1.7. Открытие субатомного мира: опыты Фарадея по электролизу

Еще раньше, до опытов Перрена, произошло проникновение физиков и химиков в *субатомный* мир: был открыт элементарный электрический заряд – *электрон* – участник сложного внутреннего строения атома. Обратимся к двум экспериментальным открытиям XIX века, которые привели нас в субатомный мир, оказавшийся по своей природе электрическим. *Одно* открытие – установление законов *электролиза*, сделанное известным английским учёным Майклом Фарадеем, и *второе* – открытие *катодных лучей,* которое мы рассмотрим в п.1.8.

Напомним, что электролиз – это разложение химических соединений при пропускании электрического тока через растворы различных веществ. Явление прохождения электрического тока через металлы уже было известно. Еще в середине XVIII века в США известный общественный деятель и ученый Бенджамин Франклин высказал идею, которая потом полностью оправдалась: в металлах спонтанно существует электрически отрицательно заряженная жидкость – «флюид», которая состоит из мельчайших частиц. Благодаря своей малости они могут достаточно свободно проникать в обыкновенную, даже самую плотную материю, не встречая при этом заметного сопротивления.

В данном высказывании Франклина, таким образом, имелось три утверждения:

1) существует особая отрицательно заряженная электрически жидкость;

2) она атомистична по своей природе;

3) отрицательно заряженные частички этой жидкости очень малы.

В нормальном состоянии заряд таких частичек полностью компенсируется положительным электрическим зарядом ионов металла. При заряжении металлов отрицательно этих частичек становится больше «нормы», а когда их становится меньше «нормы», металл заряжается положительно.

В 1833 году Фарадей начал изучать законы электролиза, явления, которое было известно еще с конца XVII века. Он обнаружил замечательный факт: для того, чтобы из любого

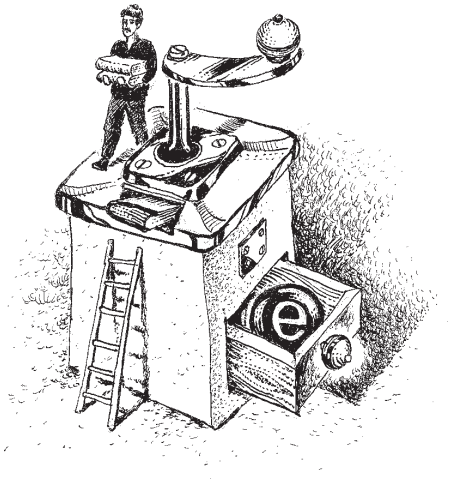
электролита (раствора щелочи, соли, кислоты и др.) выделить на положительно заряженном аноде грамм-атом водорода, необходимо пропустить через электролит 96 500 кулонов электрического заряда, т.е. один грамм-атом водорода всегда переносит с собой одно и то же количество электрического заряда. Точные измерения Фарадея показали, что то же самое количество заряда переносят с собой 23 грамма натрия, 35,45 грамм хлора, 39,1 калия и 107,87 серебра, а эти количества химических элементов численно равны их грамм-атомам. Отсюда следует, что, например, 107,87 грамм серебра должно содержать число атомов такое же, как и в один грамм-атом водорода (т.е. число Авогадро). Следовательно, каждый атом различных веществ переносит одинаковое количество электрического заряда, независимо от того, какому химическому элементу соответствует это вещество. Таким образом, электрический заряд, переносимый одним грамм-атомом любого вещества, можно представить как произведение числа Авогадро на некоторый наименьший (элементарный) электрический заряд *e,* т.е.

$$N_A \times e = 96\ 500 \text{ кулон.}$$

В физике, наряду с практической единицей электрического заряда – кулоном, пользуются часто и другой единицей, называемой электростатической. Заметим, что эта система единиц обозначается латинскими буквами CGSE (C – см; G – г; S – сек; E – эл. стат.). Соответствующая единица электрического заряда в системе CGSE в 3×10^9 раз меньше кулона, и поэтому приведенное выше равенство в таких единицах будет иметь вид:

$$N_A \times e = 96\ 500 \times 3 \times 10^9 = 2{,}895 \times 10^{14} \text{ CGSE.}$$

Фарадей производил свои опыты и с другими электролитами, где выделялись не только одновалентные химические элементы, но и двухвалентные и более сложные. Тогда выделяемый заряд при пересчете на один атом был равен полученному выше заряду *e*, умноженному на валентность, т.е. для двухвалентных веществ (кальция, магния, цинка и других) он был равен *2e*, для трехвалентных *3e* и т.д.

Сам Фарадей ничего не говорил об «атомах» электрического заряда, когда описывал свои эксперименты. Это впервые сделал Стоней в 1874 году, через 40 лет после работ Фарадея. Еще более ясную формулировку результатам опы-

тов Фарадея дал Герман Гельмгольц в 1881 году, читая лекцию в Королевском институте в Лондоне. В ней впервые прозвучал термин – *элементарный электрический заряд*. Таким образом, наряду с атомистической теорией массы вещества, возродилась старая гипотеза Франклина о существовании «атома электрического заряда». Для того чтобы выяснить, чему равен заряд *e*, в приведенных формулах, не хватало численного значения числа Авогадро. Надо было подождать опытов Перрена, сделанных через три десятилетия после высказываний Стонея и Гельмгольца, а потом появилась и возможность непосредственно на опыте измерить элементарный заряд *e*, равный заряду электрона.