

Тема: Общие свойства ионизирующих излучений ядерного взрыва

Цель: изучить процессы, протекающие в ядерном боеприпасе (ЯБ) и термоядерном боеприпасе (ТЯБ), источники и виды ионизирующих излучений (ИИ), особенности процессов взаимодействия ИИ с веществом; дозовые величины, а также параметры, определяющие ослабление характеристик ИИ при прохождении ими через слой вещества

Учебные вопросы:

1. Введение в дисциплину
2. Физико-технические основы ядерного оружия
3. Источники и виды ионизирующих излучений (ИИ)
4. Взаимодействие излучений с веществом
5. Основные дозиметрические единицы
6. Коэффициент ослабления ИИ

Литература:

- О:** Радиационная, химическая и биологическая защита: электронный учебник / под общ. ред. И. А.Кириллова. – Кострома: ВА РХБЗ имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко, 2016. – п. 1.2.1, 1.4.1-1.4.6
- Д:** Радиационная, химическая и биологическая защита: учебник. – ВКА, 2010. – С. 41-48, 53-54, 104-105

1. Введение в дисциплину

1.1. Предпосылки возрастания роли РХБ защиты войск на современном этапе

Предпосылки возрастания роли РХБ защиты войск на современном этапе

1

Совершенствование систем ядерного, химического и биологического оружия вероятного противника и систем высокоточного оружия (ВТО).
Разработка новых стратегий нападения на РФ
(Концепция МГУ)

2

Расширение сети ядерных, радиационно, химически и биологически опасных объектов (РХБ ОО) и увеличение их мощности

3

Итоги агрессивной военной деятельности США и стран НАТО в начале XXI века

Некоторые итоги агрессивной военной деятельности США и НАТО в начале XXI века

США поддерживают в боевом режиме ≈ 700 военных баз в 140 странах мира (≈ 400 баз по периметру РФ);

беспрецедентный рост военных расходов США:
1998 г. – 350 млрд \$, 2005 г. – 580 млрд \$, 2015 г. – 700 млрд \$, 2019 – 720 млрд \$
(для сравнения в 2018 г. РФ – 48 млрд \$, Китай – 150 млрд \$);

на тысячи километров приближена боевая инфраструктура НАТО к границам РФ. Разработка планов по размещению систем ПРО у границ РФ;

развязана агрессия и совершены государственные вооруженные перевороты в дружественных России странах;

финансируются и готовятся к действиям террористические организации, оснащенные ХО и БО.

***Полный спектр военных угроз
для РФ***

**Стратегия национальной
безопасности РФ до 2020 года
(Указ Президента РФ № 537
от 12.05.2009 года)**

**Военная Доктрина РФ
(утверждена Президентом РФ
26.12.2014 года № Пр-2976)**

Источники РХБ опасности для военных систем

Мирного времени

- аварии на РХБОО
- террористические акты с использованием РХБ опасных агентов
- сверхнормативное РХБ загрязнение окружающей среды
- эпидемии

Военного времени

- применение ЯХБ оружия
- применение обычных средств поражения по ЯРХБОО
- диверсии на ЯРХБОО
- эпидемии

ЯРХБОО – объекты, на которых производят, хранят, используют, перерабатывают, транспортируют: радиоактивные вещества, химически опасные вещества, биологически опасные вещества в количествах, достаточных для массового поражения людей

Характеристика распространения ОМП в мире

	Ядерное оружие	Химическое оружие	Биологическое оружие
Страны – обладательницы	<p><u>Официально:</u> РФ, США, КНР, Франция, Великобритания</p> <p><u>Не официально:</u> Израиль, КНДР, Пакистан, Индия</p>	Около 30 стран мира. Еще порядка 30 государств способны быстро приступить к производству ХО	Около 20 стран. Примерно у 100 государств создан высокий военно-биологический потенциал
Количество в арсеналах стран	Всего порядка 4500...5000 развернутых стратегических ЯБП; 10000 тактических ЯБП	Всего около 40...50 тыс. тонн БТХВ	Оценка затруднена

Близки к созданию ЯО: Иран, Япония, Канада, Германия, Бразилия, Египет, Саудовская Аравия

Характеристика ядерных арсеналов РФ и США

Страна	Стратегические носители	Число боеголовок	Тактическое ЯО (европейский ТВД), число боезарядов (торпеды, авиабомбы, тактические и крылатые ракеты, артиллерия, фугасы)
РФ	528	1643 (сокращение к 2021 г. до 1550)	≈ 5000
США	794 (сокращение к 2021 г. до 700)	1652 (сокращение к 2021 г. до 1550)	≈ 200 авиабомб (суммарная мощность ≈ 18 Мт)

Источник: Доклад Госдепа от 01.09.2014 года «О состоянии стратегических ядерных вооружений США и РФ»

1.2. Предмет, цель, задачи, структура дисциплины «РХБ защита» и актуальные проблемы ее изучения

Дисциплина
«Радиационная, химическая и биологическая защита»

Обеспечивает формирование **компетенции** выпускника ВВУЗа

Обязательная в цикле оперативно-тактических дисциплин в ВВУЗах России

Прямо связана с обеспечением безопасности войск и объектов

«Способность организовать всестороннее обеспечение боевых действий и **управление** подразделением в любых условиях обстановки»

«Военная безопасность – состояние **защищенности** жизненно важных интересов личности, общества, государства от внешних и внутренних угроз, связанных с применением военной силы или угрозой ее применения»

Военная доктрина РФ
Указ Президента РФ
№ 146 от 05.02.2010 года
с изм. от 26.12.2014 года

**Военная безопасность обеспечивается Вооруженными Силами РФ.
Оборона – способ обеспечения военной безопасности в военное время.**

Цель изучения дисциплины – подготовка офицерских кадров для квалифицированного управления организацией и осуществлением РХБ защиты войск в мирное и военное время

Задачи – дать необходимые знания, сформировать требуемые умения и привить навыки, достаточные для гарантированного, точного, полного, своевременного выполнения мероприятий РХБ защиты в любых условиях обстановки

Структура дисциплины по содержанию предметной области

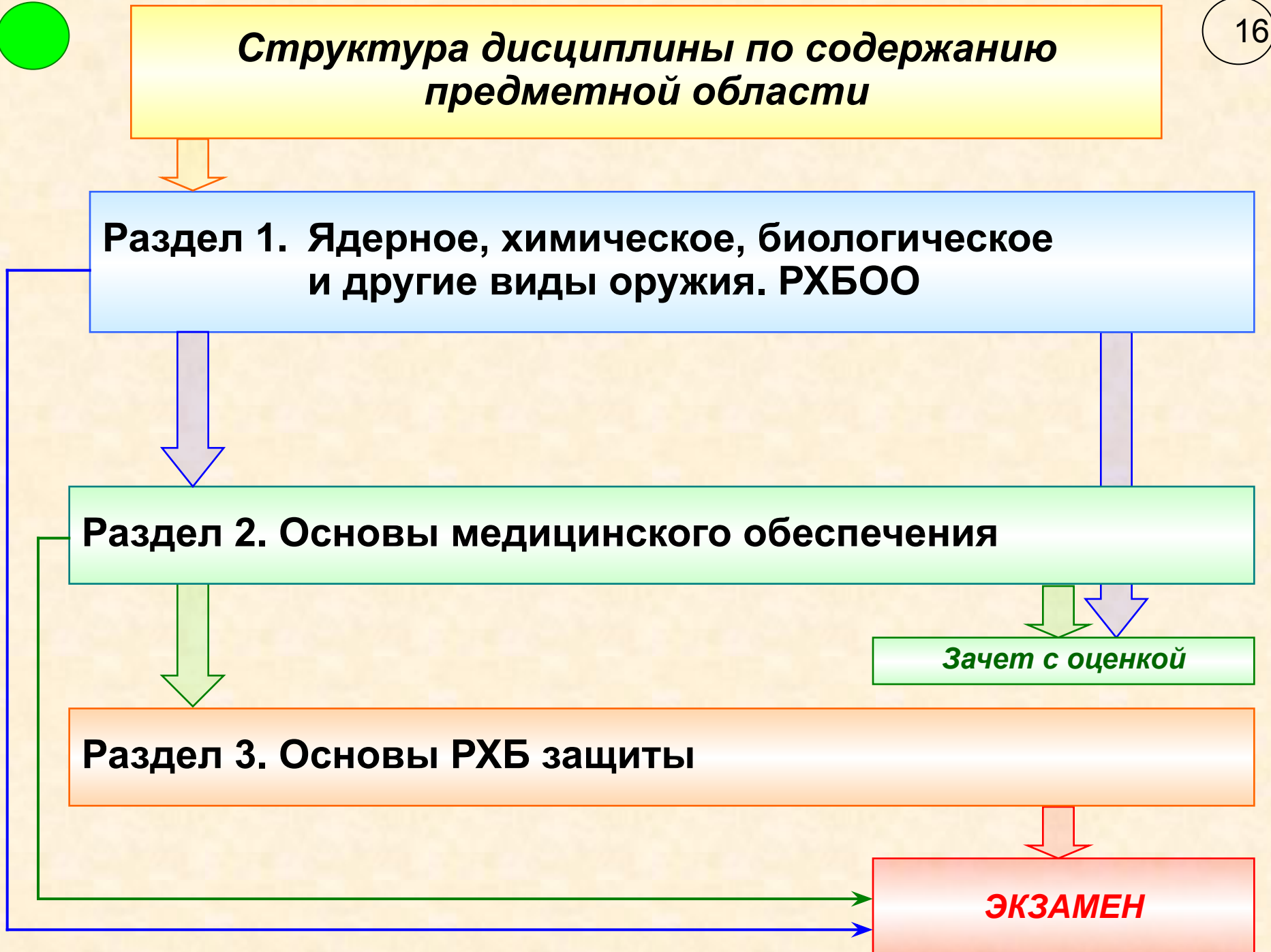
Раздел 1. Ядерное, химическое, биологическое и другие виды оружия. РХБОО

