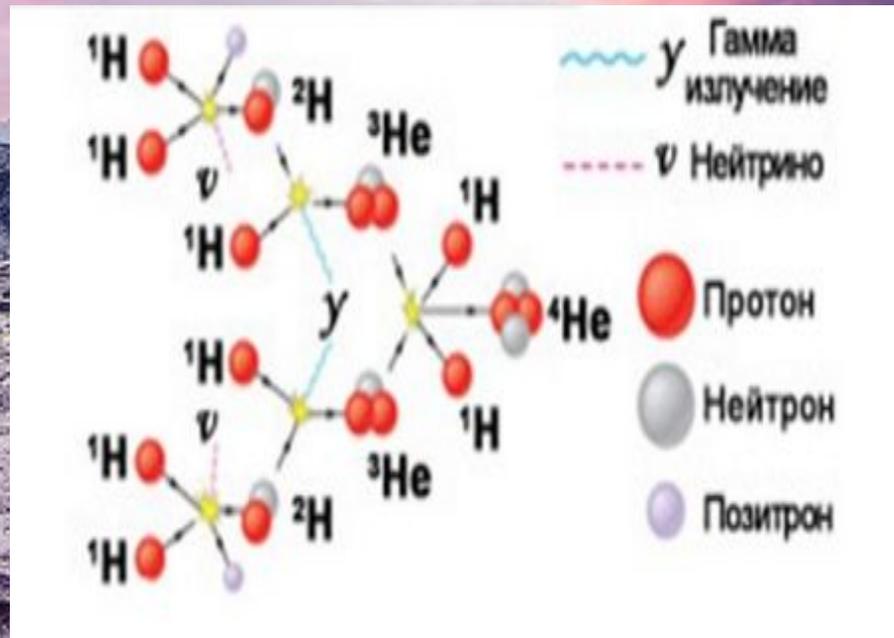


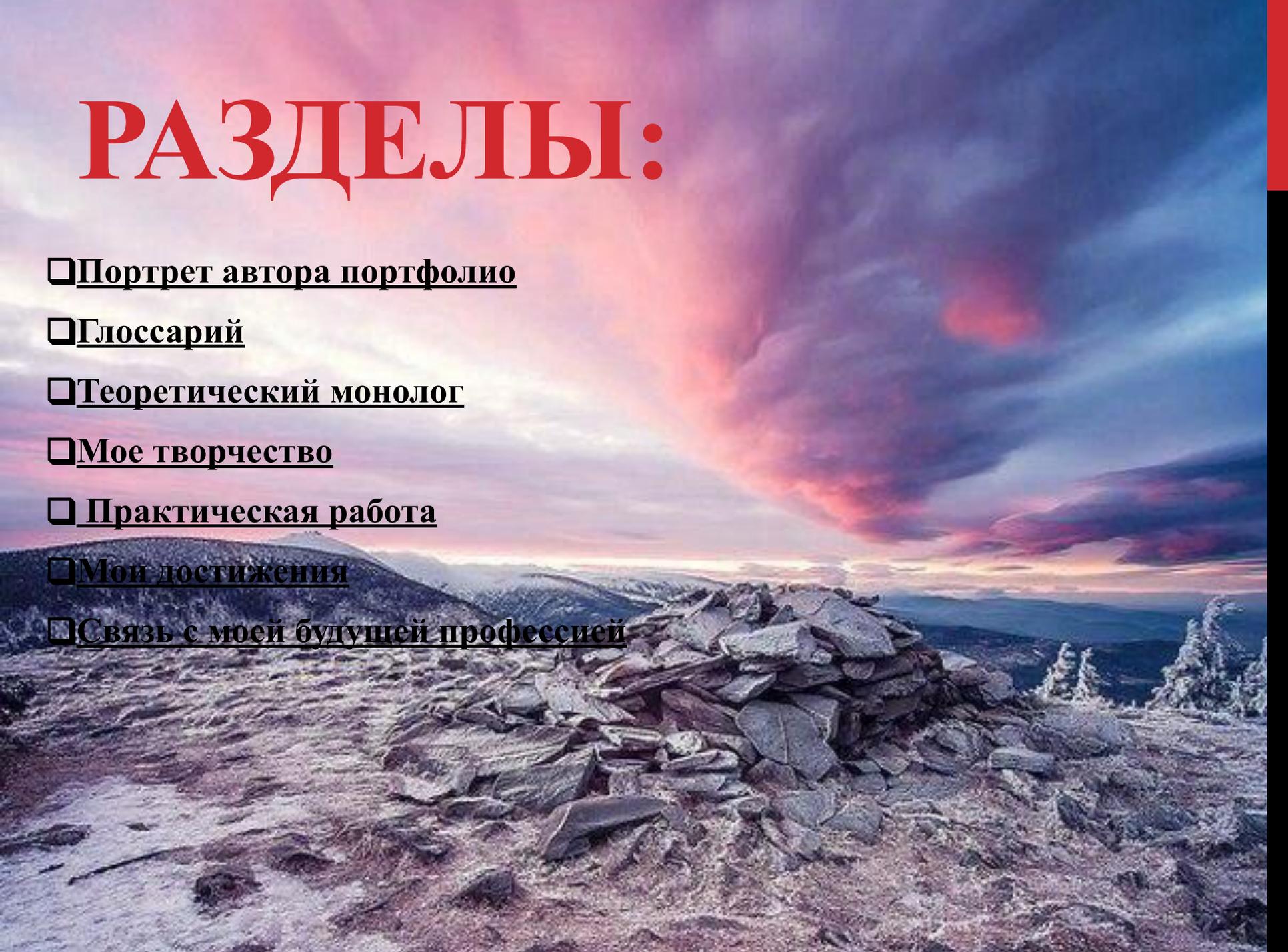
# ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ.

