

Тема занятия:

Радиоактивность.

Альфа-, бета-, гамма-
распад атомного ядра.

Закон радиоактивного
распада.

- Слайды под запись в тетради: №1, 4, 11-17, 19-23, 25-29, 33-35.

Примерно 2500 лет назад древнегреческими философами

Левкиппом и Демокритом было высказано предположение о том, что все тела состоят из мельчайших частиц, атомов, что означает неделимые.

Но с середины XIX века стали появляться экспериментальные факты, которые ставили под сомнение представления о неделимости атомов. Результаты этих экспериментов показывали, что атомы имеют сложную структуру и что в их состав входят электрически заряженные частицы.

Какие это эксперименты?

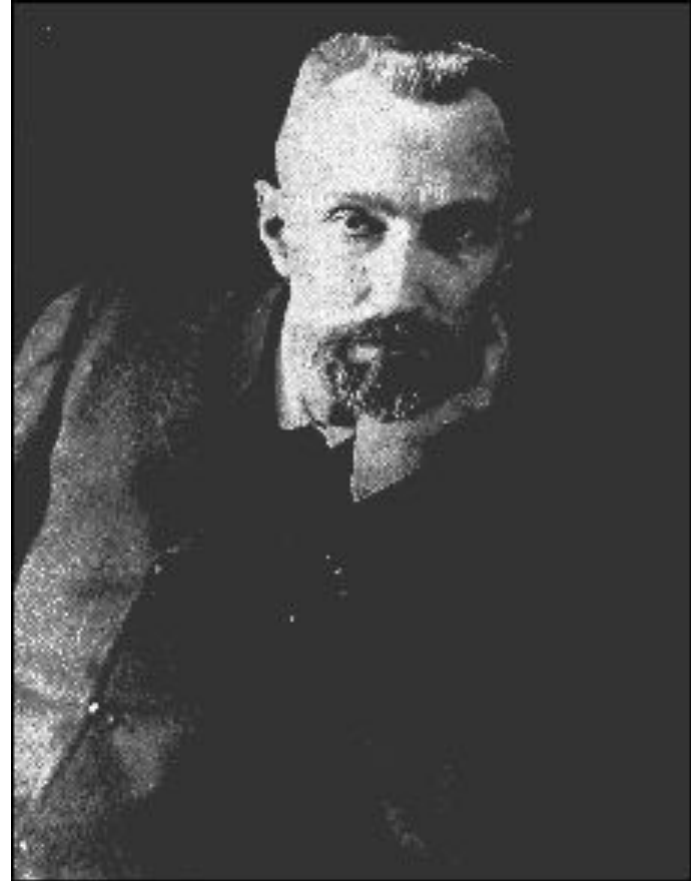
История вопроса.

- **1896 г.** - французский физик А. Беккерель, изучая явления люминесценции **солей урана**, установил, что урановая соль испускает лучи неизвестного типа, которые проходят через бумагу, дерево, тонкие металлические пластины, ионизирует воздух.
- **1898 г.** - Мария Склодовская – Кюри, исследуя **урановые руды**, обнаружила новые химические элементы: полоний, радий.
- **1898 г.** - Э. Резерфорд выделил 2 вида лучей: альфа - лучи и бета – лучи.
- **1900 г.** - П. Виллард открыл гамма – лучи.
- **1902 г.** - Э. Резерфорд и Ф. Содди доказали, что в результате радиоактивного распада происходит превращение атомов одного химического элемента в атомы другого химического элемента, сопровождаемое испусканием различных частиц (правила смещения), например радия в радон



1896 год. Изучая действие люминесцирующих веществ на фотопленку, французский физик **Антуан Беккерель** обнаружил неизвестное излучение. Он проявил фотопластинку, на которой в темноте некоторое время находился медный крест, покрытый солью урана. На фотопластинке получилось изображение в виде отчетливой тени креста. Это означало, что соль урана самопроизвольно излучает. За открытие явления естественной радиоактивности Беккерель в 1903 году был удостоен Нобелевской премии.





В 1898 году другие французские ученые **Мария Склодовская-Кюри** и **Пьер Кюри** выделили из уранового минерала два новых вещества, радиоактивных в гораздо большей степени, чем уран и торий. Так были открыты два неизвестных ранее радиоактивных элемента - **полоний и радий**, а Мария, кроме того обнаруживает (независимо от немецкого физика Г.Шмидта) явление радиоактивности у тория.

Полоний



Впоследствии было установлено, что все химические элементы с порядковым номером более 83 являются радиоактивными