Раздел 2. Основы медицинского обеспечения

Зачет с оценкой

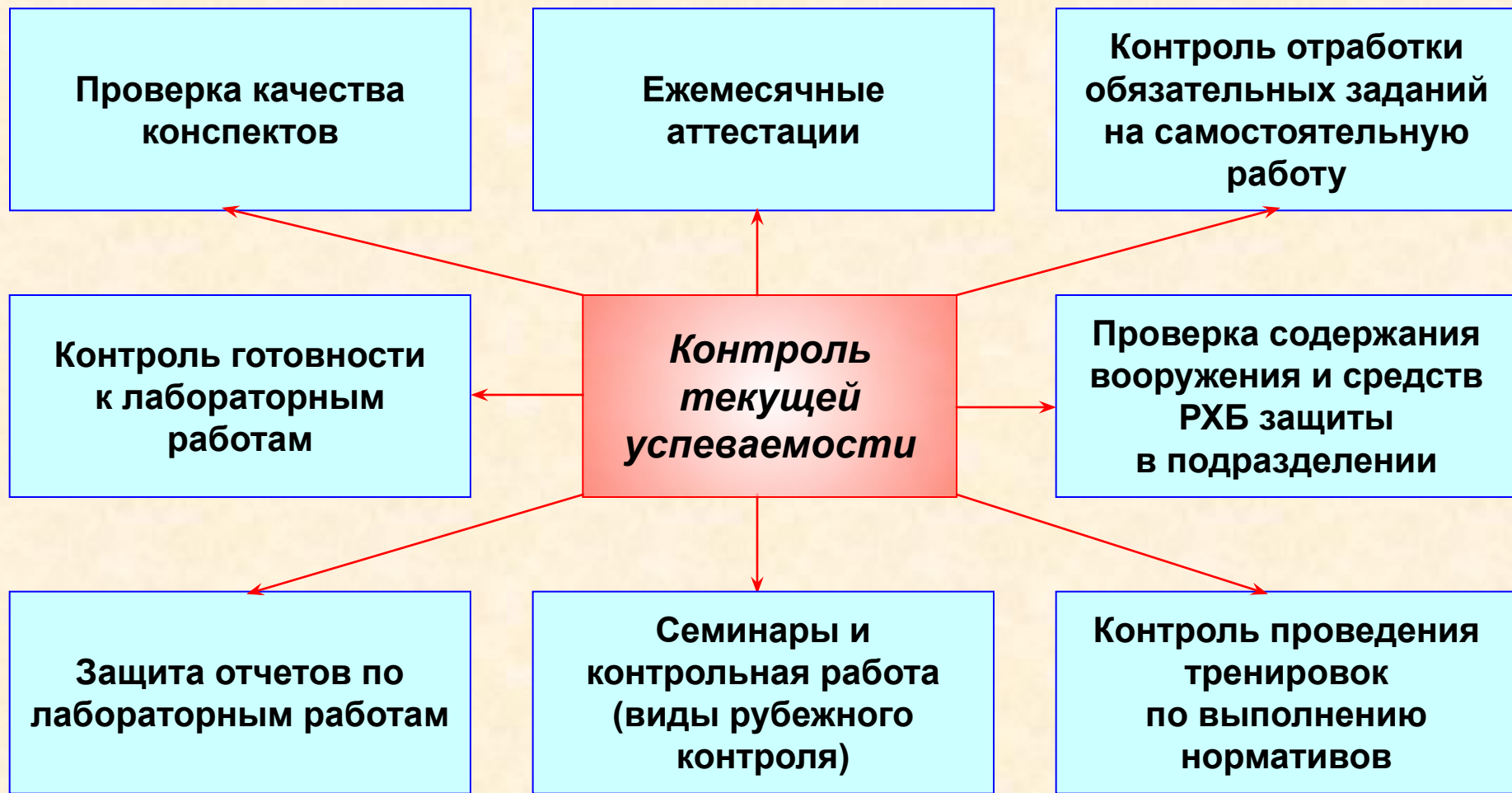
Раздел 3. Основы РХБ защиты

ЭКЗАМЕН



Структура дисциплины по видам занятий





**Отработка
саморазвивающих
(необязательных)
заданий на
самостоятельную
работу**

***Инициативная деятельность
обучающихся по освоению курса***

**Участие
в работе кружка
ВНО**

**Участие в работе
кинолектория**

**Подготовка
к лекциям
и лекционная
активность**

2. Физико-технические основы ядерного оружия

2.1. Пути выделения внутриядерной энергии

Пути выделения внутриядерной энергии

Реакция деления
тяжелых ядер

Реакция синтеза
лёгких ядер

Реализуются

Ядерный
реактор

Атомный
боеприпас

Термоядерный
боеприпас

Нейтронный
боеприпас

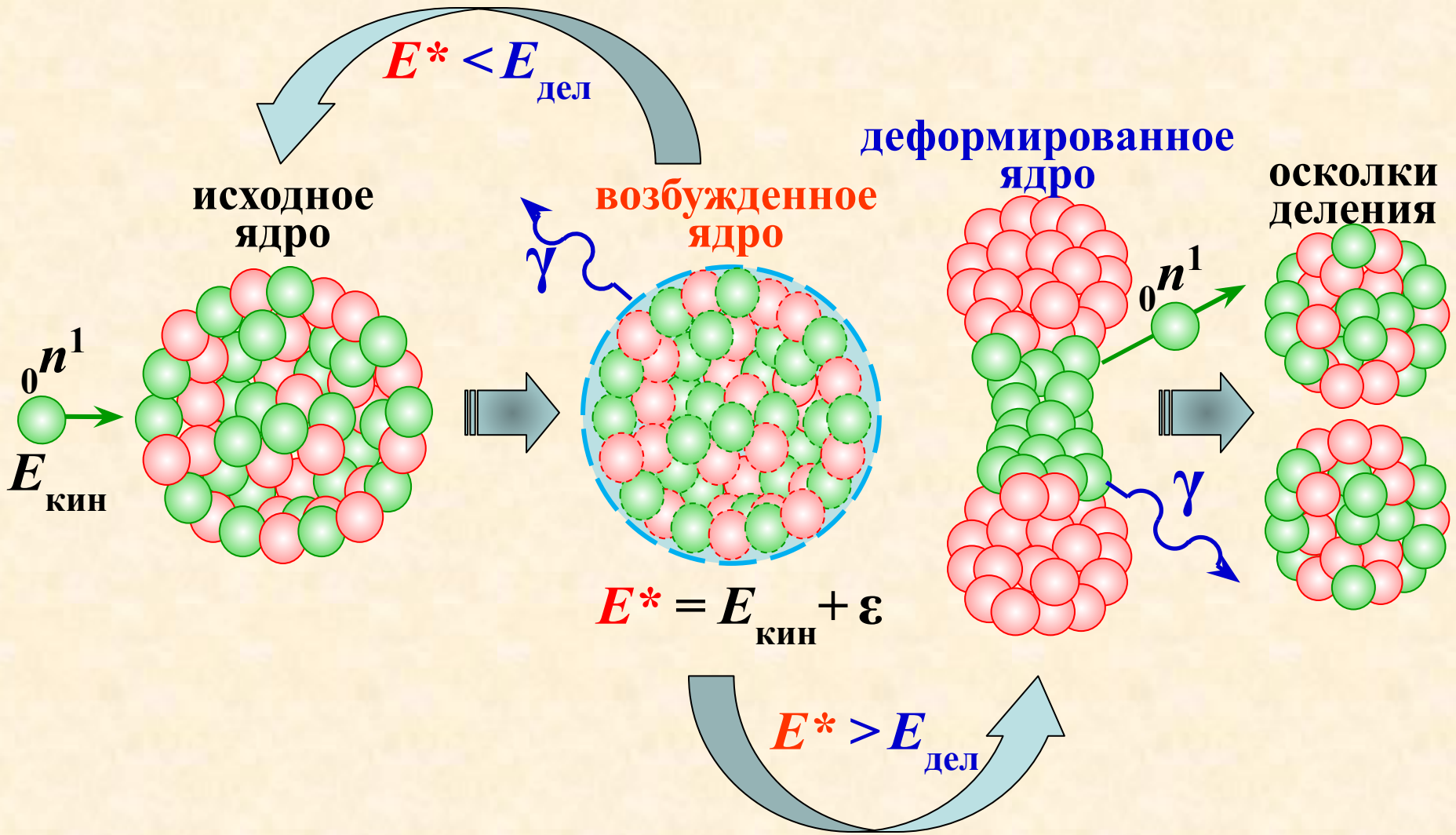
Водородная
бомба

Термоядерный
реактор

2.2. Взрывная ядерная реакция деления тяжелых ядер

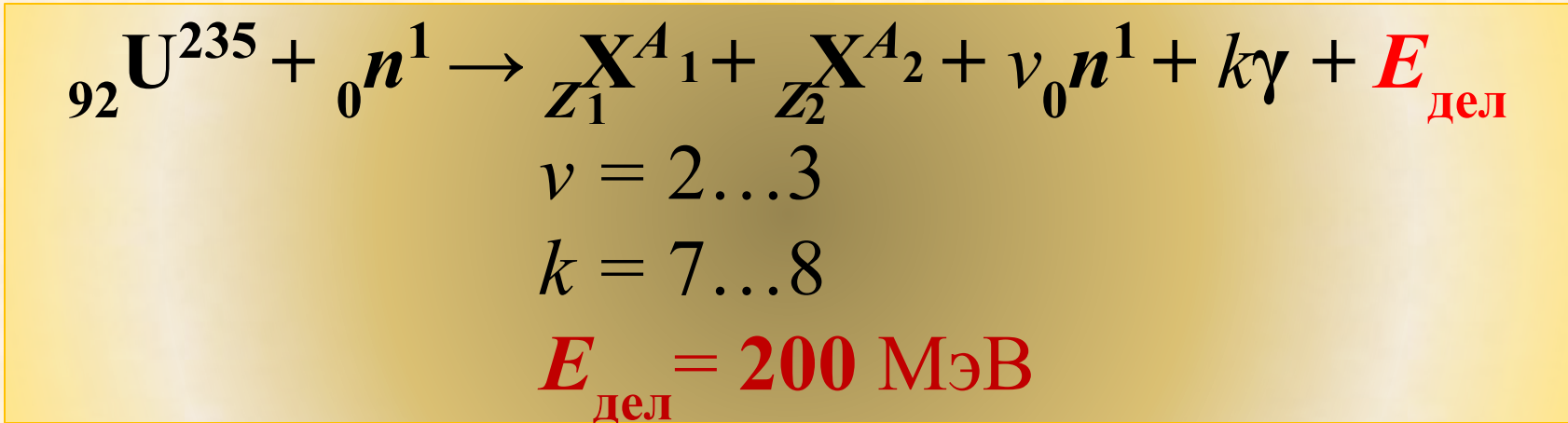
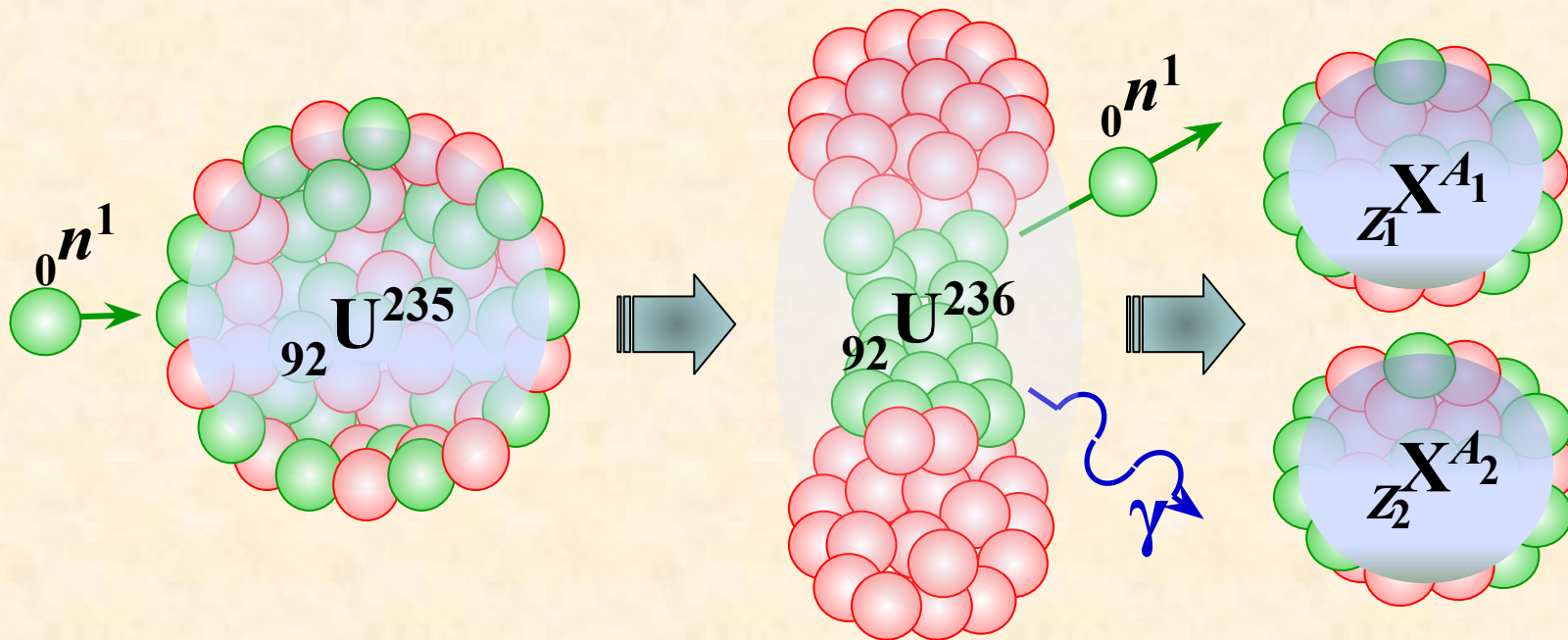


