объяснить устойчивость атомных ядер, выяснить, какие процессы ведут к выделению энергии.

A hand is shown holding a glowing, spherical object that emits a bright, ethereal light. The background is dark and textured, suggesting a natural or organic setting. The overall tone is mysterious and scientific.

Энергия связи очень велика и  
равняется:

$$E=mc^2$$

где  $m$  – масса ядра, а  $c$  – скорость  
света в вакууме.

Например: образование 4 г гелия  
сопровождается выделением такой же  
энергии, как при сгорании 2 вагонов  
каменного угля!

Удельная энергия связи – отношение  $E_{\text{св}}$  ядра к числу нуклонов ( $A$ ).

Удельная энергия связи ядра в сотни тысяч раз превосходит энергию связи. Эта величина неодинакова. С ростом массового числа  $A$  она увеличивается от 1,1 МэВ до 8,8 МэВ, а далее с ростом массового числа убывает до 7,6 МэВ.

# Формулы

- $m = \varepsilon/c^2 ;$
- $m = n\Delta m$
- $m = nM/N_A$
- $E = Pt$