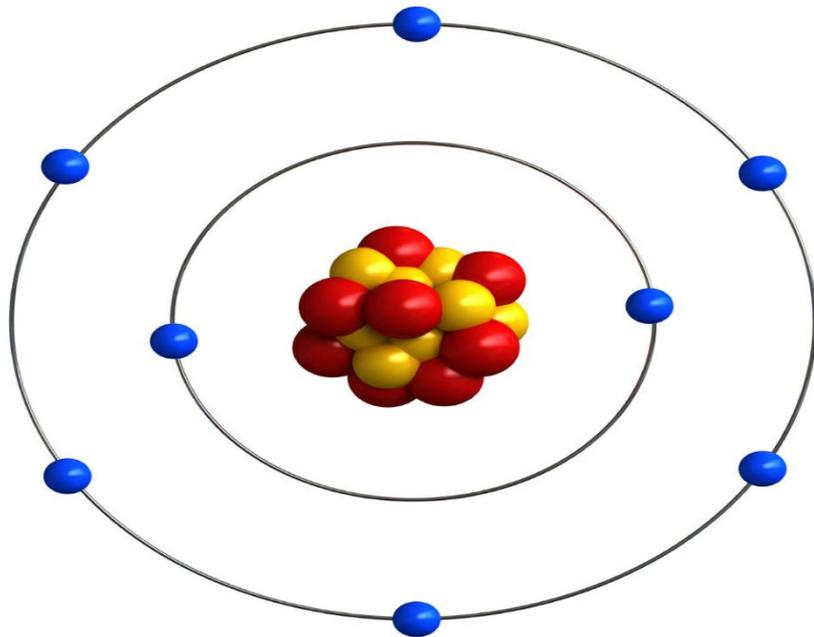


Радиоактивные превращения атомных ядер



Открытие радиоактивности

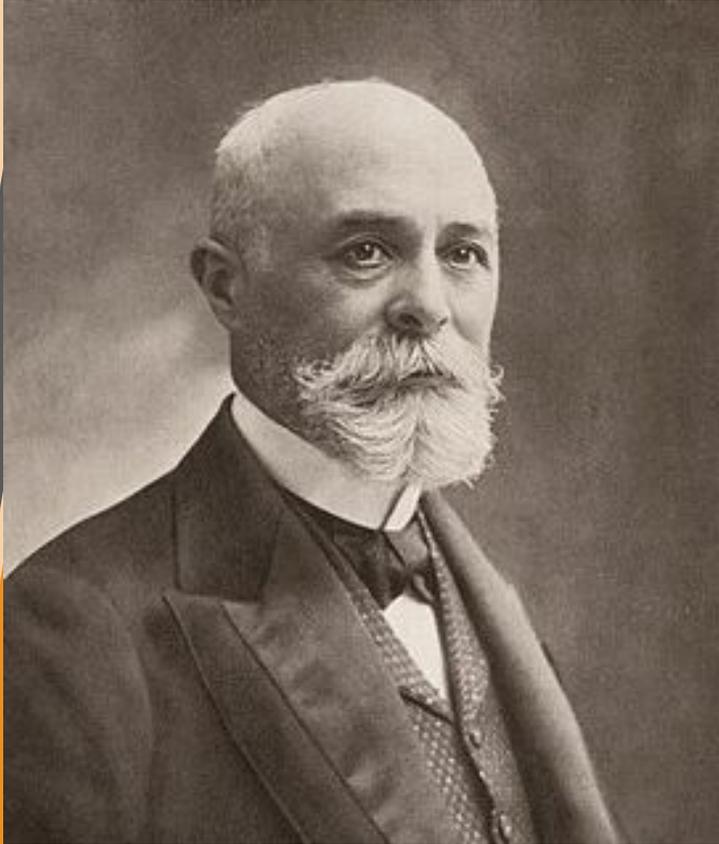
Исторические СВЕДЕНИЯ

- ♦ **1895 год В.К. Рентген** поведал миру об икс-лучах.
 - ♦ Эти лучи 22 декабря лучи заинтересовали Антуана Анри Беккереля.
- ♦ **1896 год Анри Беккерель** открыл самопроизвольное излучение солей урана.
- ♦ **26 декабря 1898 года - Пьер и Мария Кюри** называют это свойство *радиоактивностью*.
- ♦ **1905 год А. Эйнштейн** сформулировал основное уравнение фотоэффекта.

Радиоактивное излучение

Радиоактивность появились на Земле со времени ее образования , и человек за всю историю развития своей цивилизации находился под влиянием естественных источников радиации. Земля подвержена радиационному фону, источниками которого служат излучения Солнца, космическое излучение, излучение от залегающих в Земле радиоактивных элементов.

Анри Беккерель



1896г - открыл явление

радиоактивность
и

(способность атомов
некоторых химических
элементов к
самопроизвольному
излучению)

Открытие новых радиоактивных элементов

- Мария Склодовская-Кюри обнаружила излучения тория.
- Позже она с мужем открыла неизвестные ранее элементы: полоний, радий.
- В последствии было установлено, что все химические элементы с порядковым номером более 83 являются радиоактивными.

Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри.

- Полоний

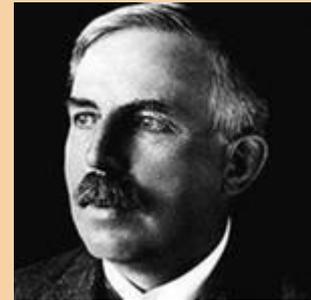


- Радий (лучистый)



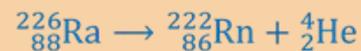
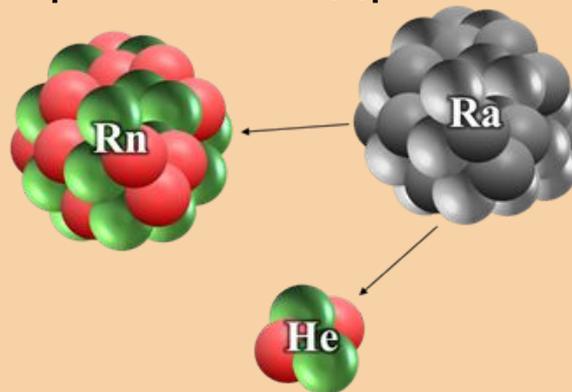
РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Э. Резерфорд вместе с английским радиохимиком Ф. Содди доказал, что радиоактивность



сопровождается самопроизвольным превращением одного химического элемента в другой.

