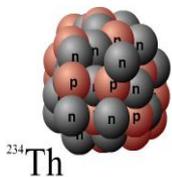




Физика атомного ядра

Ядерные реакции

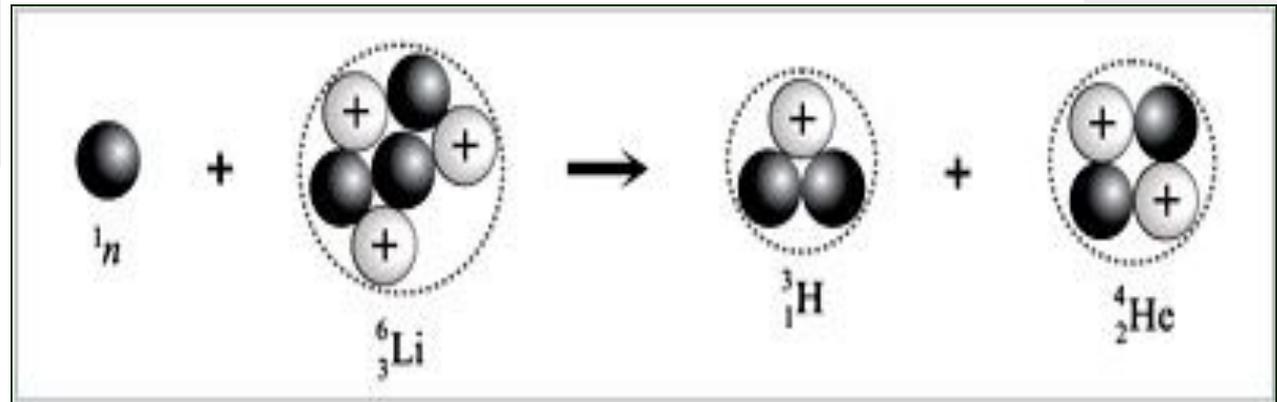


Ядерные реакции



Ядерные реакции происходят, когда частицы вплотную приближаются к ядру и попадают в сферу действия ядерных сил.

Первая ядерная реакция осуществлена на быстрых протонах в 1932 году (расщепление лития на две α -частицы).



Первая ядерная реакция на быстрых протонах была осуществлена в 1932 году.

Ядерная реакция

1

Изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом называют **ядерными реакциями**