УЧЕБНОЕ ПОРТФОЛИО ПО ФИЗИКЕ.



# РАЗДЕЛЫ:

- Портрет автора портфолио
- Глоссарий
- Теоретический монолог
- Мое творчество
- Практическая работа
- Мои достижения
- Связь с моей будущей профессией



# **ПОРТРЕТ АВТОРА ПОРТФОЛИО**

**Меня зовут Байтасова Наргиза .**

**Я студентка группы СТ-12.**

**Учусь на специальность :**

**«Стандартизация, метрология и  
сертификация» .**



# ГЛОССАРИЙ.

**Ядерные реакции** - превращения атомных ядер, вызванные их взаимодействием с частицами или друг с другом.

**Деление атомного ядра** - распад атомного ядра на два, три или более осколков.

**Коэффициент размножения нейтронов** - отношение числа нейтронов, возникающих в некотором звене ядерной реакции, к числу нейтронов в предыдущем звене. Для развития цепной ядерной реакции необходимо, чтобы это отношение было больше 1.

**Критическая масса** - наименьшая масса ядерного горючего, при которой происходит ядерная цепная реакция.

Значение критической массы зависит:

- от вида делящегося вещества;
- от его плотности и состава примесей;
- от формы заряда; а также
- от наличия оболочки из материала, отражающей нейтроны в зону реакции.

**Магнитные ловушки** - конфигурации магнитных полей, способные длительное время удерживать заряженные частицы плазмы внутри определенного объема.

**Спонтанное деление ядер** - самопроизвольное деление тяжелых атомных ядер тепловым нейтроном на две примерно равные части с испусканием вторичных нейтронов, гамма-квантов и выделением энергии.

**Термоядерная реакция** - процесс, в ходе которого два или несколько легких ядер образуют более тяжелое ядро. Термоядерная реакция протекает в условиях очень высоких температур с выделением энергии.

В естественных условиях термоядерные реакции происходят на Солнце и звездах, искусственная термоядерная реакция получена в форме неуправляемой реакции при взрыве водородной бомбы.

**Термоядерное оружие** - взрывные устройства, использующие энергию, выделяющуюся при синтезе легких ядер.

**Токамак** - магнитная ловушка в форме тора, предназначенная для создания и удержания высокотемпературной плазмы в интересах осуществления управляемой термоядерной реакции.

**Трансурановые элементы** - химические элементы, находящиеся в периодической таблице Менделеева за ураном. Трансурановые элементы обладают свойством спонтанного деления ядер.

**Тритий** - наиболее тяжелый изотоп водорода с массовым числом 3. Период полураспада трития составляет 12.5 лет. Тритий используется в термоядерных реакциях.

**Тяжелая вода** - вода, в которой обыкновенный водород (H) заменен его тяжелым изотопом дейтерием (D).

Тяжелая вода:

- содержится в природной воде и в атмосферных осадках;
- применяется как замедлитель нейтронов в ядерных реакциях.

