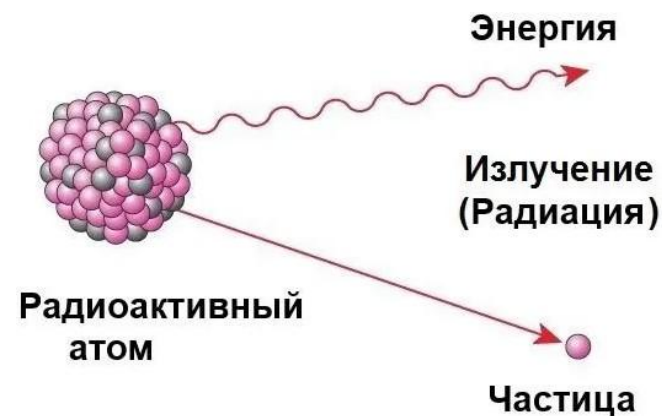


# Разработка способа производства радиоизотопов Скандия на Циклотроне ФТИ УрФУ

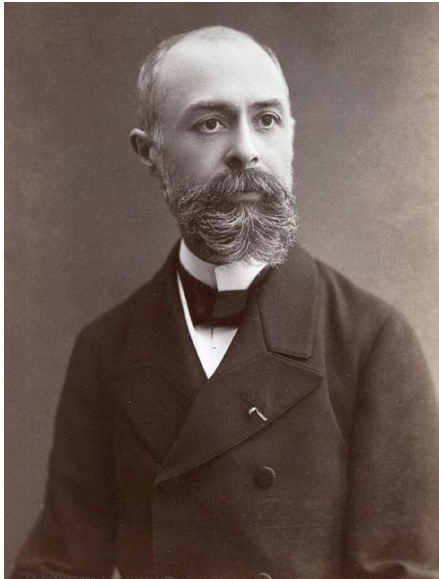
Выполнил: студент группы  
ФТ-390201 Темляков Арсений  
Константинович Руководитель: Гадельшин  
Вадим Маратович

# Радиоактивность

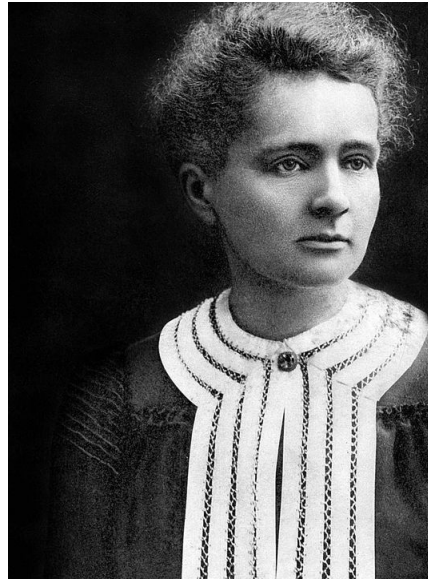
Радиоактивность-самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого элемента, при котором происходит испускание элементарных частиц и энергии.



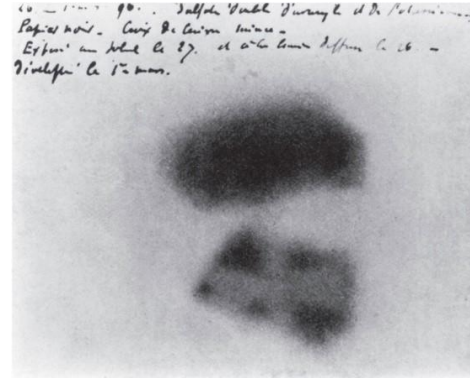
# История открытия



Антуан  
Беккерель



Мария  
Склодовска  
я-Кюри

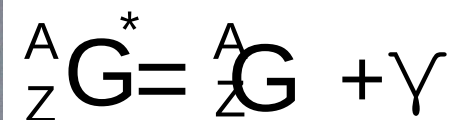
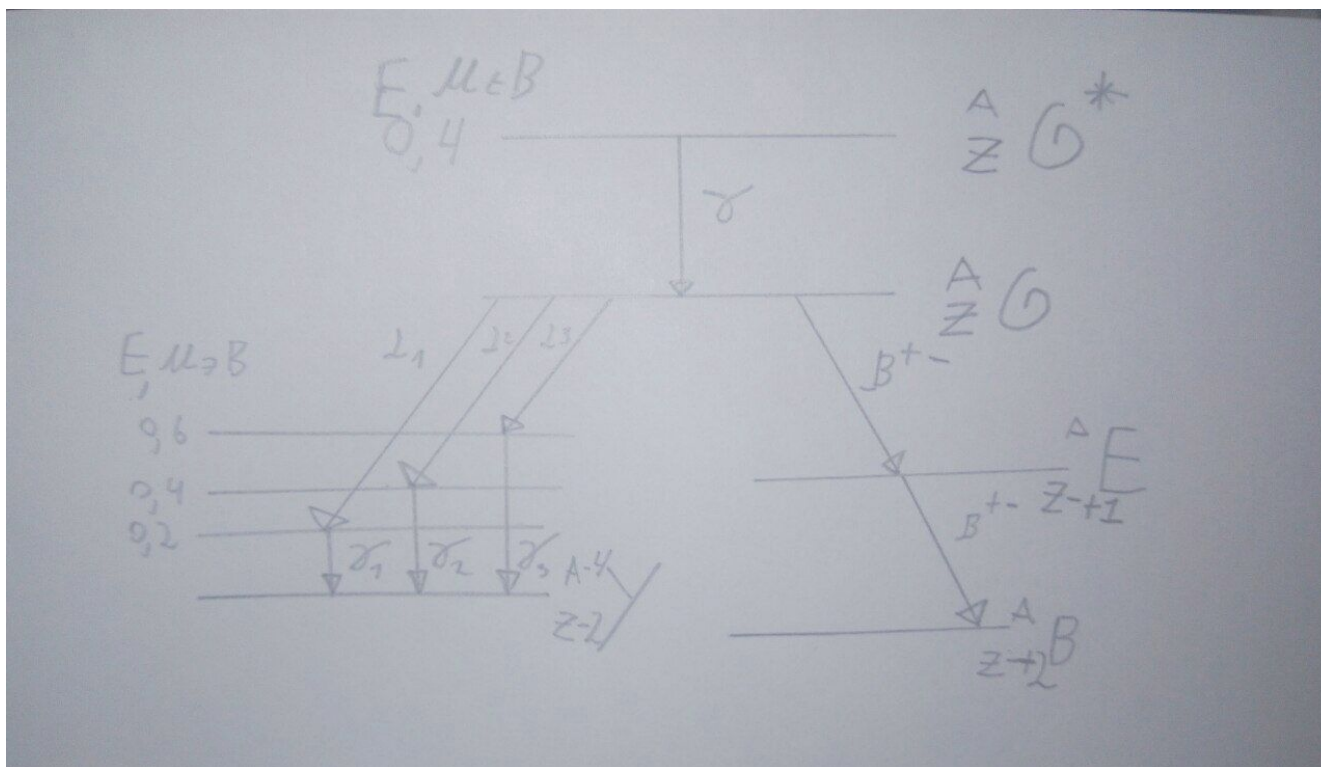


