

Строение атомного ядра

Ядерные силы

Модель ядра

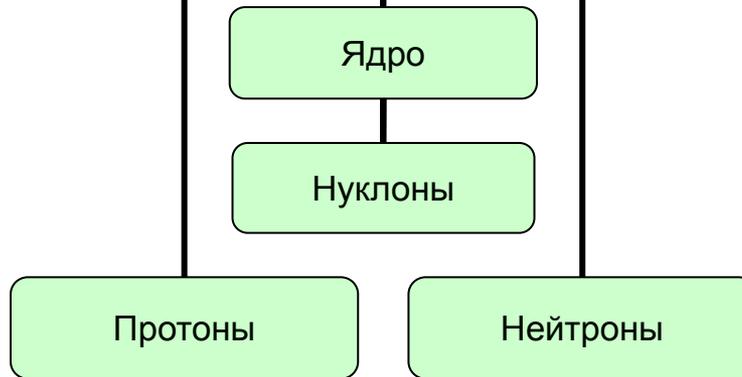
Иваненко и Гейзенберг (1932 г) предложили **протонно-нейтронную модель** атомного ядра



(1904-1994)



(1901-1976)

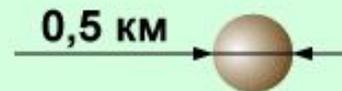


МАССА ПРОТОНА ИЛИ НЕЙТРОНА
В 1840 РАЗ БОЛЬШЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНА



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



Состав атомного ядра

- Общее число нуклонов в данном ядре называется **массовым числом**, обозначается

A

- Число протонов в ядре называется **зарядовым числом**, обозначается (оно равно номеру химического элемента)

Z

- Число нейтронов в ядре обозначается

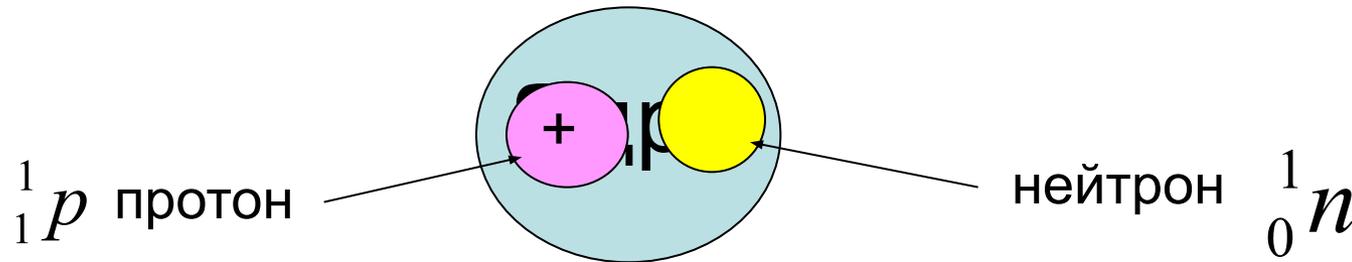
N

- Ядро атома обозначают так же, как и соответствующий химический элемент, ставя перед ним вверху – массовое число, а внизу - зарядовое число

A
Z **X**

- Например: ${}_{92}^{235}U$ ${}_{82}^{207}Pb$

Протонно-нейтронная модель ядра



Z – число протонов в ядре
 N – число нейтронов в ядре } $\Rightarrow A = Z + N$ – массовое число

$m_p \approx m_N$
 $m_e \ll m_{\text{ядра}}$ } $\Rightarrow A = M$ (округляют до целого числа)

Сколько протонов и нейтронов содержится в ядре изотопов урана?

А) ${}^{235}_{92}U$ $A=235$
 $Z=92$
 $N=A-Z = 235-92=143$

Б) ${}^{238}_{92}U$ $A=238$
 $Z=92$
 $N=A-Z = 238-92=146$

Изотопы

- У одного и того же химического элемента встречаются атомы с **различными по массе ядрами**.
- Ядра с одинаковым зарядом, но разными массами назвали **изотопами**.
- Изотопы (от греческих слов *isos* – одинаковый и *topos* – место) имеют одинаковый порядковый номер в таблице Менделеева
- У изотопов одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

