



Урок физики 2 курс (2 семестр)

Тема 19. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепная реакция. Ядерный реактор



Преподаватель к.ф-м. наук: **Мирахмедова Нигора Миркамаловна**



Протонно-нейтронная модель ядра атома



Дмитрий Иваненко



протон

нейтрон



Вернер Гейзенберг

нуклоны



Что удерживает нуклоны в ядре?



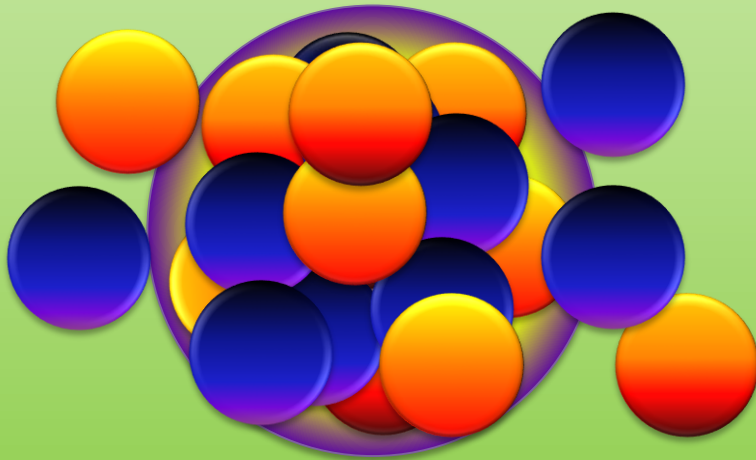
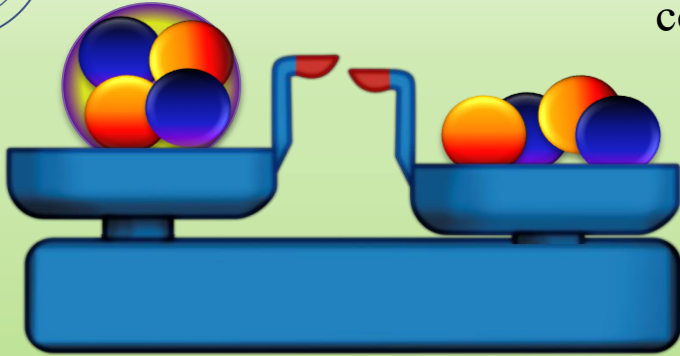
Ядерные силы — силы, удерживающие нуклоны в ядре.

Ядерные силы — самые мощные силы в природе.

Ядерные силы действуют только в пределах атомных ядер.

Энергия связи — это минимальная энергия, требуемая для того, чтобы расщепить ядро атома на отдельные нуклоны.

Дефект масс — это недостаток массы ядра по сравнению с массой составляющих его нуклонов.



$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_{\text{я}}$$

Энергия связи ядер:

$$E_{\text{св}} = \Delta m c^2$$

↓ ↓
[Дж] [кг]

$$E_{\text{св}} = 931,5 \Delta m$$

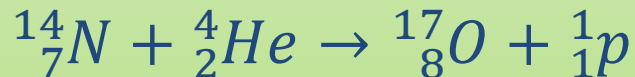
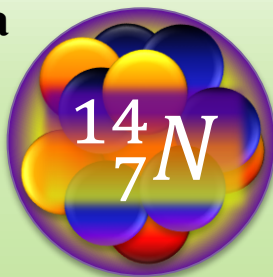
↓ ↓
[МэВ] [а. е. м.]

Ядерные реакции — это изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

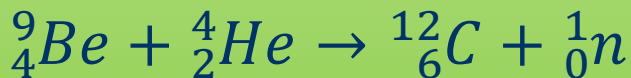


ТИАМЕ

Открытие протона

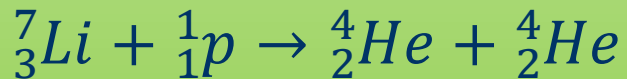
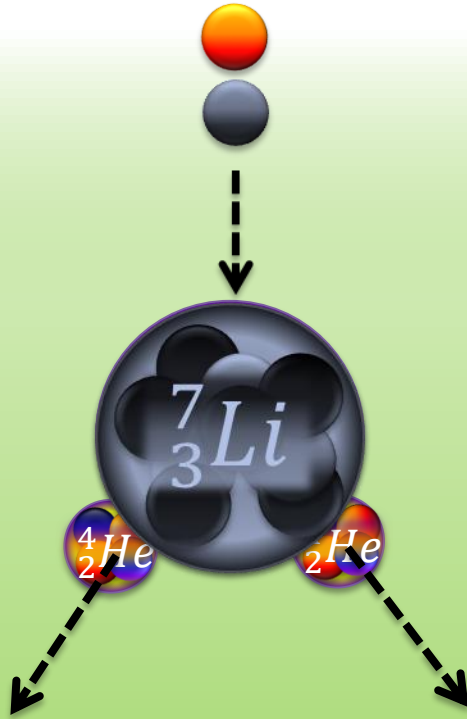


Открытие нейтрона



Примеры более эффективных методов стимуляции ядерных реакций, чем бомбардировка α -частицами:

- 1) Сообщать большую кинетическую энергию частицами (например протону) с помощью ускорителей.
- 2) Ускорять частицы, имеющие массу значительно превышающую массу α -частицы.