Воздействие  
неизвестных  
лучей на  
фото  
элемент

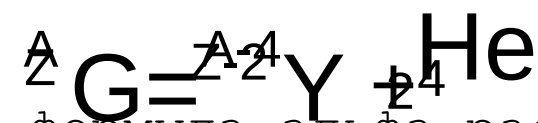


Уранил  
(нитрат  
урана)

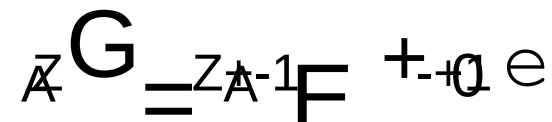
# Виды радиоактивности



формула гамма распада



формула альфа распада



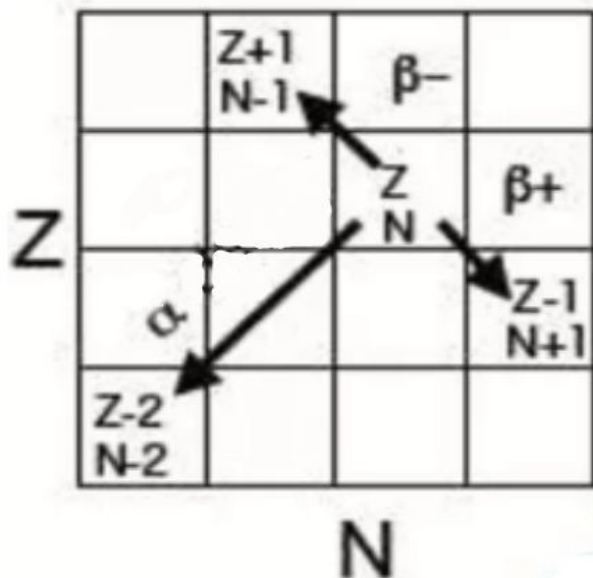
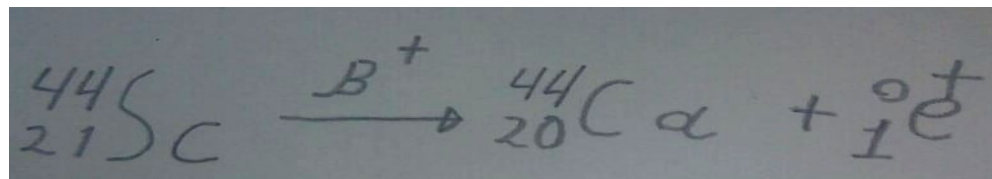
формула бета распада

# Карта нуклидов





# Компас нуклидов

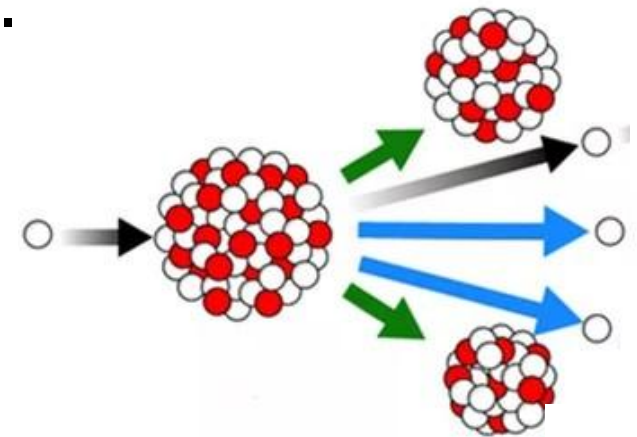


- стабильные
- $\beta^-$
- $2\beta^-$
- n
- $2n$
- e-capture
- e+
- $\beta^+$
- $2\beta^+$
- p
- $2p$
- $3p$
- $\alpha$
- расщепляются
- долго-живущие
- предполагаемый

${}_{21}^{44}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{45}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{46}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{47}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{48}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{49}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{50}\text{Cr}$ $2\beta^+$	${}_{21}^{51}\text{Cr}$ e-capture	${}_{21}^{52}\text{Cr}$ Stable
${}_{22}^{43}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{44}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{45}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{46}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{47}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{48}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{49}\text{V}$ e-capture	${}_{22}^{50}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{22}^{51}\text{V}$ Stable
${}_{22}^{42}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{43}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{44}\text{Ti}$ e-capture	${}_{22}^{45}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{46}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{47}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{48}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{49}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{50}\text{Ti}$ Stable
${}_{21}^{41}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{42}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{43}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{44}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{45}\text{Sc}$ Stable	${}_{21}^{46}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{47}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{48}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{49}\text{Sc}$ $\beta^-$
${}_{20}^{40}\text{Ca}$ $2\beta^+$	${}_{20}^{41}\text{Ca}$ e-capture	${}_{20}^{42}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{43}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{44}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{45}\text{Ca}$ $\beta^-$	${}_{20}^{46}\text{Ca}$ $2\beta^-$	${}_{20}^{47}\text{Ca}$ $\beta^-$	${}_{20}^{48}\text{Ca}$ $2\beta^-$

# Ядерные реакции

Ядерная реакция — это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, который может сопровождаться изменением состава и строения ядра.