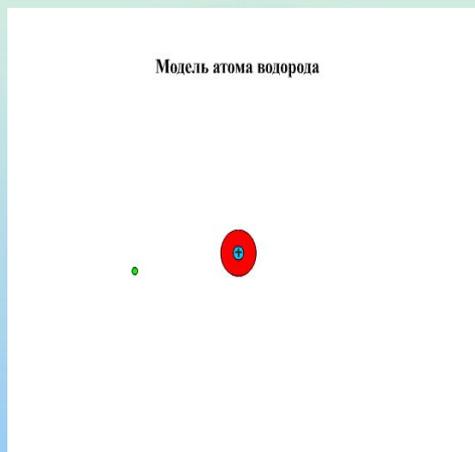
- Изотопы имеют разные физические свойства
- Например: водород имеет три изотопа

${}^1_1\text{H}$
протий

${}^2_1\text{H}$
дейтерий

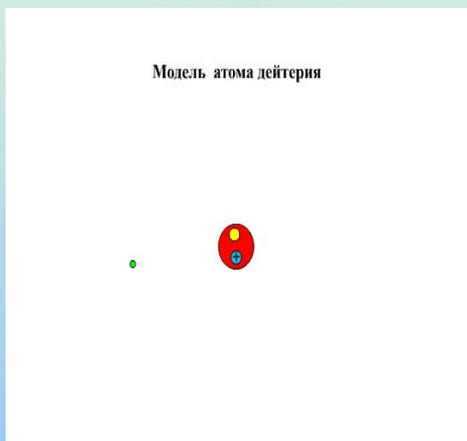
${}^3_1\text{H}$
тритий

протий



99,985%

дейтерий



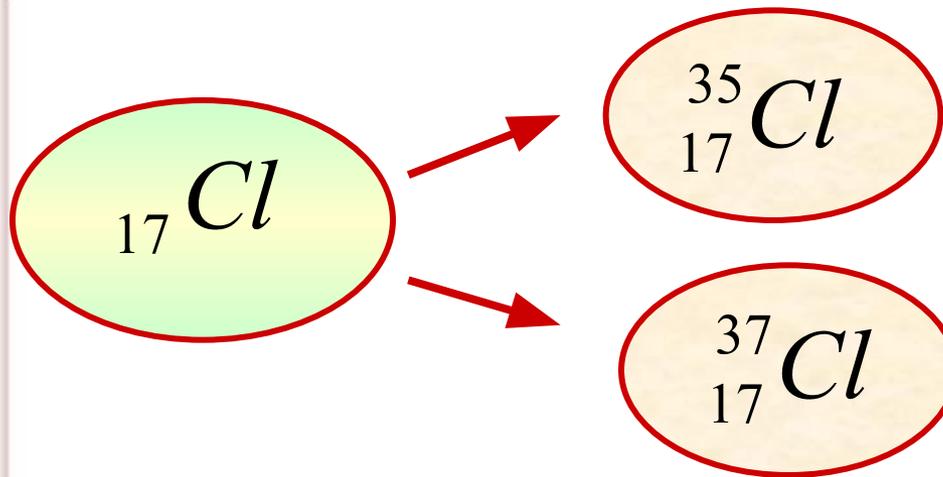
0,015%

тритий



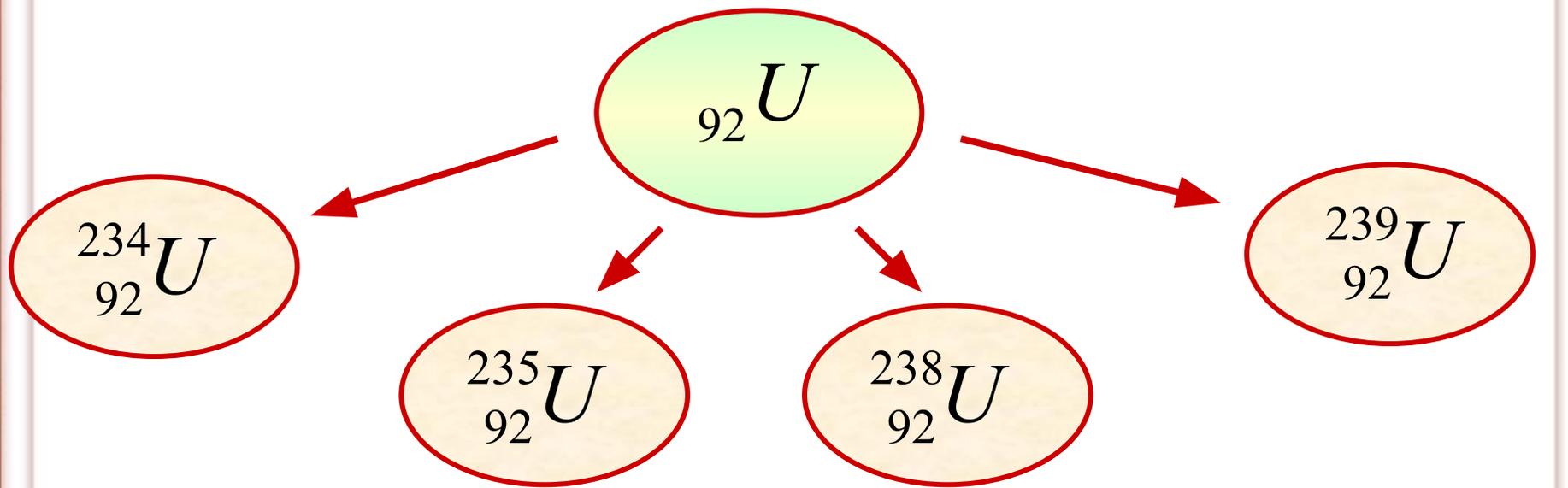
$10^{-15} - 10^{-16}\%$

Природный изотопный состав H



С **1906** г. ИЗВЕСТНО

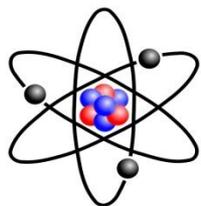
\Rightarrow **M = 35,457**



M = 238,0289

Какие силы обеспечивают устойчивость атомного ядра?

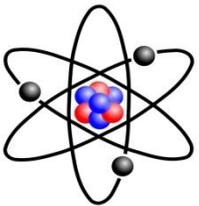
- Вариант ответа: **Гравитационные силы**
- Ответ неверный, так как эти силы значительно меньше электростатических сил отталкивания между протонами.
- Современные учёные для объяснения устойчивости ядра используют понятие **ядерных сил**
- **Ядерные силы** – это силы, действующие между нуклонами в ядре и обеспечивающие существование устойчивых ядер



- Ядерные силы относятся к сильному взаимодействию

Свойства ядерных сил

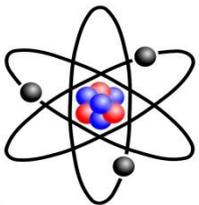
- Ядерные силы - это **силы притяжения**, так как они удерживают нуклоны внутри ядра (при очень сильном сближении нуклонов ядерные силы между ними имеют характер отталкивания).
- Ядерные силы – это **не электрические силы**, так как они действуют не только между протонами, но и между нейтронами, и не гравитационные, которые слишком малы для объяснения ядерных эффектов.
- Изучение степени связанности нуклонов в разных ядрах показывают, что ядерные силы **обладают свойством насыщения**, аналогичным валентности химических сил.



- В соответствии с этим свойством ядерных сил один и тот же нуклон взаимодействует не со всеми остальными нуклонами ядра, а только с несколькими соседними.

Свойства ядерных сил

- Важнейшим свойством ядерных сил является их **зарядовая независимость**, то есть тождественность трёх типов ядерного взаимодействия: между двумя протонами, между протоном и нейтроном, и между двумя нейтронами.
- **Область действия** ядерных сил, **ничтожно мала**. Радиус их действия 10^{-13} м. При больших расстояниях между частицами ядерное взаимодействие не проявляется.
- Ядерные силы (в той области, где они действуют) **очень интенсивные**. Их интенсивность значительно больше интенсивности электромагнитных сил, так как ядерные силы удерживают внутри ядра, одноимённо заряженные протоны, отталкивающиеся друг от друга с огромными электрическими силами.