Изменение кинетической энергии в процессе ядерной реакции равно изменению энергии покоя участвующих в реакции ядер и частиц.

Энергетический выход реакции:

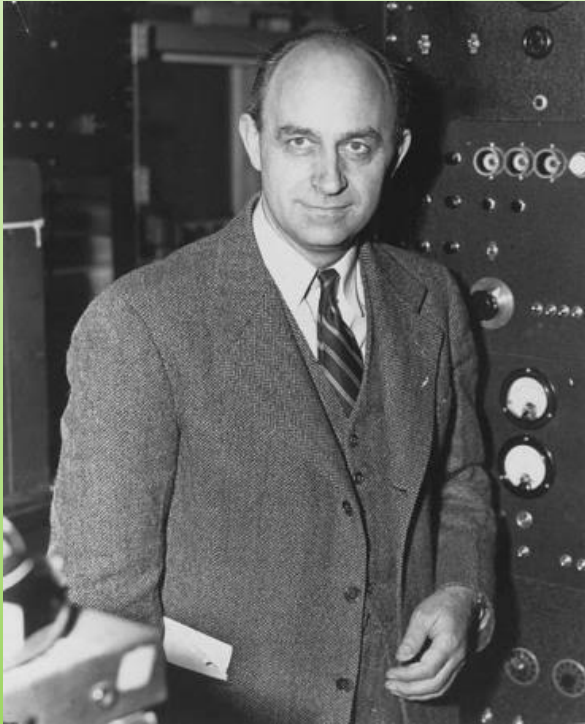
$$\Delta E = E_0 - E$$



Экзотермическая



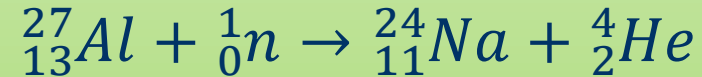
Эндотермическая



Энрико Ферми

Реакции на нейтронах — ядерные реакции, осуществляемые с помощью бомбардировки ядер нейтронами.

Пример реакции на нейтронах:



Для осуществления ядерных реакций подходят не только быстрые, но и медленные нейтроны.

Медленный (тепловой) нейтрон — нейтрон, скорость которого сравнима со скоростью теплового движения.



Истолкование процесса именно
как деление ядер урана.



Лиза Мейтнер

1939 год



Отто Фриш



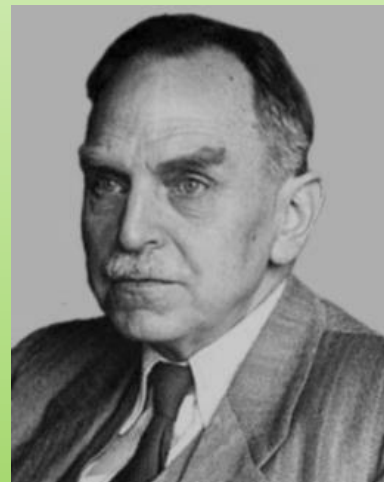
Фриц Штрассман

Открытие деления ядер урана.

