

§ 33 Химический элемент. Изотопы

Такое понятие, как «*химический элемент*», нам знакомо уже давно. Тогда, в самом начале изучения химии, мы давали ему следующее определение: *химический элемент* — это совокупность очень похожих друг на друга атомов, которые незначительно различаются по массе. Это определение — простое и правильное, однако сейчас у нас появилась возможность уточнить его. На самом деле, слова «очень похожих» означают только одно: атомы, относящиеся к данному элементу, имеют *одинаковый заряд ядра*, то есть число Z . Поэтому дополненное определение химического элемента звучит так:



Химический элемент — это совокупность атомов, обладающих одним и тем же зарядом ядра

Таким образом, заряд ядра Z — основная характеристика химического элемента, и это ни что иное, как его *порядковый номер* в периодической системе Д. И. Менделеева (рис. 4.4). Как несложно заметить, элементы в ней расположены по возрастанию зарядов ядер атомов: первым стоит водород, у которого $Z = 1$, затем гелий ($Z = 2$), третьим идет литий ($Z = 3$) и т. д.; с литием мы имели дело в предыдущем параграфе (рис. 4.2). Последний элемент, искусственно полученный в 2010 году командой российских и американских ученых, имеет $Z = 117$ и пока получил временное название *унунсептий* (по-гречески *сто семнадцатый*).

Итак, атомы одного химического элемента обладают одинаковым зарядом ядра, а значит и одинаковым количеством протонов и электронов. Единственное, что может у них отличаться — это количество нейтронов. Именно за счет нейтронов атомы одного элемента способны иметь разную массу; такие атомы стали называть *изотопами*.



Изотопы — это атомы одного элемента, имеющие разное количество нейтронов, а значит и разную массу

Для обозначения изотопов пользуются следующей простой конструкцией: записывают символ элемента, а сверху перед ним указывают *массовое число* данного изотопа, то есть сумму протонов и нейтронов, например:



изотоп лития с $A = 6$



изотоп лития с $A = 7$

Al	13
26,98154	$3s^2 3p^1$
Алюминий	

Рис. 4.4. Ячейка таблицы Менделеева. Номер элемента указывает на заряд ядра (у алюминия $Z = 13$)

Чтобы определить по такой записи количество нейтронов у того или иного изотопа, вспомним, как связаны между собой три атомных числа:

$$N = A - Z$$

Заряд ядра любых изотопов лития равен 3, поскольку литий — третий элемент таблицы Менделеева, значит изотоп ${}^6\text{Li}$ имеет 3 нейтрона ($6 - 3 = 3$), а изотоп ${}^7\text{Li}$ — 4 нейтрона ($7 - 3 = 4$):

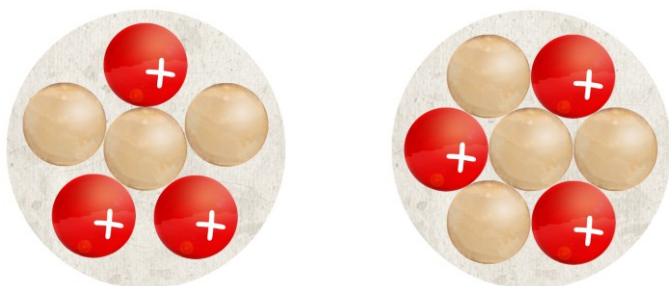


Рис. 4.5. Схемы ядер изотопов ${}^6\text{Li}$ (слева) и ${}^7\text{Li}$ (справа)

У каждого химического элемента имеется несколько изотопов: у кого-то всего два–три, у кого-то свыше двадцати. Одни изотопы распространены в большей степени, другие — в меньшей, а некоторые вообще являются *нестабильными*, то есть их ядра самопроизвольно распадаются на ядра более легких элементов. Такой распад называется *радиоактивностью* и представляет большую угрозу для жизни и здоровья живых организмов.

Обратимся снова к литию: он представлен в природе двумя изотопами, ядра которых приведены на рис. 3.5. С помощью определенных научных экспериментов было установлено, что распространенность легкого изотопа ${}^6\text{Li}$ составляет 7,5 %, а тяжелого ${}^7\text{Li}$ — 92,5 %. Это означает, что какое бы вещество, содержащее литий, мы не взяли, будь то свободный литий (Li), его оксид (Li_2O), сульфат (Li_2SO_4) и др., в нем будут присутствовать как тяжелые изотопы лития, так и легкие, причем тяжелых будет подавляющее большинство.

Опираясь на сведения о распространенности изотопов, вычисляют *относительную атомную массу* элемента, которую мы также привыкли находить в периодической системе элементов Д. И. Менделеева. Так, для лития она составляет 6,941, то есть почти 7, поскольку тяжелые изотопы ${}^7\text{Li}$ в природе преобладают. А для элементов, у которых нет ни одного стабильного изотопа, вместо атомной массы в квадратных скобках указывают массовое число самого долгоживущего из нестабильных изотопов (рис. 4.6).



Предупреждающий знак «Радиоактивность»



Рис. 4.6. Относительная атомная масса лития и массовое число одного из изотопов полония

Так сложилось, что изотопы самого первого элемента — *водорода* — имеют даже свои собственные названия:

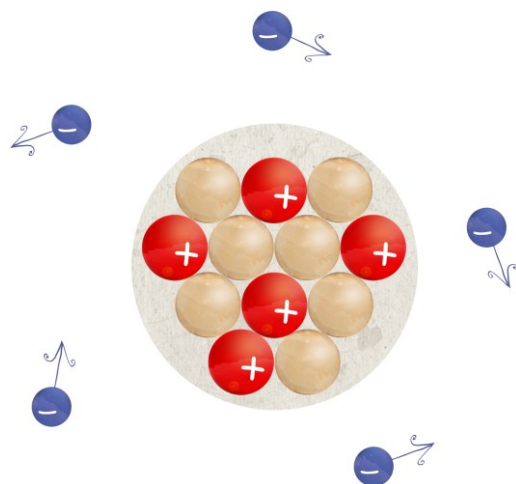


Протий — изотоп, в котором нет *ни одного нейтрона*, является самым распространенным (99,99 %), поэтому относительная атомная масса водорода близка к единице. Дейтерий нередко называют *тяжелым водородом*, на него приходится лишь 0,01 %, а тритий и вовсе нестабилен.

На этом наше первое знакомство с атомными ядрами заканчивается и мы переходим к рассмотрению электронных оболочек.

Немного упражнений

1. Какой изотоп изображен на рисунке справа? Напишите его обозначение и укажите значения всех трех атомных чисел.
2. В природе элемент *фтор* представлен только одним стабильным изотопом. Напишите обозначение этого изотопа, укажите значения всех трех атомных чисел и схематично нарисуйте его ядро.
3. Изотоп некоторого металла имеет $A = 27$ и $N = 14$. Напишите формулы оксида, гидроксида и нитрата этого металла.
4. Заполните все пустые ячейки таблицы для каждого из изотопов:



элемент	A	Z	N	количество p^+	количество e^-	обозначение
кальций			21			
	32				14	
						^{208}Pb
		12	14			
	56			26		