# Законы ядерных реакций

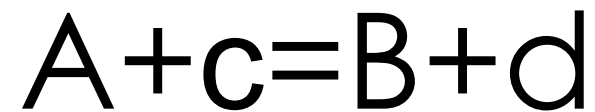


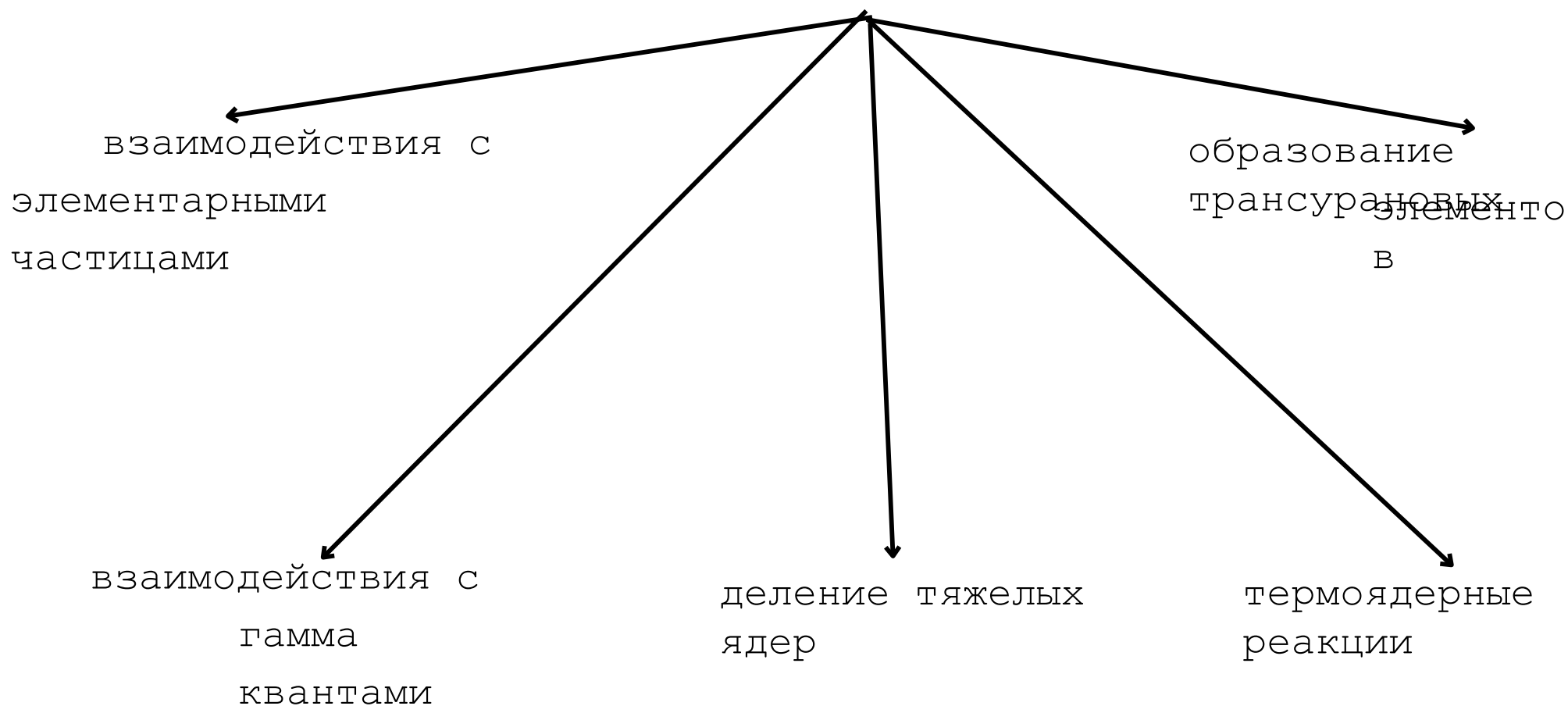
схема уравнения ядерных  
реакций

$$\left| \sum_{i=1}^n Z_{i\text{нач}} = \sum_{j=1}^g Z_{j\text{кон}} \quad \sum_{i=1}^n A_{i\text{нач}} = \sum_{j=1}^g A_{j\text{кон}} \quad \sum_{i=0}^n W_{i\text{нач}} = \sum_{j=0}^n W_{j\text{кон}} \right|$$

