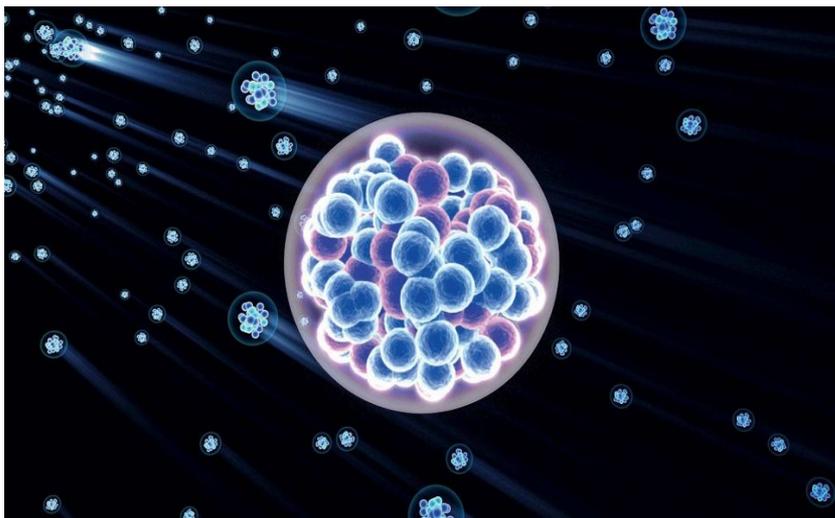


Ядерные реакции

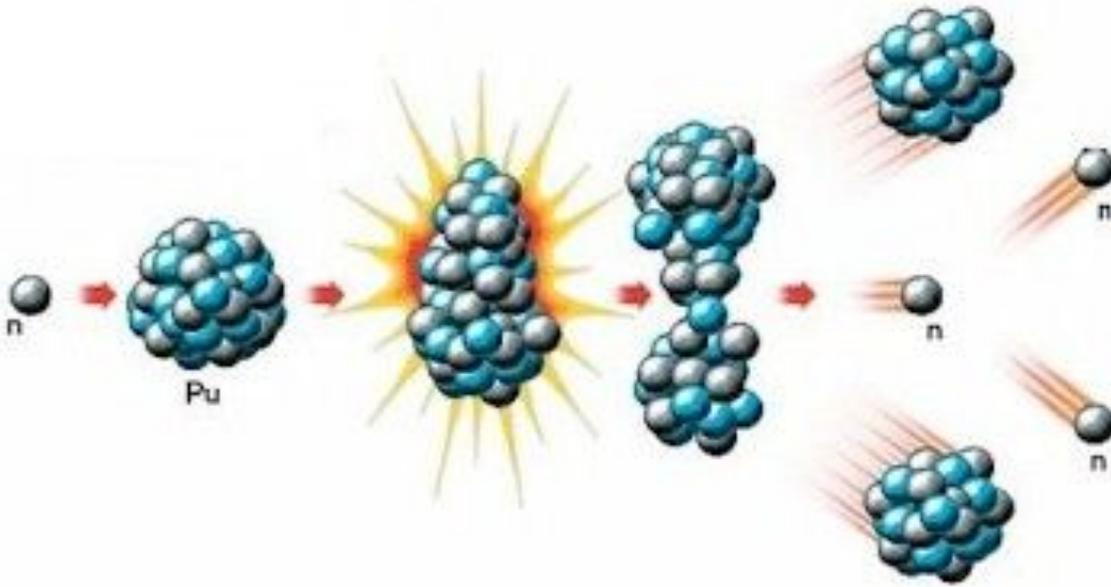
**Ядерная реакция** — это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры ядра и выделением большого количества энергии.



Первая ядерная реакция была осуществлена Э.Резерфордом в 1919 году в опытах по обнаружению протонов в продуктах распада ядер. Он обнаружил, что для разрушения или превращения ядра нужна большая энергия.

Наиболее подходящими "снарядами", обладающими достаточной для разрушения ядра энергией, были альфа-частицы.

Первым ядром, подвергшимся искусственному превращению, было ядро азота. В результате бомбардировки ядра азота альфа-частицами оно превращается в ядро изотопа кислорода с испусканием протонов- ядер атома водорода.