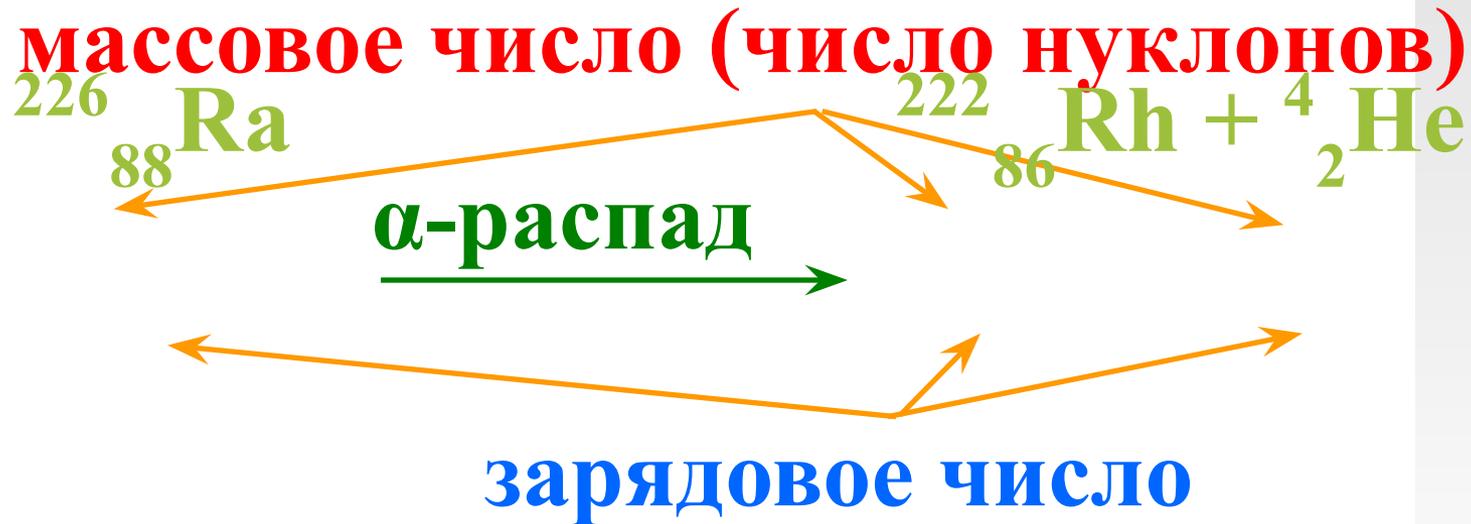
2

Энергетическим выходом ядерной реакции называется разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после реакции.

Для ядерных реакций справедливы общие законы сохранения электрического заряда, числа нуклонов, энергии, импульса, массы



Иллюстрация законов сохранения



Закон сохранения зарядового числа: $88 = 86 + 2$

**Закон сохранения числа нуклонов (массового числа):
 $226 = 222 + 4$**

Закон сохранения энергии

Первая проверка уравнения Эйнштейна $E = mc^2$, была проведена, когда **Резерфорд** произвел обстрел ядрами водорода легкого металла лития.

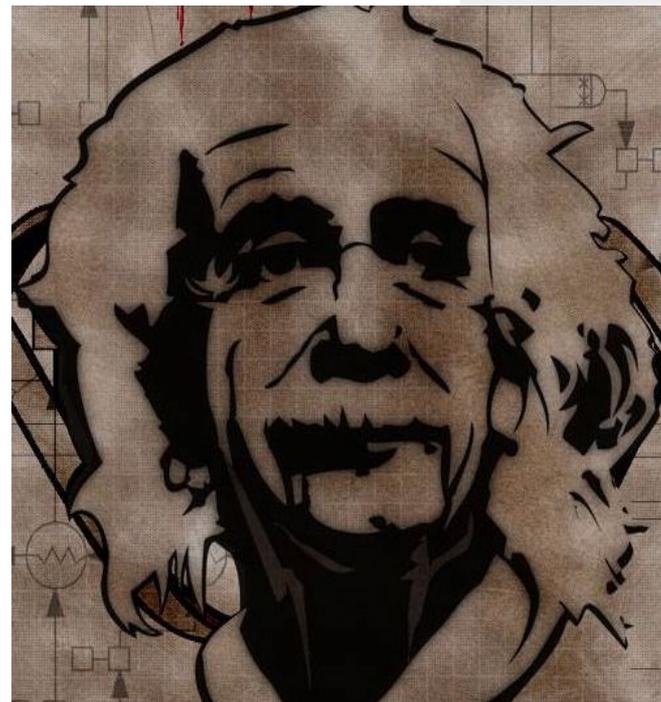


Ядро
водорода

Ядро
лития

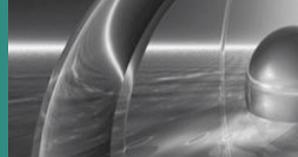
Кинетическая
энергия

По фотографиям, полученным в камере Вильсона, были измерены скорости альфа-частиц (ядер гелия) и вычислена их кинетическая энергия. Эта энергия оказалась эквивалентной потерянной массе в соответствии с формулой Эйнштейна. Тем самым было доказано, что масса частиц может уменьшаться, а вместо пропавшей части массы появляется энергия в эквивалентном количестве, как и предсказал **Эйнштейн**



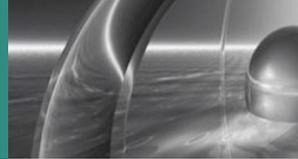
Классификация ядерных реакций

- ✓ Радиоактивный распад
- ✓ Ядерные реакции на нейтронах
- ✓ Ядерные реакции под действием заряженных частиц
- ✓ Ядерные реакции деления