Капельная модель ядра



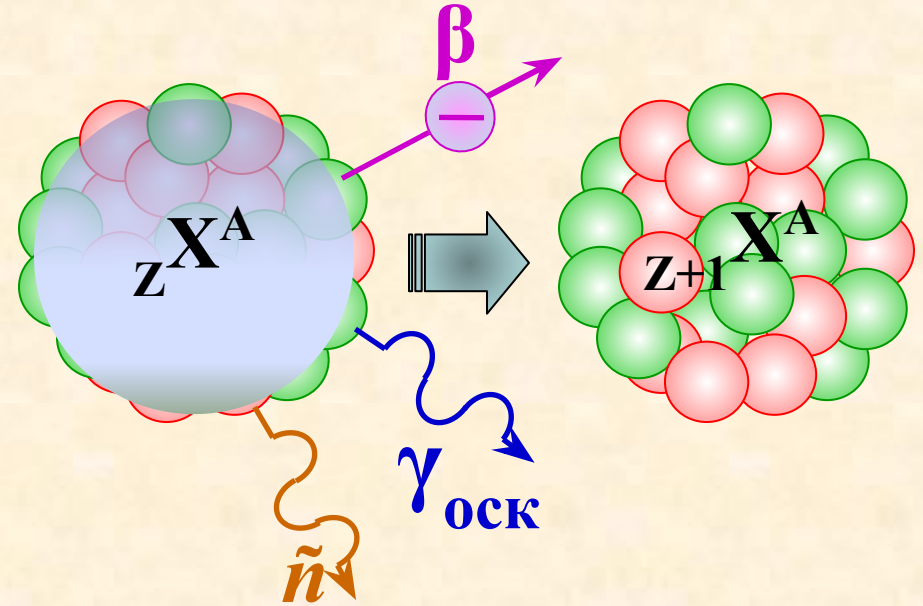
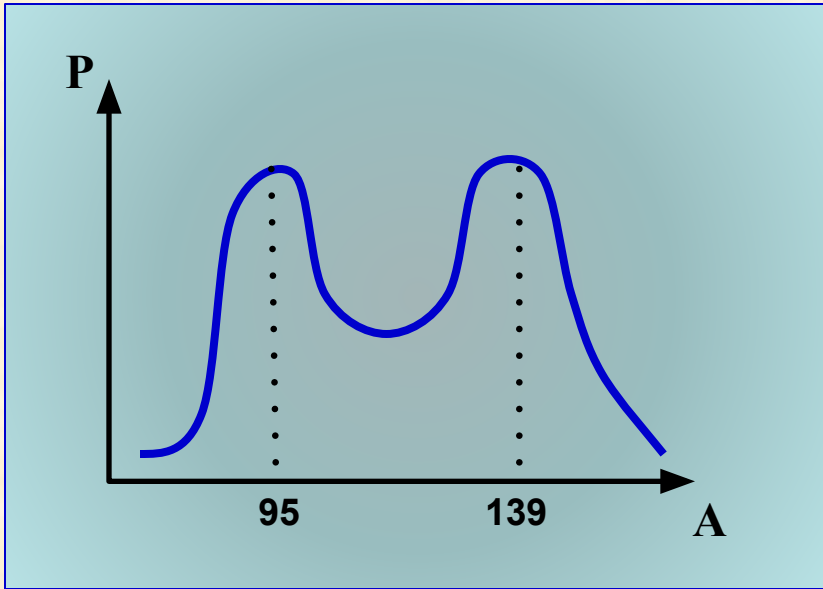


Реакция деления U^{235}

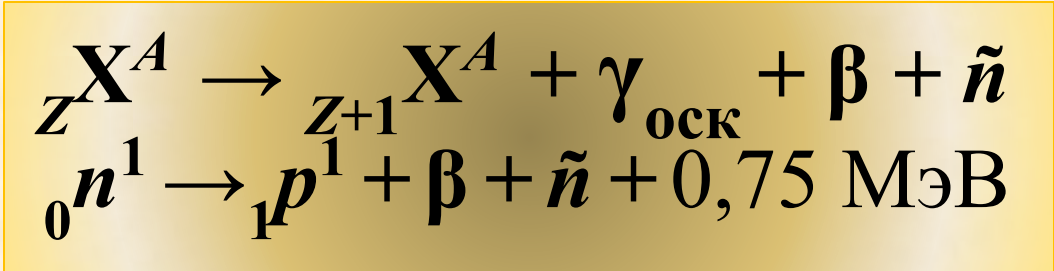




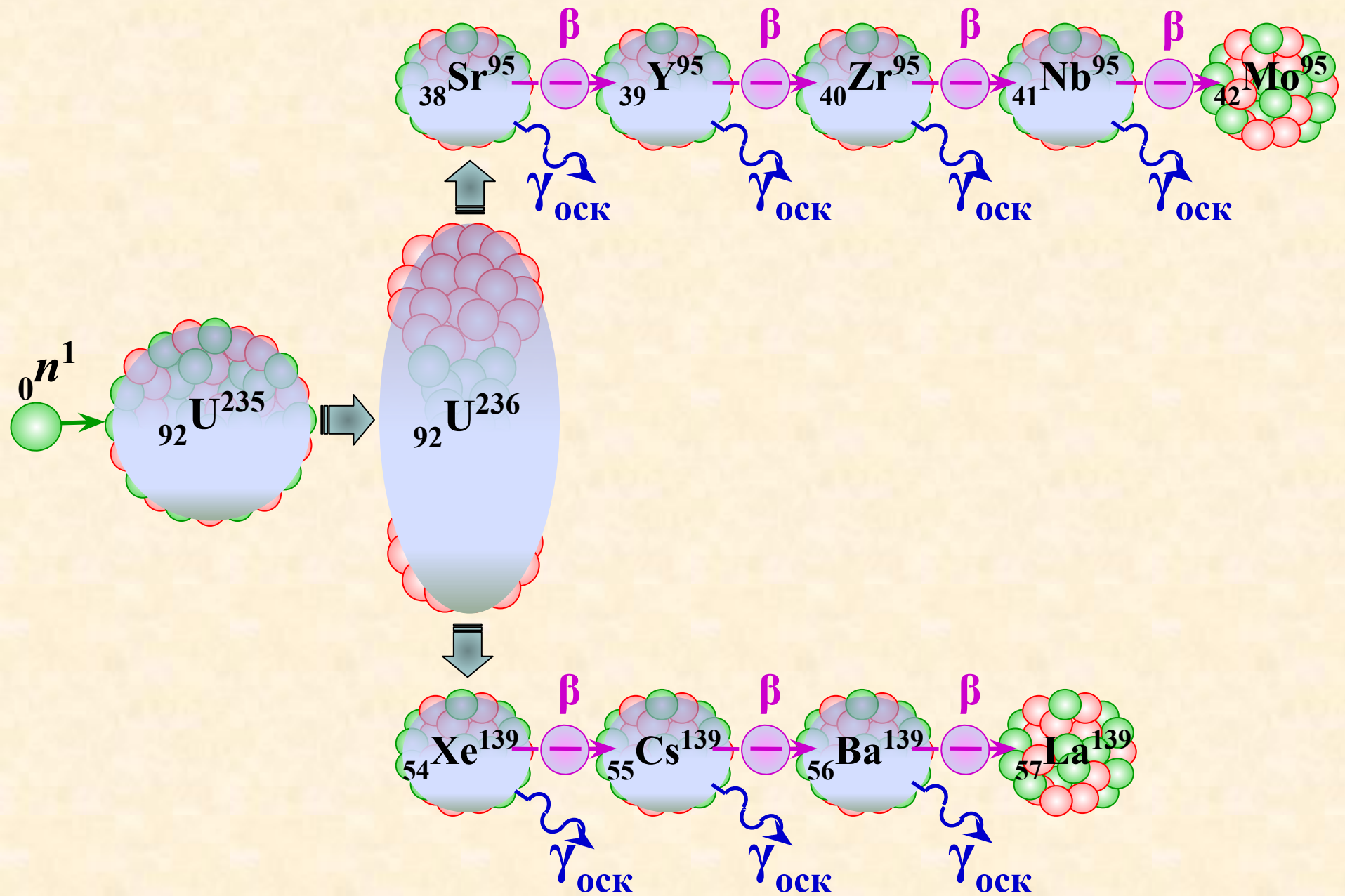
Осколки реакции деления U^{235}



Эл-т	C	Fe	Sn	U
N/Z	1	1,2	1,4	1,6



Изменение состава продуктов ядерной реакции



Число нейтронов на один акт деления

 $\bar{\nu}$

${}_{92}\text{U}^{235}$	${}_{92}\text{U}^{233}$	${}_{94}\text{Pu}^{239}$	${}_{98}\text{Cf}^{249}$
2,46	2,59	2,9	4,5

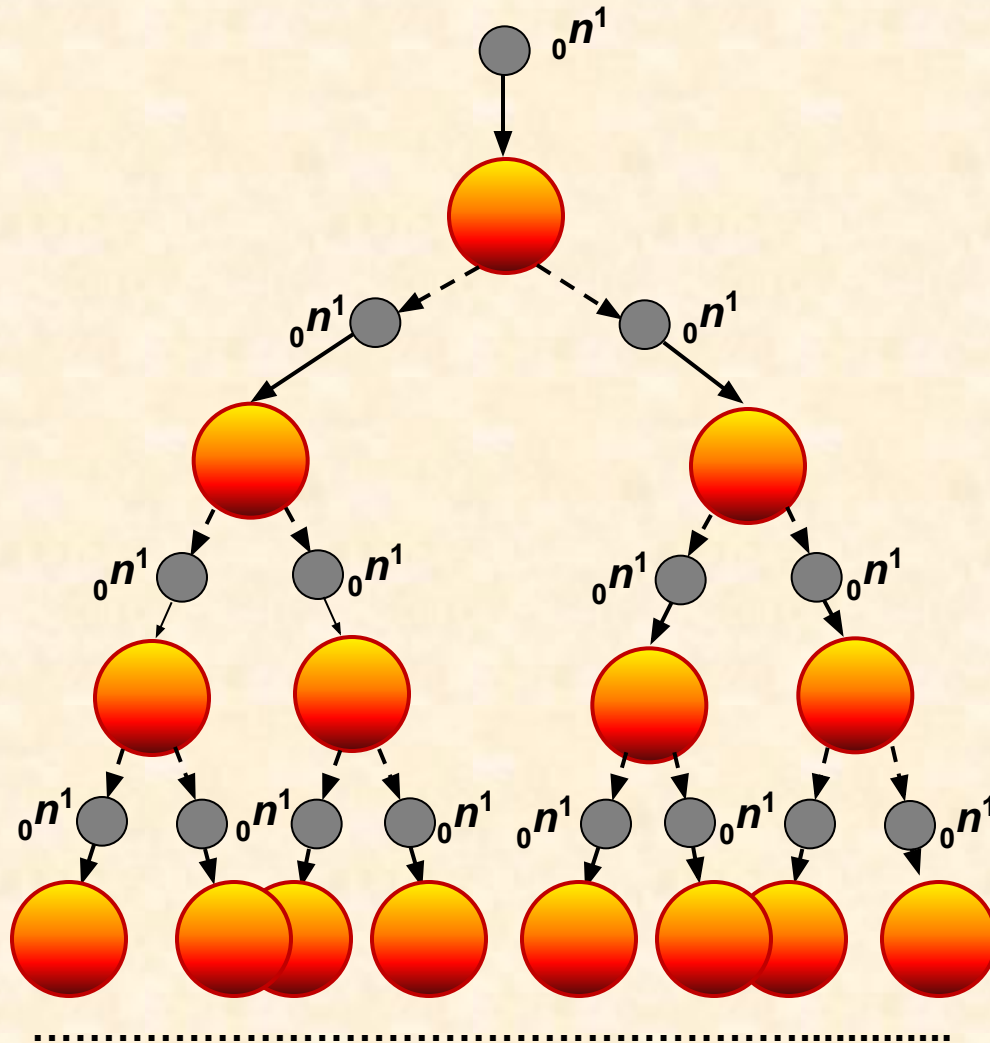


Распределение энергии между продуктами деления

Продукты деления		E, МэВ	Доля энергии, %	ПФ ЯВ
В процессе деления	<u>Кинетическая энергия:</u>			
	- осколков деления	165	81	} 80% - УВ+СИ } 6% - ПР
	- нейтронов	4,9	2	
	- квантов мгновенного гамма-излучения	7,8	4	
В процессе распада осколков	<u>Кинетическая энергия:</u>			
	- бета-частиц	9	4	} 13% - РЗМ
	- нейтрино	10	5	
	- квантов осколочного гамма-излучения	7,2	4	
Итого:		203,9	100	