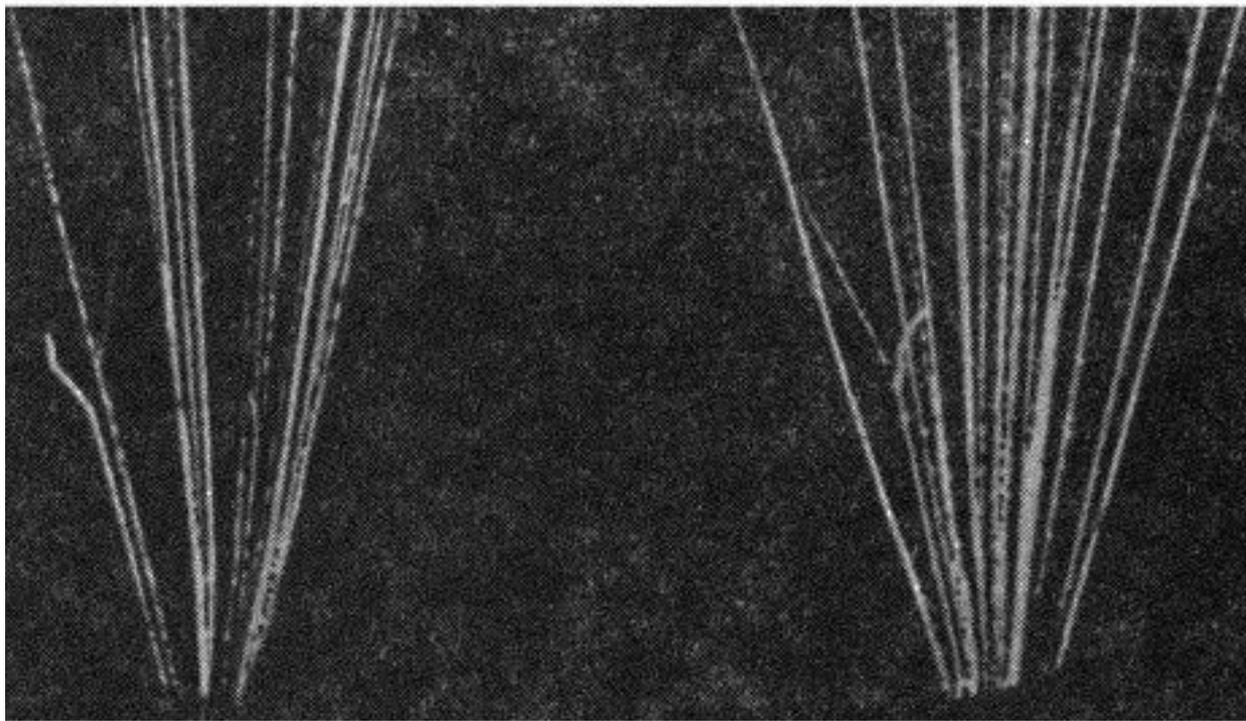
Изучению ядерных реакций способствовало изобретение приборов для сообщения высокой энергии заряженным частицам – ускорителей. Оказалось, что искусственно ускоренные быстрые протоны, дейтроны (атомы тяжелого водорода), ядра гелия и ядра других, более тяжелых, элементов способны производить разнообразные ядерные расщепления.



Ускоритель

Открытие ядерных реакций имело принципиальное значение: впервые была доказана возможность искусственного превращения элементов.

Ядерные взаимодействия с частицами носят весьма разнообразный характер, их виды и вероятности той или иной реакции зависят от вида бомбардирующих частиц, ядер-мишеней, энергий взаимодействующих частиц и ядер и многих других факторов.