- С увеличением расстояния очень быстро убывают. (на расстоянии $1,4 \cdot 10^{-15}$ м их действием можно пренебречь)

Решение задач

1. Сколько нуклонов содержат ядра:



2. Определите нуклоновый состав ядер:

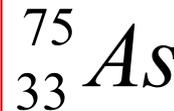


3. Назовите химический элемент, в атомном ядре которого содержатся нуклоны:

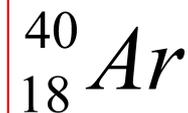
А). $7p + 7n$



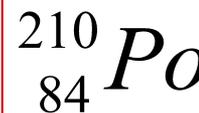
В). $33p + 42n$



Б). $18p + 22n$



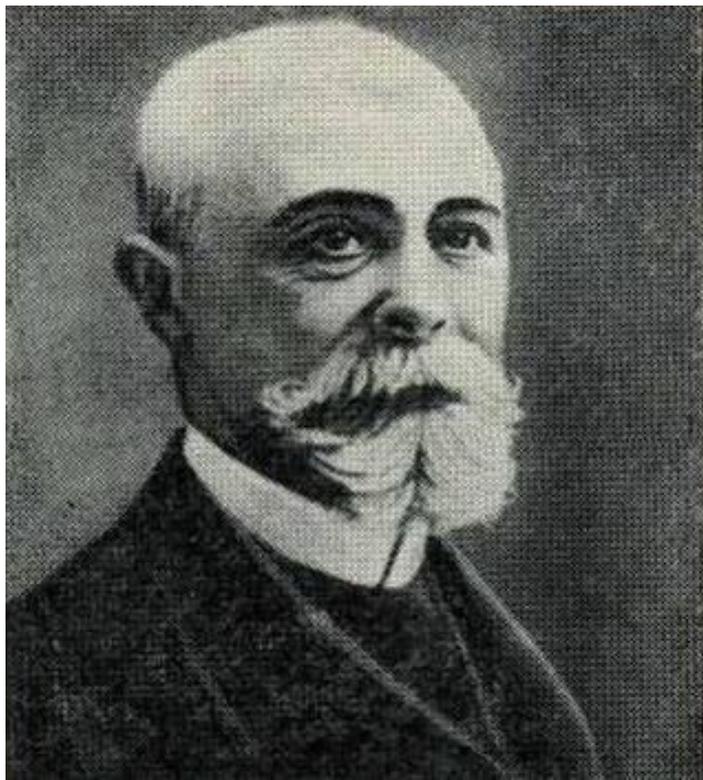
Г). $84p + 126n$



РАДИОАКТИВНОСТЬ

Открытие рентгеновских лучей дало толчок новым исследованиям. Их изучение привело к новым открытиям, одним из которых явилось открытие **радиоактивности**.

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



Наиболее ярким свидетельством сложного строения атома явилось открытие явления радиоактивности, сделанное французским физиком **Анри Беккерелем** в 1896 году.

Ученые пришли к выводу, что радиоактивность представляет собой самопроизвольный процесс, происходящий в атомах радиоактивных элементов.

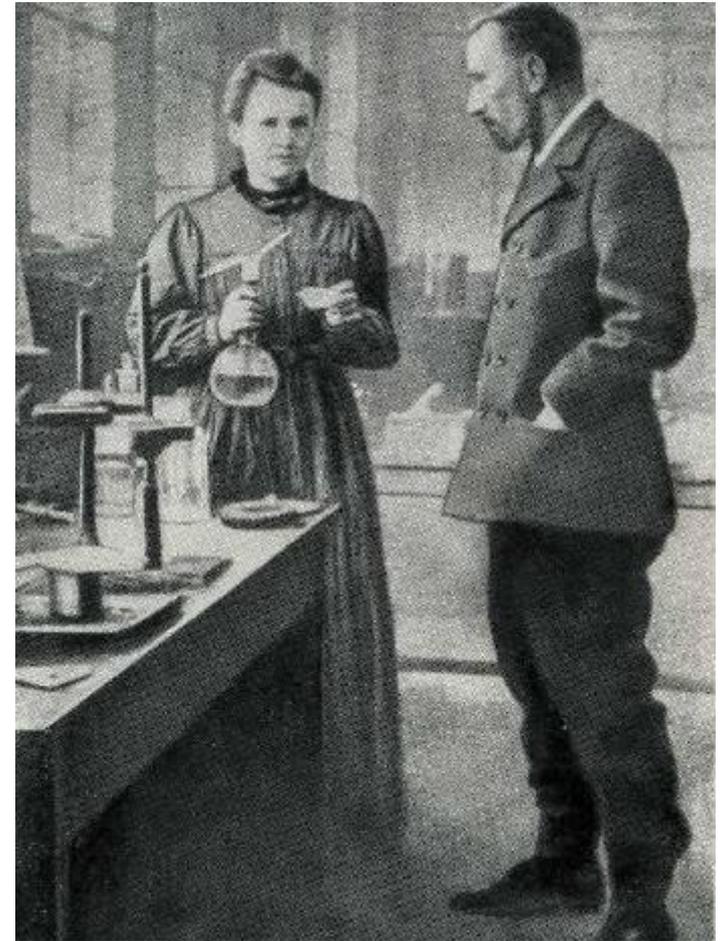
Теперь эти явления определяют как самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого элемента; при этом происходит испускание электронов, протонов, нейтронов или ядер гелия (α -частиц).