Цепная реакция деления



$i-1$ ПЕРВОЕ поколение нейтронов

i

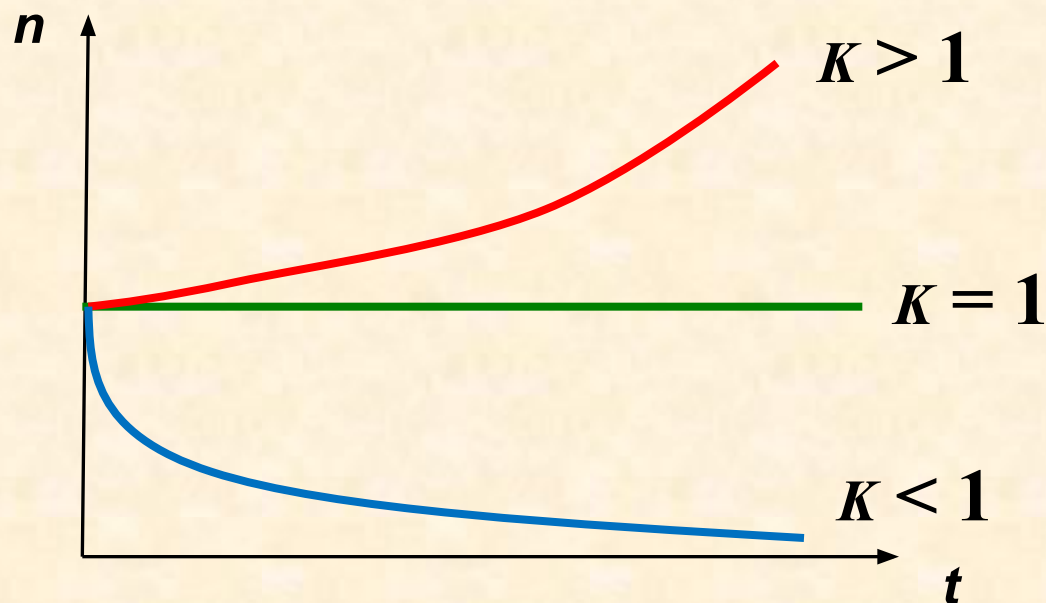
$i+1$

$$K = n_i / n_{i-1}$$

Цепная реакция деления (ЦРД) –

самоподдерживающаяся ядерная реакция деления, идущая без внешнего воздействия

Изменение количества свободных нейтронов (коэффициента развития реакции) в зависимости от текущего времени

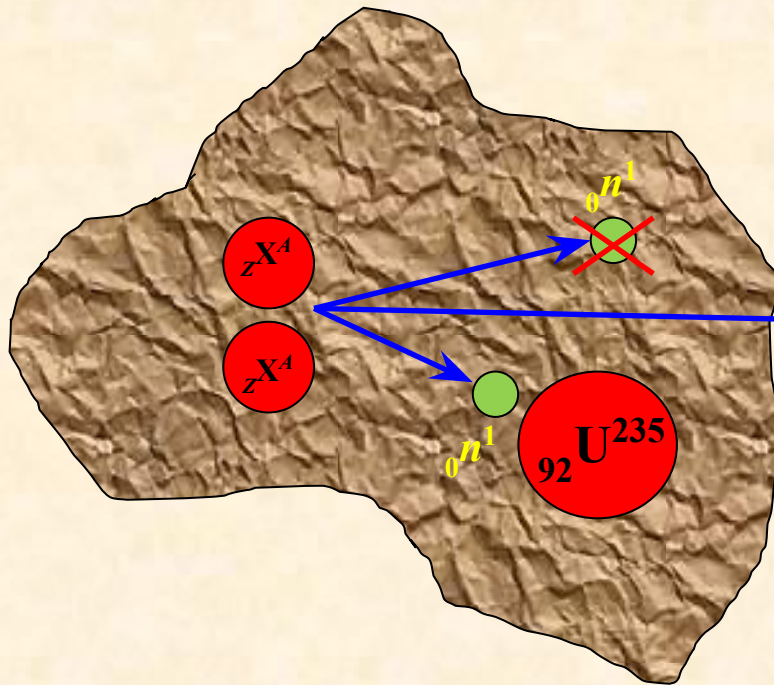


$$K = n_i / n_{i-1}$$

Взрывная ЦРД –

неуправляемая цепная реакция, для которой $K > 1$

Потери нейтронов



Поглощение без деления
примесями в делящемся веществе

Утечка за пределы
делящегося вещества

$$S_{\text{нов}} / V \rightarrow \min$$

ШАР

Состояние критичности делящегося материала

$$S_{\text{нов}} \sim R^2$$

$$V \sim R^3$$



размножение нейтронов

=

потерям нейтронов

радиус шара, при котором реализуется критическое состояние делящегося вещества ($K = 1$), называется **критическим радиусом**

масса вещества, заключенного в таком шаре, называется

критической массой – $M_{\text{кр}}$

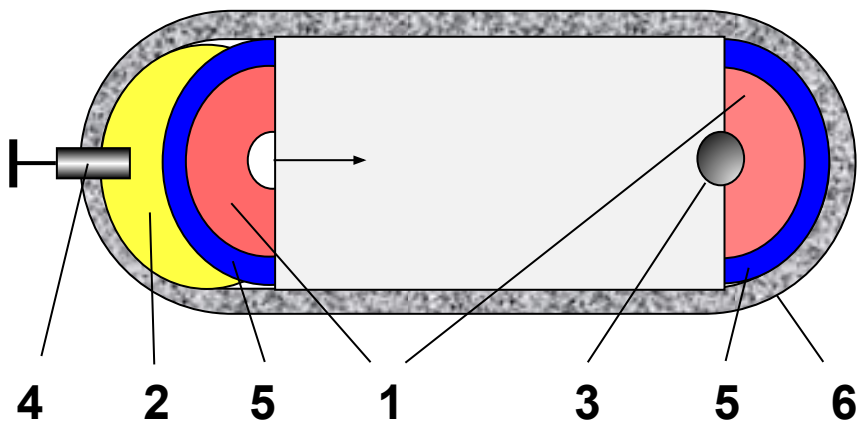
($M_{\text{кр}}$ – это та наименьшая масса делящегося вещества, в которой возможно протекание незатухающей ЦРД)

Критические параметры ЯВВ ($K = 1$)

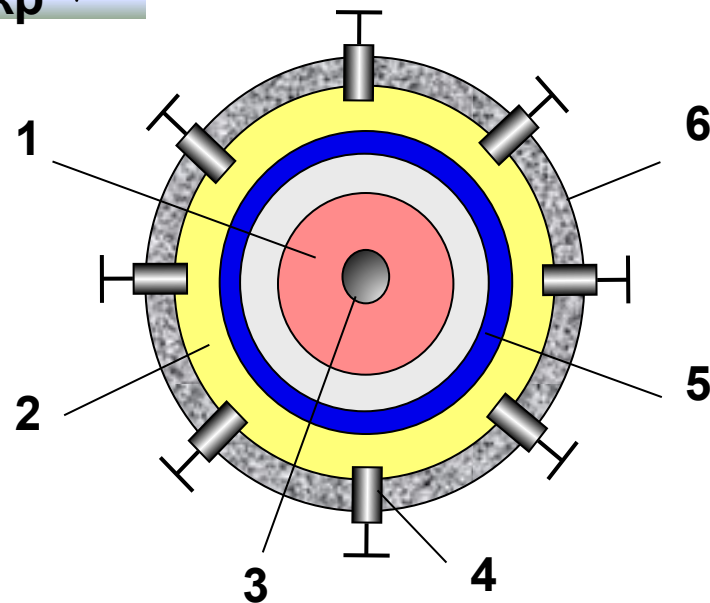
	$R_{кр}, \text{ см}$	$M_{кр}, \text{ кг}$
U^{235}	8,5	52
Pu^{239}	5,4	17
Cf^{249}	3,0	2,0

Типы ядерных боеприпасов (на самостоятельную работу)

$$\uparrow M > M_{кр} \downarrow$$



пушечного типа

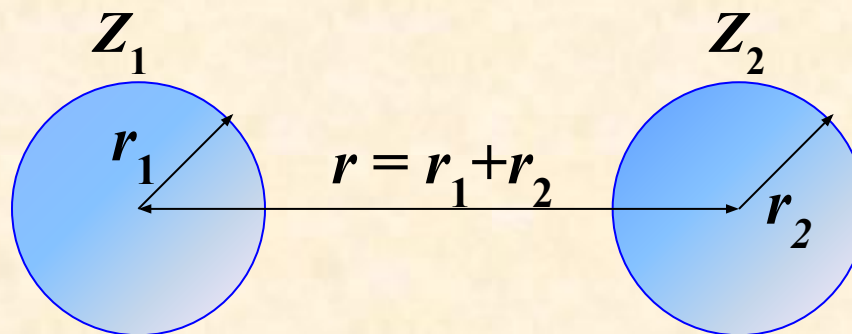


имплозивного типа

- 1 – ЯВВ в подкритическом состоянии;
- 2 – заряд ВВ;
- 3 – нейтронный источник;
- 4 – электродетонатор;
- 5 – отражатель нейтронов;
- 6 – корпус ЯБП

2.3. Реакция ядерного синтеза, условия ее протекания

Условия протекания ТЯР



Условие преодоления барьера:

$$E_{\text{кин}}^* \geq U_{\text{Б}}$$

где $U_{\text{Б}}$ – высота кулоновского барьера, МэВ;

кинетическая энергия, достаточная для совершения работы против сил электростатического отталкивания, **минимальна у легких ядер:**

для ядер водорода

$$E_{\text{кин}}^* = 0,5 \dots 1 \text{ МэВ}$$

для ядер урана

$$E_{\text{кин}}^* = 25 \text{ МэВ}$$



Условия протекания ТЯР

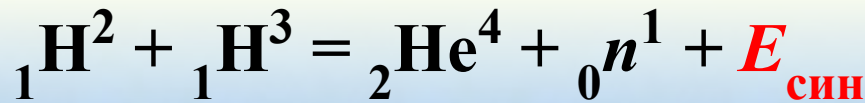
$$t_{\text{ЦРД}} = 1 \text{ мкс}$$



$$t_{\text{ТЯР}} \leq t_{\text{ЦРД}} \leq 1 \text{ мкс}$$



только одна реакция может быть непосредственно инициирована атомным взрывом – это **реакция между дейтерием и тритием**:



энергетический выход реакции:

$$E_{\text{син}} = 17,6 \text{ МэВ}$$



$$E({}_0n^1) = 14 \text{ МэВ}$$

$$E({}_2\text{He}^4) = 3,6 \text{ МэВ}$$

удельное энерговыделение:

$$\delta = \frac{E}{\sum A}$$



реакция деления $\delta = \frac{200}{(235+1)} = 0,8 \text{ МэВ/1а.м.}$

реакция синтеза $\delta = \frac{17}{(2+3)} = 3,5 \text{ МэВ/1а.м.}$



↑
в
4,38
раза



данная реакция затруднительна по следующим причинам:

1. Дейтерий и тритий газообразны
2. Тритий радиоактивен, испытывает бета-распад с периодом полураспада порядка 12 лет → невозможность создания запасов ТЯБ для длительного хранения
3. Трития в природе практически нет, его получают в ядерных реакторах (для 2 г трития необходимо 10 кг урана-235 и большое количество энергии → дороговизна)

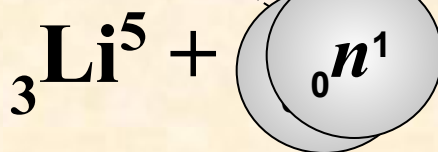
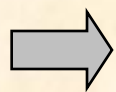
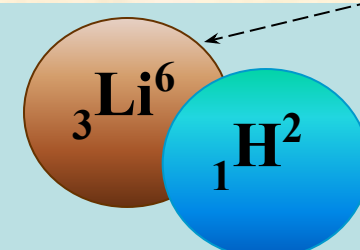
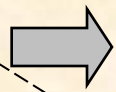
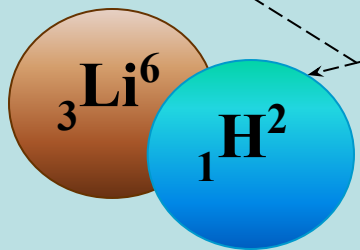
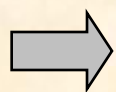
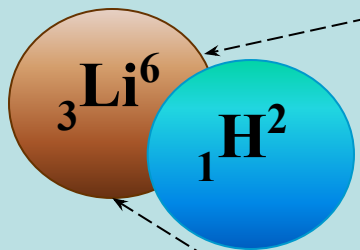
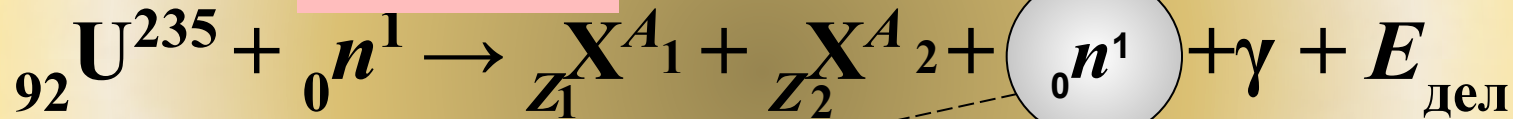
в качестве исходной смеси для реакции синтеза в ТЯБ используют заряд дейтерида лития ${}_3\text{Li}^6{}_1\text{H}^2$