2	Li 6,941 2s ¹ Литий	Be 9,012 2s ² Бериллий	B 10,811 2s ² 2p ¹ Бор	C 12,011 2s ² 2p ² Углерод	N 14,0067 2s ² 2p ³ Азот	O 15,999 2s ² 2p ⁴ Кислород	F 18,998 2s ² 2p ⁵ Фтор	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶ Неон											
3	Na 22,989 3s ¹ Натрий	Mg 24,305 3s ² Магний	Al 26,981 3s ² 3p ¹ Алюминий	Si 28,086 3s ² 3p ² Кремний	P 30,973 3s ² 3p ³ Фосфор	S 32,06 3s ² 3p ⁴ Сера	Cl 35,453 3s ² 3p ⁵ Хлор	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶ Аргон											
4	K 39,098 4s ¹ Калий	Ca 40,08 4s ² Кальций	Sc 44,956 3d ¹ 4s ² Скандий	Ti 47,90 3d ² 4s ² Титан	V 50,942 3d ³ 4s ² Ванадий	Cr 51,996 3d ⁵ 4s ¹ Хром	Mn 54,938 3d ⁵ 4s ² Марганец	Fe 55,847 3d ⁶ 4s ² Железо	Co 58,933 3d ⁷ 4s ² Кобальт	Ni 58,70 3d ⁸ 4s ² Никель									
5	Rb 85,478 5s ¹ Рубидий	Sr 87,62 5s ² Стронций	Y 88,906 4d ¹ 5s ² Иттрий	Zr 91,22 4d ² 5s ² Цирконий	Nb 92,906 4d ⁴ 5s ¹ Ниобий	Mo 95,94 4d ⁵ 5s ¹ Молибден	Tc 98,916 4d ⁵ 5s ² Технеций	Ru 101,07 4d ⁸ 5s ¹ Рутений	Rh 102,905 4d ⁹ 5s ¹ Родий	Pd 106,4 4d ¹⁰ Палладий									
6	Cs 132,905 6s ¹ Цезий	Ba 137,33 6s ² Барий	La 138,905 5d ¹ 6s ² Лантан	Hf 178,49 5d ² 6s ² Гафний	Ta 180,948 5d ³ 6s ² Тантал	W 183,85 5d ⁴ 6s ² Вольфрам	Re 186,207 5d ⁵ 6s ² Рений	Os 190,2 5d ⁶ 6s ² Осмий	Ir 192,22 5d ⁷ 6s ² Иридий	Pt 195,09 5d ⁹ 6s ¹ Платина									
7	Fr [223] 7s ¹ Франций	Ra 226,025 7s ² Радий	Ac [227] 6d ¹ 7s ² Актиний	Rf [261] 6d ² 7s ² Резерфордий	Bh [262] 6d ³ 7s ² Борий	Hs [265] 6d ⁴ 7s ² Хассий	Mt [266] 6d ⁵ 7s ² Мейтнерий	108 [265] Hs	109 [266] Mt	110 [272]									
<p>83 208,98 Bi ВИСМУТ</p>																			
<p>Плантаноиды</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>58</td> <td>Ce 140,12 4f¹5d¹6s² Церий</td> <td>Pr 140,908 4f³6s² Прозеолим</td> <td>Nd 144,24 4f⁴6s² Неодим</td> <td>Pm [145] 4f⁵6s² Прометий</td> <td>Sm 150,4 4f⁶6s² Самарий</td> <td>Eu 151,96 4f⁷6s² Европий</td> <td>Gd 157,25 4f⁷5d¹6s² Гадолиний</td> <td>Tb 158,925 4f⁹6s² Тербий</td> </tr> </tbody> </table>											58	Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	Pr 140,908 4f ³ 6s ² Прозеолим	Nd 144,24 4f ⁴ 6s ² Неодим	Pm [145] 4f ⁵ 6s ² Прометий	Sm 150,4 4f ⁶ 6s ² Самарий	Eu 151,96 4f ⁷ 6s ² Европий	Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний	Tb 158,925 4f ⁹ 6s ² Тербий
58	Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	Pr 140,908 4f ³ 6s ² Прозеолим	Nd 144,24 4f ⁴ 6s ² Неодим	Pm [145] 4f ⁵ 6s ² Прометий	Sm 150,4 4f ⁶ 6s ² Самарий	Eu 151,96 4f ⁷ 6s ² Европий	Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний	Tb 158,925 4f ⁹ 6s ² Тербий											
<p>Актинοиды</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>90</td> <td>Th 232,038 6d²7s² Торий</td> <td>Pa [231] 5f¹6d¹7s² Протактиний</td> <td>U 238,02891 5f³6d¹7s² Уран</td> <td>Np [237] 5f⁴6d¹7s² Нептуний</td> <td>Pu [244] 5f⁶7s² Плутоний</td> <td>Am [243] 5f⁷7s² Америций</td> <td>Cm [247] 5f⁷6d¹7s² Кюрий</td> <td>Bk [247] 5f⁹7s² Берклий</td> </tr> </tbody> </table>											90	Th 232,038 6d ² 7s ² Торий	Pa [231] 5f ¹ 6d ¹ 7s ² Протактиний	U 238,02891 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	Pu [244] 5f ⁶ 7s ² Плутоний	Am [243] 5f ⁷ 7s ² Америций	Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	Bk [247] 5f ⁹ 7s ² Берклий
90	Th 232,038 6d ² 7s ² Торий	Pa [231] 5f ¹ 6d ¹ 7s ² Протактиний	U 238,02891 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	Pu [244] 5f ⁶ 7s ² Плутоний	Am [243] 5f ⁷ 7s ² Америций	Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	Bk [247] 5f ⁹ 7s ² Берклий											

Силы, связывающие нуклоны в ядре, называются
ядерными.

Ядерные силы короткодействующие (радиус
действия 10^{-15} м)

Ядерные силы \gg сил электрического
взаимодействия зарядов

Ядерные силы действуют между нуклонами
независимо от их

заряда (протон-протон, нейтрон-протон, нейтрон-
нейтрон)

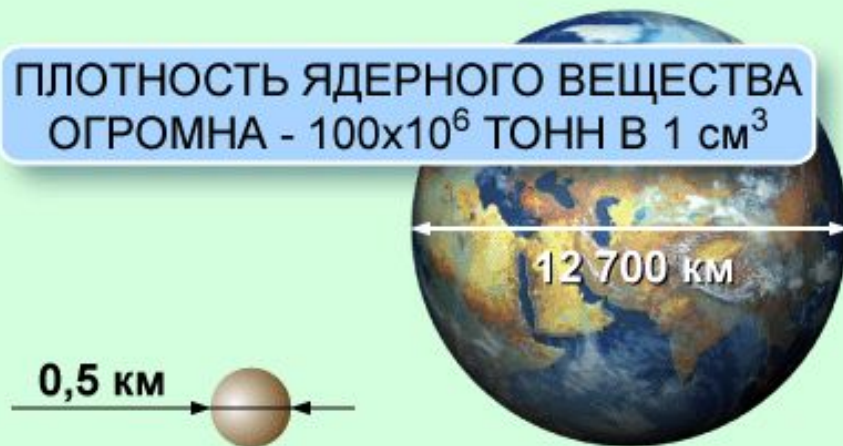
Каждый нуклон взаимодействует только с
ограниченным числом
ближайших к нему нуклонов

МАССА ПРОТОНА ИЛИ НЕЙТРОНА
В 1840 РАЗ БОЛЬШЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНА



ПОЭТОМУ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ МАССА
АТОМА СОСРЕДОТОЧЕНА В ЕГО ЯДРЕ

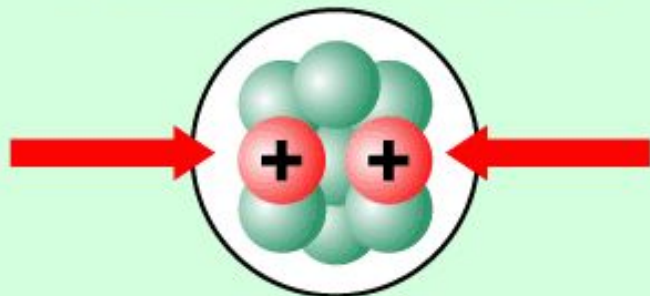
ПЛОТНОСТЬ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА
ОГРОМНА - 100×10^6 ТОНН В 1 см^3



