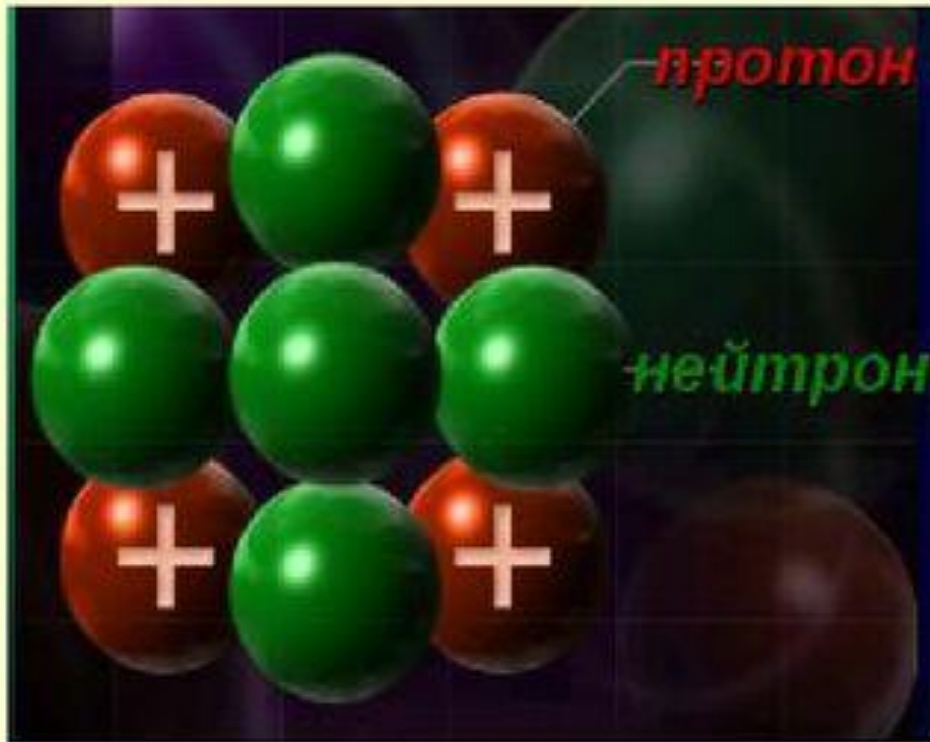


Строение атомного ядра



Атомное ядро состоит из частиц двух типов: протонов и нейтронов.

Протоны и нейтроны называются нуклонами.

Символическое обозначение атомного ядра:





A
Z **X**



A- массовое число

$$A = Z + N$$

Z- число протонов (равно числу электронов, равно порядковому номеру элемента, равно заряду ядра)

N- число нейтронов

$$N = A - Z$$



A - массовое число

$$A = Z + N$$

Z - число протонов (равно числу электронов, равно порядковому номеру элемента, равно заряду ядра)

N - число нейтронов

$$N = A - Z$$

Изотопы

- **Изотопы** — разновидности атомов (и ядер) одного химического элемента, имеющие разное содержание нейтронов в ядре.
- Из-за разного числа нейтронов ядра различных изотопов одного химического элемента обладают разными массами и могут отличаться по физическим свойствам. Например по способности к радиоактивному распаду.
- Cs-137 ($T = 30$ лет); Cs-136 ($T = 13$ суток);
Cs-135 ($T = 8$ лет).

Естественные радиоактивные изотопы

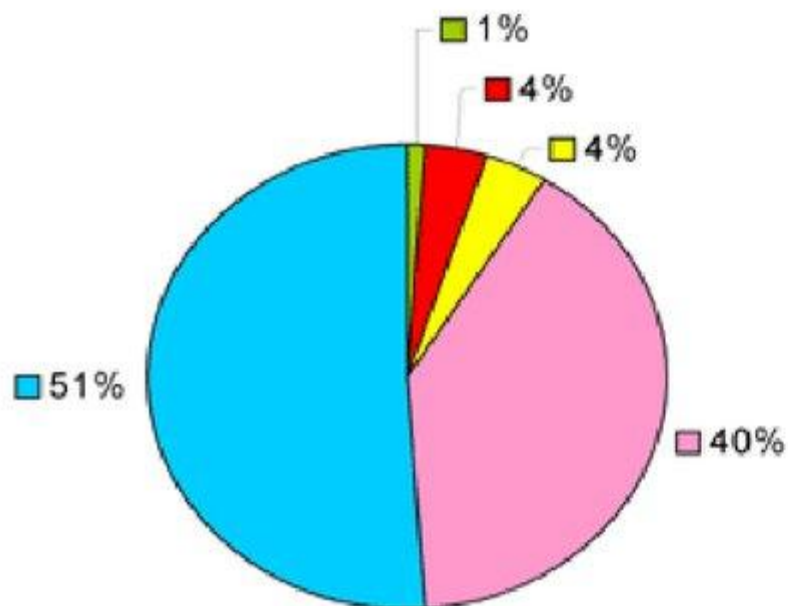
Природными, или естественными, излучателями называются все радиоактивные изотопы, встречающиеся в природе и не созданные человеком.

Наибольшее значение имеют уран (U^{235}), торий (Th^{232}), радий (Ra^{226}) и радон (Rn^{222} , Rn^{220}), калий (K^{40}), кальций (Ca^{48}), рубидий (Rb^{87}), цирконий (Zr^{96}), лантан (La^{138}), самарий (Sm^{147}), лютеций (Lu^{176}), тритий (H^3), бериллий (Be^7 , Be^{10}) и т.д..