ВОЗМОЖНОСТЬ:

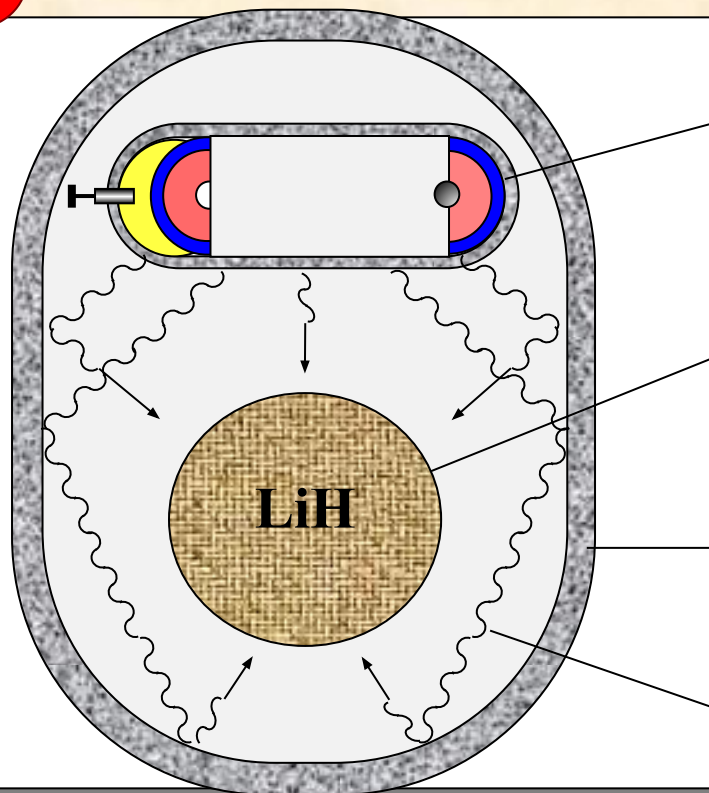
1. Производить необходимое количество трития из лития непосредственно в процессе взрыва
2. Образовать замкнутый цикл реакции

Замкнутый цикл термоядерных зарядов

$$T = 2 \cdot 10^7 \text{K}$$



циклическое протекание реакции обеспечивает необходимое энерговыделение для самоподдержания ТЯР во всем объеме термоядерной смеси



1

1 – атомный детонатор

2

2 – термоядерный компонент

3

3 – корпус боеприпаса

4

4 – кванты рентгеновского излучения

коэффициент термоядерности:

$$\beta = (1 - q_{\text{дел}}/q)$$

Атомные боеприпасы (типа **Д**): $q_{\text{дел}} = q \rightarrow \beta = 0$

Термоядерные боеприпасы (типа **Д-С**): $q_{\text{син}} = q \rightarrow \beta = 0,95$

Комбинированные боеприпасы (типа **Д-С-Д**): $\beta = 0,2 \dots 0,5$

3. Источники и виды ионизирующих излучений (ИИ)

Ионизирующие излучения – излучения, обладающие способностью ионизации среды, в которой они распространяются

α – излучение

β – излучение

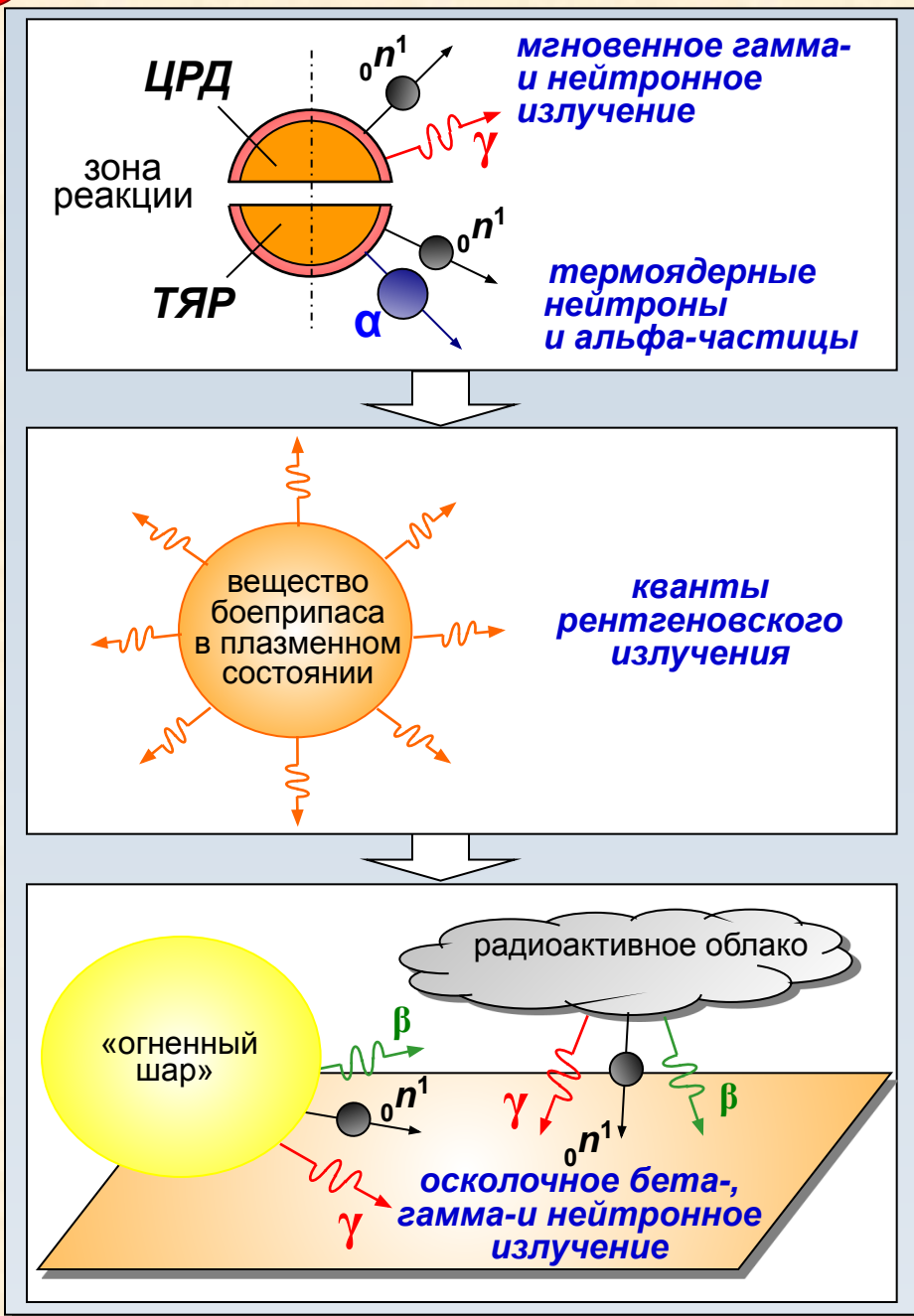
P_1^1 – поток протонов

γ – излучение

PI – рентгеновское излучение

n_0^1 – нейтронный поток

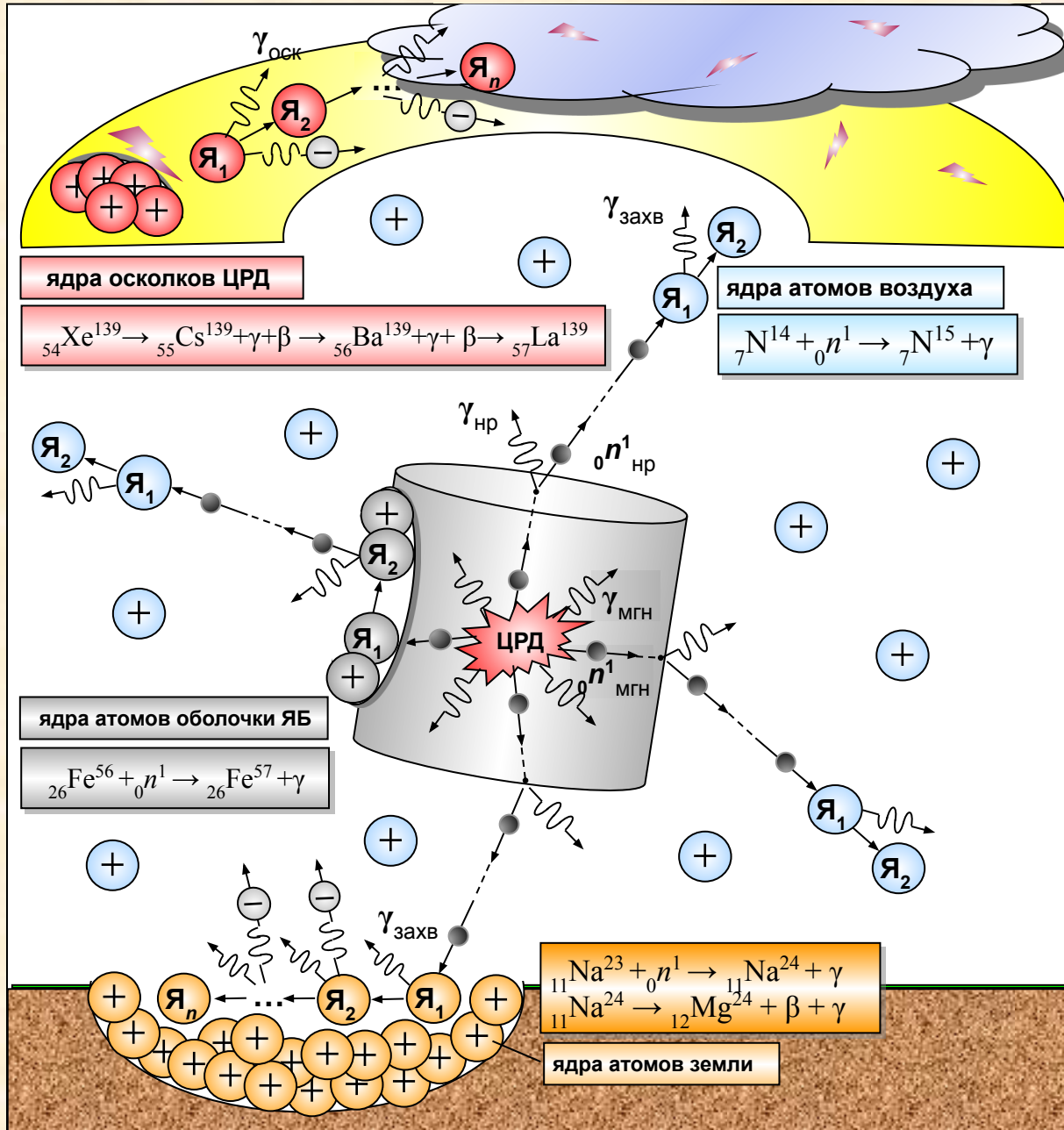
– ядра тяжелых элементов (ядра отдачи)