Причем в результате радиоактивного излучения изменения претерпевают ядра атомов химических элементов.



ОБОЗНАЧЕНИЕ ЯДРА АТОМА



X – символ химического элемента

A – массовое число

Z – зарядовое число

Массовое число ядра атома химического элемента с точностью до целых равно числу атомных единиц массы, содержащихся в массе этого ядра. (1 а.е.м.=1/12 части атома углерода)

Зарядовое число атома данного химического элемента равно числу элементарных электрических зарядов, содержащихся в заряде этого ядра.

***ВЫВОД:** зарядовое число = заряду ядра, выраженному в элементарных электрических зарядах. Эти числа всегда целые и положительные*

Пояснение

X – символ химического элемента

A – массовое число

Z – зарядовое число

Нукло́ны — общее название для составляющих атомное ядро протонов и нейтронов.

- A – массовое число, это сумма протонов и нейтронов в ядре
- Z – зарядовое число, оно равно числу протонов и электронов в атоме (порядковый номер хим. элемента по таблице Менделеева)
- N – число нейтронов в ядре, $N = A - Z$

Периодическая таблица Д. И. Менделеева

| Период | Ряд | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | |
|--------|-----|--|--|--|--|---|--|---|--|---|--|--|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | |
| 1 | 1 | (H) | | | | | | H ¹ Водород 1,00797 | He ² Гелий 4,0026 | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Обозначение элемента</div> <div>Атомный номер</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80px;"> Li³ Литий 6,939 </div> <div style="text-align: right;">Относительная атомная масса</div> | | |
| 2 | 2 | Li ³ Литий 6,939 | Be ⁴ Бериллий 9,0122 | B ⁵ Бор 10,811 | C ⁶ Углерод 12,01115 | N ⁷ Азот 14,0067 | O ⁸ Кислород 15,9994 | F ⁹ Фтор 18,9984 | Ne ¹⁰ Неон 20,179 | | | |
| 3 | 3 | Na ¹¹ Натрий 22,9898 | Mg ¹² Магний 24,305 | Al ¹³ Алюминий 26,9815 | Si ¹⁴ Кремний 28,086 | P ¹⁵ Фосфор 30,9738 | S ¹⁶ Сера 32,064 | Cl ¹⁷ Хлор 35,453 | Ar ¹⁸ Аргон 39,948 | | | |
| 4 | 4 | K ¹⁹ Калий 39,102 | Ca ²⁰ Кальций 40,08 | 21 44,956 Sc Скандий | 22 47,90 Ti Титан | 23 50,942 V Ванадий | 24 51,996 Cr Хром | 25 54,9380 Mn Марганец | 26 55,847 Fe Железо | 27 58,9330 Co Кобальт | 28 58,71 Ni Никель | |
| | 5 | 29 63,546 Cu Медь | 30 65,37 Zn Цинк | 31 69,72 Ga Галлий | 32 72,59 Ge Германий | 33 74,9216 As Мышьяк | 34 78,96 Se Селен | 35 79,904 Br Бром | 36 83,80 Kr Криптон | | | |
| 5 | 6 | Rb ³⁷ Рубидий 85,47 | Sr ³⁸ Стронций 87,62 | 39 88,905 Y Иттрий | 40 91,22 Zr Цирконий | 41 92,906 Nb Ниобий | 42 95,94 Mo Молибден | 43 [99] Tc Технеций | 44 101,07 Ru Рутений | 45 102,905 Rh Родий | 46 106,4 Pd Палладий | |
| | 7 | 47 107,868 Ag Серебро | 48 112,40 Cd Кадмий | 49 114,82 In Индий | 50 118,69 Sn Олово | 51 121,75 Sb Сурьма | 52 127,60 Te Теллур | 53 126,9044 I Иод | 54 131,30 Xe Ксенон | | | |
| 6 | 8 | Cs ⁵⁵ Цезий 132,905 | Ba ⁵⁶ Барий 137,34 | 57 138,91 La* Лантан | 72 178,49 Hf Гафний | 73 180,948 Ta Тантал | 74 183,85 W Вольфрам | 75 186,2 Re Рений | 76 190,2 Os Осмий | 77 192,2 Ir Иридий | 78 195,09 Pt Платина | |
| | 9 | 79 196,967 Au Золото | 80 200,59 Hg Ртуть | 81 204,37 Tl Таллий | 82 207,19 Pb Свинец | 83 208,980 Bi Висмут | 84 [210]* Po Полоний | 85 [210] At Астат | 86 [222] Rn Радон | | | |
| 7 | 10 | Fr ⁸⁷ Франций [223] | Ra ⁸⁸ Радий [226] | 89 [227] Ac** Актиний | 104 [261] Rf Резерфордий | 105 [262] Db Дубний | 106 [263] Sg Сиборгий | 107 [262] Bh Борий | 108 [265] Hs Хассий | 109 [266] Mt Майтнерий | 110 [271] Ds Дармштадтий | |
| | 11 | 111 [272] Rg Рентгений | 112 [285] Cn Коперниций | 113 [286] Nh Нихоний | 114 Fl Флеровий | 115 Mc Московский | 116 Lv Ливерморий | 117 Ts Теннессин | 118 [294] Og Оганесон | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| Лантаноиды* | 58 140,12 Ce Церий | 59 140,907 Pr Празеодим | 60 144,24 Nd Неодим | 61 [147]* Pm Прометий | 62 150,35 Sm Самарий | 63 151,96 Eu Европий | 64 157,25 Gd Гадолиний | 65 158,924 Tb Тербий | 66 162,50 Dy Диспрозий | 67 164,930 Ho Гольмий | 68 167,26 Er Эрбий | 69 168,934 Tm Тулий | 70 173,04 Yb Иттербий | 71 174,97 Lu Лютеций |
| Актиноиды** | 90 232,038 Th Торий | 91 [231] Pa Протактиний | 92 238,03 U Уран | 93 [237] Np Нептуний | 94 [244] Pu Плутоний | 95 [243] Am Америций | 96 [247] Cm Кюрий | 97 [247] Bk Берклий | 98 [252]* Cf Калифорний | 99 [254] Es Эйнштейний | 100 [257] Fm Фермий | 101 [257] Md Менделевий | 102 [255] No Нобелий | 103 [256] Lr Лоуренсий |