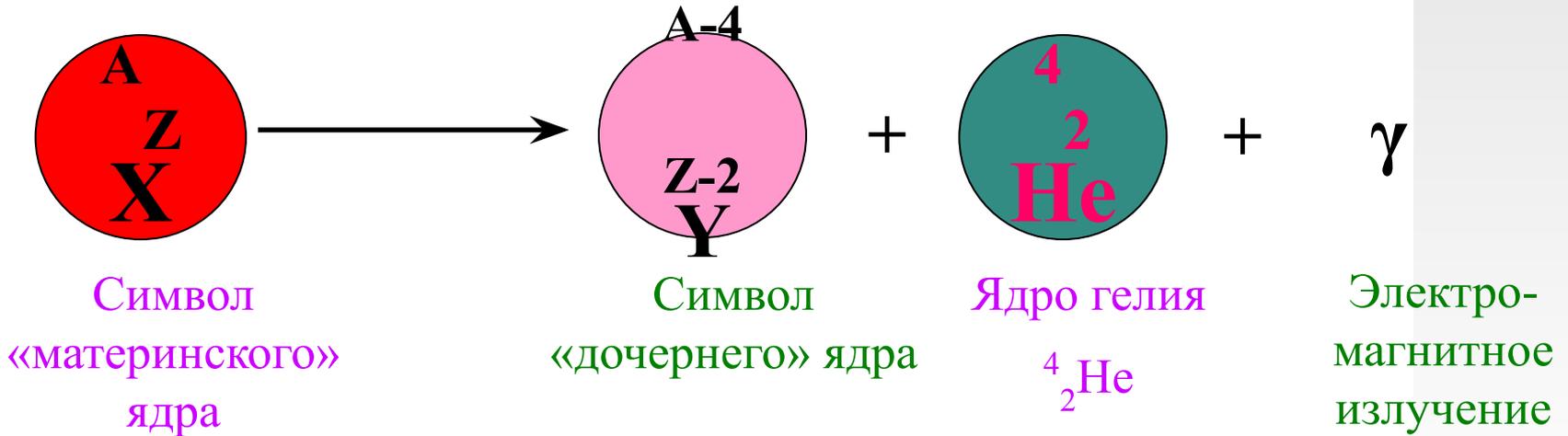


α -распад



Превращения атомных ядер, сопровождаемые испусканием α -частиц (ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$) называется α -распадом.

A – массовое число, Z – зарядовое число



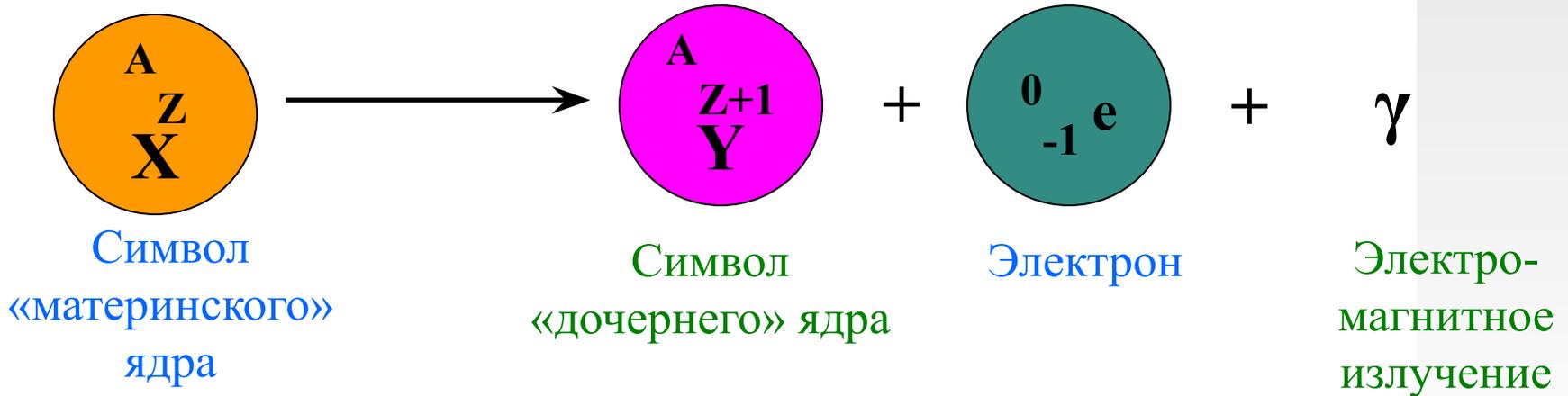
γ – излучение испускается ядром ${}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$ при переходе из возбужденного состояния в стационарное



β-распад

Превращения атомных ядер, сопровождаемые испусканием потока электронов называется β-распадом.