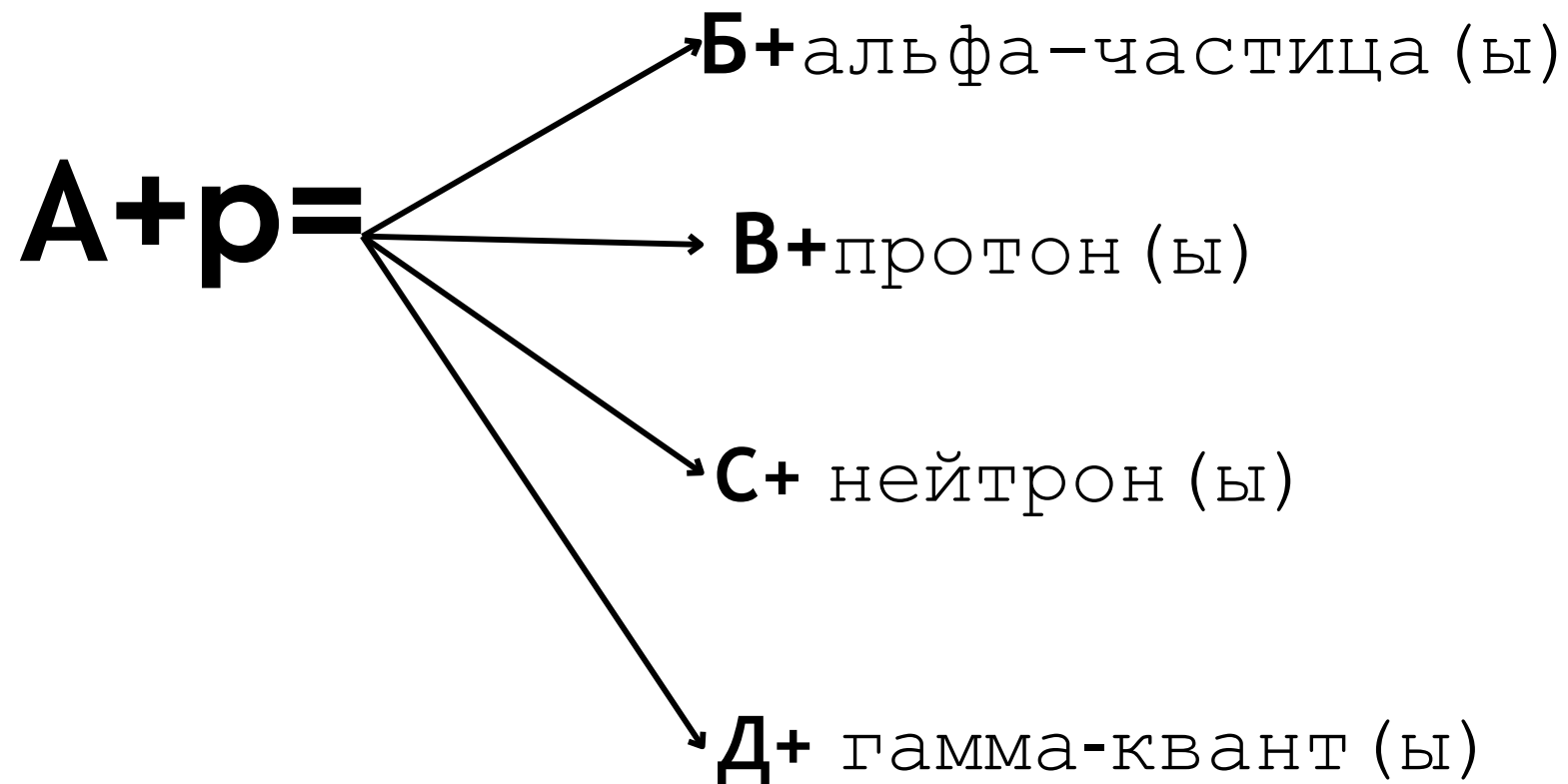
закон сохранения заряда, массы и  
энергии



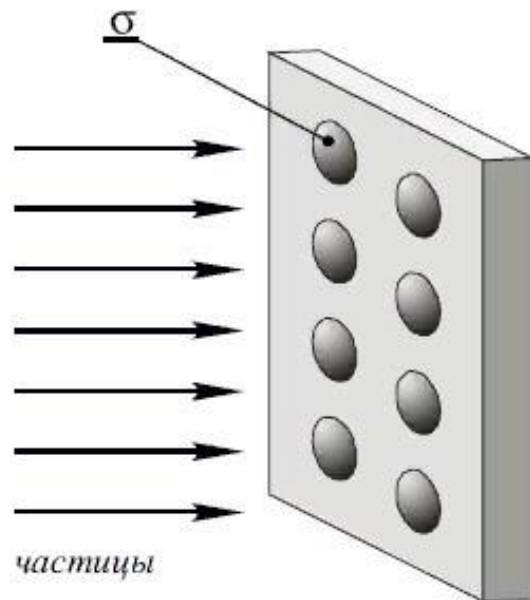
# Типы ядерных реакций



# Взаимодействие с элементарными частицами



# Ядерное эффективное сечение

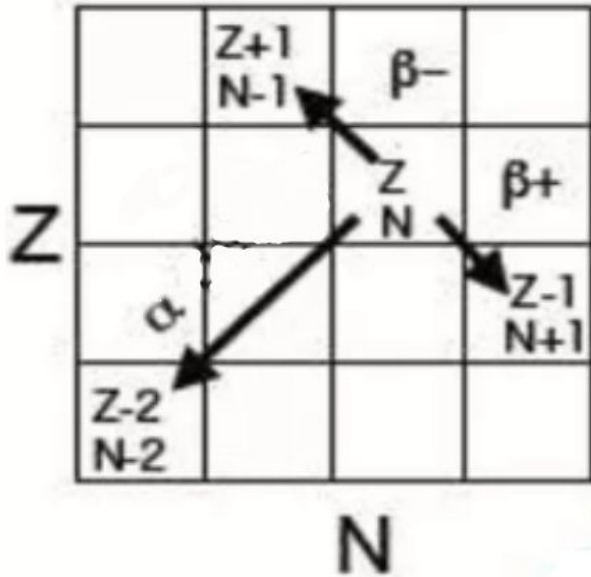
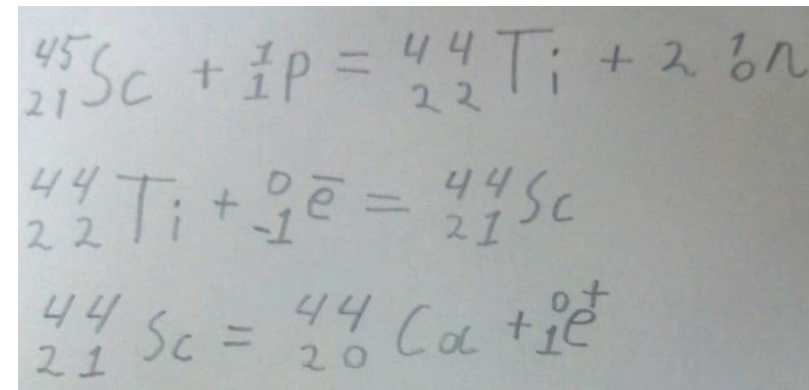