**Ядерная цепная реакция** - реакция деления атомных ядер тяжелых элементов под действием нейтронов. После каждого деления число нейтронов возрастает, при этом возможен самоподдерживающийся процесс деления ядер. Ядерная цепная реакция сопровождается выделением большого количества энергии.

**Ядерное деление** - процесс, сопровождающийся расщеплением ядра тяжелого атома при взаимодействии с нейтроном или другой элементарной частицей, в результате которого образуются более легкие ядра, новые нейтроны или другие элементарные частицы и выделяется энергия.

**Ядерное оружие** - в широком смысле - взрывные устройства, в которых энергия взрыва образуется при делении или слиянии ядер.

**Ядерное оружие** - в узком смысле - взрывные устройства, использующие энергию, выделяемую при делении тяжелых ядер.

Ядерное оружие включает:

- ядерные боеприпасы;
- средства доставки их к цели (носители); и
- средства управления.

**Ядерные материалы** - материалы или вещества, содержащие или способные воспроизвести делящиеся ядерные материалы или вещества.

**Ядерный взрыв** - мощный взрыв, вызванный высвобождением ядерной энергии:

- либо при быстро развивающейся цепной реакции деления тяжелых ядер;
- либо при термоядерной реакции синтеза ядер гелия из более легких ядер.

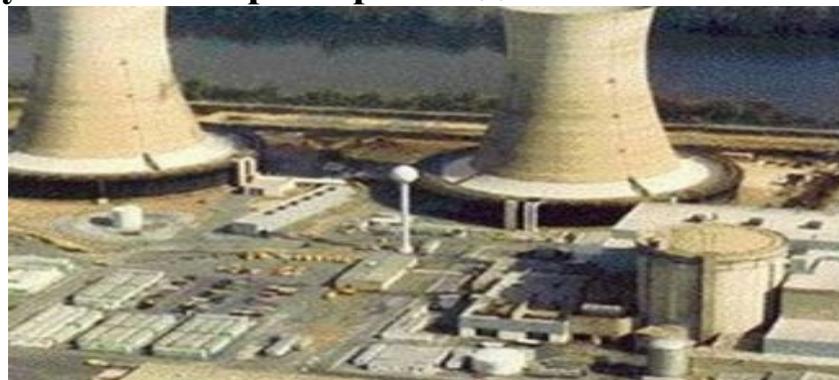
Различают воздушный, высотный, надводный, наземный, подводный и подземный ядерные взрывы.

**Ядерный реактор** - устройство, в активной зоне которого осуществляется управляемая цепная реакция деления ядер тяжелых элементов, в результате которой происходит

контролируемое выделение ядерной энергии.

Ядерные реакторы используются:

- для выработки электрической энергии;
- для научных исследований;
- для воспроизводства ядерного топлива и т.д.



Ядерные реакторы различаются:

- по энергии нейтронов, вызывающих деление ядер: ядерные реакторы на тепловых, быстрых и промежуточных нейтронах;
- по характеру распределения ядерного топлива: гомогенные и гетерогенные;
- по используемому замедлителю: графитовые, водо-водяные и др.;
- по назначению: энергетические, исследовательские и т.д.

**Ядерный фотоэффект** - процесс, при котором атомное ядро поглощает гамма-квант (фотон) достаточно большой энергии и испускает один или несколько нейтронов, протонов или альфа-частиц.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МОНОЛОГ

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.

Мишень из натурального бора бомбардируется протонами. После окончания облучения детектор  $\beta$ -частиц зарегистрировал активность 100 Бк. Через 40 мин активность образца снизилась до  $\sim 25$  Бк. Каков источник активности? Какая ядерная реакция происходит?

---

Активность меняется со временем по закону  $A = A_0 e^{-\lambda t}$ .

Отсюда находим период полураспада

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{t \ln 2}{\ln(A_0 / A_1)} = \frac{40 \ln 2}{\ln(100 / 25)} = 20 \text{ мин.}$$

Такой период полураспада имеет  $^{11}\text{C}$ , который образуется в реакции  $^{11}\text{B}(p,n)^{11}\text{C}$ .

$\alpha$ -Частицы с энергией  $T = 5$  МэВ взаимодействуют с неподвижным ядром  ${}^7\text{Li}$ .  
 Определить величины импульсов в с.ц.и., образующихся в результате реакции  
 ${}^7\text{Li}(\alpha, n){}^{10}\text{B}$  нейтрона  $p'_n$  и ядра  ${}^{10}\text{B}$   $p'_B$ .