- Мощность дозы (естественный фон) – 0,10-0,20 мкЗв/час (10 - 20мкР/час)

ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Вклад различных источников радиации в среднюю дозу облучения человека



- испытания ядерного оружия, радиационные аварии
- космическое излучение
- медицина (флюорография)
- медицина (рентгеноскопия)
- природные источники

Средняя эффективная доза, обусловленная естественными, техногенными ИИ на население составляет в **среднем 2мЗв**

Радиоактивный распад

- Ядерный процесс, в результате которого ядро радиоактивного нуклида преобразуется в ядро нуклида другого химического элемента. Обычно исходное ядро называют материнским. А ядро, образовавшееся в результате радиоактивного распада - дочерним.
- Каждый акт радиоактивного распада ядра сопровождается испусканием частицы определенного сорта, наиболее распространенными являются: α - и β -распад

Ионизирующее излучение (ИИ)

- ИИ- излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака.
- Ион- атом, обладающий электрическим зарядом. Процесс превращения атома в положительный или отрицательный ион называется ионизацией.

Виды ИИ

- **Альфа излучение** – ИИ, состоящее из частиц ядер гелия, испускаемых при радиоактивном распаде ядер или при ядерных превращениях;
- **Бета излучение** – электронное ИИ, испускаемое при ядерных превращениях;

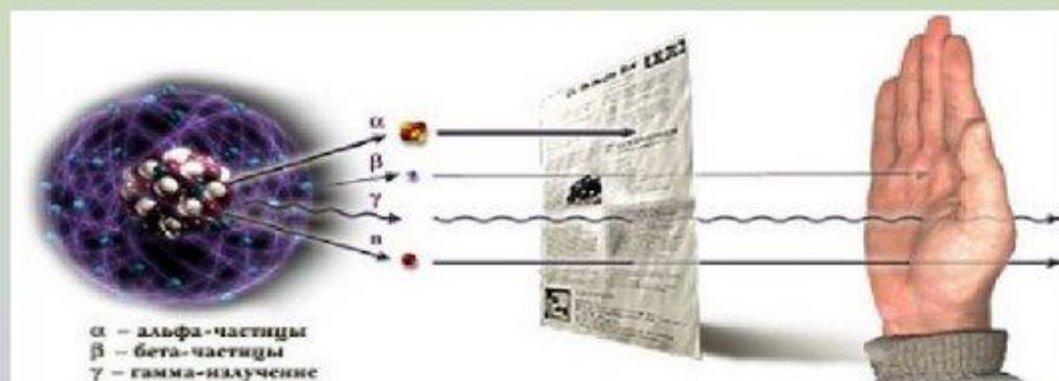
Виды ИИ:

- **Гамма излучение** – электромагнитное ИИ, испускаемое возбужденными атомами.
- **Нейтронное излучение** – нейтронное ИИ, испускаемое при ядерных реакциях при делении тяжелых ядер

Рентгеновское излучение

- **Рентгеновское излучение** — фотонное излучение (тормозное или характеристическое излучение), возникает в рентгеновских трубках, ускорителях электронов, с энергией фотонов не более 1 МэВ. Рентгеновское излучение, так же как и гамма-излучение, имеет высокую проникающую способность и малую плотность ионизации среды.

- Радиация –ионизирующее излучение энергии в виде частиц или электромагнитных волн. При взаимодействии с веществом энергия этого излучения передаётся атомам и молекулам, превращая их в заряженные частицы – ионы, т.е. ионизирует их. Именно поэтому такое ионизирующее излучение оказывает основное действие на биологические объекты.



Нейтральная частица

Понятие «Биологическое действие радиации»

Изменения, вызываемые в жизнедеятельности и структуре живых организмов при воздействии коротковолновых электромагнитных волн (рентгеновского излучения и гамма-излучения) или потоков заряженных частиц, бета-излучения и нейтронов.

D - поглощенная доза;

E- поглощенная энергия;

m-масса тела

$$D = E/m$$

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кг}$$



При изучении действия радиации на живой организм были определены следующие особенности:

- Действие ионизирующих излучений на организм не ощутимо человеком. У людей отсутствует орган чувств, который воспринимал бы ионизирующие излучения.
 - Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться.
 - Излучение действует не только на данный живой организм, но и на его потомство — это так называемый генетический эффект.
 - Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению. При ежедневном воздействии дозы 0,002-0,005 Гр уже наступают изменения в крови.
 - Не каждый организм в целом одинаково воспринимает облучение.
 - Облучение зависит от частоты.
- Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.

Прямое и косвенное действие излучения



Радиоволны, световые волны, тепловая энергия солнца — все это разновидности излучений. Действие излучения происходит на атомном или молекулярном уровне, независимо от того, подвергаемся ли мы внешнему облучению, или получаем радиоактивные вещества с пищей и водой, что нарушает баланс биологических процессов в организме и приводит к неблагоприятным последствиям. Энергию непосредственно передаваемую атомам и молекулам биотканей называют *прямым действием радиации*. Некоторые клетки из-за неравномерности распределения энергии излучения будут значительно повреждены. Кроме прямого облучения выделяют также косвенное или не прямое действие, связанное с

радиолизом воды



MyShared

Прямое действие излучения

Одним из прямых эффектов является *канцерогенез* или развитие онкологических заболеваний. Раковая опухоль возникает, когда соматическая клетка выходит из под контроля организма и начинает активно делиться. Попадая в клетки, излучение нарушают баланс кальция и кодирование генетической информации. Такие явления могут привести к сбоям в синтезе белков, что является жизненно важной функцией всего организма, т.к. неполноценные белки нарушают работу иммунной системы. Наш организм в противовес описанным выше процессам вырабатывает особые вещества, которые являются своего рода "чистильщиками".