Зависит от

1. От количества частиц, и их состава

2. Энергия частиц, влетающих в мишень

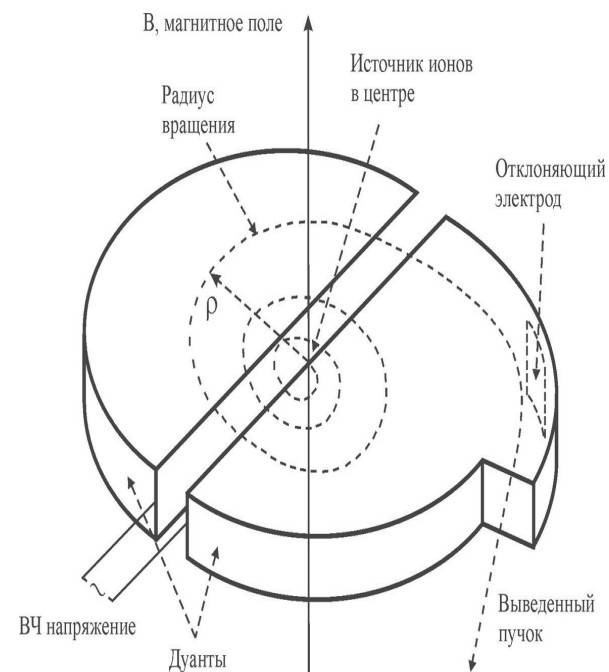
# Компас нуклидов



- стабильные
- $\beta^-$
- $2\beta^-$
- n
- $2n$
- e-capture
- $e^+$
- $\beta^+$
- $2\beta^+$
- p
- $2p$
- $3p$
- $\alpha$
- расщепляются
- долго-живущие
- предполагаемый

${}_{21}^{44}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{45}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{46}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{47}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{48}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{49}\text{Cr}$ $\beta^+$	${}_{21}^{50}\text{Cr}$ $2\beta^+$	${}_{21}^{51}\text{Cr}$ e-capture	${}_{21}^{52}\text{Cr}$ Stable
${}_{23}^{43}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{44}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{45}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{46}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{47}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{48}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{49}\text{V}$ e-capture	${}_{23}^{50}\text{V}$ $\beta^+$	${}_{23}^{51}\text{V}$ Stable
${}_{22}^{42}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{43}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{44}\text{Ti}$ e-capture	${}_{22}^{45}\text{Ti}$ $\beta^+$	${}_{22}^{46}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{47}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{48}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{49}\text{Ti}$ Stable	${}_{22}^{50}\text{Ti}$ Stable
${}_{21}^{41}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{42}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{43}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{44}\text{Sc}$ $\beta^+$	${}_{21}^{45}\text{Sc}$ Stable	${}_{21}^{46}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{47}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{48}\text{Sc}$ $\beta^-$	${}_{21}^{49}\text{Sc}$ $\beta^-$
${}_{20}^{40}\text{Ca}$ $2\beta^+$	${}_{20}^{41}\text{Ca}$ e-capture	${}_{20}^{42}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{43}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{44}\text{Ca}$ Stable	${}_{20}^{45}\text{Ca}$ $\beta^-$	${}_{20}^{46}\text{Ca}$ $2\beta^-$	${}_{20}^{47}\text{Ca}$ $\beta^-$	${}_{20}^{48}\text{Ca}$ $2\beta^-$

# Циклотрон



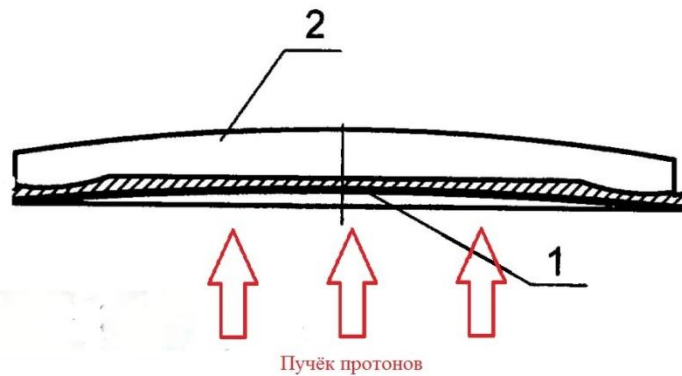
Циклотрон разгоняет протоны в энергетическом диапазоне от 15 до 15 МэВ