Например



- В таблице Менделеева химический элемент Вольфрам

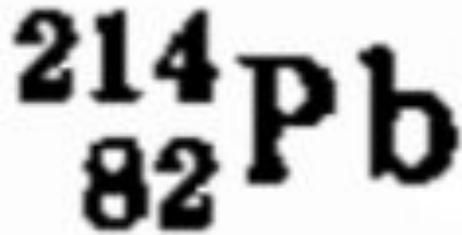
$$A = 183,85 \approx 184$$

$$Z = 74$$

$A = Z + N$, где N число нейтронов в ядре

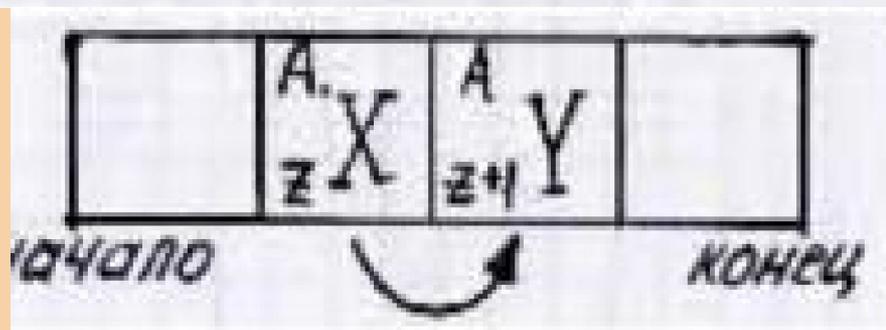
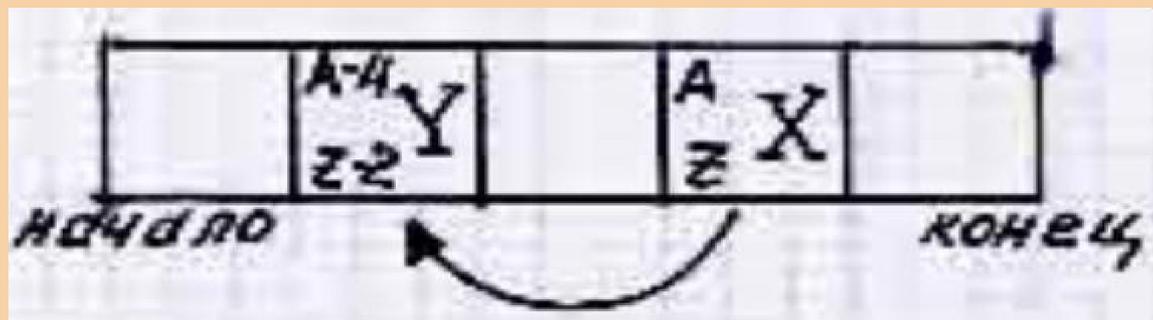
X –название хим.элемента W (Вольфрам)

Например

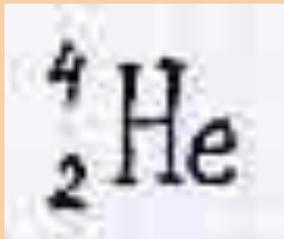


- Pb – свинец (Plumbum) – по таблице Менделеева
- $A = 214$
- $Z = 82$

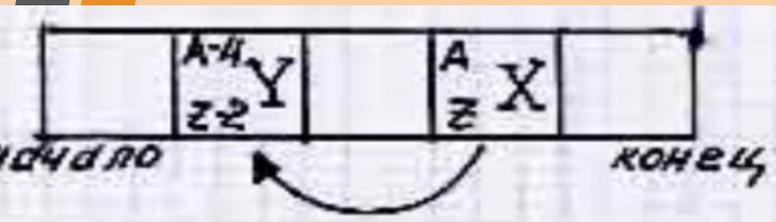
ПРАВИЛА СМЕЩЕНИЯ



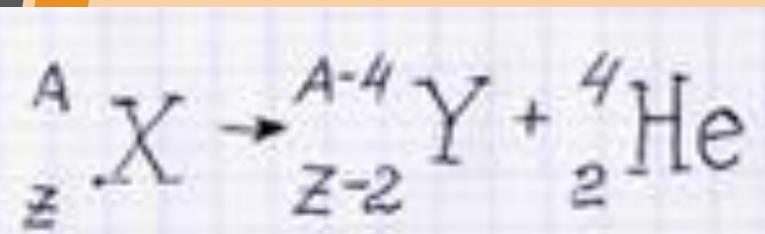
АЛЬФА - РАСПАД



- альфа-частица (ядро атома гелия)
- характерен для радиоактивных элементов с порядковым номером больше 83
- обязательно выполняется закон сохранения массового и зарядового числа.
- часто сопровождается гамма-излучением.



