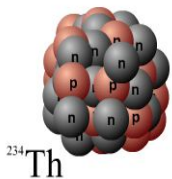


Физика атомного ядра

# Ядерные реакции

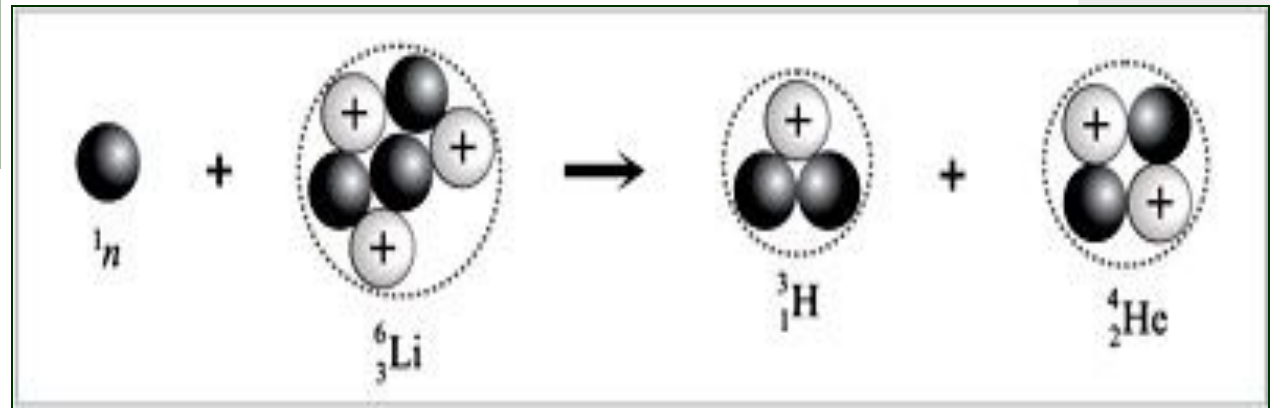


# Ядерные реакции



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  $\alpha$ -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**