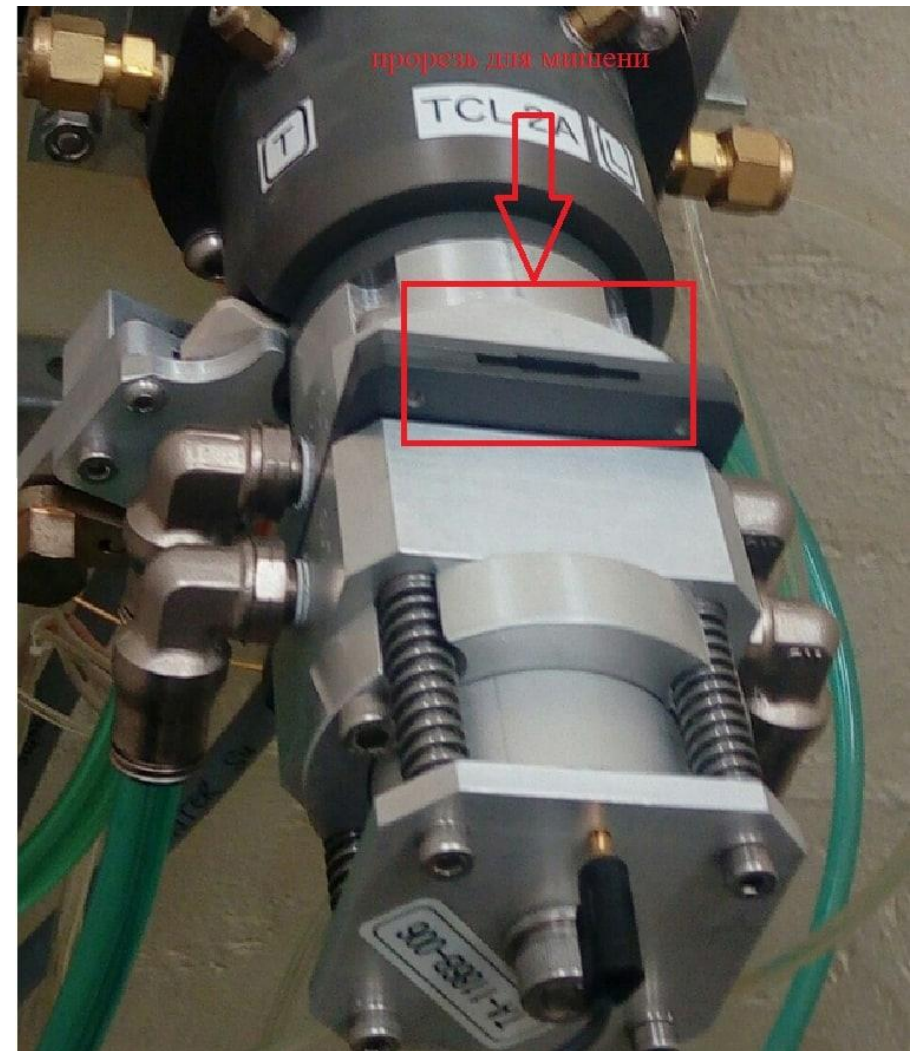
циклотрон TR-24

устройство  
циклотрона

# Мишень для циклотрона



Устройство мишени





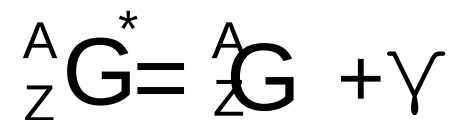
# Заключение

## Цели и задачи для дальнейшей работы

- 1. ознакомление с производством мишеней по средству диффузионной сварки
- 2. теоретический расчёт сечения ядерной реакции
- 3. проверка теоретических