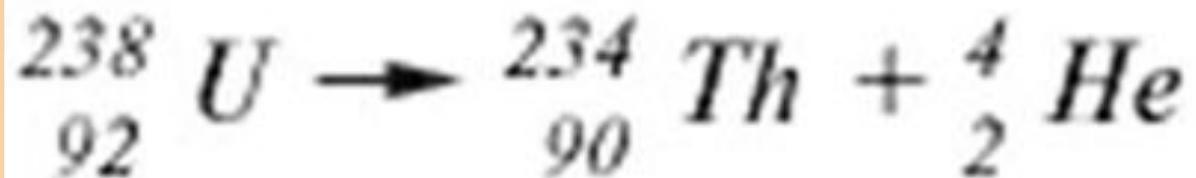
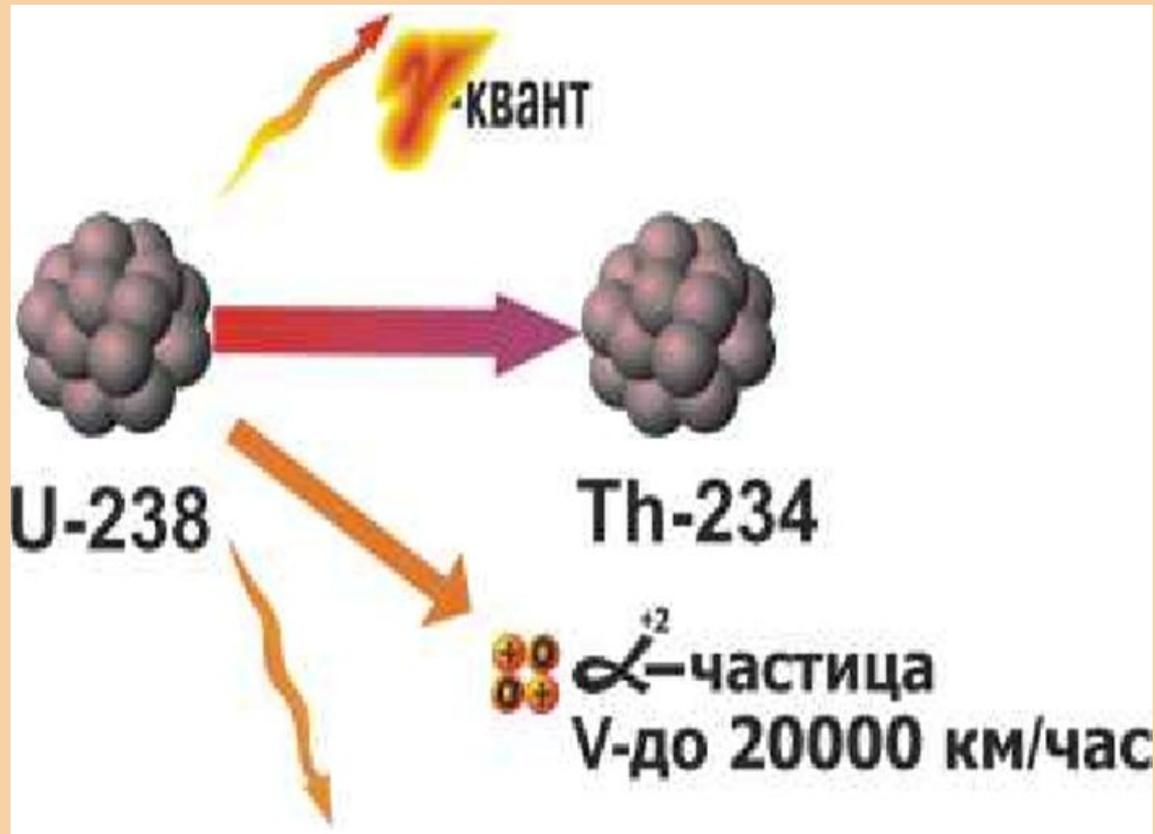
При альфа-распаде одного химического элемента образуется другой химический элемент, который в таблице Менделеева расположен на 2 клетки ближе к её началу, чем исходный.



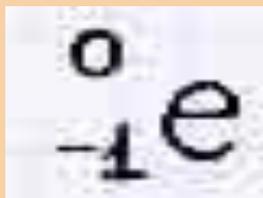
Физический смысл реакции:

в результате вылета альфа-частицы заряд ядра уменьшается на 2 элементарных заряда
и образуется новый химический элемент.

Например

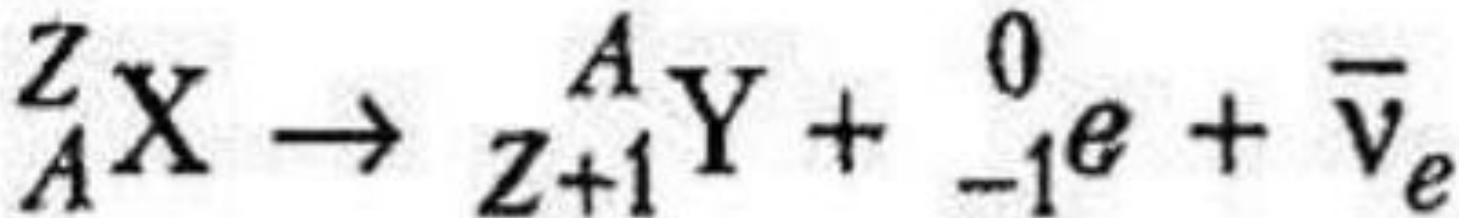


БЕТА - РАСПАД :



- бета-частица (электрон).
- часто сопровождается гамма-излучением.
- может сопровождаться образованием антинейтрино (легких электрически нейтральных частиц, обладающих большой проникающей способностью).
- обязательно должен выполняться закон сохранения массового и зарядового числа.