СУПРУГИ КЮРИ

За 10 лет совместной работы они сделали очень многое для изучения явления

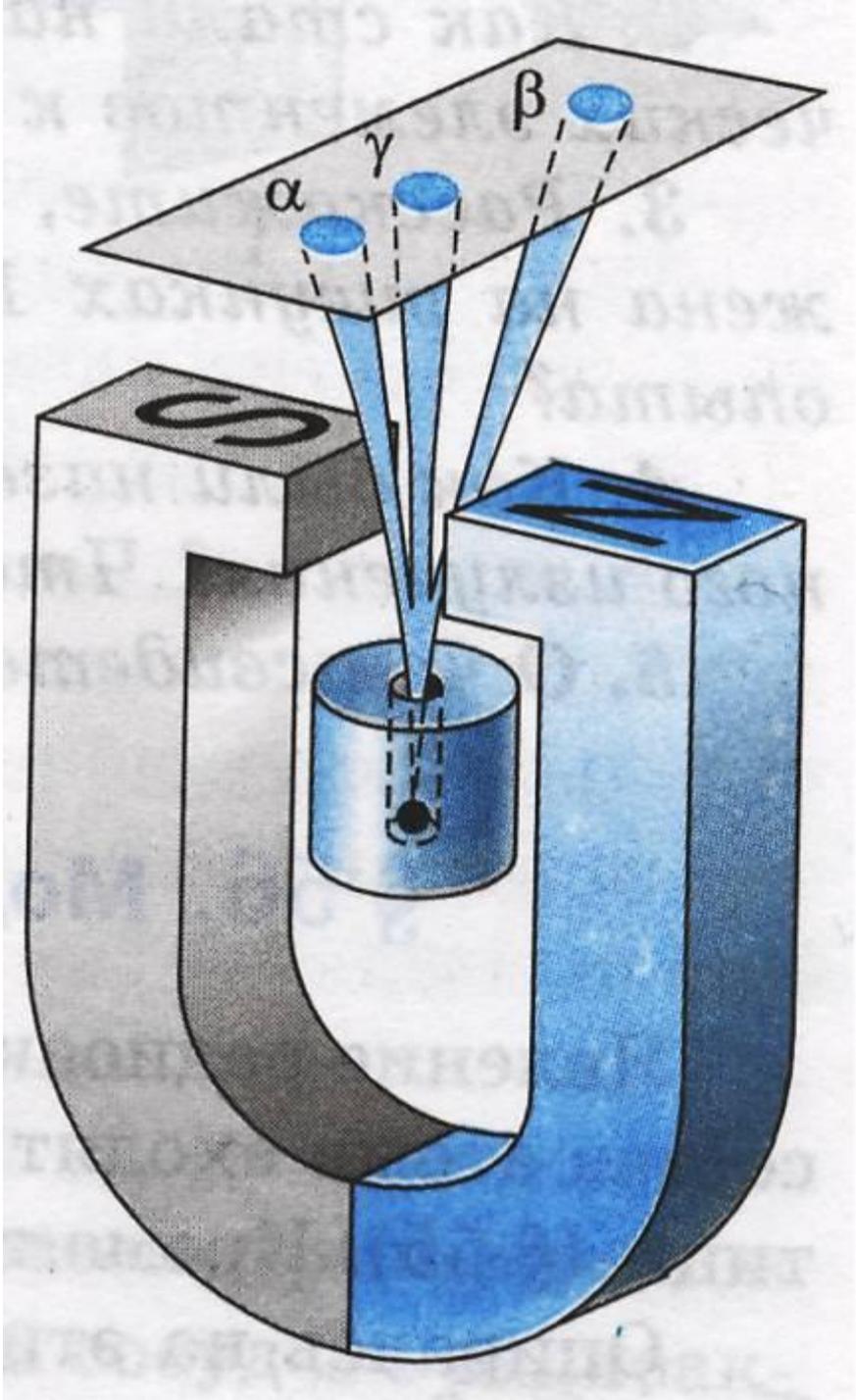
радиоактивности.