Косвенное действие излучения



Кроме прямого ионизирующего облучения выделяют также косвенное или не прямое действие, связанное с радиоллизом воды. При радиоллизе возникают *свободные радикалы* - определенные атомы или группы атомов, обладающие высокой химической активностью. Если число свободных радикалов мало, то организм имеет возможность их контролировать. Если же их становится слишком много, то нарушается работа защитных систем, жизнедеятельность отдельных функций организма. Повреждения, вызванные свободными радикалами, быстро увеличиваются по принципу цепной реакции.

Воздействие излучения на отдельные органы и организм в целом

В структуре организма можно выделить два класса систем: управляющую (нервная, эндокринная, иммунная) и жизнеобеспечивающую (дыхательная, сердечно-сосудистая, пищеварительная). Взаимодействие радиации с организмом начинается с молекулярного уровня. Прямое воздействие ионизирующего излучения, поэтому является более специфичным. Повышение уровня окислителей характерно и для других воздействий.

Радиочувствительность организма зависит от его возраста. Небольшие дозы при облучении детей могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост скелета.



Мутации



Каждая клетка организма содержит молекулу ДНК, которая несет информацию для правильного воспроизведения новых клеток.

ДНК — это дезоксирибонуклеиновая кислота, состоящая из длинных, закругленных молекул в виде двойной спирали. Функция ее заключается в обеспечении синтеза большинства белковых молекул из которых состоят аминокислоты.



Радиация может либо убить клетку, либо исказить информацию в ДНК так, что со временем появятся дефектные клетки. **Изменение генетического кода клетки называют мутацией.**



Мутация, возникающая в половой клетке, называется генетической мутацией и может передаваться последующим поколениям. Допустимые дозы облучения были установлены еще задолго до появления методов, позволяющих установить те печальные последствия, к которым они могут привести ничего не подозревающих людей и их потомков.

Действие больших доз излучений на биологические объекты

Живой организм очень чувствителен к действию ионизирующей радиации. Чем выше на эволюционной лестнице стоит живой организм, тем он более радиочувствителен. "Выживаемость" клетки после облучения зависит одновременно от ряда причин: от объема генетического материала, активности энергообеспечивающих систем, соотношения ферментов, интенсивности образования свободных радикалов *H* и *OH*.

Организм человека, как совершенная природная система, еще более чувствителен к радиации. Если человек перенес общее облучение дозой 100-200 рад, то у него спустя несколько дней появятся признаки лучевой болезни в легкой форме. Большие дозы при длительном воздействии могут вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма.



Два вида облучения организма: внешнее и внутреннее



Излучение может двумя способами оказывать воздействие на человека. Первый способ — *внешнее облучение* от источника, расположенного вне организма, которое в основном зависит от радиационного фона местности на которой проживает человек или от других внешних факторов. Второй — *внутреннее облучение*, обусловленное поступлением внутрь организма радиоактивного вещества, главным образом с продуктами питания. Внешнее и внутреннее облучения требуют различные меры предосторожности, которые должны быть приняты против опасного действия радиации.

Как защититься от радиации?

- Защита временем. чем меньше время пребывания вблизи источника радиации, тем меньше полученная от него доза облучения.
- Защита расстоянием заключается в том, что излучение уменьшается при удалении от компактного источника. То есть если на расстоянии 1 метра от источника радиации дозиметр показывает 1000 микрорентген в час, то на расстоянии 5 метров — около 40 мкР/час, вот почему часто источники радиации так сложно обнаружить. На больших расстояниях они «не ловятся», надо чётко знать место, где искать.
- Защита веществом. Необходимо стремиться к тому, чтобы между Вами и источником радиации было как можно больше вещества. Чем оно плотнее и чем его больше, тем значительнее часть радиации, которую оно может поглотить.



Крупнейшие радиационные аварии и катастрофы в мире

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) произошла крупнейшая ядерная авария в мире, с частичным разрушением активной зоны реактора и выходом осколков деления за пределы зоны. По свидетельству специалистов, авария произошла из-за попытки проделать эксперимент по снятию дополнительной энергии во время работы основного атомного реактора.





В атмосферу было выброшено 190 тонн радиоактивных веществ. 8 из 140 тонн радиоактивного топлива реактора оказались в воздухе.

Другие опасные вещества продолжали покидать реактор в результате пожара, длившегося почти две недели. Люди в Чернобыле подверглись облучению в 90 раз большему, чем при падении бомбы на Хиросиму. В результате аварии произошло радиоактивное заражение в радиусе 30 км.

Загрязнена территория площадью 160 тысяч квадратных километров.

Пострадали северная часть Украины, Беларусь и запад России.

Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек.



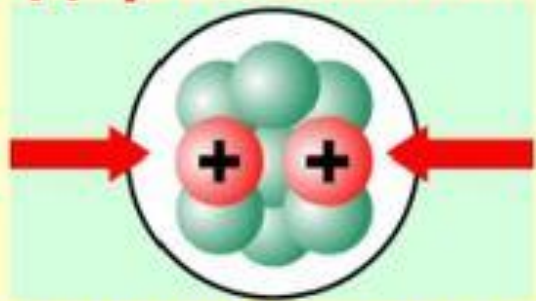


11 марта 2011 года в Японии произошло самое мощное за всю историю страны землетрясение. В результате на АЭС Онагава была разрушена турбина, возник пожар, который удалось быстро ликвидировать. На АЭС Фукусима-1 ситуация сложилась очень серьезная - в результате отключения системы охлаждения расплавилось ядерное топливо в реакторе блока №1, снаружи блока была зафиксирована утечка радиации, в 10-километровой зоне вокруг АЭС проведена эвакуация.

