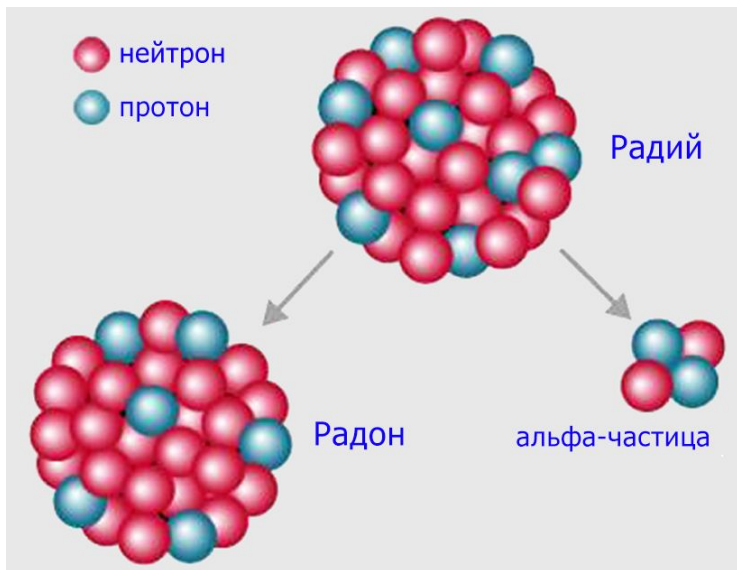


1.8. Свойства альфа-частиц

Следующий инструмент, использованный для изучения внутренней структуры атома – альфа-частицы.

В результате опытов с ними было установлено, что весь положительный заряд атома Ze и большая часть его массы сконцентрированы в единственном ядре, имеющем малые размеры.

Альфа-частица – продукт радиоактивного распада. Полностью ионизованный (двухзарядный) атом гелия с массовым числом 4.

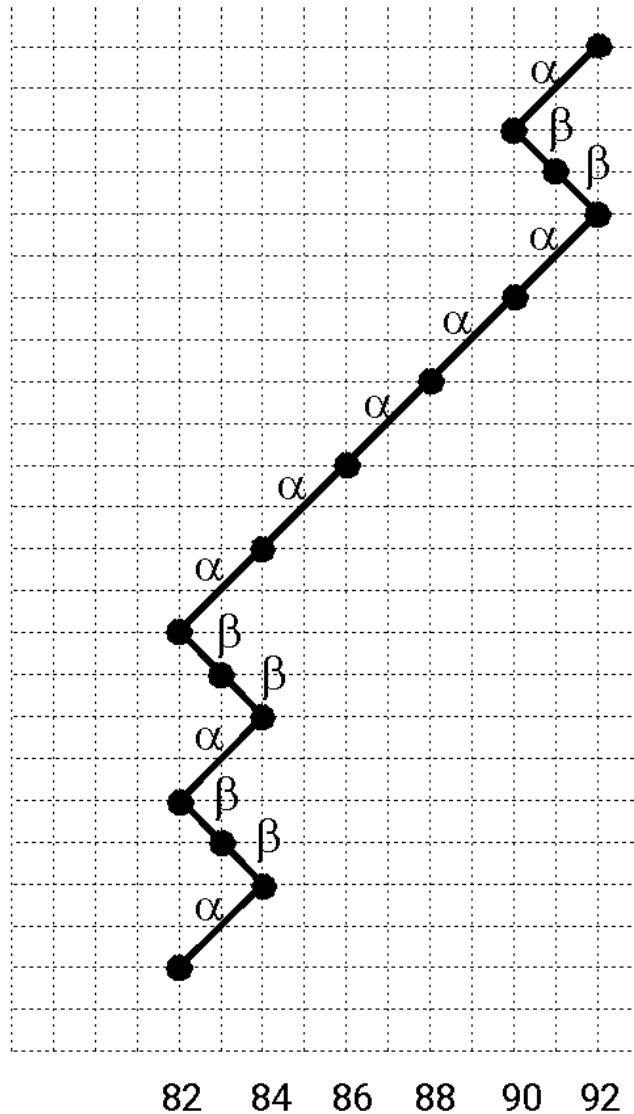


В отличие от частиц бета-лучей, альфа-частицы, образуемые одним радиоизотопом, имеют одну и ту же энергию (не всегда). Это энергия достаточно велика -- порядка МэВ.

В описываемых экспериментах использовали ^{226}Ra (энергия α -частиц 4.78 МэВ (95%) или 4.60 МэВ (5%)) и его «потомки» -- например, «RaC»= ^{214}Bi .

число нейтронов

Забегая вперед



^{238}U	уран	4.47 млрд. лет
^{234}Th	торий	24.1 суток
^{234}Pa	протактиний	1.17 мин.
^{234}U	уран	245 тыс. лет
^{230}Th	торий	8 000 лет
^{226}Ra	радий	1 600 лет
^{222}Rn	радон	3.823 суток
^{218}Po	полоний	3.05 мин.
^{214}Pb	свинец	26.8 мин.
^{214}Bi	висмут	19.7 мин.
^{214}Po	полоний	164 мкс
^{210}Pb	свинец	22.3 лет
^{210}Bi	висмут	5.01 суток
^{210}Po	полоний	138.4 суток
^{206}Pb	свинец	стабилен

Радиоактивный ряд распада урана-238 (т.н. «ряд радия»)

- В 1902 г. Резерфорд добился отклонения α -лучей (препарата радия) в электрическом и магнитном полях.