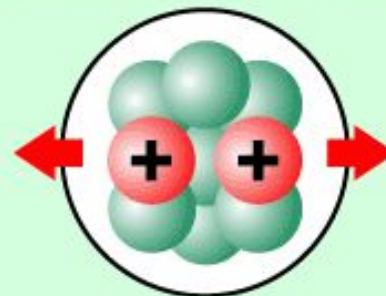
ШАР, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА,
ДИАМЕТРОМ 0,5 км РАВЕН ПО ВЕСУ ЗЕМНОМУ ШАРУ

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ЯДРЕ

МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ, ВХОДЯЩИМИ В ЯДРО,
ДЕЙСТВУЮТ ОСОБЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО
ПРИТЯЖЕНИЯ - ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ



МЕЖДУ ПРОТОНАМИ ЯДРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ
ОДНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ,
ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ



ПО СВОЕЙ ВЕЛИЧИНЕ ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ОГРОМНЫ
И ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ ПРОТОНОВ

Типы радиоактивного распада.

1. Альфа - распад.
2. Бета - распад.
3. Гамма - излучение.

РАДИОАКТИВНОСТЬ – это способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра, испуская при этом различные частицы. Всякий самопроизвольный радиоактивный распад экзотермичен, то есть происходит с выделением тепла.

АЛЬФА-ЧАСТИЦА (α -частица)– ядро атома гелия. Содержит два протона и два нейтрона. Испусканием α -частиц сопровождается одно из радиоактивных превращений (альфа-распад ядер) некоторых химических элементов.

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ (гамма-кванты)– коротковолновое электромагнитное излучение с длиной волны меньше 2×10^{-10} м. Из-за малой длины волны волновые свойства гамма-излучения проявляются слабо, и на первый план выступают корпускулярные свойства, в связи с чем его представляют в виде потока гамма-квантов (фотонов).

БЕТА-ЧАСТИЦА

– испускаемый при бета-распаде электрон. Поток бета-частиц является одним из видов радиоактивных излучений с проникающей способностью, большей, чем у альфа-частиц, но меньшей, чем у гамма-излучения.

Виды радиоактивного излучения.

```
graph TD; A[Виды радиоактивного излучения.] --> B[Альфа- лучи]; A --> C[Бета- лучи]; A --> D[Гамма- лучи];
```

Альфа- лучи

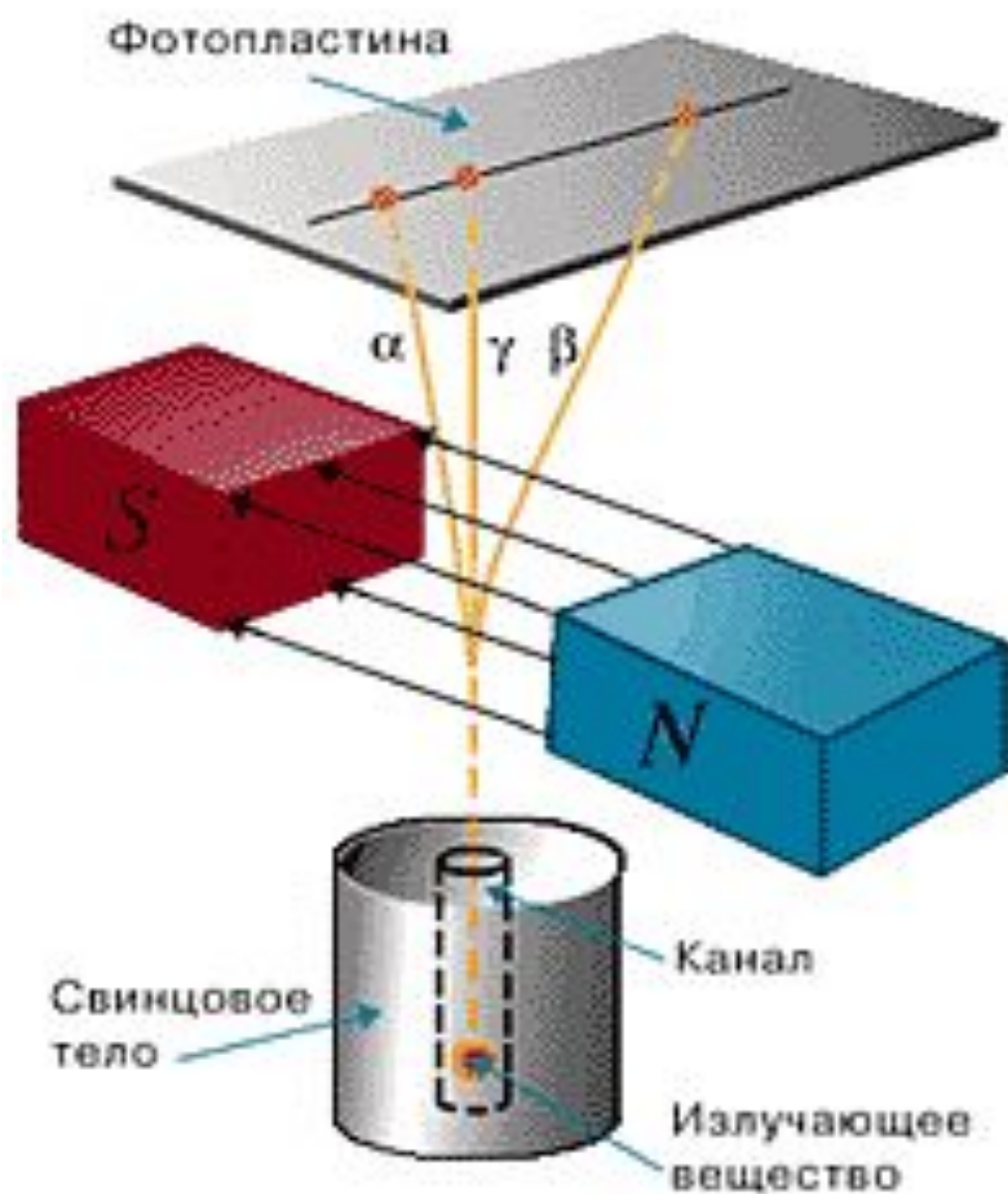
Тяжелые положительно заряженные частицы (ядра атомов гелия).