**Спасибо  
за  
ВНИМАНИЕ**

$\gamma$ -  
излучение



формула гамма  
распада

Энергетическая  
диаграмма  
гаммараспада

пример гамма  
распада

# законы радиоактивного распада

4

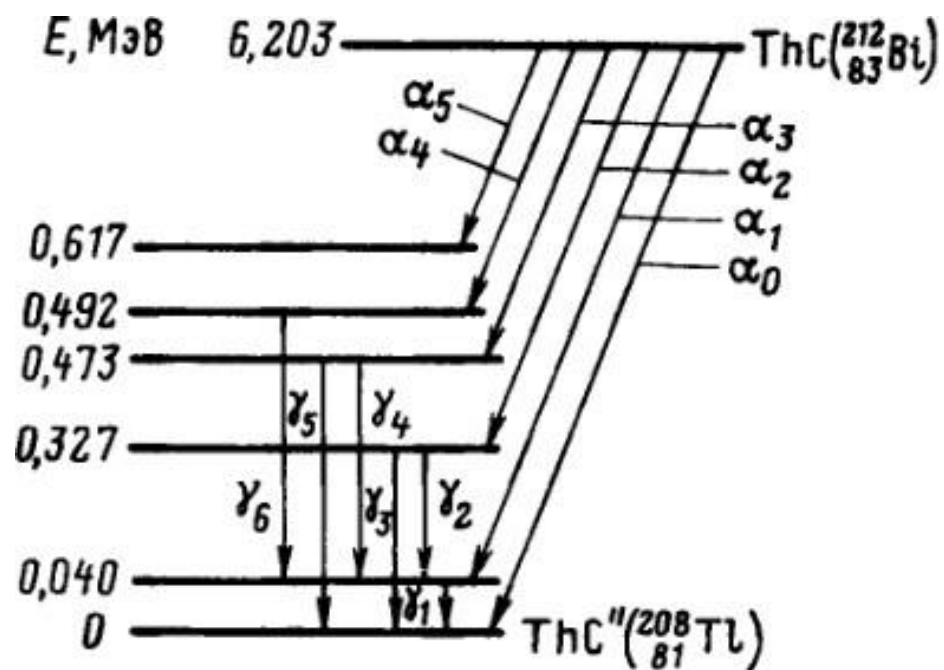
$$N = N_0 \exp(-\lambda t)$$

количество атомов в  
момент времени  $t$

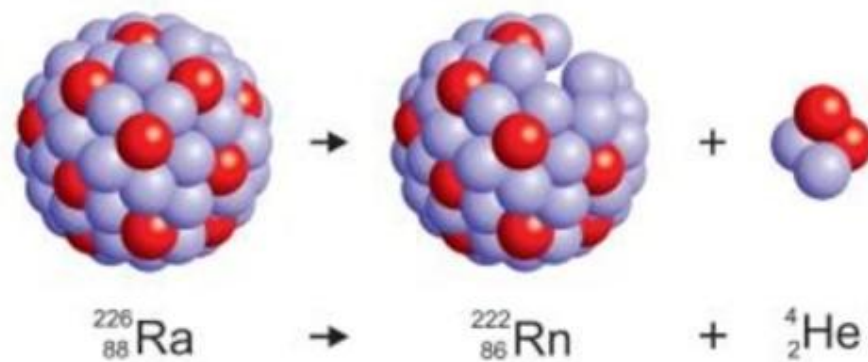
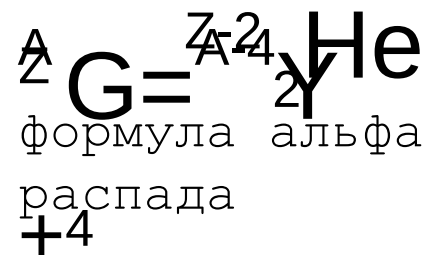
$$\left| \sum_{i=1}^n Z_{i\text{нач}} = \sum_{j=1}^g Z_{j\text{кон}} \quad \sum_{i=1}^n A_{i\text{нач}} = \sum_{j=1}^g A_{j\text{кон}} \right.$$

закон сохранения заряда и  
массы

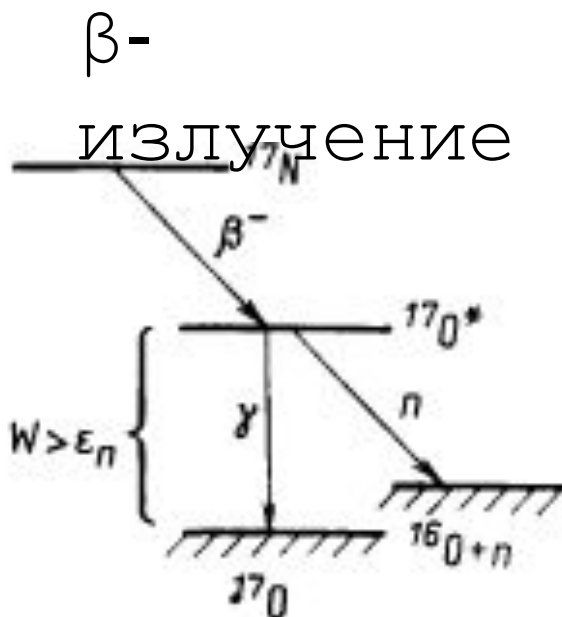
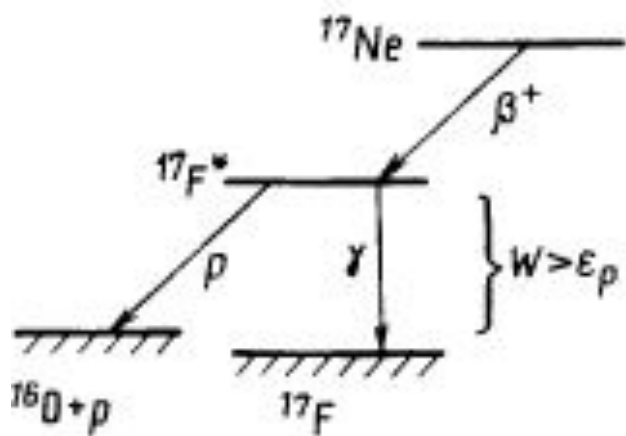
# α- ИЗУЧЕНИЕ



Энергетическая диаграмма альфа распада



пример альфа распада



$${}^A_Z G = {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e^-$$

$${}^A_Z G = {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} e^+$$

$${}^A_Z G + {}^0_0 e = {}^A_{Z-1} Y$$

Энергетическая диаграмма бета распада

формулы бета распада



пример бета распада

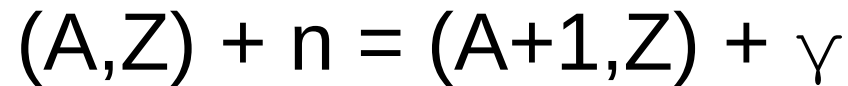


# Взаимодействие с

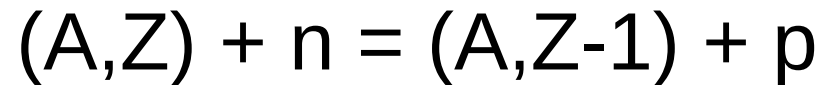
14

## элементарными частицами

Нейтрон поглощается ядром, а избыток энергии испускается в виде  $\gamma$ -кванта.



Реакции с образованием протонов



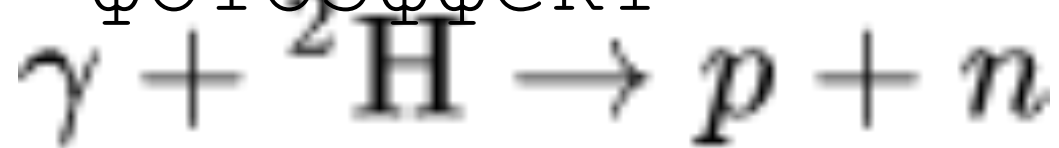
Реакции с образованием  $\alpha$ -частиц