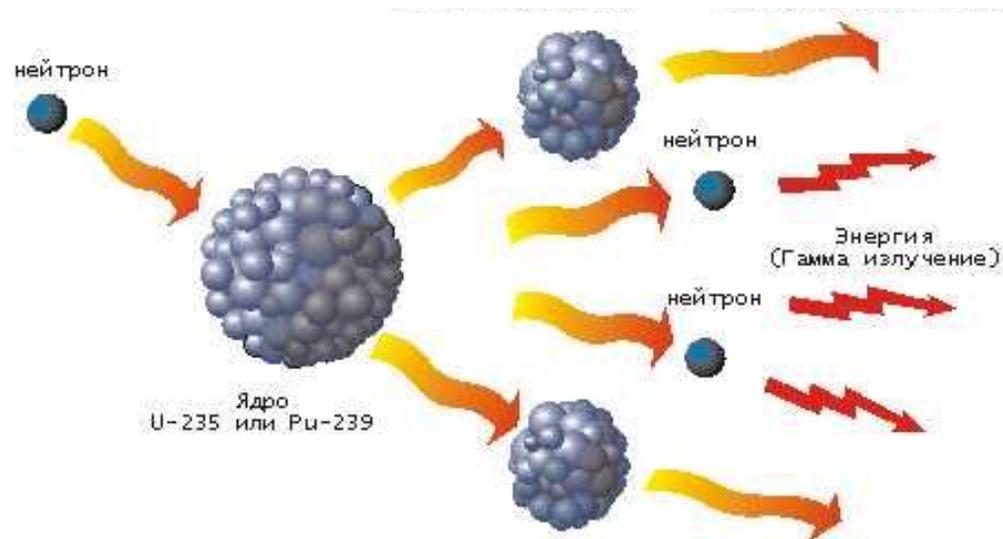
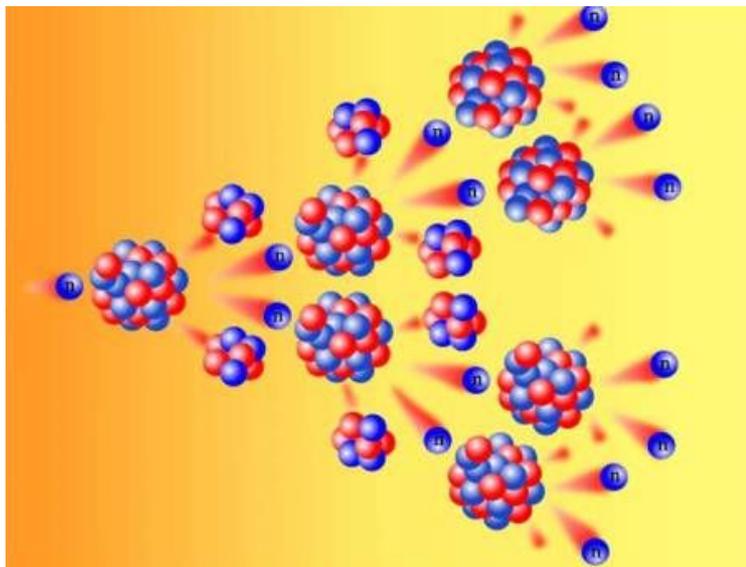


Две стереоскопические фотографии треков альфа-частиц, на которых изображено соударение с ядром азота, в результате чего вылетает протон.

## Виды ядерных реакций

- **Ядерная реакция деления (цепная реакция)** — процесс расщепления атомного ядра на два (реже три) ядра с близкими массами, называемых осколками деления. В результате деления могут возникать и другие продукты реакции: лёгкие ядра (в основном альфа-частицы), нейтроны и гамма-кванты. Деление бывает спонтанным (самопроизвольным) и вынужденным (в результате взаимодействия с другими частицами, прежде всего, с нейтронами). Деление тяжёлых ядер — экзоэнергетический процесс, в результате которого высвобождается большое количество энергии в виде кинетической энергии продуктов реакции, а также излучения.
- **Ядерная реакция синтеза (термоядерная реакция)** — процесс слияния двух атомных ядер с образованием нового, более тяжелого ядра. Кроме нового ядра, в ходе реакции синтеза, как правило, образуются так же различные элементарные частицы и (или) кванты электромагнитного излучения. Без подвода внешней энергии слияние ядер невозможно, так как положительно заряженные ядра испытывают силы электростатического отталкивания. Для синтеза ядер необходимо сблизить их на расстояние порядка  $10^{-15}$  м, на котором действие сильного взаимодействия будет превышать силы электростатического отталкивания.
- **Фотоядерные реакции** — ядерные реакции, происходящие при поглощении гамма-квантов ядрами атомов. Явление испускания ядрами нуклонов при этой реакции называется ядерным фотоэффектом.