**реакции
деления и синтеза**

**высокотемпературная
плазма**

**осколки
деления**

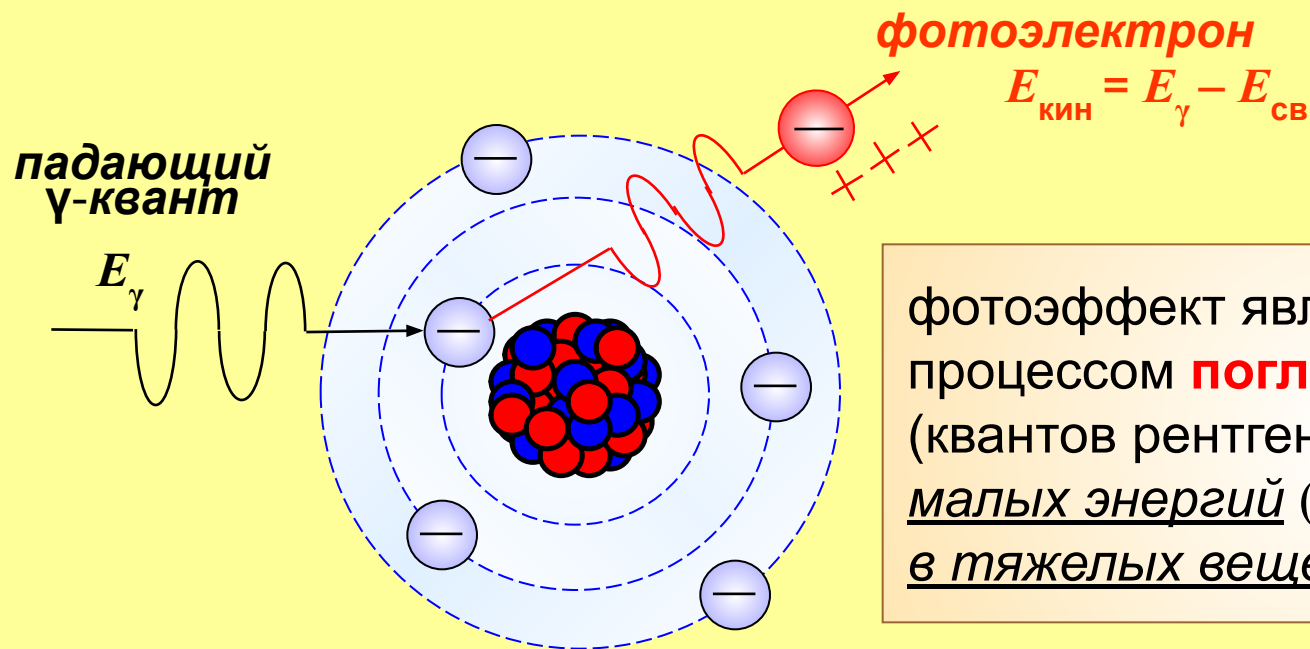


4. Взаимодействие излучений с веществом

4.1. Взаимодействие рентгеновского и гамма- излучения с веществом

1. Фотоэлектрическое поглощение (фотоэффект)

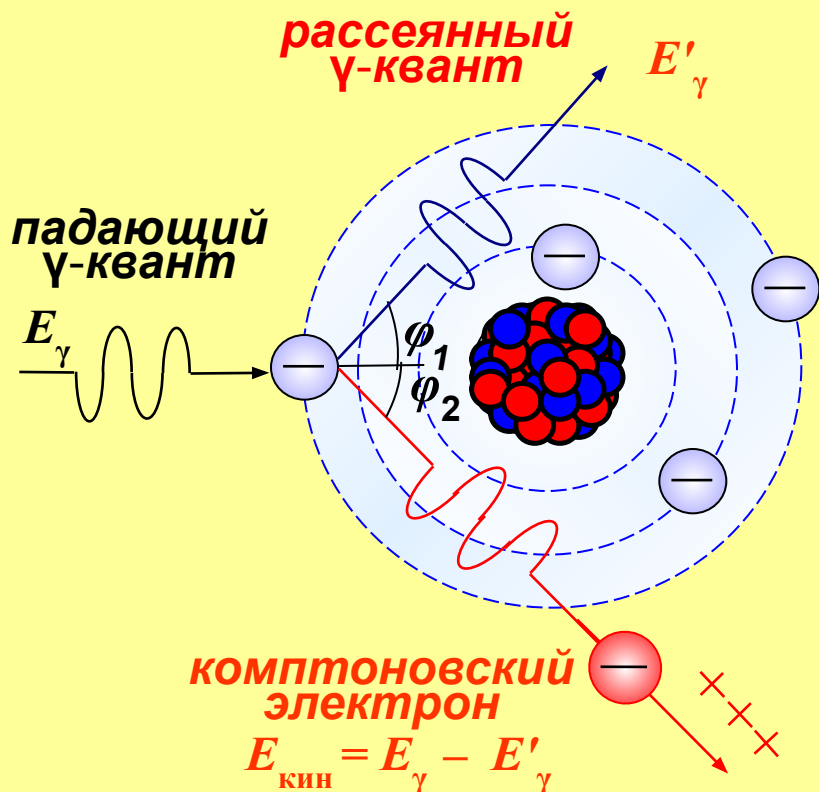
при фотоэффекте γ -квант (квант рентгеновского излучения) передает всю энергию наиболее связанному с ядром электрону атома \Rightarrow γ -квант исчезает, а электрон выбивается из атома и ионизирует последующие атомы



Взаимодействие γ -излучения с веществом

2. Комptonовское рассеяние

при комptonовском рассеянии γ -квант (квант рентгеновского излучения) в результате упругого взаимодействия с электроном внешней оболочки атома передает ему часть своей энергии \Rightarrow электрон выбивается из атома и ионизирует последующие атомы, а γ -квант, потеряв часть энергии, изменяет направление своего распространения (рассеивается под углом φ_1)



$$\varphi_1 = 0 \dots 180^\circ$$

$$\varphi_2 = 0 \dots \pi/2$$

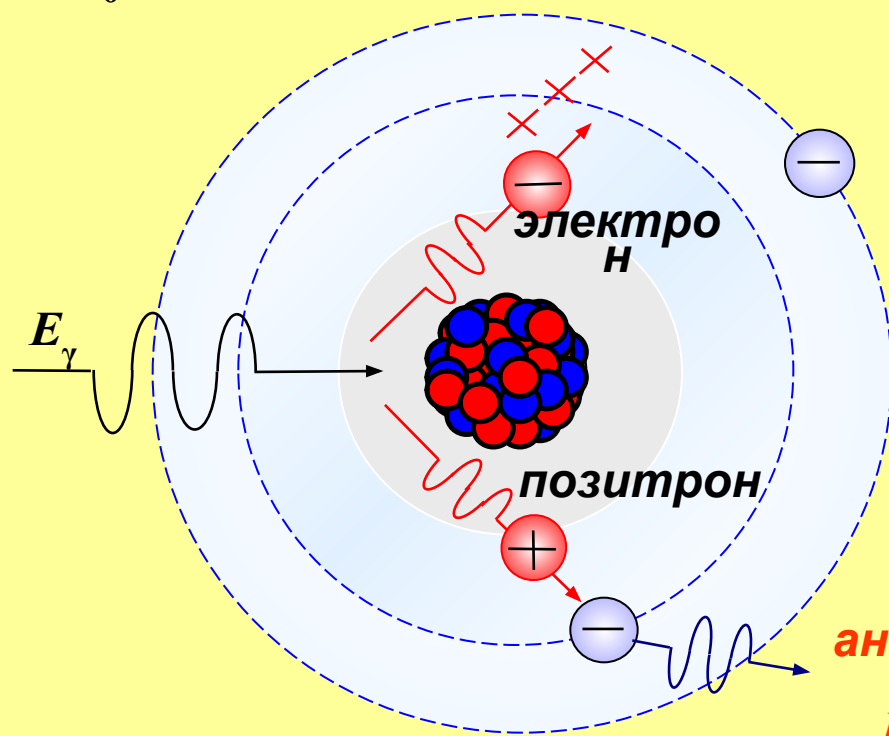
комptonовское рассеяние является основным процессом **ослабления** γ -квантов (квантов рентгеновского излучения) с энергиями $E_\gamma \leq 3 \dots 5$ МэВ в тяжелых веществах ($Z \geq 40$)

Взаимодействие γ -излучения с веществом

3. Образование электронно-позитронных пар

образование электронно-позитронных пар происходит при взаимодействии γ -кванта (кванта рентгеновского излучения) с кулоновским полем ядра \Rightarrow поглощение γ -кванта с последующим образованием двух частиц (пары): электрона и позитрона

$$E_{\gamma} \geq 2m_0c^2 = 1,022 \text{ МэВ}$$



образование электронно-позитронных пар преобладает при энергии γ -квантов (квантов рентгеновского излучения)

$E_{\gamma} \geq 1 \text{ МэВ}$ в тяжелых веществах ($Z \geq 40$)

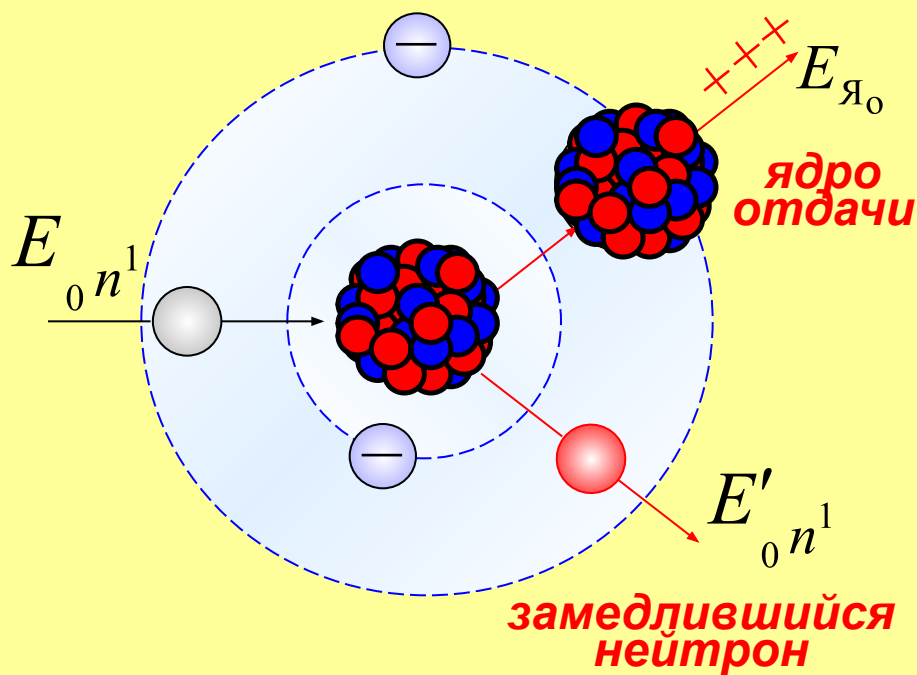
аннигиляционный γ -квант

$$E_{\gamma} = 0,511 \text{ МэВ}$$

4.2. Взаимодействие нейтронов с веществом

1. Упругое рассеяние

при упругом рассеянии нейтрон и ядро атома взаимодействуют как упругие шары, в результате чего нейтрон замедляется



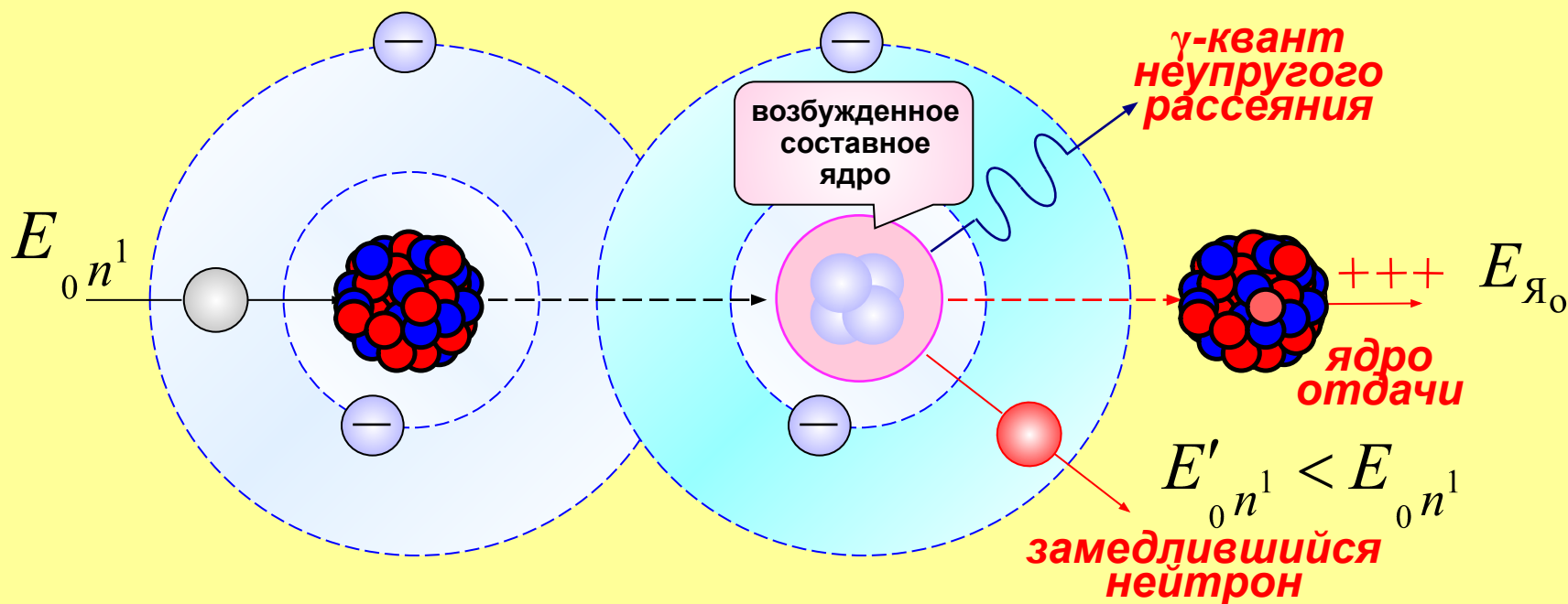
$$Z \downarrow \Rightarrow E_{Я_0} \uparrow$$