# Взаимодействие с $\gamma$ -квантов

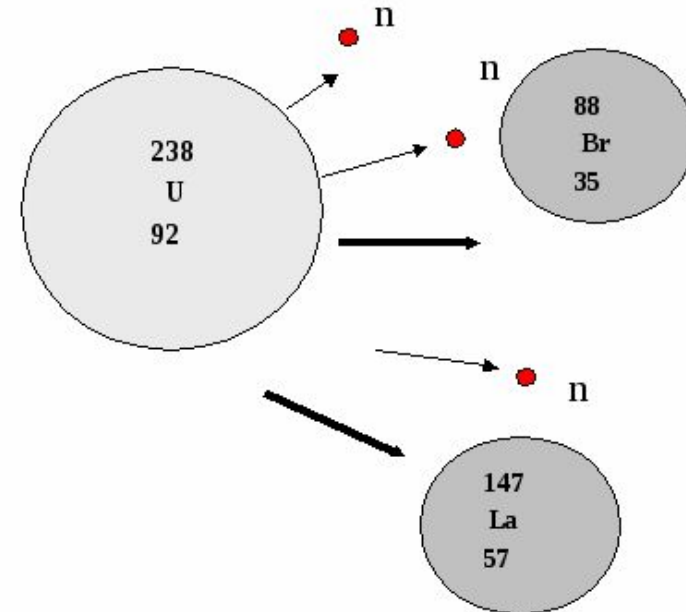
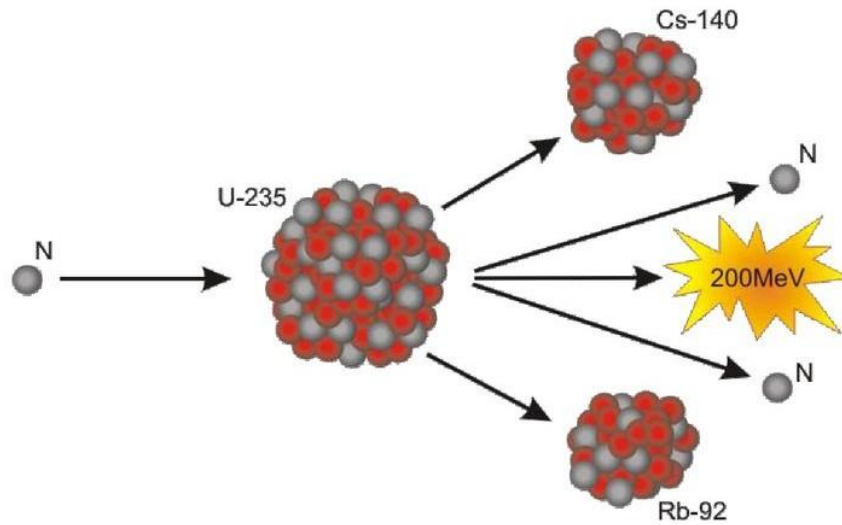
15

Ядерный  
фотоэффект

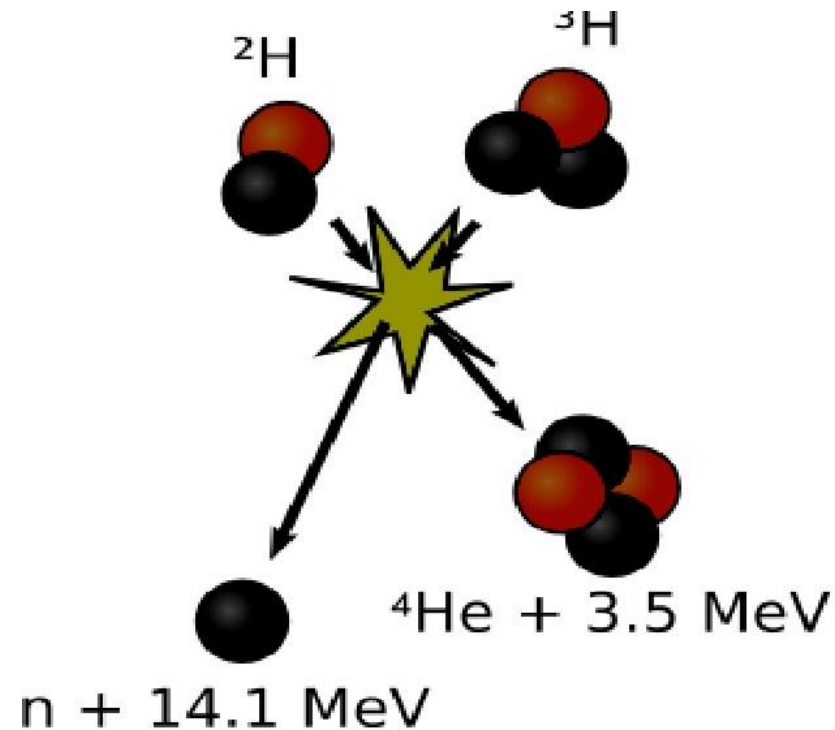


# Деление тяжелых ядер

Вынужденное деление      Спонтанное деление  
деление

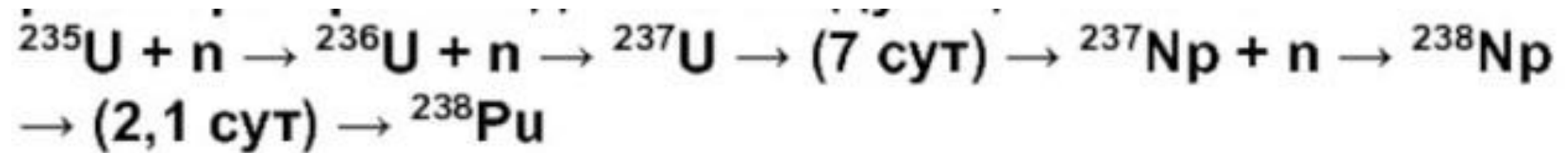


# Термоядерные реакции



В результате слияния более лёгких ядер, образуется более тяжелое ядро и выделяется энергия

# Образование трансурановых элементов



образования Плутония из  
Урана