Резерфорд установил опытным путём, что активность вещества убывает с течением времени. Так, активность радона убывает в 2 раза уже через 1 мин. Активность таких элементов, как уран, торий и радий, тоже убывает со временем, но гораздо медленнее. Для каждого радиоактивного вещества существует определённый интервал времени, на протяжении которого активность убывает в 2 раза. Этот интервал носит название периода полураспада.

Период полураспада Т — это время, в течение которого распадается половина начального числа радиоактивных атомов.

Спад активности, т. е. числа распадов в секунду, в зависимости от времени для одного из радиоактивных препаратов изображён на рисунке 12.5. Для разных веществ период полураспада разный.

Период полураспада —- основная величина, определяющая скорость радиоактивного распада. Чем меньше период полураспада, тем быстрее уменьшается активность вещества.

Выведем теперь математическую форму закона радиоактивного распада. Пусть число радиоактивных атомов в начальный момент времени (t = 0) равно N0. Тогда по истечении периода полураспада это число будет равно.

Спустя ещё один такой же интервал времени это число станет равным:

По истечении времени t = пТ, т. е. спустя п периодов полураспада Т, радиоактивных атомов останется.

Поскольку п = — , то, подставив это выражение в предыдущую формулу, получим основной закон радиоактивного распада.

Число нераспавшихся радиоактивных ядер в любой момент времени определяется по формуле.

Закон радиоактивного распада можно представить в другой форме. Для этого запишем число 2 в виде 2 = е1п 2, где е — основание натурального логарифма, е ~ 2,718, In 2 = 0,693. Тогда число радиоактивных ядер.

Число распавшихся ядер определим по формуле.

Известно, что активность радиоактивного вещества определяется скоростью распада. Найдём производную по времени N'pacn, которая и будет равна активности вещества:

Единицей активности в СИ является беккерелъ (Бк). Беккерель — это активность вещества, в котором за 1 с распадается одно ядро.

Период полураспада урана 2giU равен 4,5 млрд лет. Именно поэтому активность урана на протяжении нескольких лет заметно не меняется. Период полураспада радия значительно меньше — он равен 1600 лет. Поэтому активность радия значительно больше активности урана. Есть радиоактивные элементы с периодом полураспада в миллионные доли секунды.

Чтобы, пользуясь формулой (12.6), определить период полураспада, надо знать число N0 атомов в начальный момент времени и число N нераспавшихся атомов спустя определённый интервал времени t.

Сам закон радиоактивного распада довольно прост. Но физический смысл этого закона уяснить себе нелегко. Действительно, согласно этому закону: за любой интервал времени распадается одна и та же доля имеющихся ядер (за период полураспада — половина ядер).

Значит, с течением времени скорость распада нисколько не меняется? Радиоактивные ядра «не стареют». Так, ядра радона, возникающие при распаде радия, претерпевают радиоактивный распад как сразу же после своего образования, так и спустя 10 мин после этого. Распад любого атомного ядра — это, так сказать, не «смерть от старости», а «несчастный случай» в его жизни. Для радиоактивных ядер не существует понятия возраста. Можно определить лишь их среднее время жизни т.

Время существования отдельных ядер может варьироваться от долей секунды до миллиардов лет. Атом урана, например, может спокойно пролежать в земле миллиарды лет и внезапно взорваться, тогда как его соседи благополучно продолжают оставаться в прежнем состоянии. Среднее время жизни т — это просто среднее арифметическое времени жизни достаточно большого количества атомов данного вида. Оно прямо пропорционально периоду полураспада. Предсказать, когда произойдёт распад ядра данного атома, невозможно. Смысл имеют только утверждения о поведении в среднем большой совокупности атомов.

Закон радиоактивного распада определяет среднее число ядер атомов, распадающихся за определённый интервал времени.

Всегда имеются неизбежные отклонения от среднего значения, и чем меньше количество радиоактивных ядер в препарате, тем больше эти отклонения. Закон радиоактивного распада является статистическим законом.