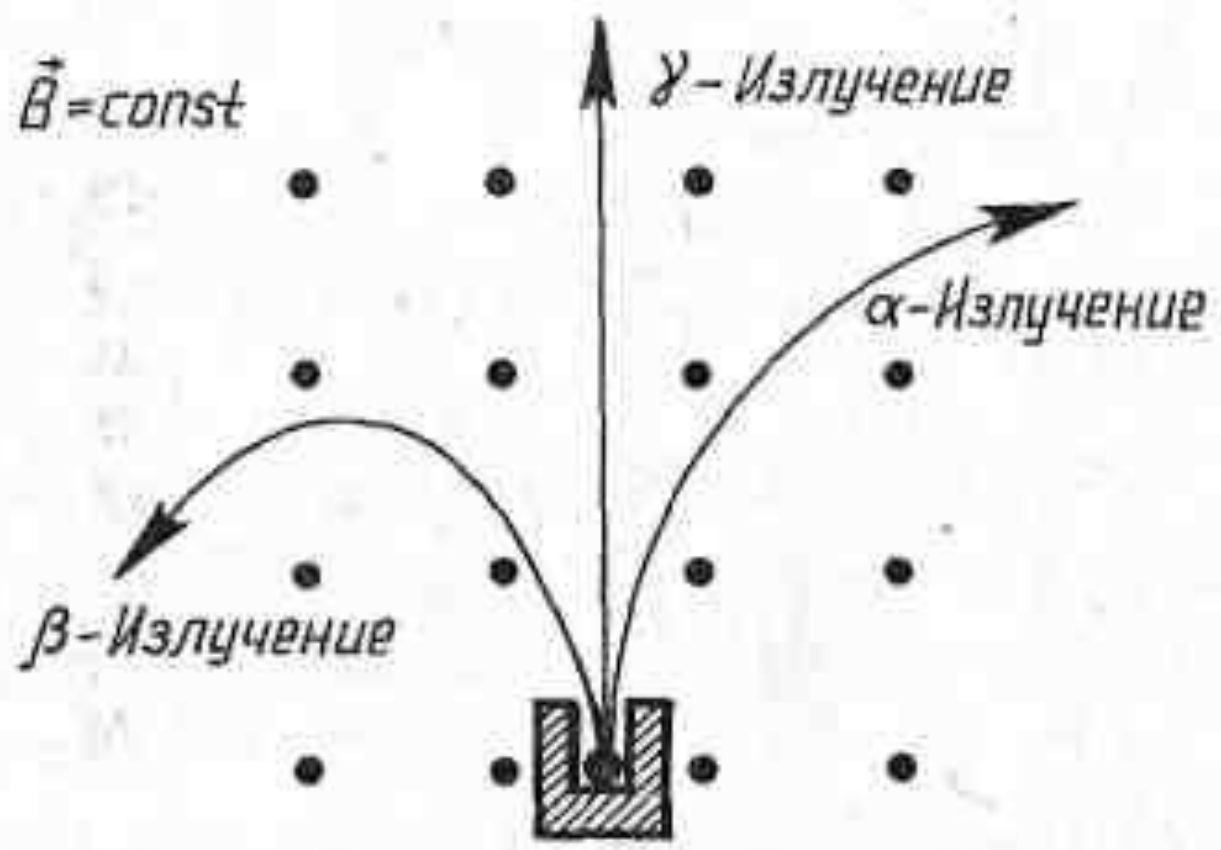
Бета- лучи

Легкие отрицательно заряженные частицы (тождественны электронам).

Гамма- лучи

Нейтральное электромагнитное излучение.





Виды радиоактивности

Естественная радиоактивность-

радиоактивность, наблюдаемая у неустойчивых изотопов, существующих в природе. У больших ядер нестабильность возникает вследствие конкуренции между притяжением

нуклонов ядерными силами и кулоновским отталкиванием протонов.

Не существует стабильных ядер с зарядовым числом $Z > 83$ и массовым числом $A > 209$.

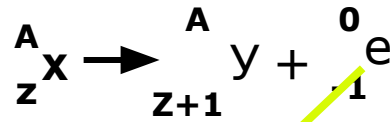
Искусственная радиоактивность-

радиоактивность изотопов,

полученных искусственно при ядерных реакциях.

Свойства радиоактивных излучений

Вид излучения	Природа излучения	Проникающая способность
Альфа-излучение	Ядра атомов гелия	Слой бумаги толщиной 0.1 мм непрозрачен
Бетта-излучение	Испускаются электроны и позитроны. В этих реакциях образуется <i>нейтрино</i>	Задерживает алюминиевая пластина толщиной в несколько мм
Гамма-излучение	Коротковолновое электромагнитное излучение	Проникающая способность больше, чем у рентгеновского излучения