---

Расчитаем энергию реакции:

$$Q = 2.424 \text{ МэВ} + 14.907 \text{ МэВ} - 8.071 \text{ МэВ} - 12.050 \text{ МэВ} = -2.79 \text{ МэВ}.$$

Для вычисления кинетической энергии нейтрона и ядра  ${}^{10}\text{B}$  в с.ц.и.  
 воспользуемся формулой (2.32):

$$T'_n = \frac{M_B}{M_n + M_B} \left( \frac{M_{\text{Li}} T_\alpha}{M_\alpha + M_{\text{Li}}} + Q \right) = \frac{(p'_n)^2}{2M_n}$$

Отсюда в с.ц.и.:

$$p'_B = p'_n = \sqrt{2M_n T'_n} = \frac{1}{c} \sqrt{2M_n c^2 \frac{M_B}{M_n + M_B} \left( \frac{M_{\text{Li}} T_\alpha}{M_\alpha + M_{\text{Li}}} + Q \right)} \cong$$

$$\cong \frac{1}{c} \sqrt{2 \cdot 939.57 \frac{10}{1+10} \cdot \left( \frac{7}{4+7} 5 - 2.79 \right)} = 259 \frac{\text{МэВ}}{c}.$$

Определить энергию возбуждения составного ядра, образующегося при захвате  $\alpha$ -частицы с энергией  $T = 7$  МэВ неподвижным ядром  $^{10}\text{B}$ .

---

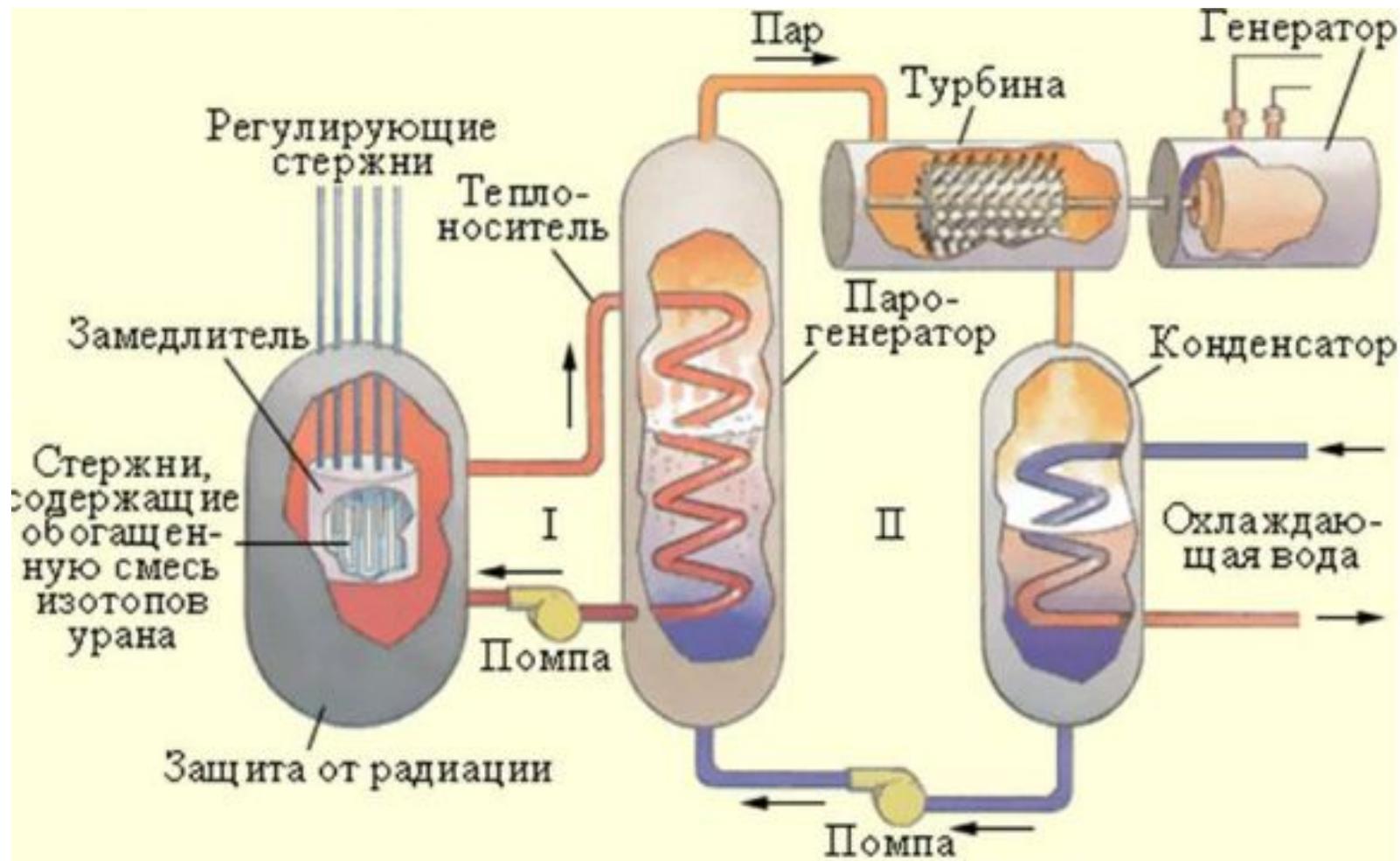
При взаимодействии  $\alpha$ -частицы ядром  $^{10}\text{B}$  образуется составное ядро  $^{14}\text{N}$ .  
Напишем закон сохранения энергии в с.ц.и.