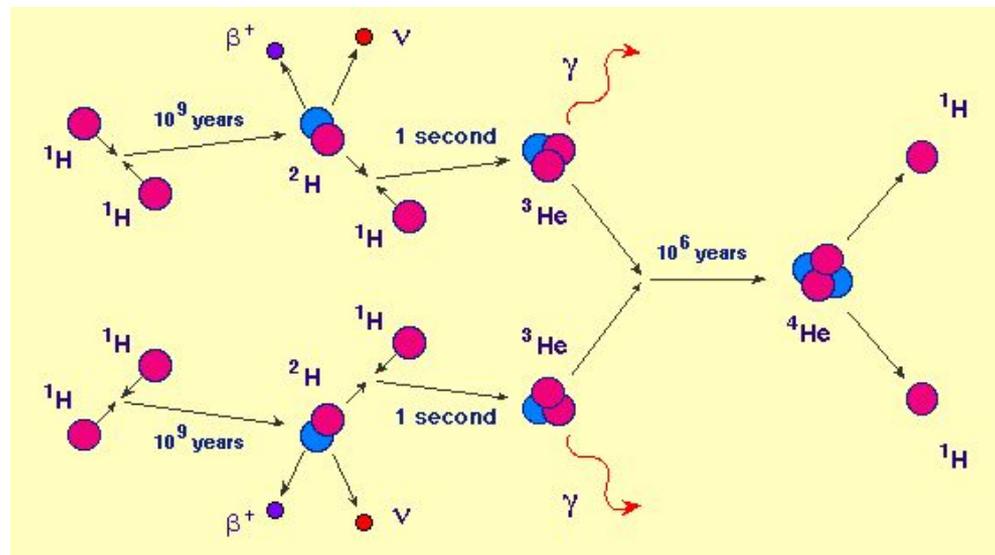
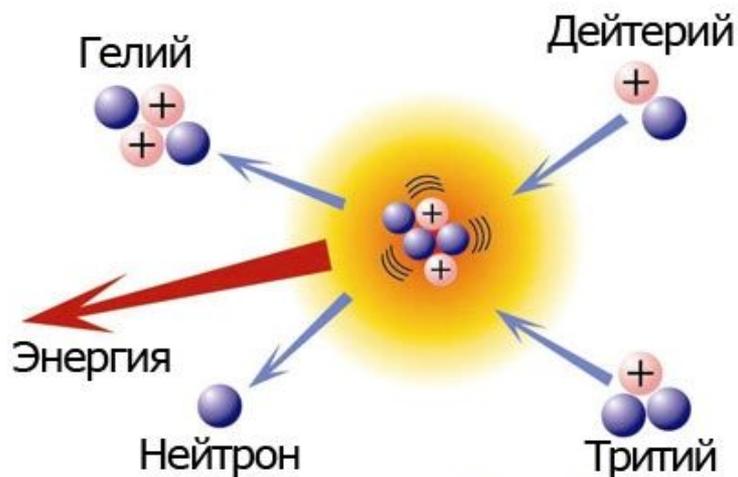
Примером ядерной реакции деления, идущей с выделением энергии, является деление ядер изотопа урана ( $U_{92}^{235}$ ) при облучении их «медленными» нейтронами. При делении всех ядер, содержащихся в 1 г изотопа урана, выделится энергия около  $7,5 \cdot 10^{10}$  Дж, что эквивалентно энергии, получаемой при сжигании 2,5 тонн угля.



Ядро урана - 235 имеет форму шара. Поглотив нейтрон, ядро возбуждается и начинает деформироваться.

Оно растягивается из стороны в сторону до тех пор, пока кулоновские силы отталкивания между протонами не начнут преобладать над ядерными силами притяжения. После этого ядро разрывается на две части и осколки разлетаются со скоростью  $1/30$  скорости света. При делении ядра образуются еще 2 или 3 нейтрона

Примером **ядерной реакции синтеза**, могут служить процессы протекающие на солнце. В раскаленном веществе Солнца очень много водорода. Но не обычного газа, а водородной плазмы: она состоит не из целых атомов, а из атомных осколков—ядер и электронов. При колоссальной температуре солнечных глубин частицы водородной плазмы испытывают весьма быстрое и энергичное беспорядочное движение. Ядра при этом с разгона налетают друг на друга. Иногда столкновение бывает таким сильным, что ядра преодолевают взаимное электрическое отталкивание (они ведь все заряжены положительно), тесно сближаются и сливаются воедино. Тогда из двух ядер обычного («легкого») водорода, т. е. из двух протонов, получается ядро тяжелого водорода — дейтрон. Вместе с тем вылетают прочь отходы реакции — электрон и нейтрино. Так в результате реакции синтеза освобождается термоядерная энергия.



Примером **фотоядерной реакции**, может служить облучении **тяжелого водорода** **гамма-лучами** (поток фотонов высокой энергии), при котором появляются **протоны**, возникающие при **расщеплении дейтона** **гамма-квантом**.