Реакция бета-распада:

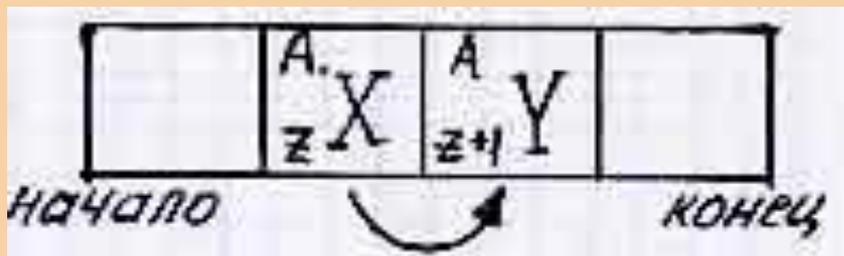


Физический смысл реакции:

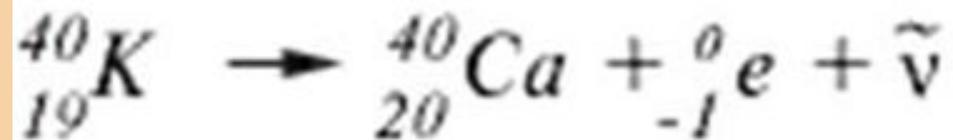
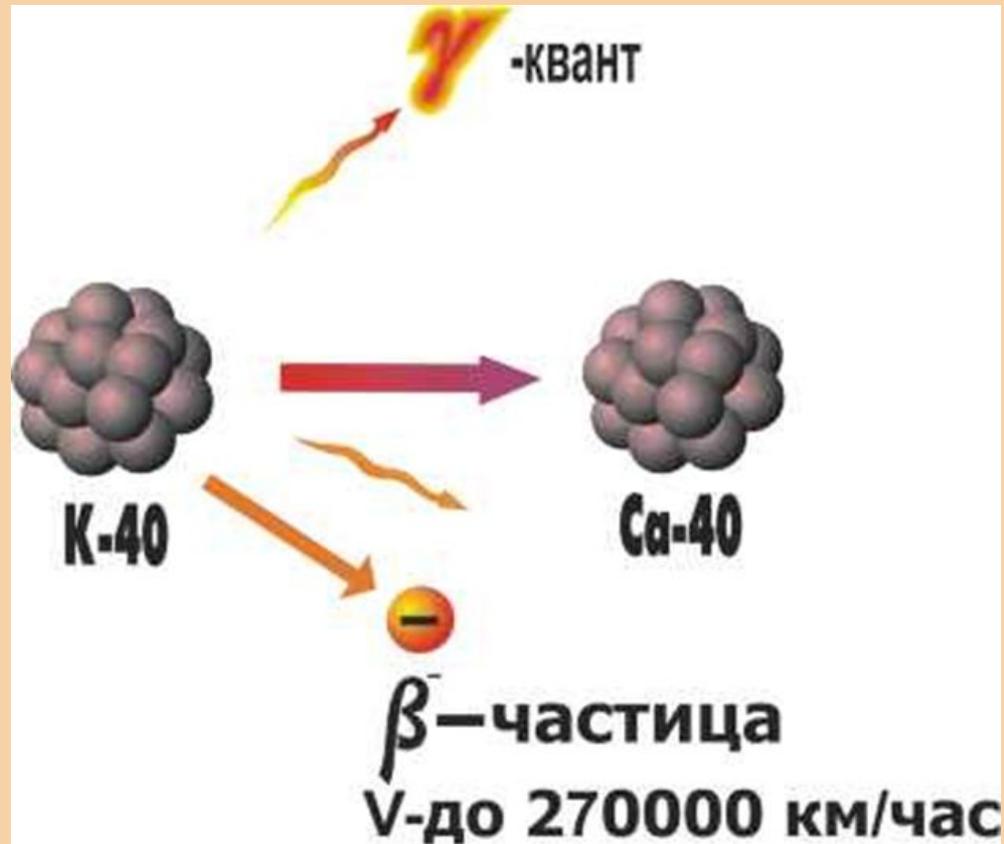
нейтрон в ядре атома может превращаться в протон, электрон и антинейтрино,

в результате ядро излучает электрон.

Правило смещения :

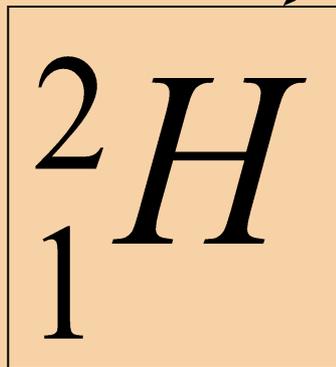
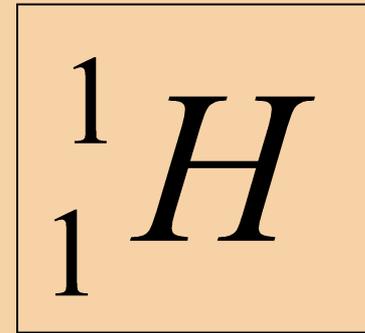


Например

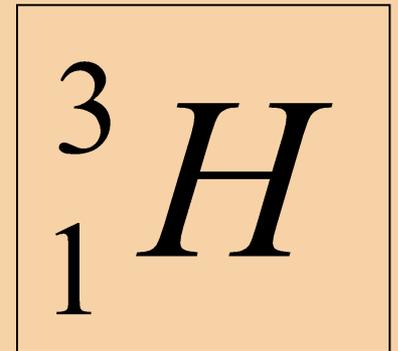


ИЗОТОПЫ.

- Разновидности данного химического элемента, различающиеся по массе атомных ядер.



дейтерий

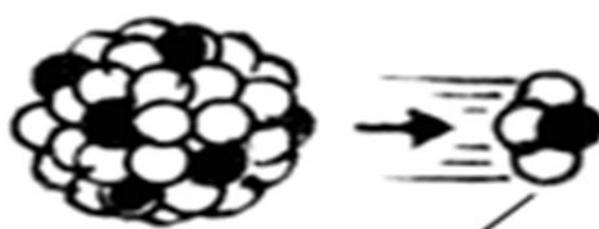
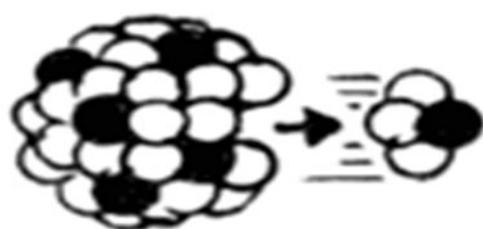