Бета - распад

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетические уровни
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		VIII		VIII		a			
		a	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а
1	1	H 1,008 ВОДОРОД																He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,0122 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,007 АЗОТ	O 15,999 КИСЛОРОД	F 18,998 ФТОР	Ne 20,179 НЕОН									Ne 39,948 АРГОН
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	Mg 24,312 МАГНИЙ	Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	Si 28,086 КРЕМНИЙ	P 30,974 ФОСФОР	S 32,06 СЕРЬ	Cl 35,453 ХЛОРОД	Ar 39,948 АРГОН									
4	4	K 39,102 КАЛИЙ	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,956 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,941 ВАНАДИЙ	Cr 51,996 ХРОМ	Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	Fe 55,849 ЖЕЛЕЗО	Co 58,933 КОБАЛЬТ	Ni 58,7 НИКЕЛЬ							
	5	Cu 63,546 МЕДЬ	Zn 65,37 ЦИНК	Ga 69,72 ГАЛЛИЙ	Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ	As 74,922 МЫШЬЯК	Se 78,96 СЕЛЕН	Br 79,904 БРОМ	Kr 83,8 КРИПТОН									
5	6	Rb 85,468 РУБИДИЙ	Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	Y 88,906 ИТРИЙ	Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	Nb 92,906 НИОБИЙ	Mo 95,94 МОЛИБДЕН	Tc [99] ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101,07 РУТЕНИЙ	Rh 102,906 РОДИЙ	Pd 106,4 ПАЛЛАДИЙ							
	7	Ag 107,868 СЕРЕБРО	Cd 112,41 КАДМИЙ	In 114,82 ИНДИЙ	Sn 118,69 ОЛОВО	Sb 121,75 СУРЬМА	Te 127,6 ТЕЛЛУР	I 126,905 ИОД	Xe 131,3 КСЕНОН									
6	8	Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	Ba 137,34 БАРИЙ	La-71 ЛАНТАНОИДЫ	Hf 178,49 ГАФНИЙ	Ta 180,948 ТАНТАЛ	W 183,85 ВОЛЬФРАМ	Re 186,207 РЕНИЙ	Os 190,2 ОСМИЙ	Ir 192,22 ИРИДИЙ	Pt 195,09 ПЛАТИНА							
	9	Au 196,967 ЗОЛОТО	Hg 200,59 РУТУТЬ	Tl 204,37 ТАЛЛИЙ	Pb 207,19 СВИНЕЦ	Bi 208,98 ВИСМУТ	Po [209] ПОЛОНИЙ	At [210] АСТАТ	Rn [222] РАДОН									
7	10	Fr [223] ФРАНЦИЙ	Ra [226] РАДИЙ	89-103 АКТИНОИДЫ	Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db [262] ДУБНИЙ	Sg [263] СИБОРГИЙ	Bh [264] БОРИЙ	Hn [265] ХАНИЙ	Mt [266] МЕЙТНЕРИЙ	110 [267] [268]							

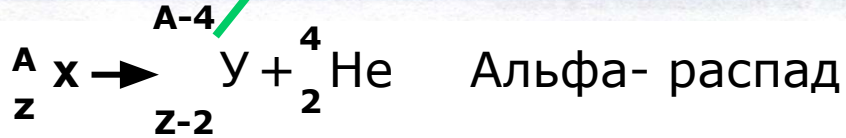


Д.И. Менделеев
1834-1907

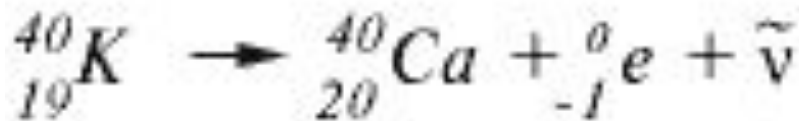
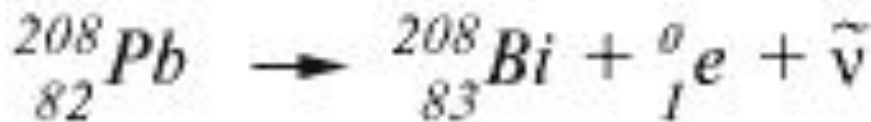
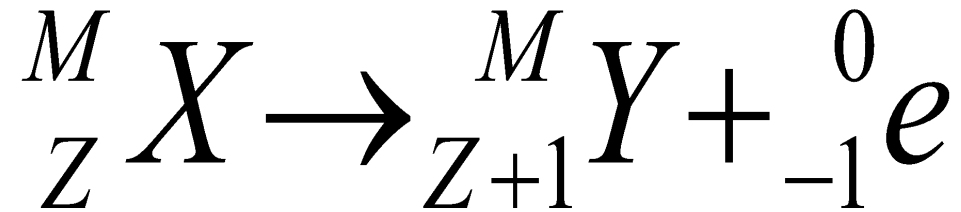
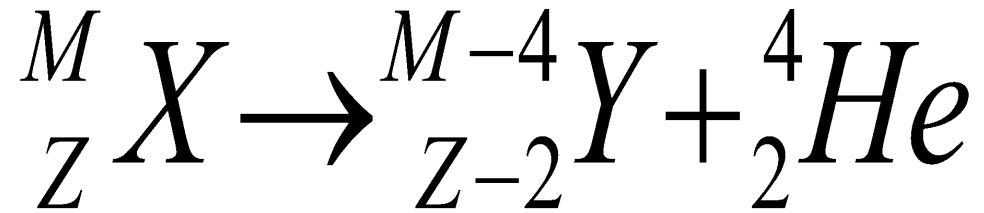
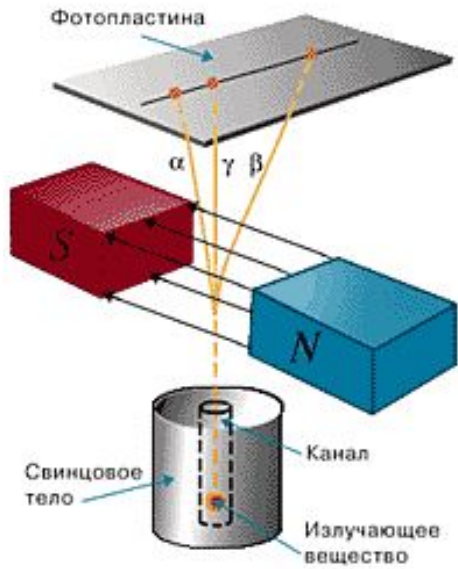


- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

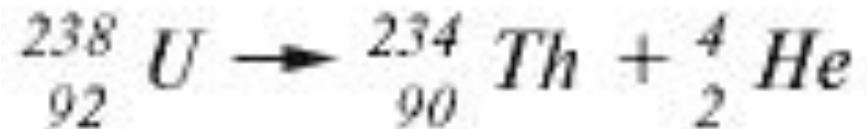
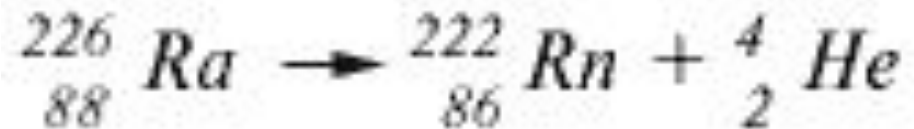
ЛАНТАНОИДЫ														
57 La 138,906 ЛАНТАН	58 Ce 140,12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140,908 ПРАЗЕОДИМ	60 Nd 144,24 НЕОДИМ	61 Pm [145] ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150,4 САМРИЙ	63 Eu 151,96 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158,926 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,5 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164,93 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167,26 ЭРБИЙ	69 Tm 168,934 ТУЛИЙ	70 Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,97 ЛЮТЕЦИЙ
АКТИНОИДЫ														
89 Ac [227] АКТИНИЙ	90 Th 232,038 ТОРИЙ	91 Pa [231] ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238,029 УРАН	93 Np [237] НЕПУТНИЙ	94 Pu [244] ПЛУТОНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КУРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr [260] ЛОУРЕНСИЙ



Правила смещения при α - и β - радиоактивном распаде



Примеры β -распада



Примеры α -распада

Альфа-распад.