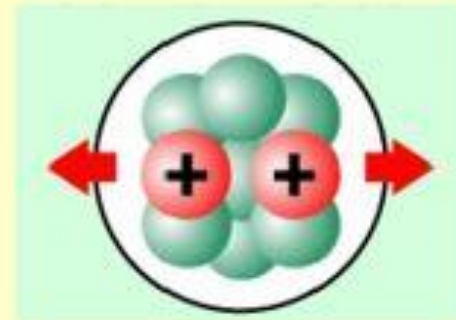


Силы действующие в ядре

Между частицами, входящими в ядро, действуют особые силы взаимного притяжения – **ядерные силы**



Между протонами ядра действуют силы взаимного отталкивания



По величине ядерные силы огромны и намного больше сил взаимного отталкивания протонов



Свойства ядерных сил:

- Самые мощные силы в природе; (во много раз мощнее электрических);
- действуют между всеми нуклонами в ядре;
- силы притяжения;
- короткодействующие.

Методы регистрации элементарных частиц

1. Счётчик Гейгера

(ударная ионизация, фиксирует только факт пролёта частиц)

2. Камера Вильсона

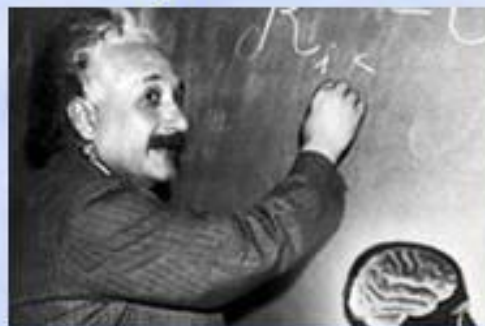
(перенасыщенный пар, фиксирует траекторию полёта частицы)

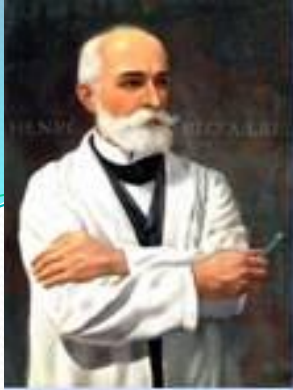
3. Пузырьковая камера

(перегретая жидкость, фиксирует траекторию частицы)



**Альберт Эйнштейн
сравнил открытие
радиоактивности с
открытием огня,
так как считал, что и огонь
и радиоактивность –
одинаково крупные вехи
в истории цивилизации.**





Беккерель обнаружил, что уран самопроизвольно излучает невидимые лучи.

С препаратами урана работал еще его отец, который показал, что после прекращения действия солнечного света их свечение исчезает очень быстро – менее чем за сотую долю секунды.

Однако никто не проверял, сопровождается ли это свечение испусканием каких-то других лучей, способных проходить сквозь непрозрачные материалы.

Именно это решил проверить Беккерель.

24 февраля 1896 на еженедельном заседании Академии он рассказал, что беря фотопластинку, завернутую в два слоя плотной черной бумаги, кладя на нее кристаллы урана и **выставляя все это на несколько часов на солнечный свет, то после проявления фотопластинки на ней можно видеть несколько размытый контур кристаллов.**

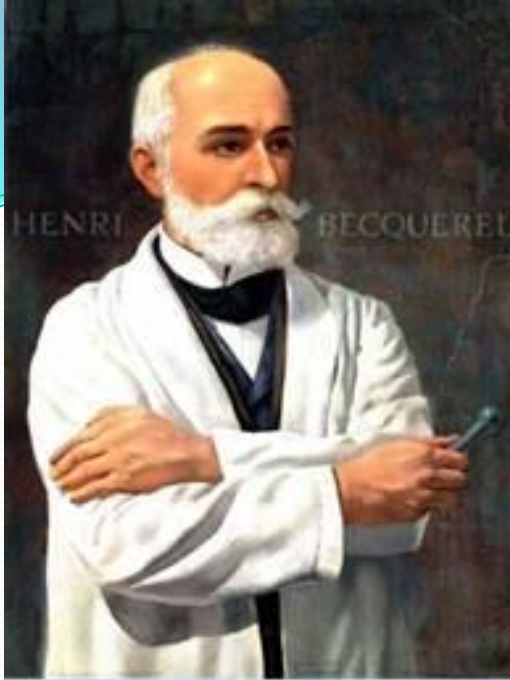
Если между пластинкой и кристаллами поместить монету или вырезанную из жести фигуру, то после проявления на пластинке появляется четкое изображение этих предметов.



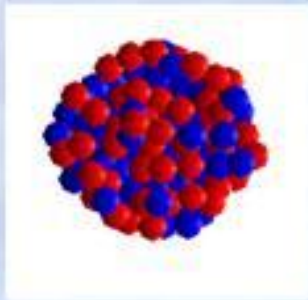


Беккерель начал ставить множество опытов, чтобы лучше понять условия, при которых появляются лучи, засвечивающие фотопластинку, и исследовать свойства этих лучей.

Он помещал между кристаллами и фотопластинкой разные вещества – бумагу, стекло, пластинки алюминия, меди, свинца разной толщины и всё это освещал солнцем.



Он получил, что
результаты всех
прежних опытов никак
не были связаны с
солнцем; **имело**
значение лишь то,
как долго урановая
соль находилась
вблизи
фотопластинки.