$$m_{\text{N}}^* c^2 = m_{\text{N}} c^2 + E_{\text{возб}} = (m_{\text{B}} + m_{\alpha}) c^2 + \frac{m_{\text{B}}}{m_{\alpha} + m_{\text{B}}} T_{\alpha}.$$

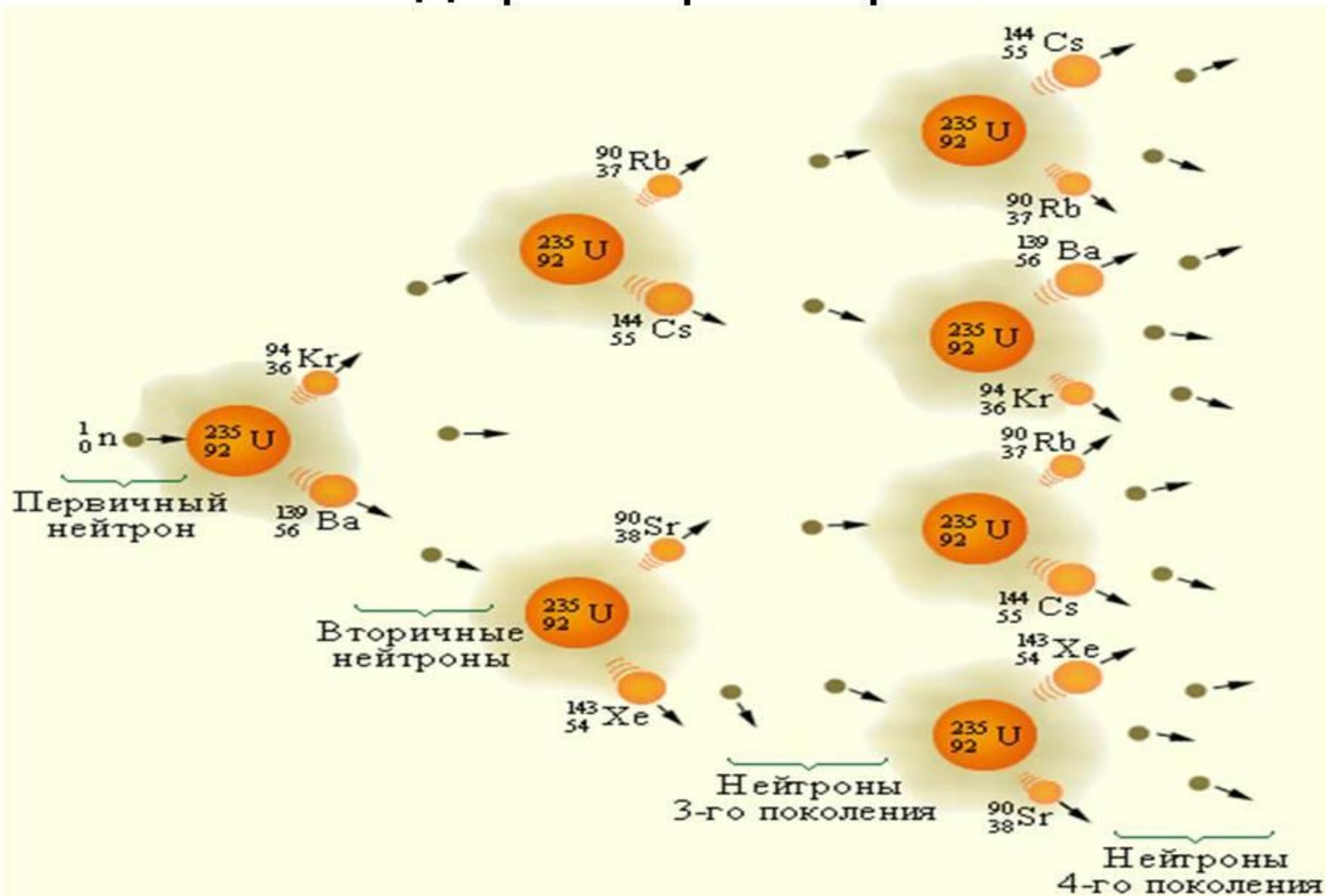
Откуда для  $E_{\text{возб}}$  получим

$$\begin{aligned} E_{\text{возб}} &= (\Delta m_{\text{B}} + \Delta m_{\alpha} - \Delta m_{\text{N}}) c^2 + \frac{m_{\text{B}}}{m_{\alpha} + m_{\text{B}}} T_{\alpha} = \\ &= (12.05 + 2.425 - 2.863) + \frac{10}{4 + 10} \cdot 7 = 16.61 \text{ МэВ}. \end{aligned}$$

# РЕАКТОР.



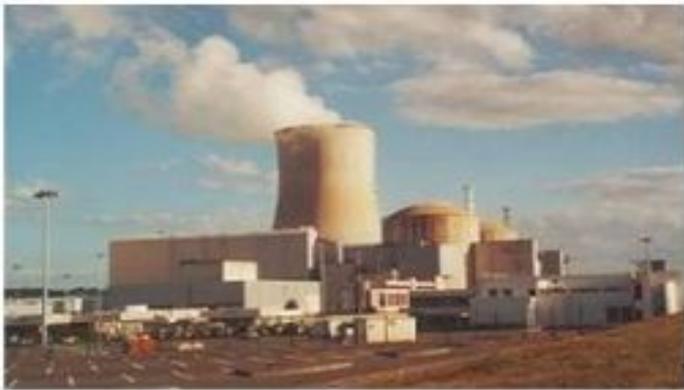
# Механизм протекания цепной ядерной реакции



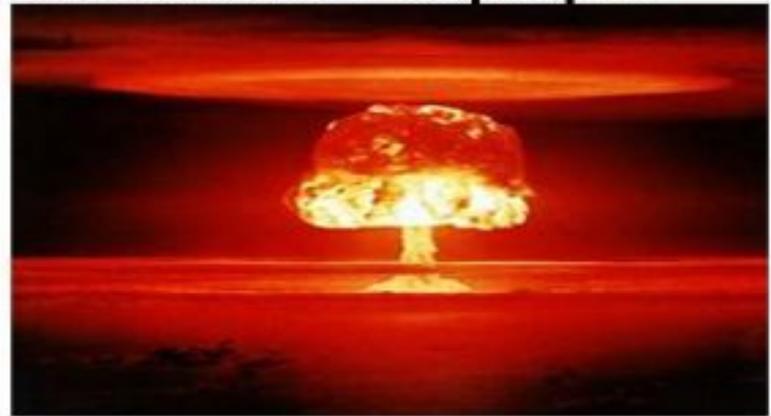
# ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ.

Область применения ядерных реакций очень обширна. В настоящее время ядерные реакции применяются в следующих областях деятельности человечества:

## Энергетика



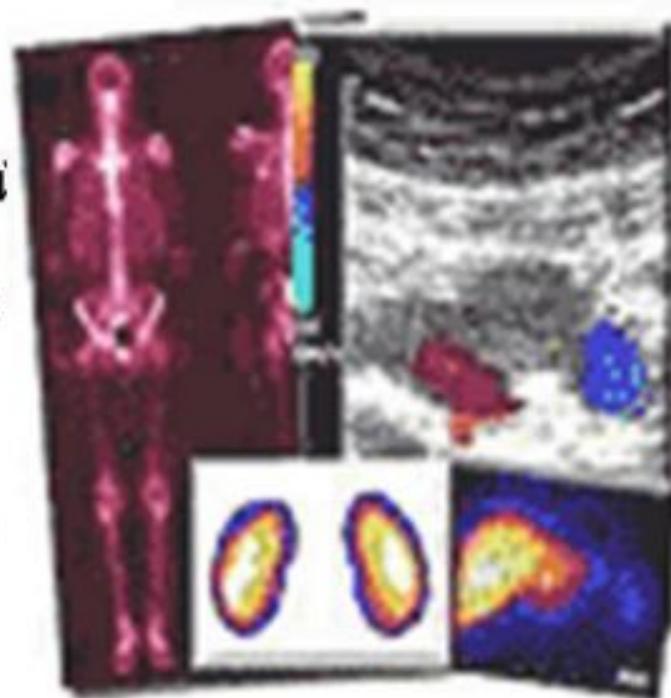
## Военная сфера



# Применение ядерных реакций.

**Синтез новых элементов** - получение новых элементов, т.к. при расщеплении или слиянии ядер получаются другие элементы таблицы Менделеева.

**Медицина** - в современной ядерной медицине для научно-исследовательских, диагностических терапевтических целей применяют свыше 50 циклотронных радионуклидов с периодом полураспада от нескольких минут до нескольких лет.



# Применение ядерных реакций.

Научные исследования – ядерные реакции довольно широко применяются в научных работах в определенных сферах.



# БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

Радиоактивные излучения губительным образом действуют на живые клетки. Предельно допустимая за год доза для человека равна 0,05 Гр. Доза в 3 - 10 Гр, полученная за короткое время, смертельна.

## Биологическое действие.



# ТЕСТ.

**1.Беспрепятственно проникать в атомные ядра и вызывать их превращения могут....**

**А)протоны**

**Б)ионы**

**В)нейтроны**

**Г)ионы**

**2.Во сколько стадий по предположению Н.Бора, протекает ядерная реакция?**

**А) в одну**

**Б) в две**

**В) в три**

**Г) в четыре**

**3.Превращения атомных ядер при их взаимодействии с элементарными частицами или друг с другом ...**

**А)радиоактивный распад**

**Б)ядерная реакция**

**Г)энергетический выход**

#### **4.Прямыми ядерными взаимодействиями называются ?**

- А)реакции , проходящие под действием нейтронов**
- Б)реакции , проходящие с поглощением энергии**
- В)реакции , протекающие без образования составного ядра**
- Г)реакции , проходящие под действием заряженных частиц**

#### **5.В ядерной реакции...**

- А)Выполняются законы сохранения зарядовых и массовых чисел, законы сохранения энергии, импульса и момента импульса**
- Б)Выполняются законы сохранения зарядовых и массовых чисел, но не выполняются законы сохранения энергии , импульса и момента импульса**
- В)Не выполняются законы сохранения зарядовых и массовых чисел, но выполняются законы сохранения энергии , импульса и момента импульса**
- Г) Выполняются законы сохранения зарядовых и массовых чисел, законы сохранения энергии, но не выполняются законы сохранения импульса и момента импульса**

---

**Ответы: 1) В, 2)Б, 3)Б ,4)В, 5)А**

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА.

Явление самопроизвольного превращения неустойчивых ядер атомов в ядра других атомов с испусканием частиц и излучением энергии называется *естественной радиоактивностью*.