тритий

Альфа-распад



Ядро атома



Альфа-частица

Бета-распад



Ядро атома

Нейтрон



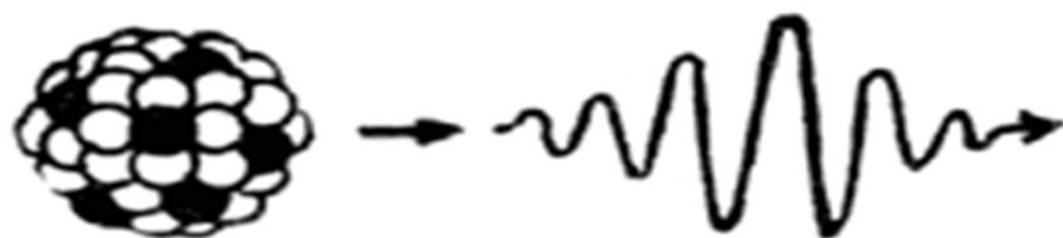
Протон

e^{-}

Гамма-излучение

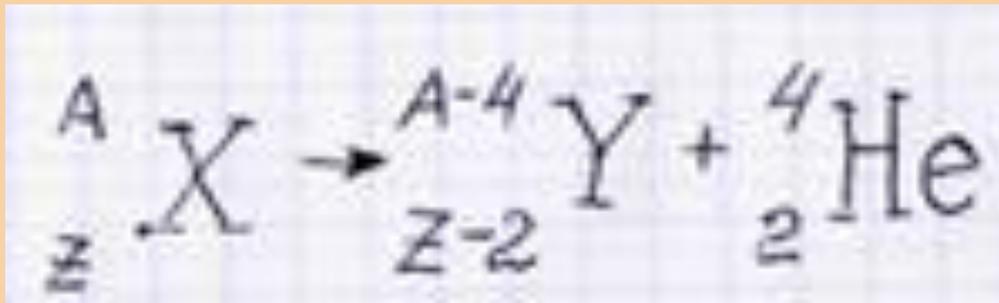


Возбуждённое ядро

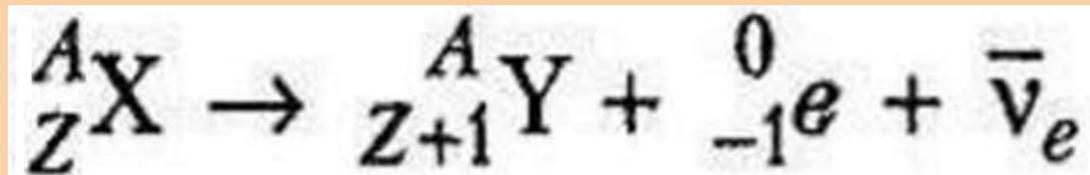


Гамма-квант

Примеры α -распада и β -распада



α -распад



β -распад

Решение задач

- 1. Определите ядро какого химического элемента образуется из углерода—14 в результате бета-распада.



1. Ответ

1. Решение:

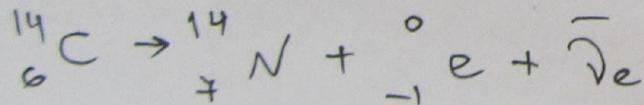
β -распад ${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z+1}^A Y + {}_{-1}^0 e + \bar{\nu}_e$, где X и Y - название химического элемента

Нам по заданию дан углерод-14 : ${}_{6}^{14} C$

$A = 14$ - число протонов и нейтронов

$Z = 6$ - число электронов

${}_{6}^{14} C \rightarrow {}_{Z+1}^A Y + {}_{-1}^0 e + \bar{\nu}_e$, $\bar{\nu}_e$ - нейтрино, образующееся в результате β -распада
 ${}_{-1}^0 e$ - электрон



Ответ: образуется ядро азота ${}_{7}^{14} N$.

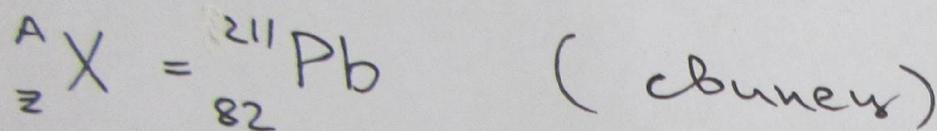
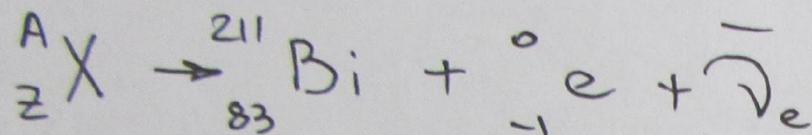
Решение задач

- 2. Ядро изотопа Висмут-211 получилось из другого ядра после последовательных бета- и альфа-распадов. Что это за ядро?

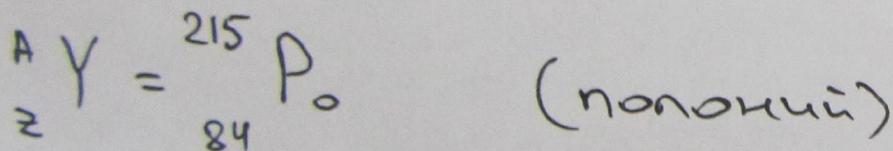
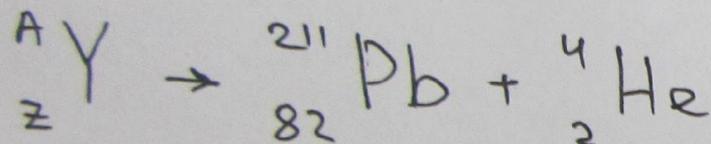
2. Ответ

Решение

Висмут - 211 — изотоп ${}_{83}^{211}\text{Bi}$



} $\rightarrow \beta$ -распад



} $\rightarrow \alpha$ -распад

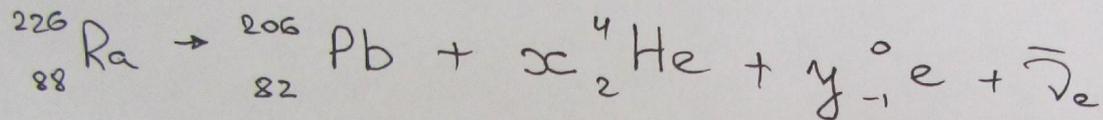
Решение задач

- 3. Сколько альфа- и бета-распадов происходит в результате превращения радия-226 в свинец-206?