при $m_{0n^1} = m_{Я} \Rightarrow E_{0n^1} = E_{Я_0}$

в легких веществах упругое рассеяние является основным процессом **замедления** нейтрона до **тепловых энергий** ($E \leq 0,5$ кэВ) \Rightarrow **водородосодержащие вещества** – лучшие замедлители быстрых нейтронов

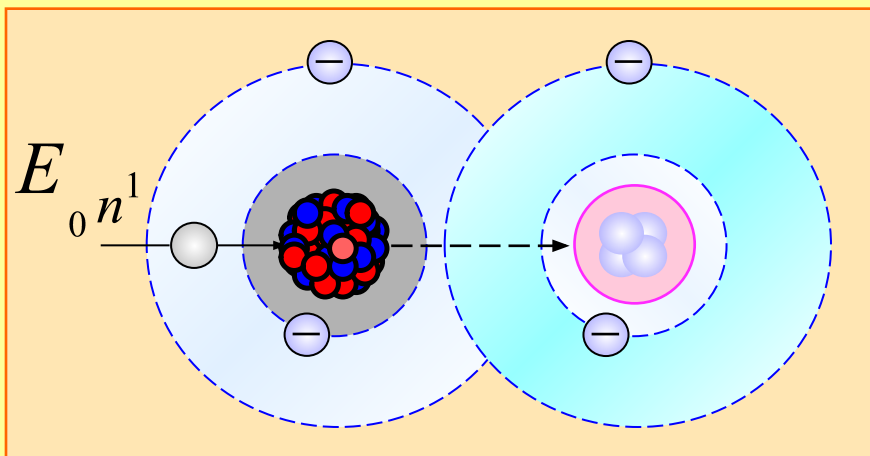
2. Неупругое рассеяние

в каждом акте неупругого рассеяния нейтрон проникает внутрь ядра и переводит его в возбужденное состояние. Переход ядра в основное состояние сопровождается испусканием нейтрона с меньшей, чем у первоначального, энергией и γ -кванта, уносящего энергию возбуждения

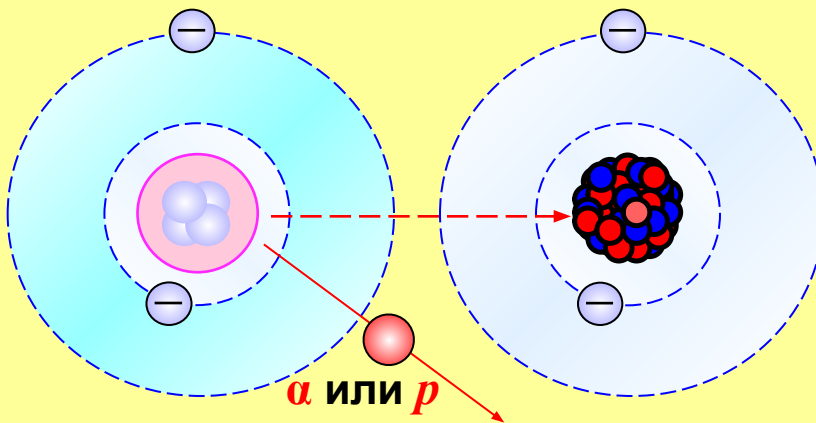


в средних и тяжелых веществах неупругое рассеяние является основным процессом **замедления** нейтрона до промежуточных энергий (**$0,5 \text{ кэВ} \leq E \leq 0,5 \text{ МэВ}$**)

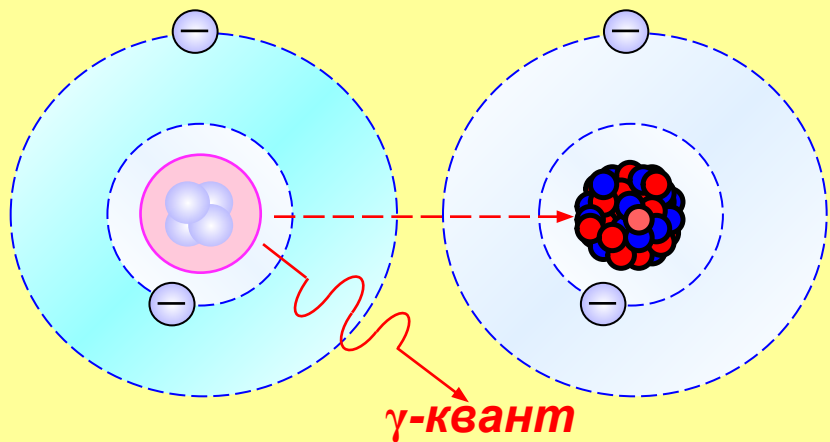
3. Поглощение нейтронов



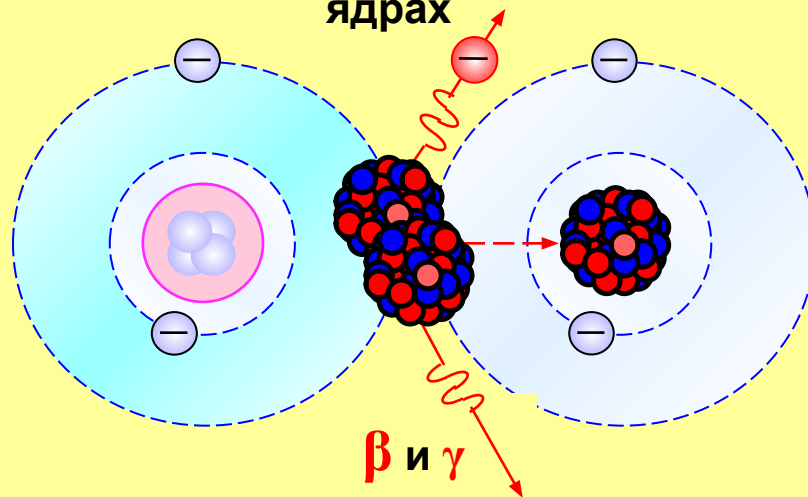
На легких ядрах



На средних и тяжелых ядрах
(реакция радиационного захвата)



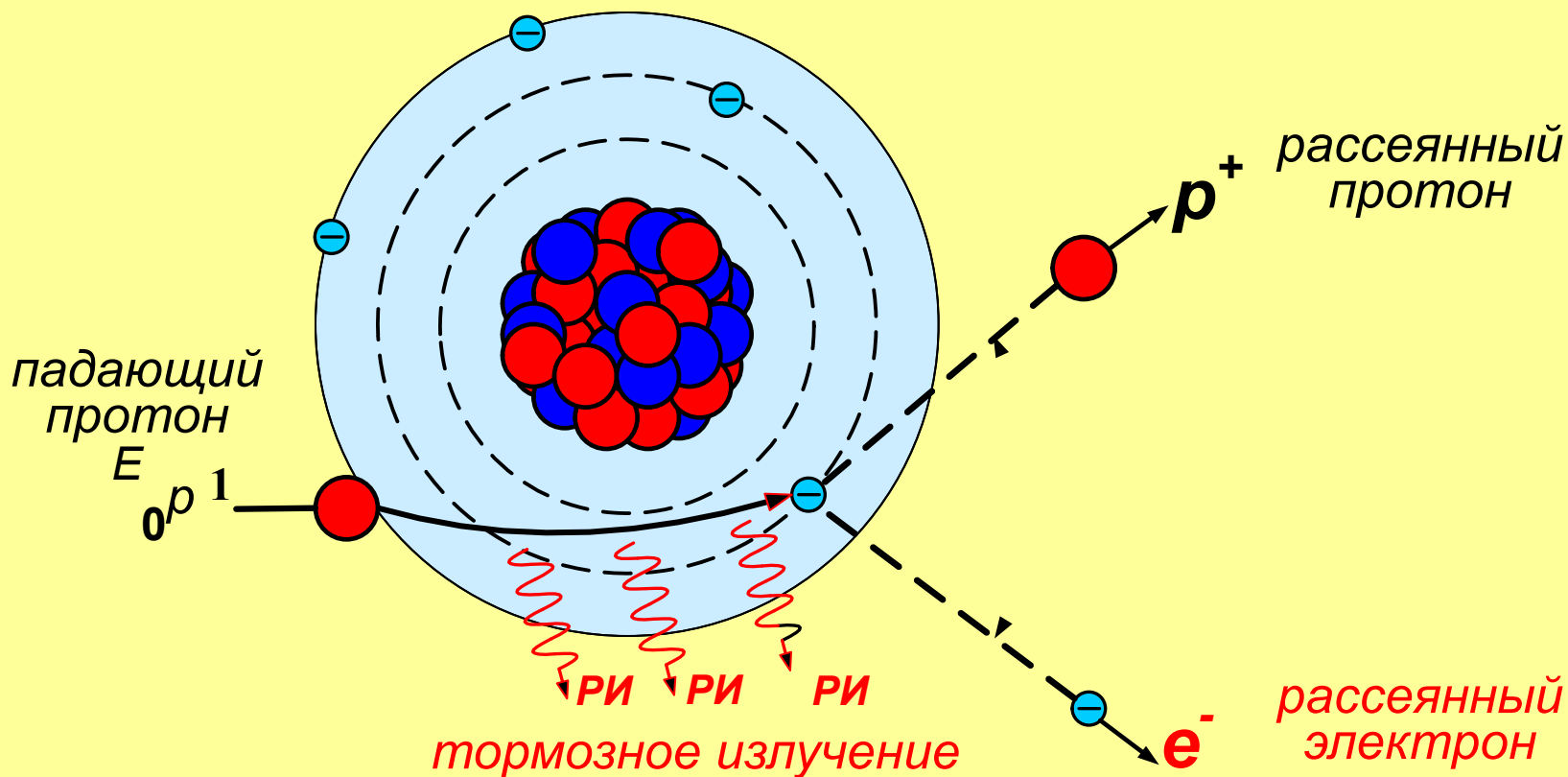
На тяжелых (реакция активации)
и сверхтяжелых (реакция деления)
ядрах



4.3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом

Взаимодействие заряженных частиц с веществом

основными механизмами взаимодействия заряженных частиц с веществом являются взаимодействие с электронами, приводящее к **ионизации среды**, и взаимодействие с кулоновским полем ядра, вызывающее образование **тормозного (рентгеновского) излучения**



Взаимодействие заряженных частиц с веществом

Потери энергии происходят за счет постепенной передачи энергии путем многократных столкновений с электронами



Потеря всей энергии определяет **пробег частицы в веществе**:

$$R = \int_{E_{\max}} \frac{dE}{(-dE/dx)_{\Sigma}}$$



Пробег (R) есть толщина слоя вещества, за пределы которого не вылетает ни одна частица с энергией E

Пробеги α -частиц в различных веществах в зависимости от энергии E_α

E_α , МэВ	R_α , см		
	воздух	биоткань	алюминий
4,0	2,5	$31 \cdot 10^{-4}$	$16 \cdot 10^{-4}$
5,0	3,5	$43 \cdot 10^{-4}$	$23 \cdot 10^{-4}$
6,0	4,6	$56 \cdot 10^{-4}$	$30 \cdot 10^{-4}$
7,0	5,9	$72 \cdot 10^{-4}$	$38 \cdot 10^{-4}$
8,0	7,4	$91 \cdot 10^{-4}$	$48 \cdot 10^{-4}$
9,0	8,9	$110 \cdot 10^{-4}$	$58 \cdot 10^{-4}$
10,0	10,6	$130 \cdot 10^{-4}$	$69 \cdot 10^{-4}$