Это был беззаветный труд во имя науки – в плохо оборудованной лаборатории и при отсутствии необходимых средств.

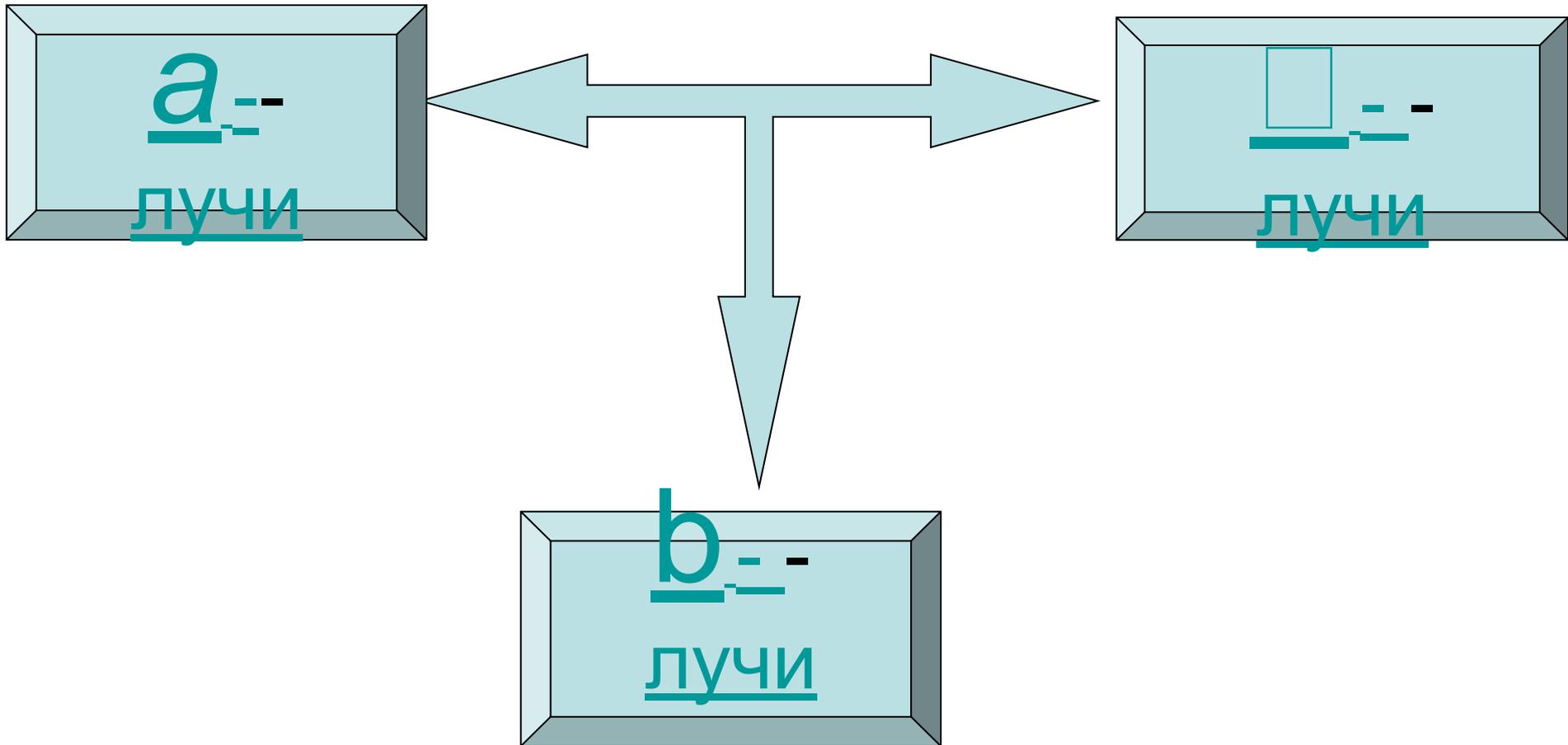


Мария и Пьер Кюри в лаборатории

Опыт Резерфорда



Виды радиоактивного излучения



α - частица – ядро атома гелия. α -лучи обладают наименьшей проникающей способностью. Слой бумаги толщиной около 0,1 мм для них уже не прозрачен. Слабо отклоняются в магнитном поле.