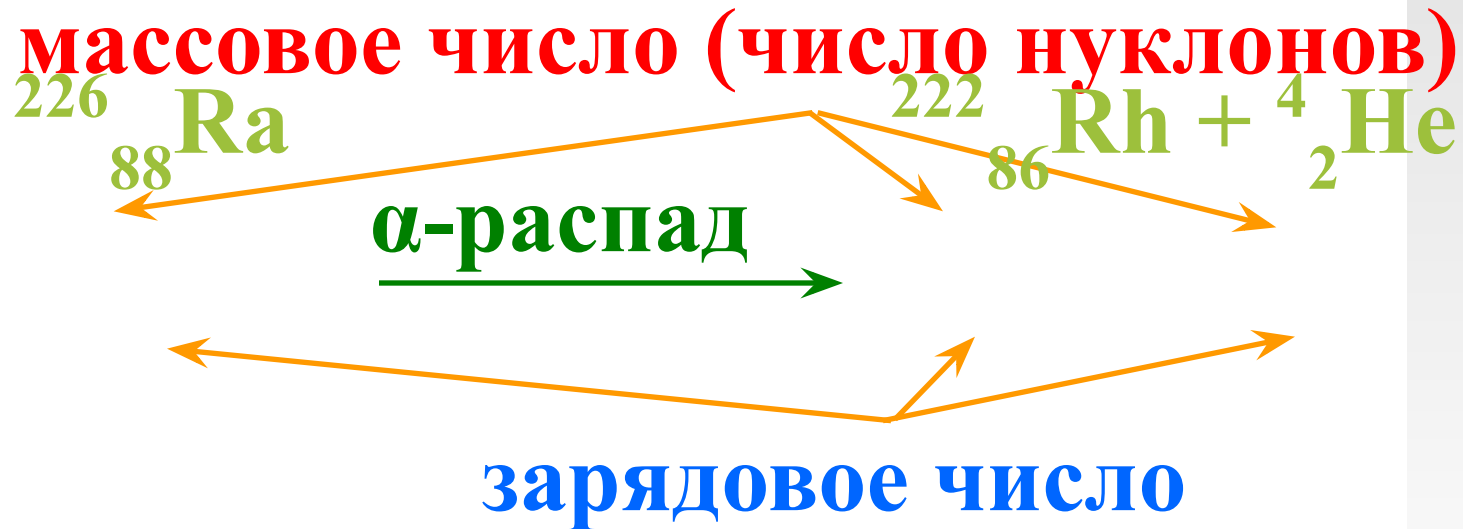
2

**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

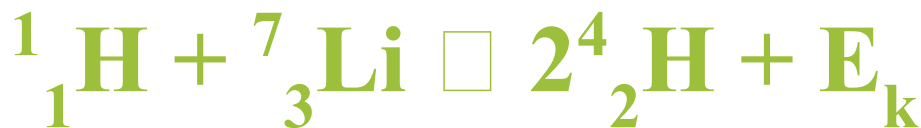


**Закон сохранения зарядового числа:  $88 = 86 + 2$**

**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.

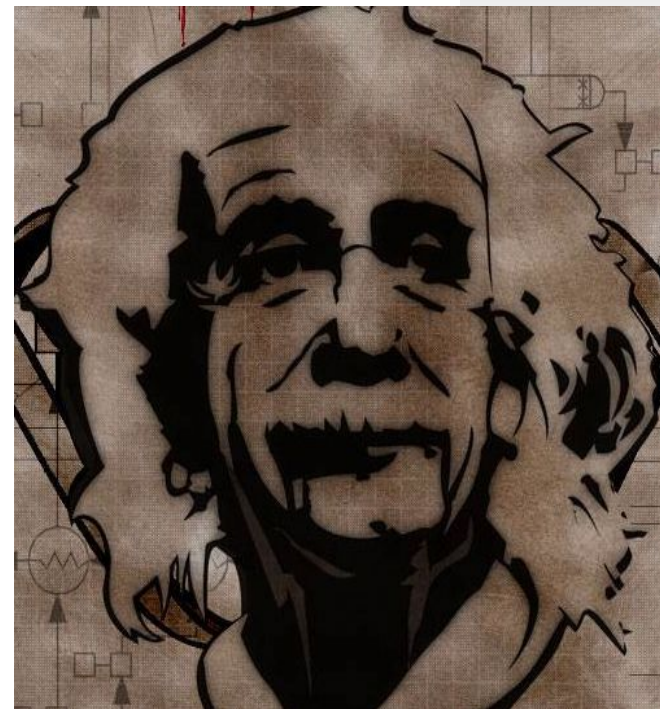


Ядро  
водорода

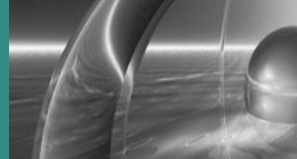
Ядро  
лития

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



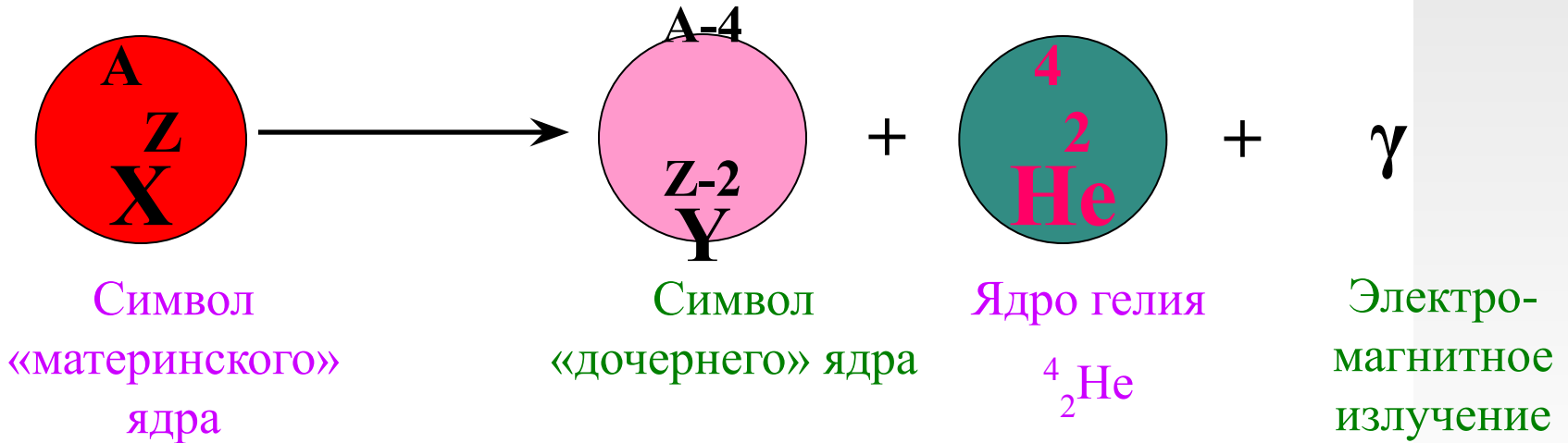
- ✓ Радиоактивный распад
- ✓ Ядерные реакции на нейтронах
- ✓ Ядерные реакции под действием заряженных частиц
- ✓ Ядерные реакции деления