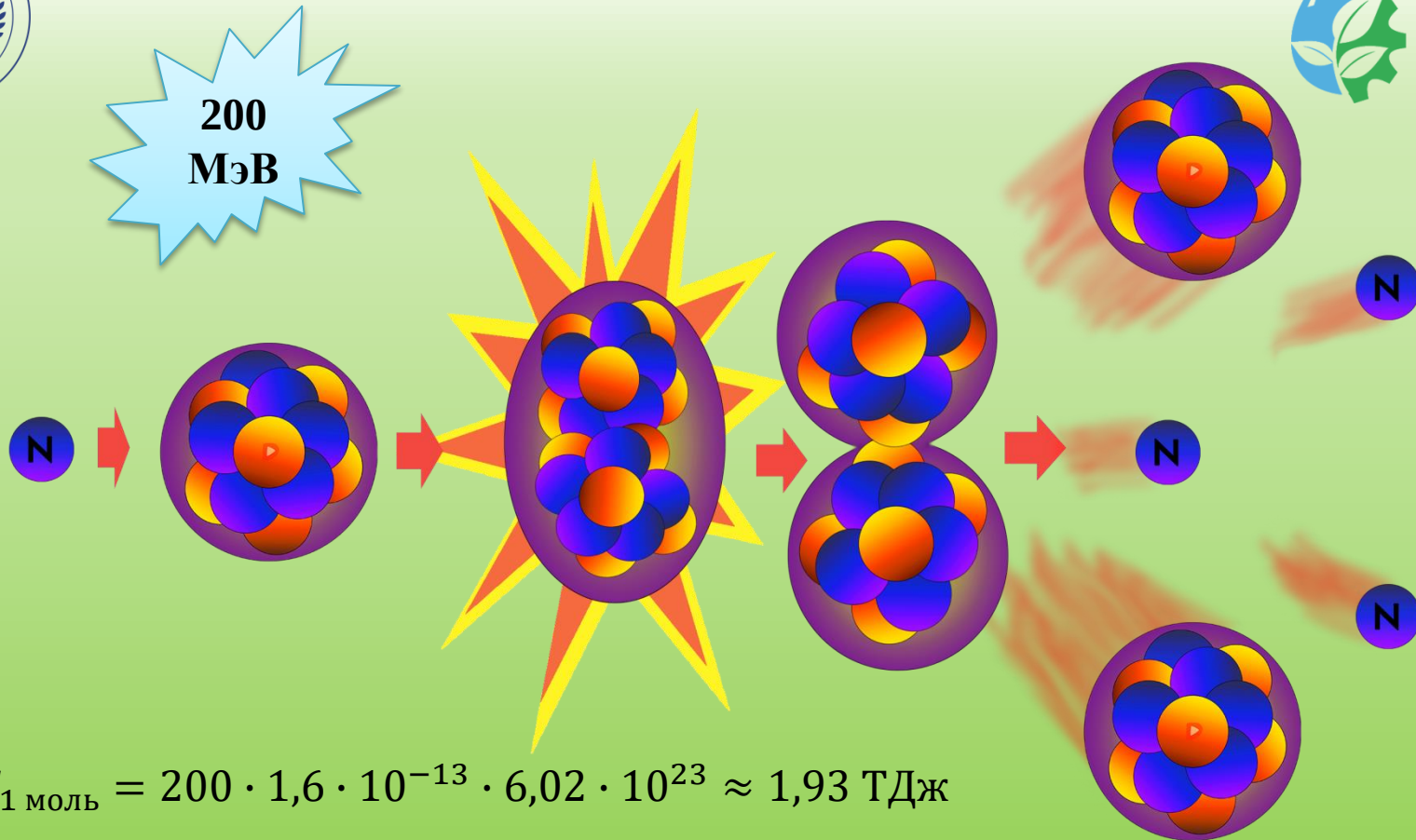


ТИАМЕ

1938 год



Отто Ган



$$E_{1 \text{ моль}} = 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 1,93 \text{ ТДж}$$

Цепная реакция — это ядерная реакция, в которой частицы, вызвавшие эту реакцию, образуются как продукты этой реакции.

U-235

0,7 %



$$E_{min} > 0$$

U-238

99,3 %



$$E_{min} = 1 \text{ МэВ}$$





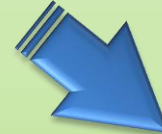
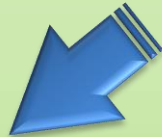
Коэффициент размножения нейтронов

- это отношение числа нейтронов, вызывающих деление ядер вещества на одном из этапов реакции, к числу нейтронов, вызвавших деление на предыдущем этапе реакции.

$$K = \frac{N_i}{N_{i-1}}$$

Коэффициент размножения будет максимален, если вещество имеет шарообразную форму. В этом случае потеря мгновенных нейтронов через поверхность будет наименьшей.