Пробеги β -частиц в различных веществах в зависимости от энергии E_β

E_β , МэВ	R_β , см		
	воздух	биоткань	алюминий
0,5	160	0,15	0,084
1,0	292	0,335	0,2
2,0	659	0,776	0,56
5,0	1690	2,11	1,19

5. Основные дозиметрические единицы

Дозовые величины – энергетические величины, количественно описывающие энергию, передаваемую излучениями веществу (энергию, вызывающую те или иные поражающие радиационные эффекты)

1. Поглощенная доза – D

2. Экспозиционная доза – X

3. Эквивалентная доза – H

Мощность дозы:

$$\dot{D}, \dot{X}, \dot{H}$$

$$\dot{D} = dD/dt$$

$$D = \int_0^{t_{\text{обл}}} \dot{D}(t) dt$$

ДОЗА

определяет конечный эффект облучения за заданное время

МОЩНОСТЬ ДОЗЫ

определяет скорость нарастания эффекта облучения

Поглощенная доза

Поглощенная доза – энергия, поглощенная единицей массы облучаемого вещества:

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

системная единица:

$$1 \text{ Гр} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}$$

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$$

внесистемная единица:

$$\begin{aligned} 1 \text{ рад} &= 100 \frac{\text{эрг}}{\text{г}} = \\ &= \frac{100 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}}{10^{-3} \text{ кг}} = 10^{-2} \text{ Гр} \end{aligned}$$

Поглощенная доза

Характеризует воздействие **любого** вида ИИ в **любой** среде
(**кроме биоткани**)

1. Неравномерность поглощения энергии различными органами
2. При использовании калориметрических методов ничтожно малые наблюдаемые эффекты

Определение действия ИИ на **модельную среду** с последующим пересчетом на биоткань

Требования к модельной среде:

1. Тканеэквивалентность:

$$Z_{\text{эф}_i} = Z_{\text{эф}}^{\text{БТ}} \Rightarrow D_i = D^{\text{БТ}}$$

2. Простота измерений

$$Z_{\text{эф}}^{\text{БТ}} = Z_{\text{эф}}^{\text{H}_2\text{O}} = 7,42 \Rightarrow Z_{\text{эф}}^{\text{ВОЗД}} = 7,64 \Rightarrow \text{ионизация } \underline{\text{воздуха}} \Rightarrow$$

\Rightarrow **ЭКСПОЗИЦИОННАЯ ДОЗА**

Экспозиционная доза

Экспозиционная доза – отношение суммарного заряда всех ионов одного знака, образованных в единице объема воздуха, к массе воздуха, заключенного в этом объеме:

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

системная единица:

$$1 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

внесистемная единица:

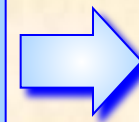
$$1 \text{ Р} = \frac{1}{3 \cdot 10^9} \frac{\text{Кл}}{1,293 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}$$

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

для воздуха:

$$\left. \begin{aligned} D = 1 \text{ рад} &= 100 \text{ эрг/г} \\ X = 1 \text{ Р} &= 87,7 \text{ эрг/г} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

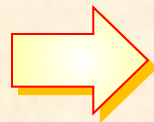
$$\Rightarrow X = 0,877 D \Rightarrow 1 \text{ Р} = 0,877 \text{ рад}$$



Поглощенная и экспозиционная дозы в воздухе для гамма- и рентгеновского излучения примерно равны

для биоткани:

$$X = 0,95 D$$



Измеряя в воздухе экспозиционную дозу, можно утверждать, что такая же по величине поглощенная доза будет в биоткани

Эквивалентная доза – произведение поглощенной дозы в биоткани на коэффициент относительной биологической эффективности (ОБЭ):

$$H = D \cdot \text{ОБЭ}$$

$$\text{ОБЭ} = \frac{D^{\text{э}}}{D^i}$$

$$D^{\text{э}} = D^{\gamma} \Rightarrow \text{ОБЭ}_{\gamma} = 1$$

$$H = \sum_i D_i \cdot \text{ОБЭ}_i$$

Вид излучения	ОБЭ
Рентгеновское и гамма-излучение	1
Бета-излучение	2
Альфа-излучение	10
Тепловые нейтроны	3
Промежуточные нейтроны	6
Быстрые нейтроны	10

системная единица:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ кг}$$

внесистемная единица:

$$1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$$

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$$

1. **Поглощенная доза D** – есть мера воздействия (радиационный эффект) от любого вида ИИ на все физические и химические тела, кроме живых организмов

2. **Экспозиционная доза X** – есть мера воздействия на биоткань гамма- и рентгеновского излучения, определяемая через измерения в воздухе, при этом

$$D = D_{\text{П}}^{\gamma}$$

3. **Эквивалентная доза H** – есть мера воздействия на биоткань потока ИИ произвольного состава. Для гамма- и рентгеновского излучения $H = D = X$

6. Коэффициент ослабления ИИ

Наиболее распространенным видом защиты от ИИ является **экранирование**

Экранирование – использование **экранов**, изготовленных из материалов, хорошо поглощающих излучение

Эффективность экранов характеризуется **коэффициентом (кратностью) ослабления**

Качество материала экрана характеризуется **толщиной слоя половинного ослабления**

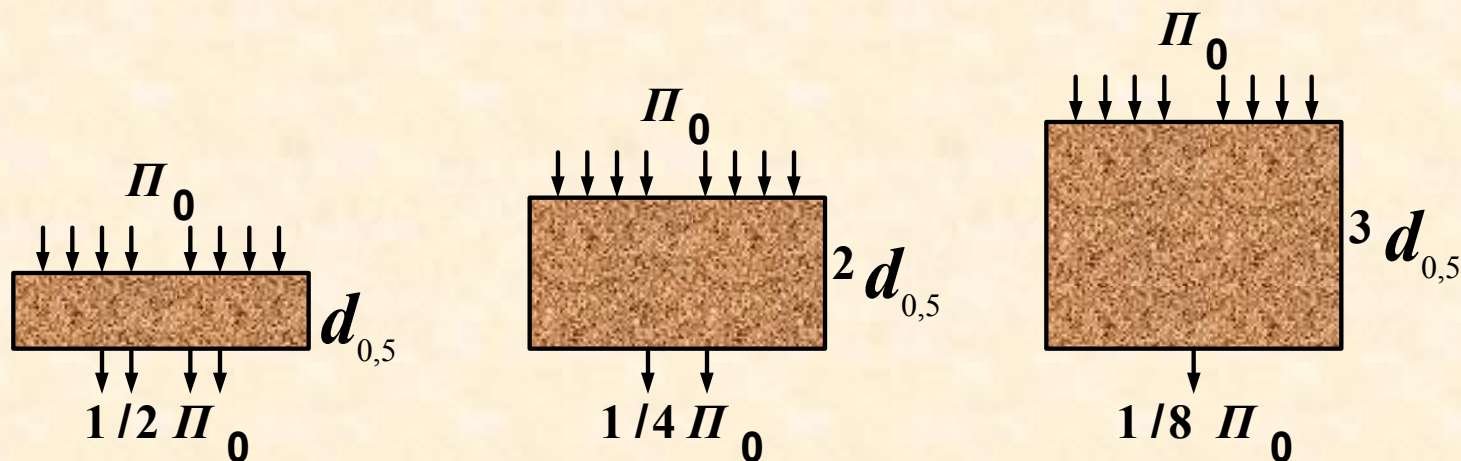
Кратность ослабления ($K_{\text{осл}}$) – показывает во сколько раз данный вид защиты ослабляет воздействие ИИ:

$$K_{\text{осл}} = \Pi_0 / \Pi_{\text{защ}},$$

где Π_0 – параметр воздействия ИИ до защиты

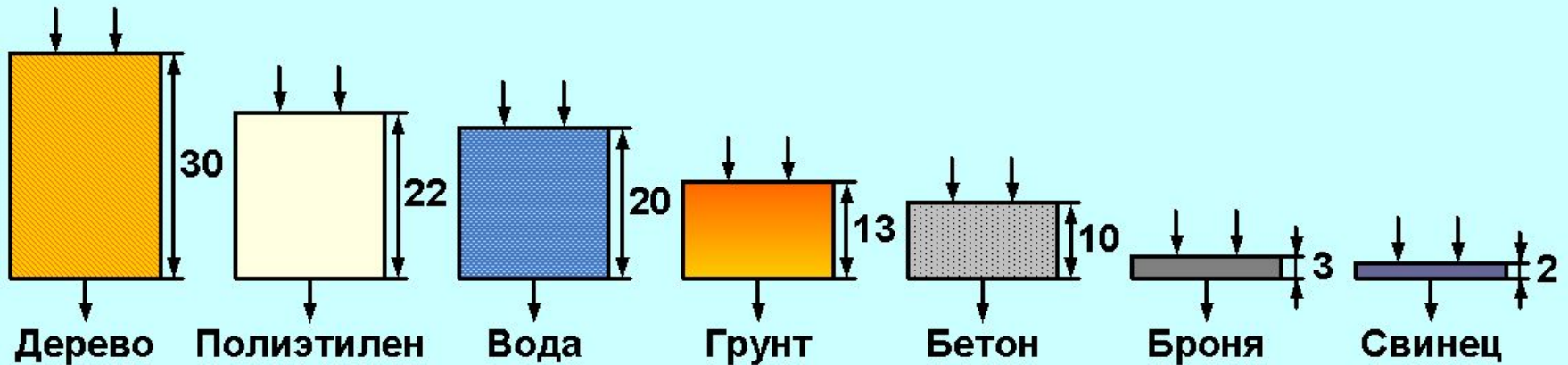
$\Pi_{\text{защ}}$ – то же при наличии экрана

Слой половинного ослабления ($d_{0,5}$) – толщина слоя экрана, ослабляющая параметры воздействующего излучения в два раза

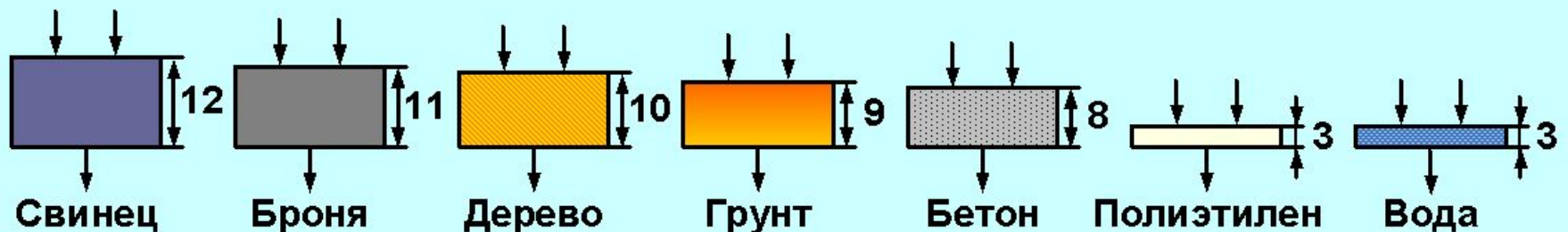


Толщина слоев половинного ослабления

по гамма-излучению



по нейтронному излучению



Тема: Общие свойства ионизирующих излучений ядерного взрыва

Цель: изучить процессы, протекающие в ЯБ и ТЯБ, источники и виды ИИ, особенности процессов взаимодействия ИИ с веществом; дозовые величины, а также параметры, определяющие ослабление характеристик ИИ при прохождении ими через слой вещества

Учебные вопросы:

1. Введение в дисциплину
2. Физико-технические основы ядерного оружия
3. Источники и виды ионизирующих излучений (ИИ)
4. Взаимодействие излучений с веществом
 - 4.1. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучения с веществом
 - 4.2. Взаимодействие нейтронов с веществом
 - 4.3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом
5. Основные дозиметрические единицы
6. Коэффициент ослабления ИИ

Литература:

- О:** Радиационная, химическая и биологическая защита: электронный учебник / под общ. ред. И. А.Кириллова. – Кострома: ВА РХБЗ имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко, 2016. – п. 1.2.1, 1.4.1-1.4.6
- Д:** Радиационная, химическая и биологическая защита: учебник. – ВКА, 2010. – С. 41-48, 53-54, 104-105