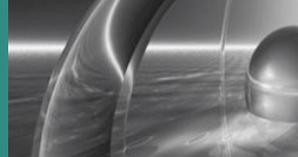
A – массовое число, **Z** – зарядовое число



Протон-нейтронное строение ядра теоретически исключает возможность вылета из ядра электронов, т.к. их в ядре нет. Э. Ферми разработал теорию β – распада.

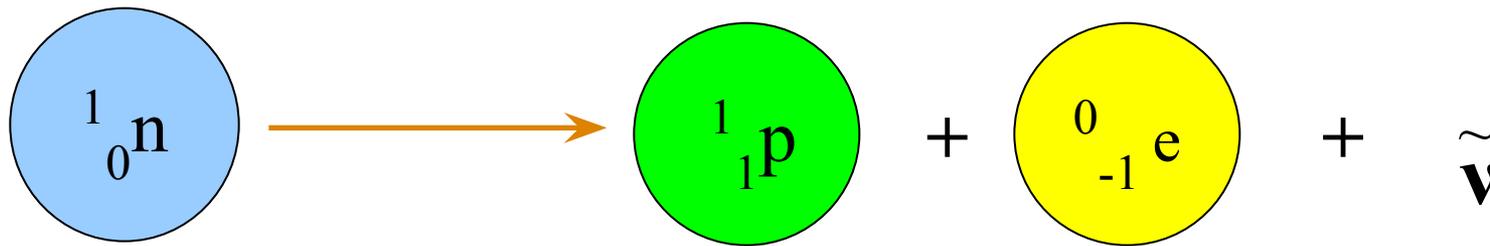


ГИПОТЕЗА Э.ФЕРМИ



В ядре возможно взаимные превращения нуклонов.
в результате появляются *электроны* ${}^0_{-1}\text{e}$ и *антинейтрино* $\bar{\nu}$.
Антинейтрино не имеет массы покоя и электрического заряда.

Такой процесс обусловлен *особым* типом взаимодействия —
слабым взаимодействием:



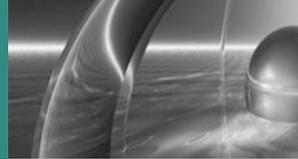
По закону сохранения энергии это превращение сопровождается выделением энергии, т.к. масса нейтрона больше массы протона.