- Превращение атомных ядер, сопровождаемое испусканием альфа-частиц.



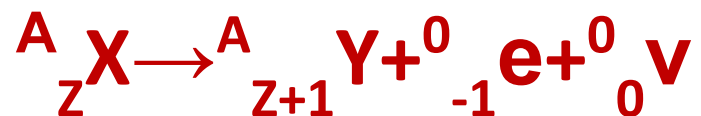
Где

${}^{A-4}_{Z-2} Y$ - символ дочернего ядра,

${}^4_2 \text{He}$ - ядро атома гелия,

Бета- распад.

Превращение атомных ядер, сопровождаемое выбросом потока электронов, рождающихся в результате превращения нейтронов в протоны.



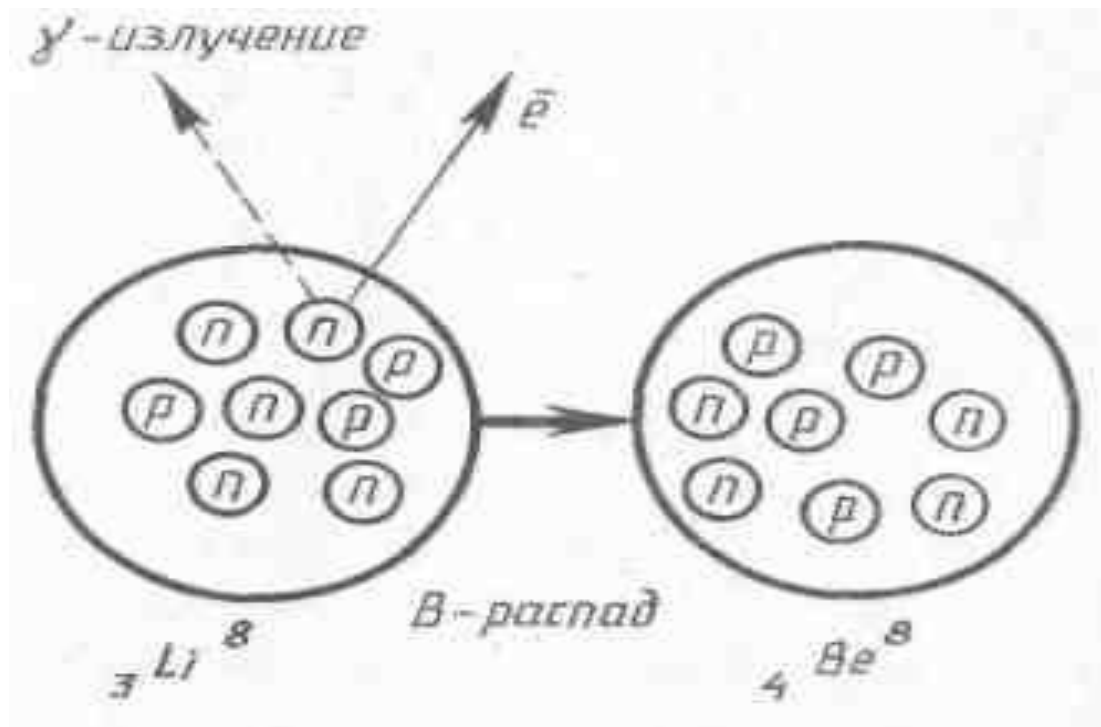
Где

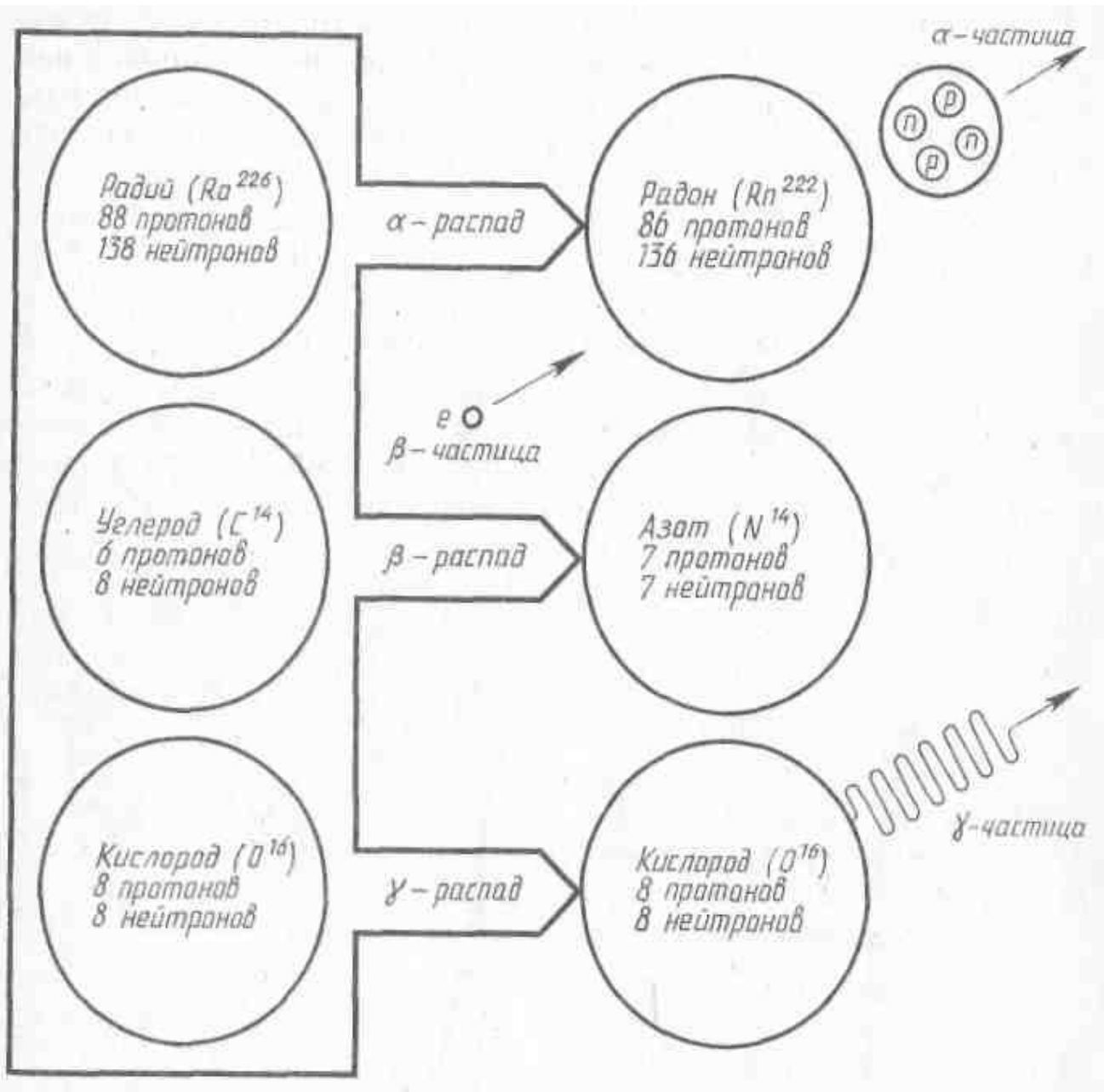
${}^0_{-1} e$ - испускаемые электроны

${}^0_0 \bar{\nu}$ - испускаемая элементарная частица (антинейтрино).

Гамма-излучение.

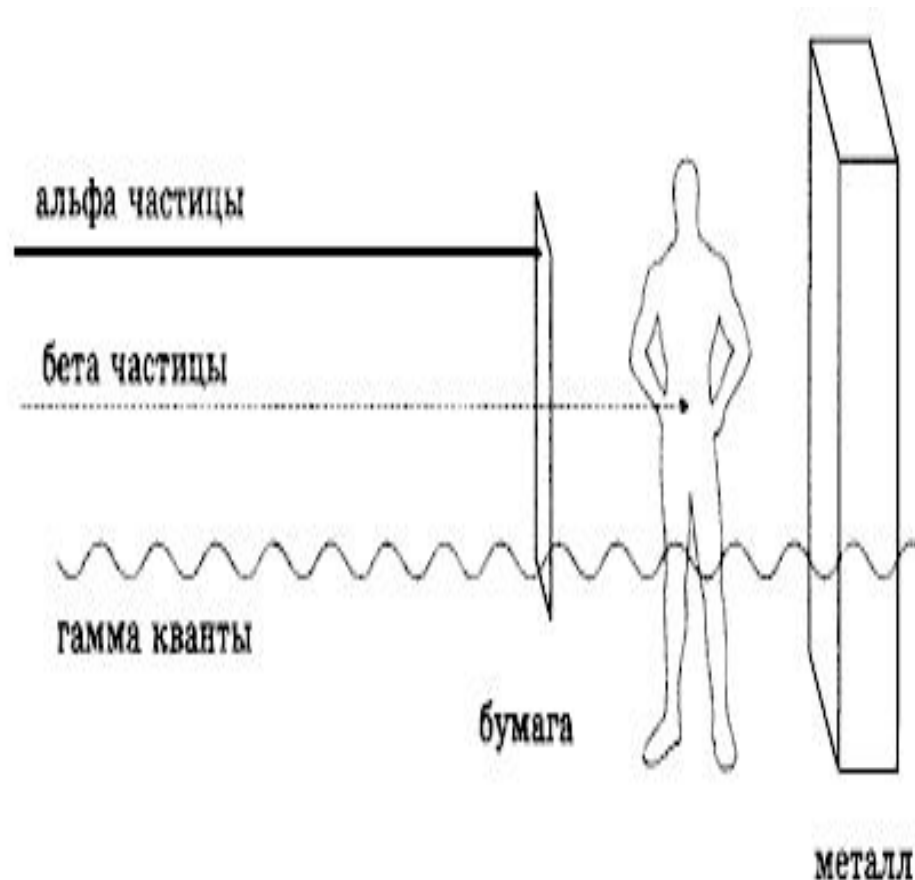
Возникает при ядерных превращениях и представляет собой электромагнитное излучение; имеет высокую энергию.





Проникающая способность лучей.

- **Альфа-лучи** - лист бумаги, несколько см слоя воздуха.
- **Бета-лучи** – алюминиевая пластина толщиной в несколько мм.
- **Гамма-лучи** - алюминиевая пластина толщиной в десятки см.



Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

N – количество нераспавшихся атомов

N_0 – начальное количество нераспавшихся атомов

t – время, протекшее с момента начала наблюдений

T – период полураспада элемента

Период полураспада