1898 год

**Мария склодовская-Кюри,
исследуя урановые руды
открыла новые
радиоактивные химические
элементы**

(полний и радий)

**Все химические элементы с
 $N > 83$ радиоактивны**



Радиоактивность

Свойство радиоактивности

- 1. Постоянство радиоактивного излучения**
- 2. Выделение энергии**

Радиоактивные превращения

- 1. Ядро претерпевает изменения**
- 2. Выполняется закон сохранения массового и зарядового числа**

сумма зарядов (массовых чисел) ядер до реакции равна сумме зарядов (массовых чисел) ядер после реакции

A – массовое число

Z- зарядовое число

(число протонов в ядре)

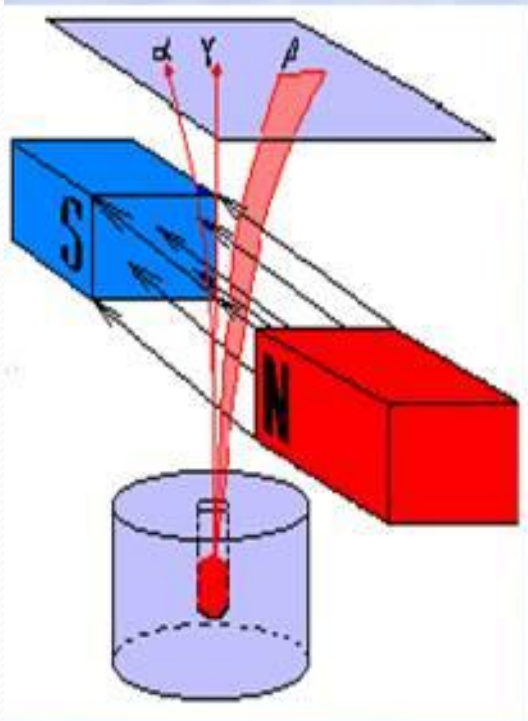
N- число нейтронов в ядре

$$A = Z + N$$

**В 1899 г. группа учёных
под руководством Эрнеста
Резерфорда
экспериментально
обнаружила, что
радиоактивное излучение
неоднородно.**



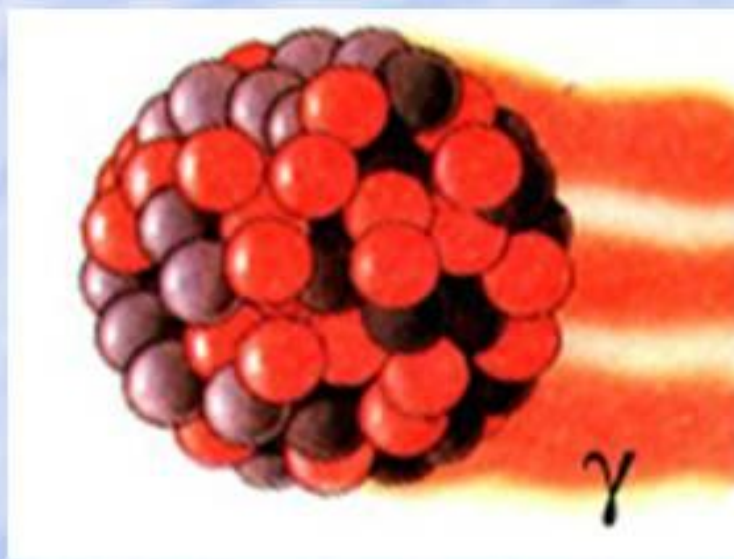
Пьер Кюри обнаружил, что при действии магнитного поля на излучение радия одни лучи отклоняются, а другие нет.



Было известно, что магнитное поле отклоняет только заряженные летящие частицы, причем положительные и отрицательные в разные стороны.

γ -излучение

**электромагнитные волны,
распространяющиеся со
скоростью света**

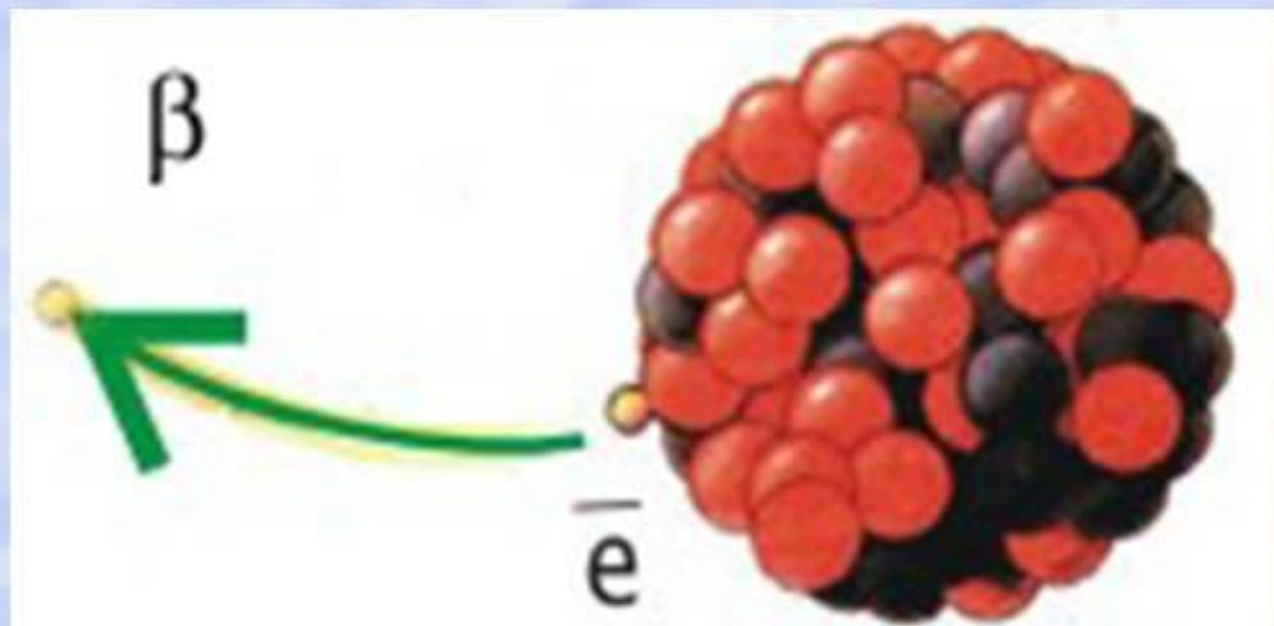


Причина γ -излучения

*Возникает при переходе ядра из
возбуждённого состояния в более
низкие энергетические
состояния*