Коэффициент размножения нейтронов



$$K < 1$$

$$K = 1$$

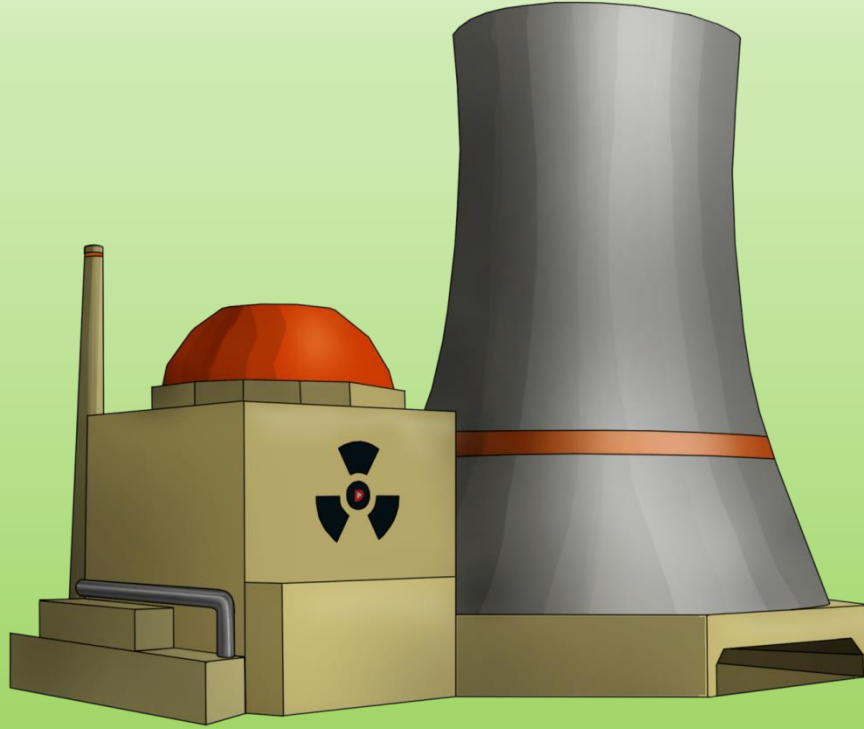
$$K > 1$$



Реакция затухает

Стационарная
реакция

Неуправляемая
реакция



Главные выводы

Ядерные реакции — это изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

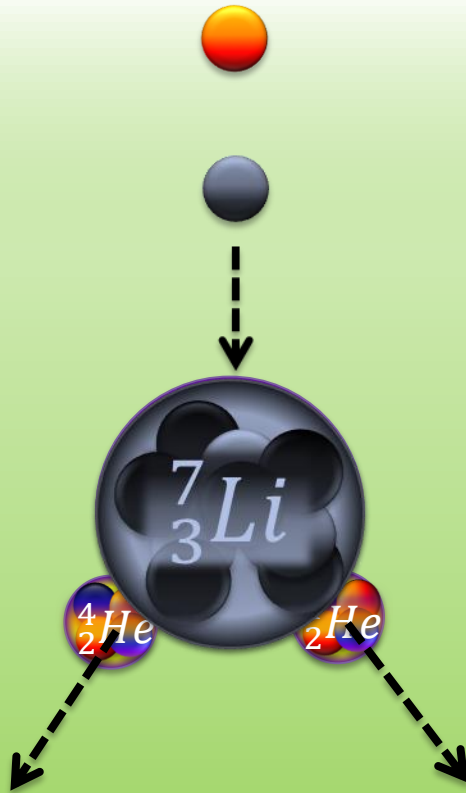
Энергетический выход реакции:

$$\Delta E = E_0 - E$$

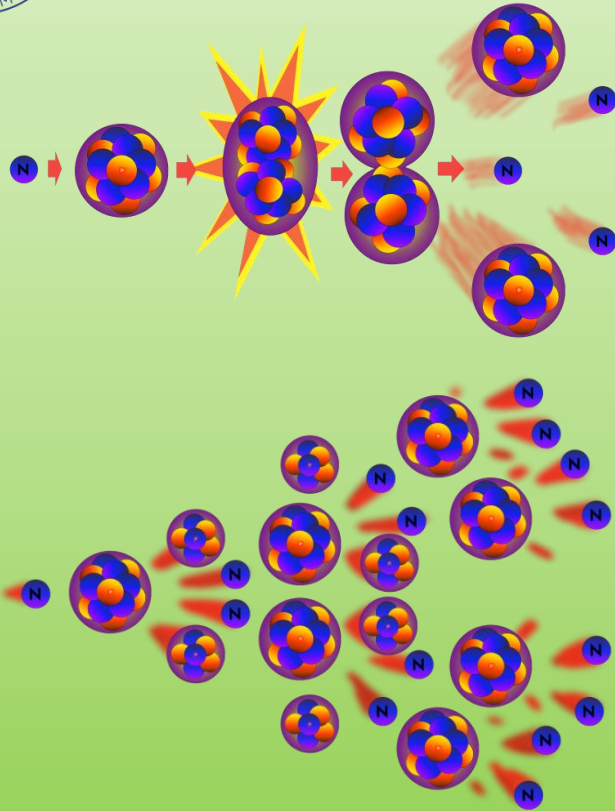


Экзотермическая

Эндотермическая



Главные выводы



Цепная реакция — это ядерная реакция, в которой частицы, вызывающие реакцию образуются как продукты этой реакции.

Коэффициент размножения нейтронов — это отношение числа нейтронов, вызывающих деление ядер вещества на одном из этапов реакции, к числу нейтронов, вызвавших деление на предыдущем этапе реакции.

$$K = \frac{N_i}{N_{i-1}}$$



Благодарю за внимание