$$E = \Delta mc^2$$

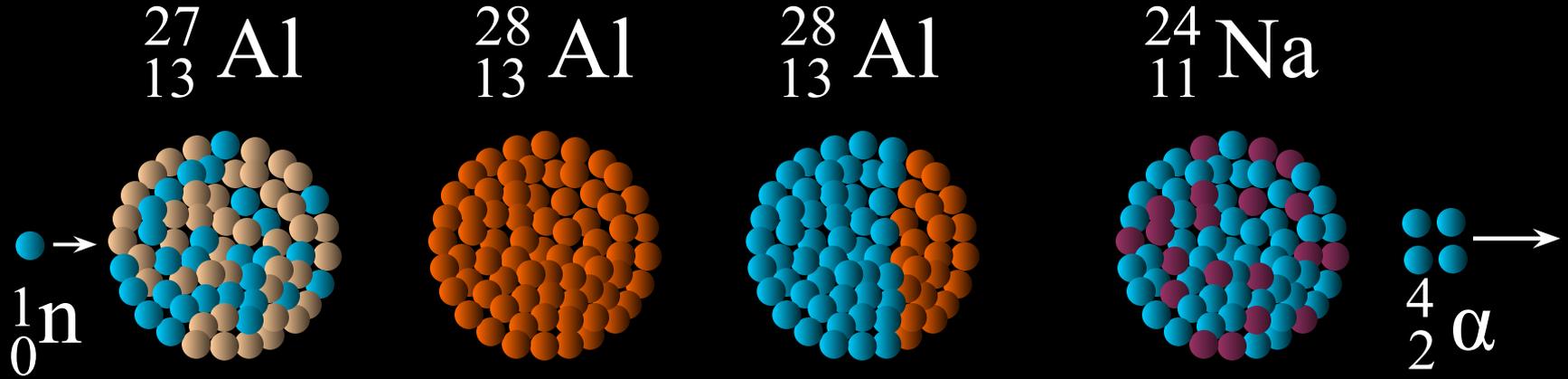




Капельная модель ядерных реакций



Ядерная реакция на нейтронах



I. Нейтрон влетает в ядро

II. Ядро «разогревается»

III. Энергия сосредотачивается на группе частиц

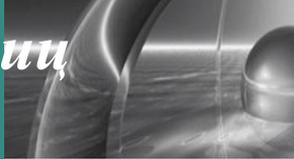
IV. Вылетает α -частица Ядро «охлаждается»



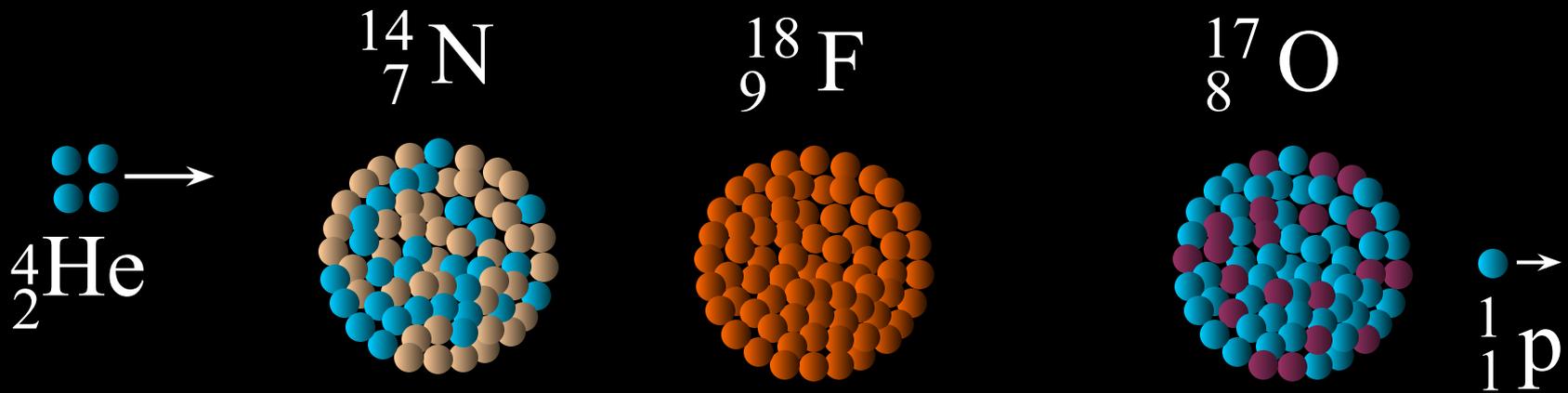
Великий итальянский физик Энрико Ферми первым начал изучать реакции, вызываемые нейтронами. Он обнаружил, что медленные нейтроны оказываются в большинстве случаев гораздо более эффективными, чем быстрые. Вероятность столкновения медленных нейтронов с ядрами выше.



Ядерная реакция под действием заряженных частиц



В ядро может попасть заряженная частица кинетическая энергия которой достаточно для преодоления кулоновского отталкивания от ядра. Эта энергия сообщается протонам, ядрам дейтериям ${}^2_1\text{H}$, альфа-частицам ${}^4_2\text{He}$ ускорителем элементарных частиц. **Первая искусственная ядерная реакция осуществлена Резерфордом в 1919 году.**



I. Бомбардирующая частица

II. Исходное ядро

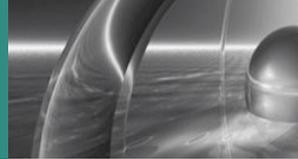
III. Возбужденное промежуточное ядро

IV. Новое ядро





Капельная модель ядерных реакций



(Гамов Г.А., Френкель Я.И., Бор Н.)

Ядро напоминает заряженную капельку жидкости