β -излучение

поток электронов

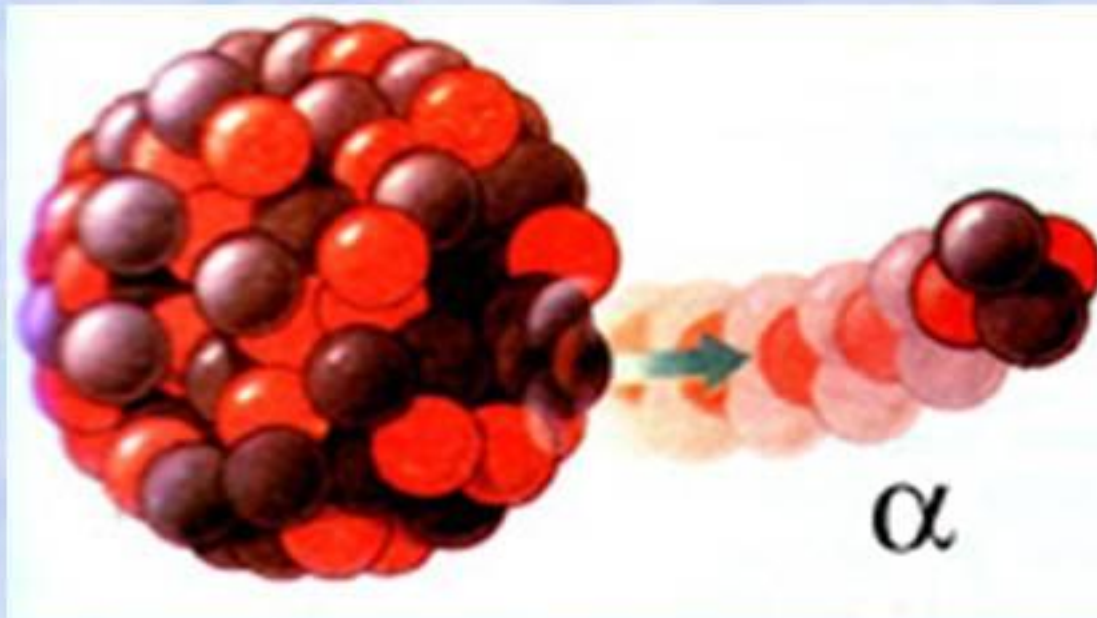


Причина β -излучения

*Если ядро содержит
избыточное число нейтронов*

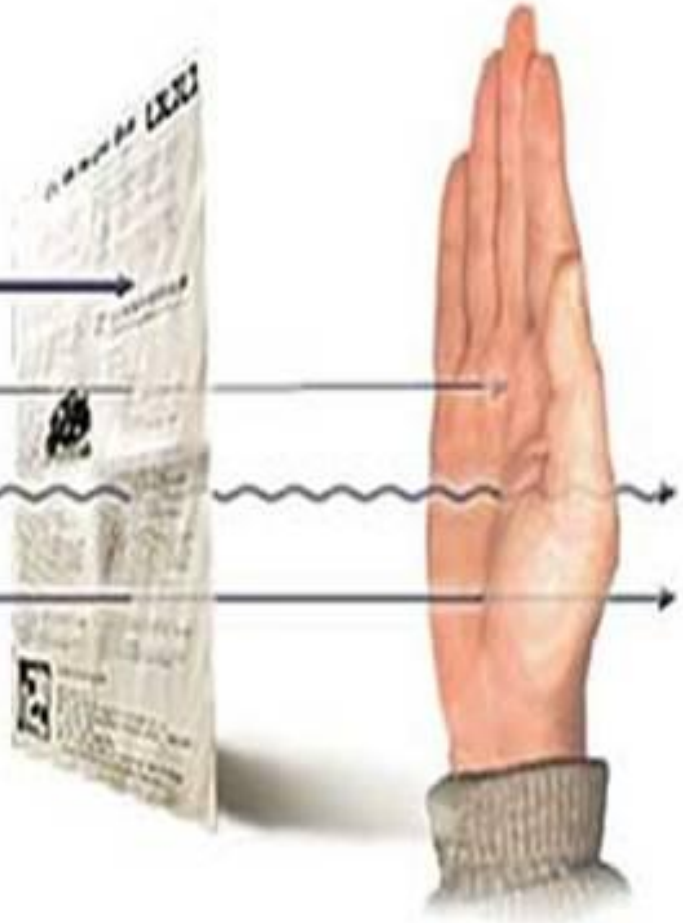
α -излучение

поток ядер гелия



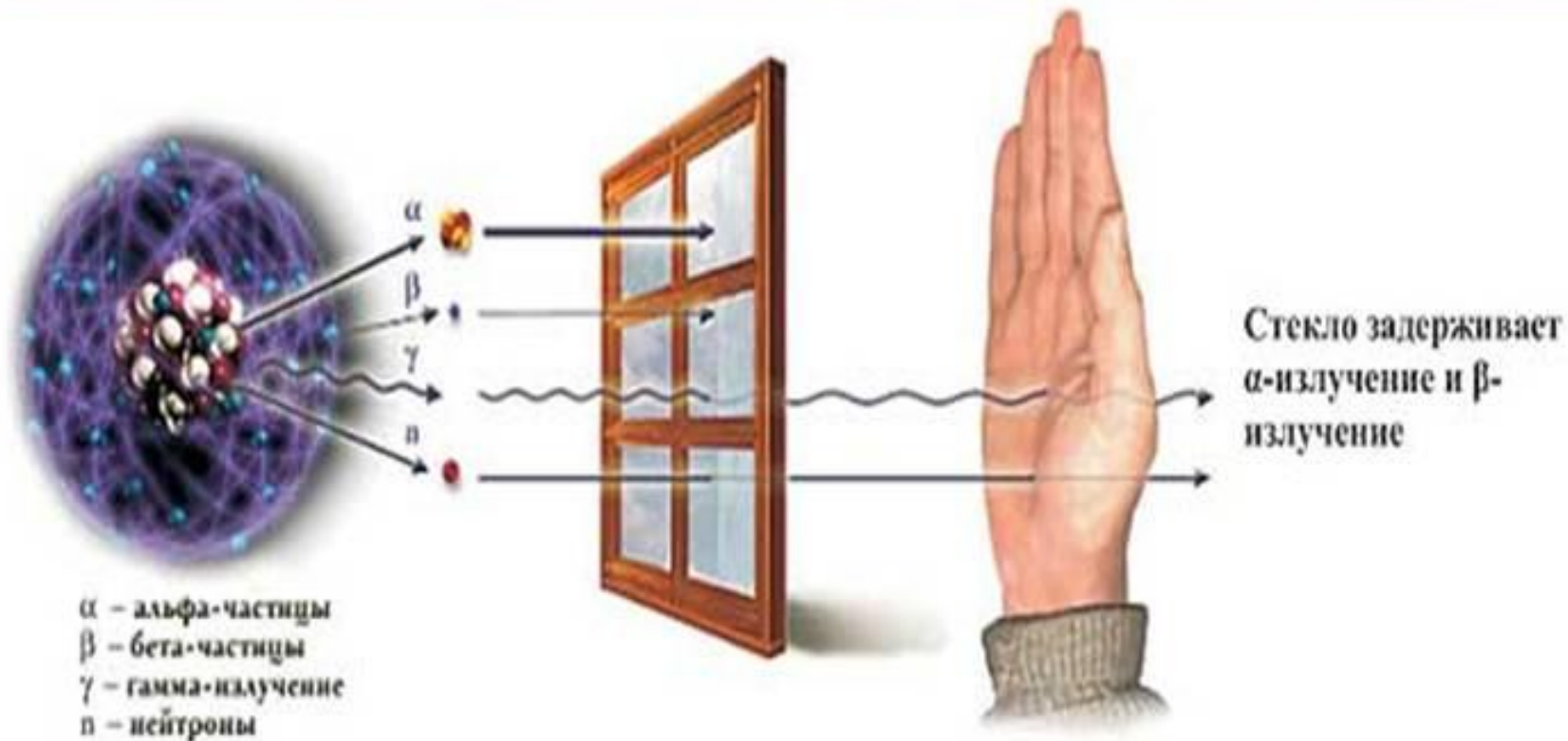


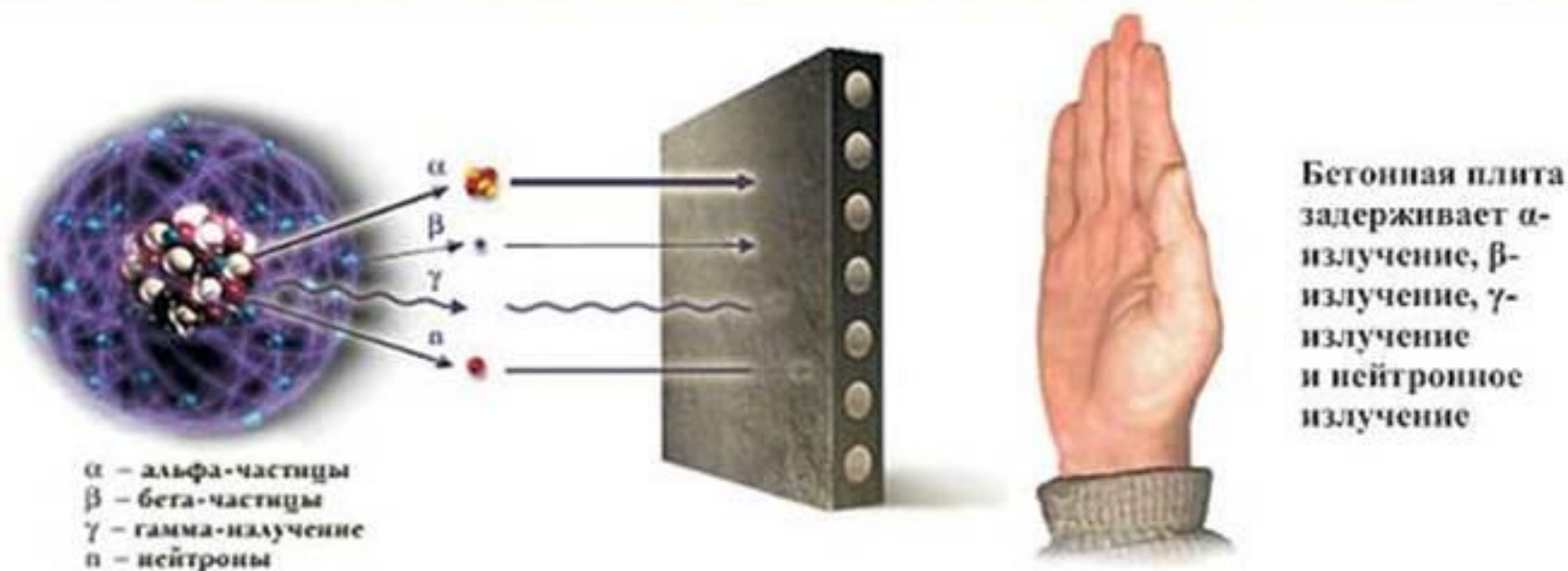
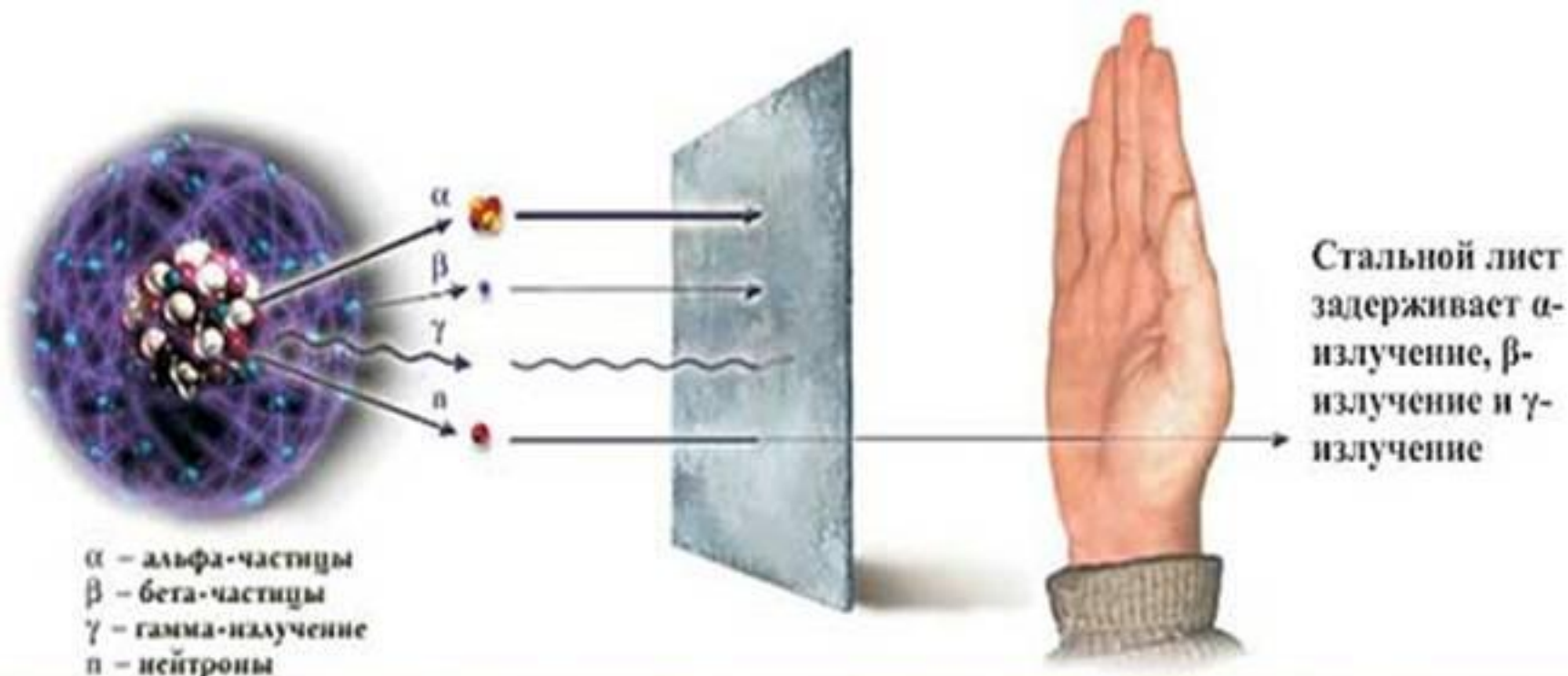
α
β
γ
n