У α -частицы на каждый из двух элементарных зарядов приходится две атомные единицы массы. Резерфорд доказал, что при радиоактивном α -распаде образуется гелий.

β β - β - частицы представляют собой электроны, движущиеся со скоростями, очень близкими к скорости света. Они сильно отклоняются как в магнитном, так и в электрическом поле. β – **лучи** гораздо меньше поглощаются при прохождении через вещество. Алюминиевая пластинка полностью их задерживает только при толщине в несколько миллиметров.

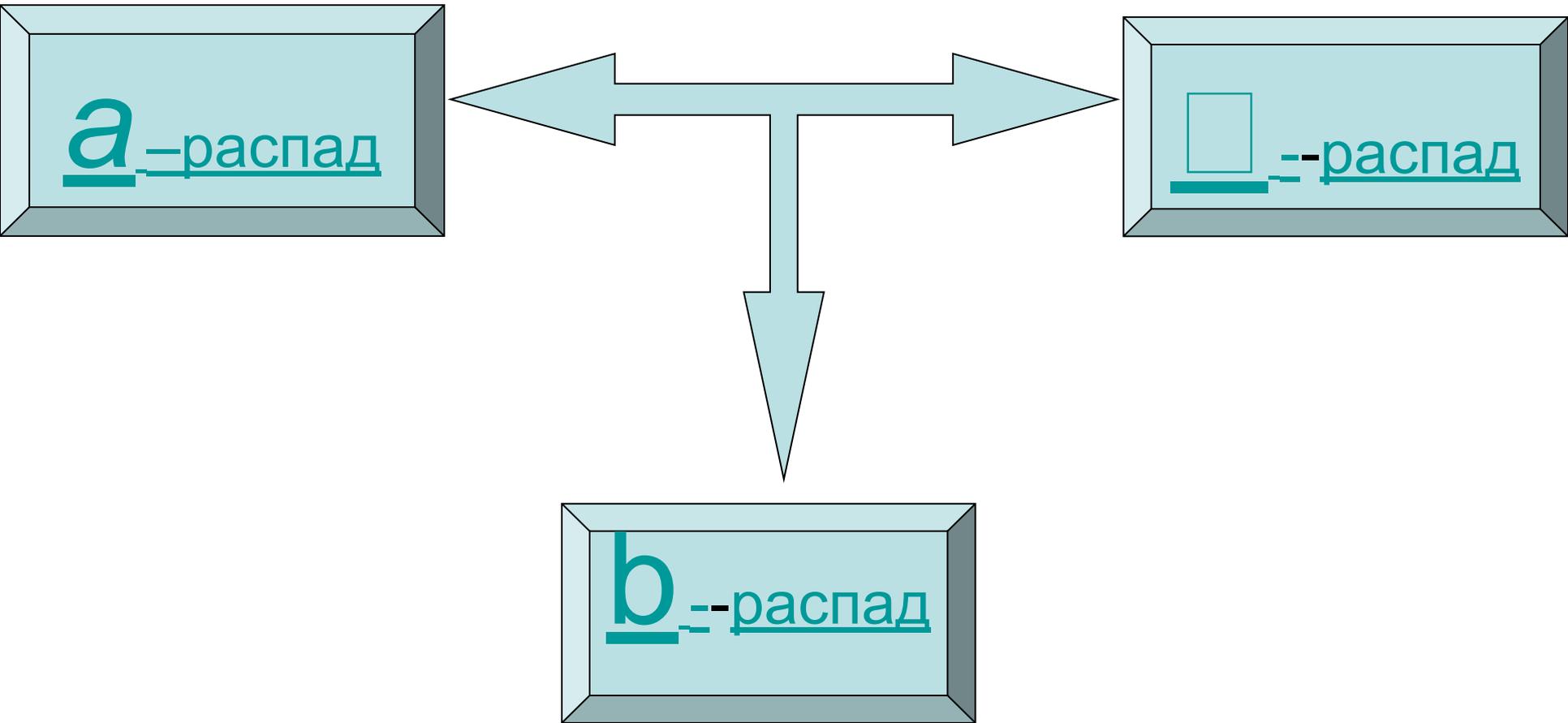
□ - лучи представляют собой электромагнитные волны. По своим свойствам очень сильно напоминают рентгеновские, но только их проникающая способность гораздо больше, чем у рентгеновских лучей. Не отклоняются магнитным полем. Обладают наибольшей проникающей способностью. Слой свинца толщиной в 1 см не является для них непреодолимой преградой. При прохождении γ – лучей через такой слой свинца их интенсивность убывает лишь вдвое.