# $\alpha$ -распад

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

$A$  – массовое число,  $Z$  – зарядовое число

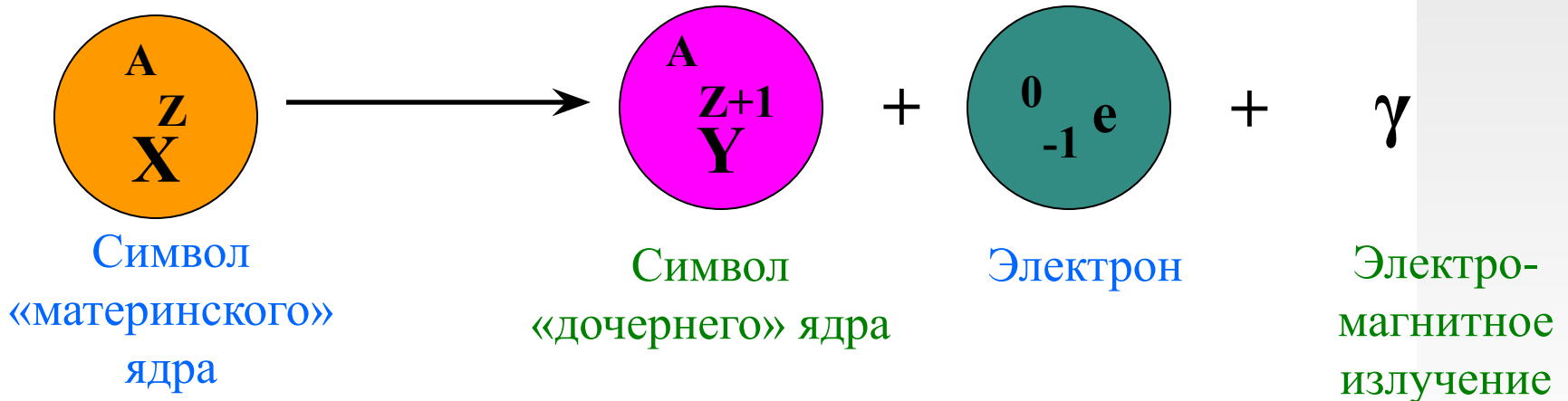


$\gamma$  – излучение испускается ядром  ${}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$  при переходе из возбужденного состояния в стационарное

# β-распад

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

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

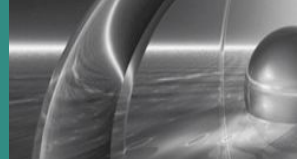


Протон-нейтронное строение ядра теоретически исключает возможность вылета из ядра электронов, т.к. их в ядре нет. Э. Ферми разработал теорию β – распада.



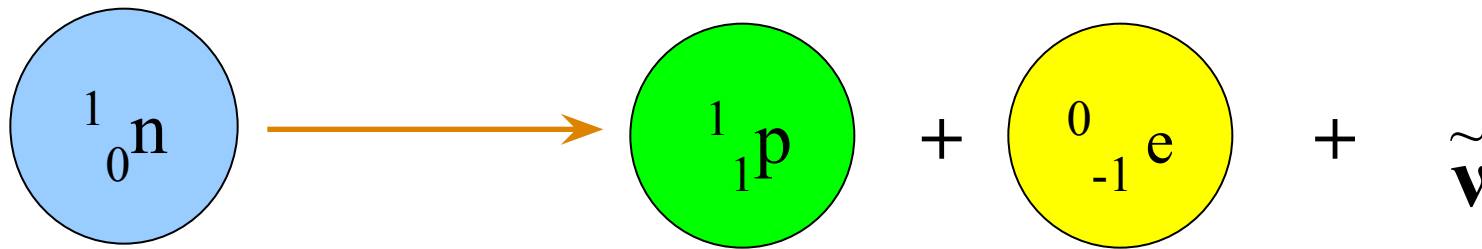


# ГИПОТЕЗА Э.ФЕРМИ



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*:



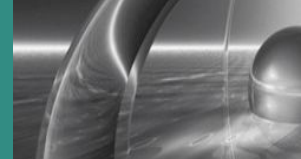
По закону сохранения энергии это превращение сопровождается выделением энергии, т.к. масса нейтрона больше массы протона.