Бумага задерживает
только α-излучение

α - альфа-частицы
β - бета-частицы
γ - гамма-излучение
n - нейтроны



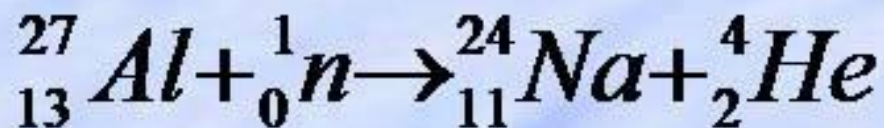
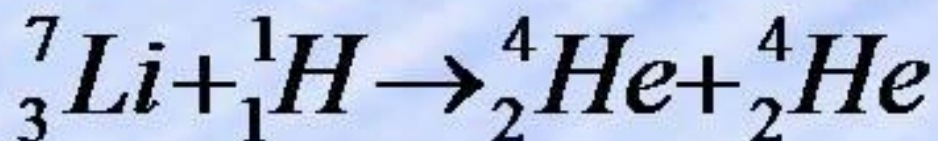


***В результате
радиоактивного распада
происходит превращения
атомов одного химического
элемента в атомы другого
химического элемента***

Ядерные реакции



изменение атомных ядер при
взаимодействии с
элементарными частицами
или друг с другом



Методы регистрации элементарных частиц

- 1. Счётчик Гейгера**
(ударная ионизация, фиксирует только факт пролёта частиц)
- 2. Камера Вильсона**
(перенасыщенный пар, фиксирует траекторию полёта частицы)
- 3. Пузырьковая камера**
(перегретая жидкость, фиксирует траекторию частицы)