Испуская α – и β - излучение, атомы радиоактивного элемента изменяются, превращаясь в атомы нового элемента.

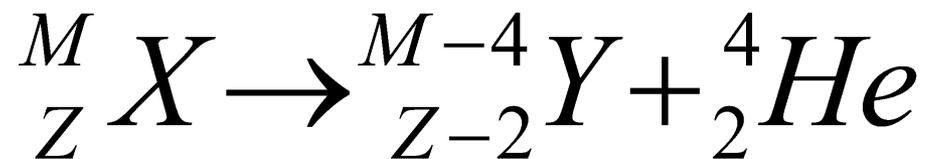
В этом смысле испускание радиоактивных излучений называют *радиоактивным распадом*.

Правила, указывающие смещение элемента в периодической системе, вызванное распадом, называются *правилами смещения*.

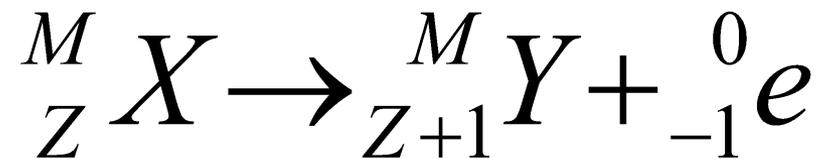
Виды радиоактивного распада



□ – – распадом называется самопроизвольный распад атомного ядра на α – частицу (ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$) и ядро-продукт. Продукт а – распада оказывается смещенным на две клетки к началу периодической системы Менделеева.



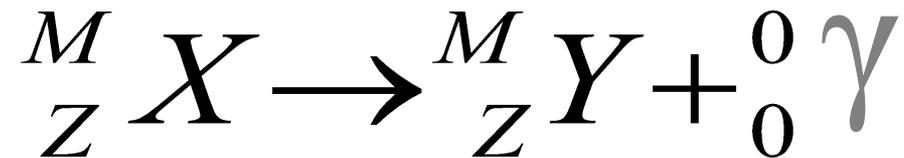
β⁻ – распадом называется самопроизвольное превращение атомного ядра путем испускания электрона. Ядро – продукт бета-распада оказывается ядром одного из изотопов элемента с порядковым номером в таблице Менделеева на единицу большим порядкового номера исходного ядра.



□ – излучение не сопровождается

изменением заряда; масса же ядра меняется

НИЧТОЖНО МАЛО.



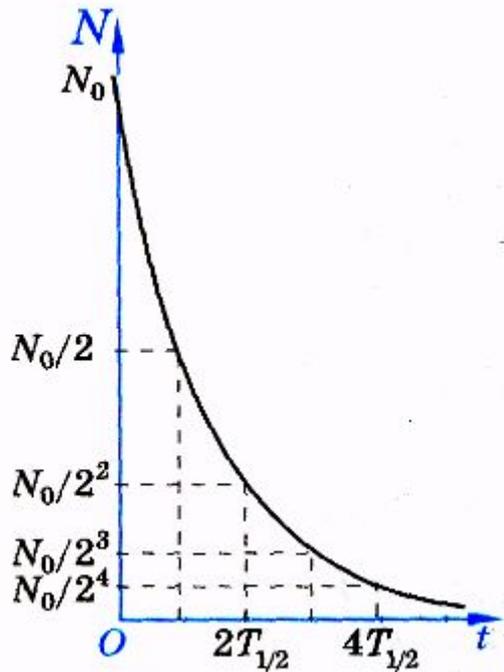
Радиоактивный распад

Радиоактивный распад – радиоактивное (самопроизвольное) превращение исходного (материнского) ядра в новые (дочерние) ядра.

Для каждого радиоактивного вещества существует определенный интервал времени, на протяжении которого активность убывает в два раза.

Закон радиоактивного распада

Период полураспада T – это время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов.



$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

N_0 – число радиоактивных атомов в начальный момент времени.

N – число нераспавшихся атомов в любой момент времени.