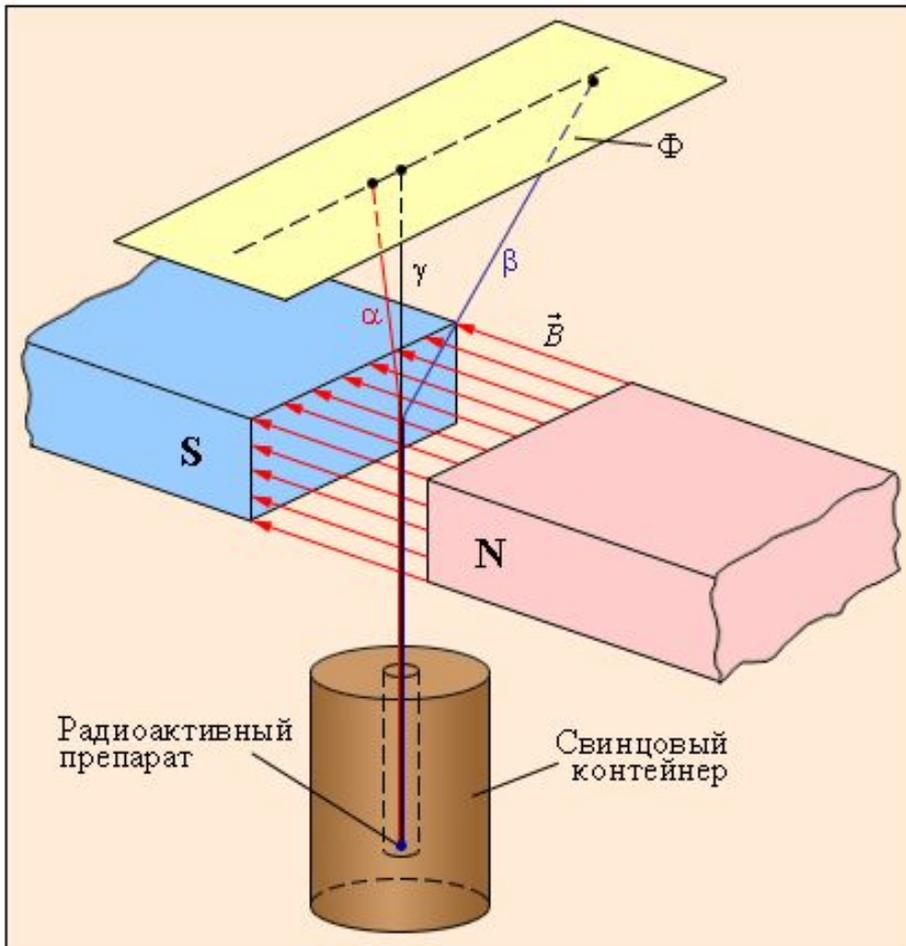


Рис. 1. Схема опыта по обнаружению различных видов радиоактивного излучения.  $\Phi$  – фотопластинка,  $\vec{B}$  – магнитное поле

Почти 90 % известных ядер нестабильны.

Радиоактивные ядра могут испускать частицы трех видов: положительно заряженные ( $\alpha$ -частицы – ядра гелия), отрицательно заряженные ( $\beta$ -частицы – электроны) и нейтральные ( $\gamma$ -частицы – кванты коротковолнового электромагнитного излучения).

Магнитное поле позволяет разделить эти частицы.

# ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА

Экспериментальные исследования строения атома были выполнены

в 1911 году Э. Резерфордом, который изучал

рассеяние  $\alpha$ -частиц при прохождении

их через тонкую золотую фольгу (рис.)

Дифференциальное сечение упругого

рассеяния нерелятивистской

бесспиновой точечной заряженной частицы в кулоновском поле

бесспинового точечного ядра-мишени описывается формулой Резерфорда.



$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left( \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4T} \right)^2 \frac{1}{\sin^4 \theta/2},$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - заряды налетающей частицы и ядра-мишени,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл – элементарный электрический заряд,  $T$  – кинетическая энергия налетающей частицы,  $\theta$  – угол рассеяния. Угловое распределение  $\alpha$ -частиц, рассеянных на золоте, свидетельствовало о том, что положительный заряд атома сосредоточен в пространственной области размером меньше  $5 \cdot 10^{-12}$  см.

Это явилось основанием для планетарной модели атома Резерфорда, согласно которой атом состоит из тяжелого положительно заряженного атомного ядра с радиусом меньше  $10^{-12}$  см и вращающихся вокруг него отрицательно заряженных электронов. Размер атома определяется размерами его электронной оболочки и составляет  $\sim 10^{-8}$  см, что в десятки тысяч раз превышает размер атомного ядра. Несмотря на то, что атомное ядро занимает лишь небольшую часть объема атома, в нем сосредоточено 99.98% его массы.

Предложенная Э. Резерфордом модель атома сыграла решающую роль в развитии квантовой механики

# **СВЯЗЬ С МОЕЙ БУДУЩЕЙ ПРОФЕССИЕЙ.**

**Все устройства ядерных реакций и не только, на прямую связаны с моей профессией «Стандартизация, метрология и сертификация». Любое устройство перед использованием проверяется на качество и проходит по всем заданным стандартам и уже потом ,если все в отличном состоянии ,все параметры соответствуют стандартам ,можно выдавать сертификат о том, что данное устройство готово к применению.**

**Ядерные реакции применяют в энергетике , в медицине ,в научных работах это означает ,что в первую очередь надо пройти по всем стандартам ,выявить качество, а затем уже применять в той или иной деятельности.**