Это время, за которое распадается половина первоначального количества ядер, или время, по прошествии которого остается нераспавшейся половина первоначального числа ядер:

$$t = T_{1/2}, \text{ если } N = N_0/2$$

$$T_{1/2} = 0,693/\lambda$$

Периоды полураспада

- Уран – 4,5 млрд. лет
- Протактиний – 32
- Радий – 1590 лет
- Радон – 3825 сут
- Радий С (изотоп полония) – $1,5 \cdot 10^{-4}$ с

АКТИВНОСТЬ (А)

Величина, равная модулю отношения числа распавшихся атомов ко времени, за которое произошли эти распады

Единицей А служит *беккерель* (Бк): 1 Бк – это активность ядер в радиоактивном источнике, в котором за 1 с происходит один акт распада ядра

Внесистемными единицами А служат:

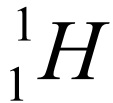
кюри: $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$;

милликюри: $1 \text{ мКи} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Бк}$;

микрокюри: $1 \text{ мкКи} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк}$.

ИЗОТОПЫ

– это разновидности данного химического элемента, различающиеся массовым числом своих ядер. Ядра изотопов одного элемента содержат одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. Имея одинаковое строение электронных оболочек, изотопы обладают практически одинаковыми химическими свойствами. Однако по физическим свойствам изотопы могут различаться весьма резко.