3. Ответ

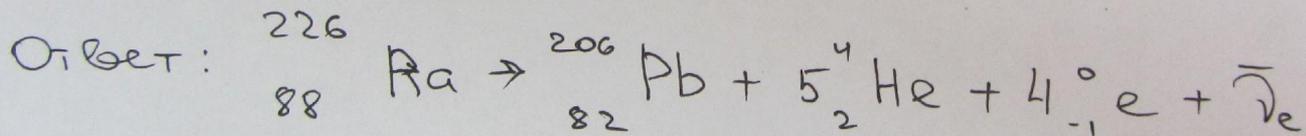
3. Решение

радий - 226 - ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ (по табл. Д.И. Менделеева)
свинец - 206 - ${}_{82}^{206}\text{Pb}$



составляем систему

$$\begin{cases} 226 = 206 + x \cdot 4 + y \cdot 0 \\ 88 = 82 + x \cdot 2 + y \cdot (-1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 5 \\ 88 = 82 + 2 \cdot 5 - y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 5 \\ y = 4 \end{cases}$$

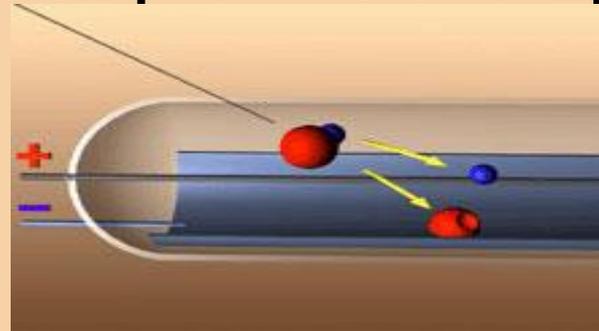


5 - α -распадов

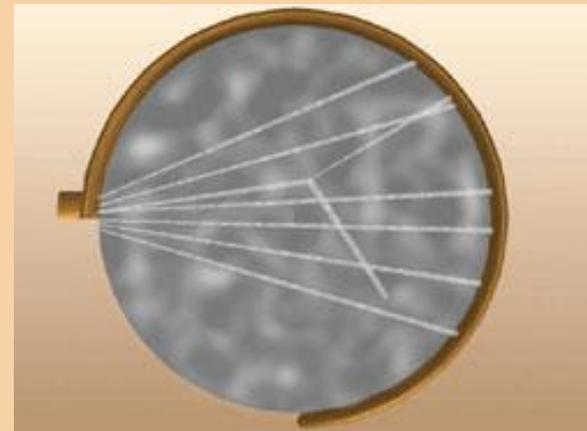
4 - β -распадов

Методы регистрации частиц.