$$E = \Delta mc^2$$

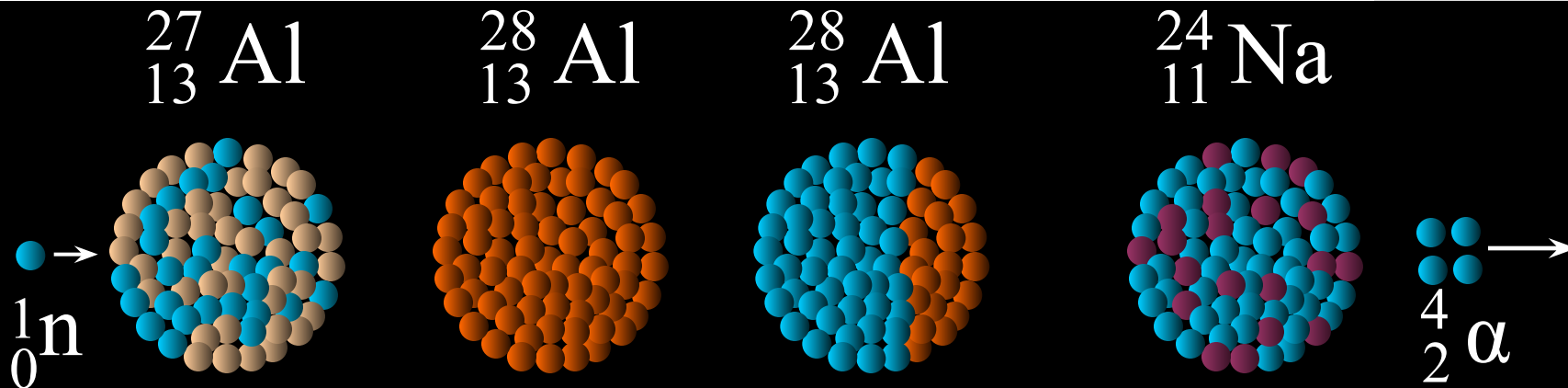




# Капельная модель ядерных реакций



## Ядерная реакция на нейтронах



I. Нейтрон  
влетает в ядро

II. Ядро  
«разогревается»

III. Энергия  
сосредотачивается на  
группе частиц

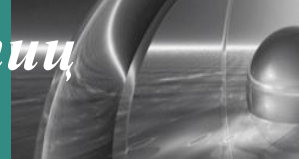
IV. Вылетает α-частица  
Ядро «охлаждается»



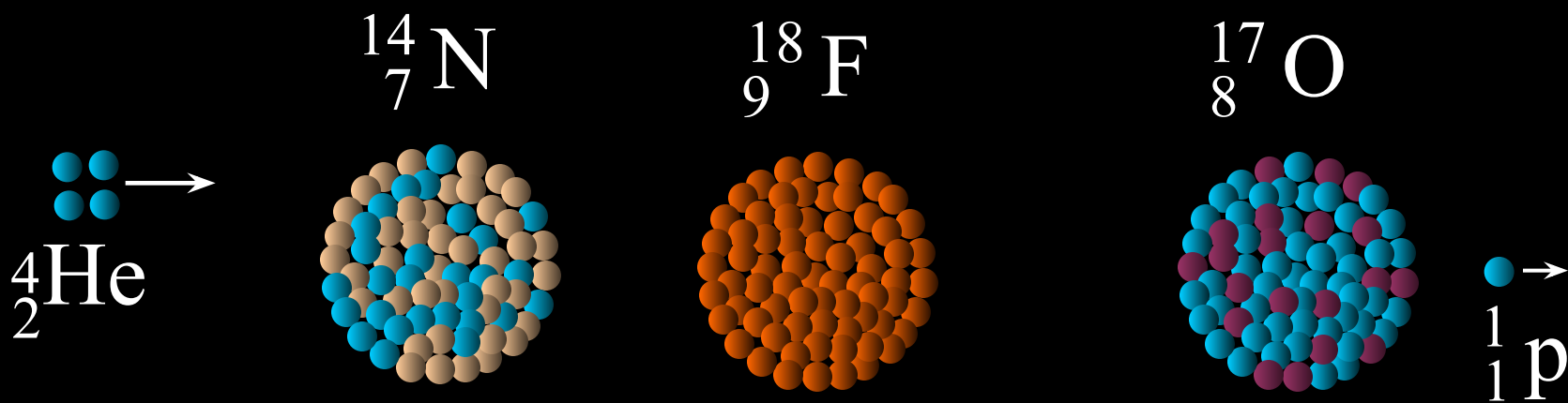
Великий итальянский физик Энрико Ферми первым начал изучать реакции, вызываемые нейтронами. Он обнаружил, что медленные нейтроны оказываются в большинстве случаев гораздо более эффективными, чем быстрые. Вероятность столкновения медленных нейтронов с ядрами выше.



# 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

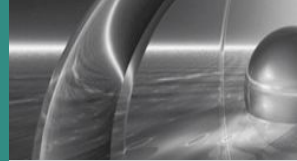
III. Возбужденное промежуточное ядро

IV. Новое ядро





# Капельная модель ядерных реакций



(Гамов Г.А., Френкель Я.И., Бор Н.)

Ядро напоминает заряженную капельку жидкости