Тритий

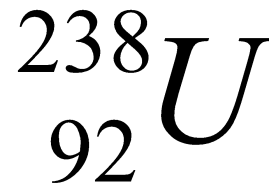
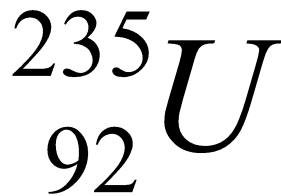
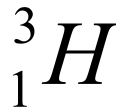


Схема ядер изотопов
водорода

Это стоит запомнить

Допустимая доза облучения

< 0,25 Гр

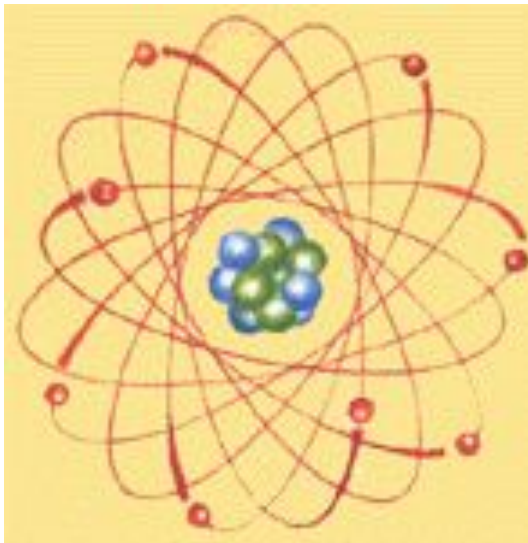
Доза облучения, вызывающая лучевую
болезнь

1 - 6 Гр

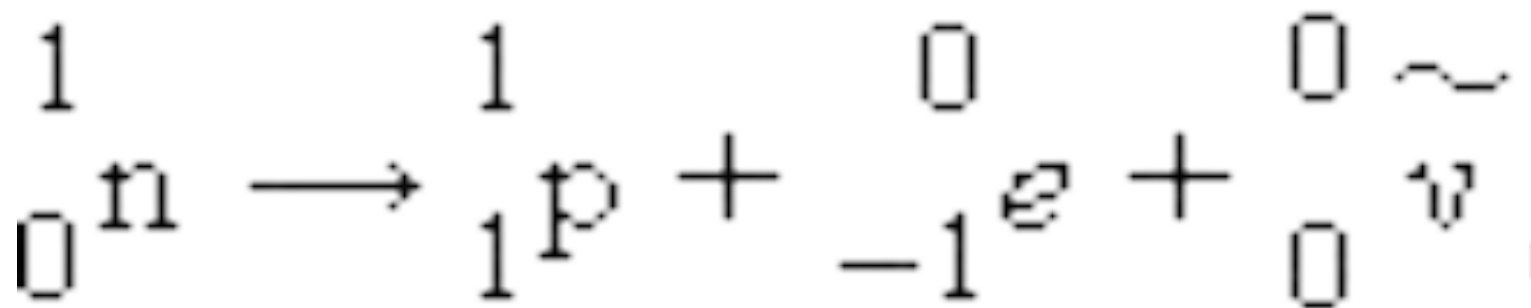
Смертельная доза облучения

6 - 10 Гр

При бета-распаде из ядра вылетает электрон. Внутри ядер электроны существовать не могут .
Объясни этот парадокс.



Электроны возникают при β -распаде в результате превращения нейтрона в протон. Этот процесс может происходить не только внутри ядра, но и со свободными нейтронами. Среднее время жизни свободного нейтрона составляет около 15 минут. При распаде нейтрон превращается в протон и электрон



1 .Имелось некоторое количество радиоактивного радона. Количество радона уменьшилось в 8 раз за 11,4 дня. Каков период полураспада радона?

Решение

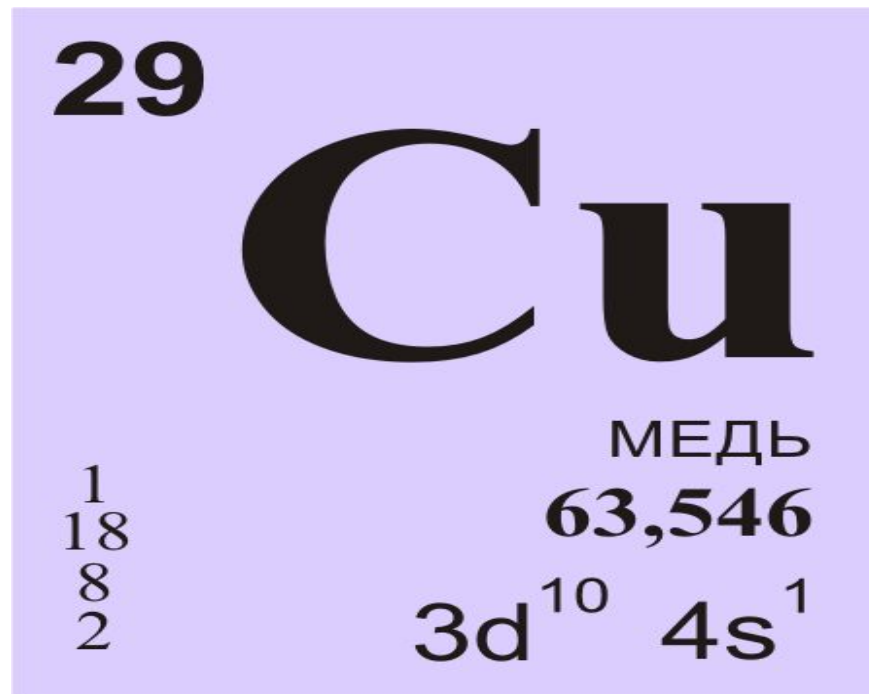
$$N = N_0 * 2^{t/T}; N_0 \setminus N = 2^{-t/T} \Rightarrow t \setminus T = 3 \Rightarrow T = t \setminus 3; T = 11,4 \setminus 3 = 3,8 \text{ дня}$$

**К началу радиоактивного распада имели 1г радия
А. Через сколько минут его останется 0,125г, если его период полураспада равен 3 минуты?**

Какие силы действуют между нуклонами в атомных ядрах и какими свойствами они обладают?

Закрепление знаний

Сколько протонов и нейтронов содержит следующий химический элемент?



Закрепление

- 1. Что называют периодом полураспада радиоактивного вещества?.**
- 2. Что он характеризует?**
- 3. Каков характер этого распада?**
- 4. Как выглядит график зависимости спада активности радиоактивного элемента от времени?**
- 5. Приведите примеры периодов полураспада некоторых радиоактивных элементов?**