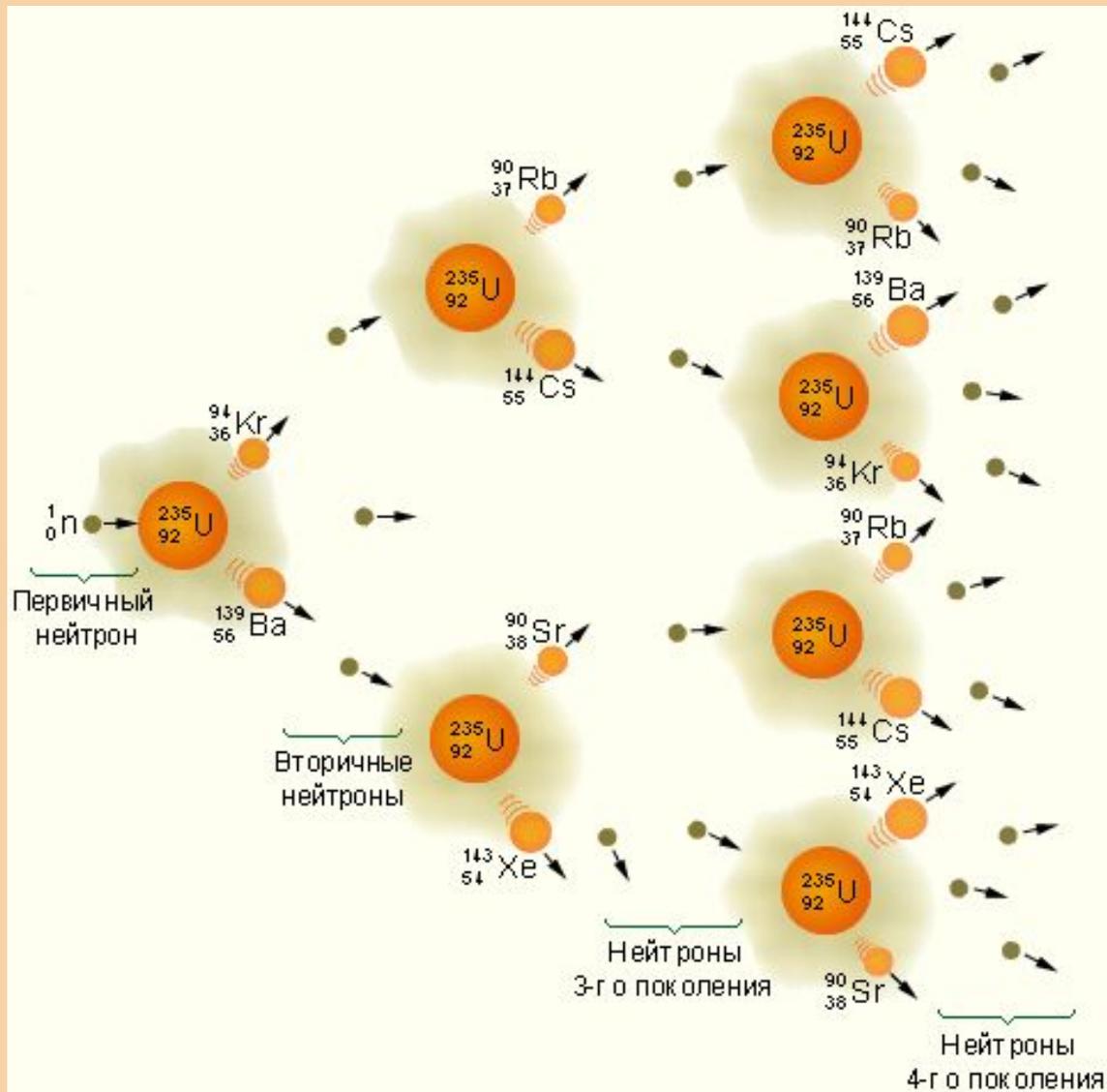
- Счетчик Гейгера



- Камера Вильсона



Цепная ядерная реакция



Неуправляемая цепная ядерная реакция.



Водородная бомба

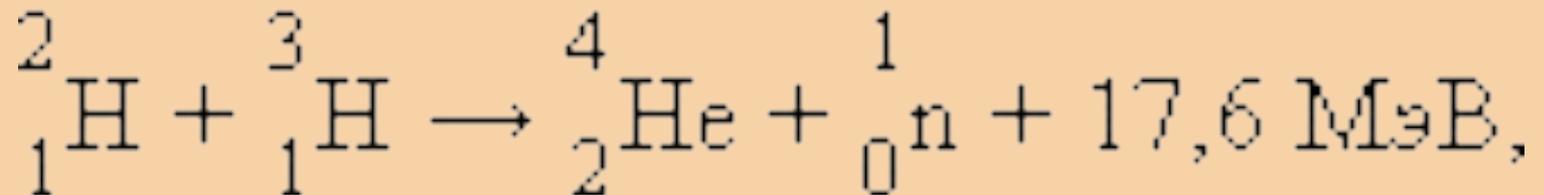
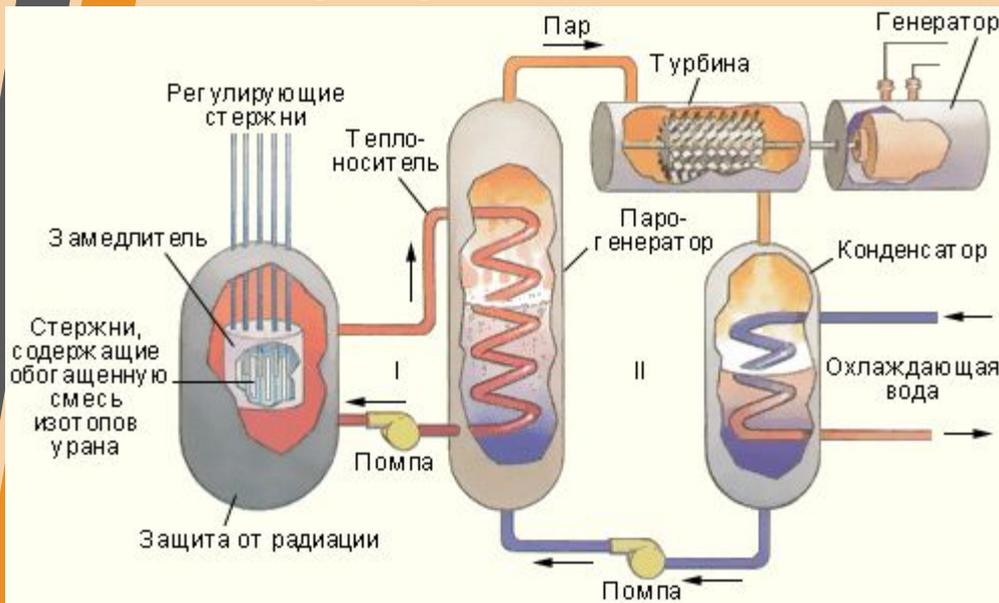


Атомная бомба

Атомная энергетика (управляемая цепная реакция).

Перспективы атомной энергетики.

- Термоядерный синтез – реакция слияние легких ядер.



Игорь Васильевич Курчатов

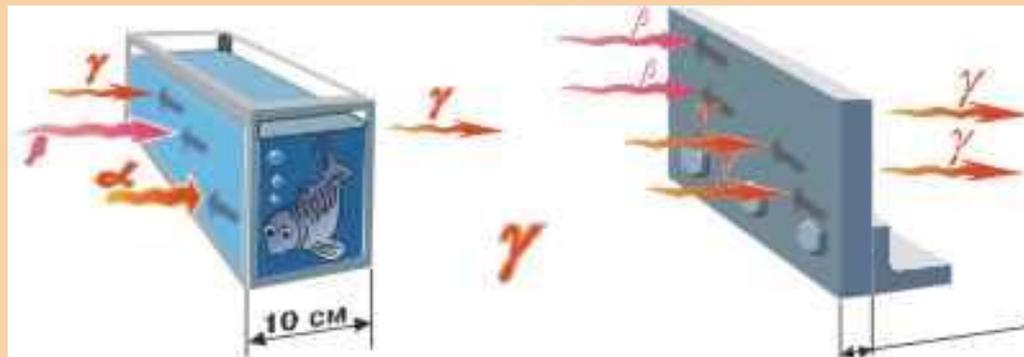
- Главная идея научной деятельности - физика атомного ядра
- 1946г. – первый европейский реактор под руководством И.В. Курчатова в Обнинске



Можно погибнуть от невидимого

Основные источники радиации:

- Космические тела
- Недра Земли
- Рентгеновские препараты
- Телевизор и т.п.
- Тело человека содержит
0,01г радиоактивного калия
период распада
4000 делений в секунду



Обозначение радиации

Применение радиоактивного излучения. Биологическое действие на организм.



Установка для радиотерапии



А.Д.Сахаров

моральный долг.