- Из-за большой массы и энергии частиц потребовались сильные поля.

К примеру, ларморовский радиус:

($2U$ -- энергия в эВ)

$$R = \frac{m v}{q B} = \sqrt{\frac{m}{q}} \cdot \frac{\sqrt{2U}}{B}$$

- Отклонение противоположно отклонению β -лучей.
- Малый разброс по энергиям позволил определить удельный заряд и скорость α -частиц методом Томсона, разработанным для анализа катодных лучей.
- Для радия-С скорость α -частиц оказалась равной $1.99 \cdot 10^7$ м/с.
- Удельный заряд оказался равным половине удельного заряда иона водорода (известен по данным электролиза).

Это двукратно заряженный ион гелия?

(По данным радиологов, гелий присутствовал в составе продуктов распада радия.)

Требовалось независимо определить заряд α -частицы.

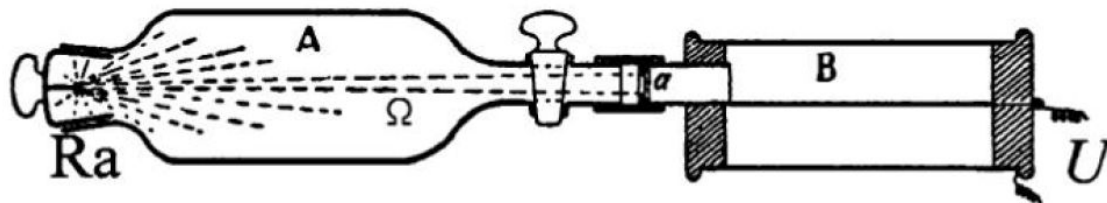
Определение заряда частицы провели «прямым» методом (1908-09 г.) .

- Электрический заряд, переносимый α -частицами из данного препарата в единицу времени, измеряли электрометром.
- Для того же препарата определяли число α -частиц, излучавшихся в единицу времени в небольшой телесный угол. Результат пересчитывали к полному телесному углу 4π .
- Поделив заряд на число частиц, получали заряд одной α -частицы.

Эрих Регенер определял число частиц визуально – по слабым вспышкам на люминесцентном экране.

Резерфорд и Ганс Гейгер направляли α -частицы в специальную камеру, где они инициировали электрический пробой газа между высоковольтным электродом (центральной нитью) и внешней стенкой. Пробои считали.

«Счетчик Гейгера»



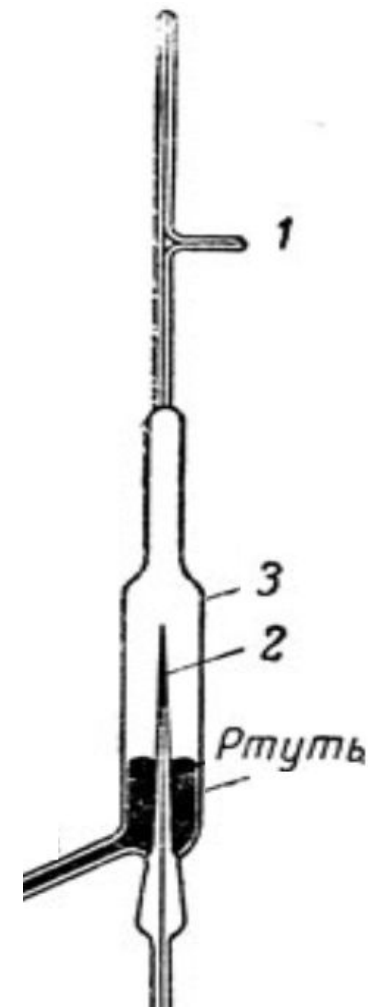
Подсчет числа α -частиц Резерфордом и Гейгером

Оба опыта дали величину заряда α -частицы $+2e$.

Следовательно, ее масса равна 4 массам атома водорода. Это гелий.

И, наконец, Резерфорд совместно с Томасом Ройдсом показал химическую эквивалентность гелию газа потерявших заряд α -частиц. (1909 г.) .

- Радиоактивный газ радон помещен в стеклянную трубку 2 с тонкими стенками (0.01 мм), проницаемыми для α -частиц.
- Из внешней, толстостенной трубки 3 откачивается воздух, создается разрежение.
- В связанной с ней разрядной трубке зажигается разряд и измеряется его спектр, чтобы убедиться, что линии гелия пока что не обнаруживаются.
- Через 2 дня в трубке 3 появляется некоторое количество газа, предположительно гелия, полученного нейтрализацией α -частиц.
- Ртутью этот газ вытесняют в разрядную трубку. При зажигании разряда в спектре обнаруживаются линии гелия.
- Повторяют опыт, заменив в трубке 2 радон (содержащий примесь гелия) чистым гелием -- чтобы показать, что гелий не проник в трубку 3 простой диффузией. В этом случае в спектре разряда гелий не обнаруживается.



- Таким образом, была определена природа частиц альфа-лучей, испускаемых радиоактивными веществами.
- Они представляют собой двукратно ионизованные атомы гелия с массовым числом 4.
- Для используемых радиоизотопов с высокой точностью была измерена энергия α -частиц.
- Результаты последующих опытов по рассеянию α -частиц стали источником новых данных о внутренней структуре атомов. Усилия по их интерпретации во многом изменили наши физические представления.