

Насколько инертны инертные газы?

Еще в курсе школьной химии нас учили, что аргон – это благородный инертный одноатомный газ без цвета и запаха. Инертным, то есть с очень низкой химической реактивностью, аргон является благодаря полностью заполненной электронной оболочке, содержащей валентные электроны. Именно благодаря своей электронной структуре аргон, как и другие благородные газы, участвует лишь в очень малом количестве химических реакций: известно всего несколько десятков соединений с этими химическими элементами. При этом для аргона известны только соединения в твердых матрицах при очень низких температурах (например, HArF).

Изучая как свет взаимодействует с молекулой иода, мы использовали аргон как нейтральную добавку, предполагая, что он не будет оказывать особого влияния на протекание процессов в молекулярном иоде. Однако в ходе экспериментов мы получили неожиданные результаты.

Для исследования процессов, происходящих с молекулами при воздействии на них светом, в нашей лаборатории используют технику измерения карт скоростей фотофрагментов. Суть техники заключается в следующем: исследуемая

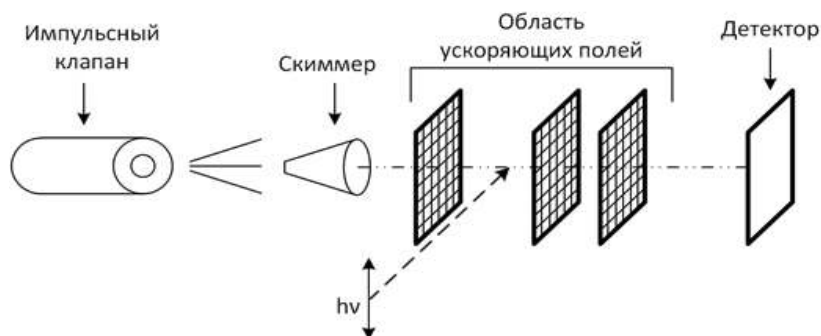


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки.

газовая смесь с помощью импульсного клапана напускается в вакуумную камеру так, что формируется молекулярный пучок – молекулы исследуемой газовой смеси вылетают очень холодными с температурой порядка 10 К (-263°C) и движутся по направлению к детектору, проходя через скиммер – часть установки, которая отсекает частицы с высокой поперечной скоростью (Рис. 1).

Затем пучок попадает в область, где происходит взаимодействие с лазерным излучением, под действием которого молекулы распадаются на фрагменты и ионизируются. Образовавшиеся фотофрагменты (ионы) вытягиваются с помощью электрического поля электродов в сторону детектора. Ионы с различными массами попадают на детектор с разной задержкой по времени, благодаря чему можно установить сколько и каких образовалось ионов после воздействия на молекулярный пучок света, с каким распределением по кинетической энергии (скоростями) эти ионы разлетелись и в каком направлении. Изображение, получаемое на детекторе, называется картой скоростей, пример такой карты для ионов Ar^+ , полученной при возбуждении светом аргон-иодной смеси, показан на рисунке 2.

На этой карте скоростей отчетливо видны оранжево-красные области по внешнему кольцу, соответствующие наибольшему количеству ионов аргона Ar^+ с большой кинетической энергией. Такое большое значение кинетической энергии порядка 1.9 эВ свидетельствует о том, что данный ион образовался из частицы (молекулы-интермедиата $\text{Ar}^+-\text{I}-\text{I}$), в которой был связан ковалентно!

Данная работа открывает совершенно новый подход к созданию до сих пор неизвестных соединений аргона, а также других благородных газов. Создание соединений аргона – важная задача, так как такие соединения, вероятно, по аналогии с соединениями других благородных газов, очень реакционноспособны и могут быть использованы для окисления или галогенирования в органическом синтезе при создании новых материалов.

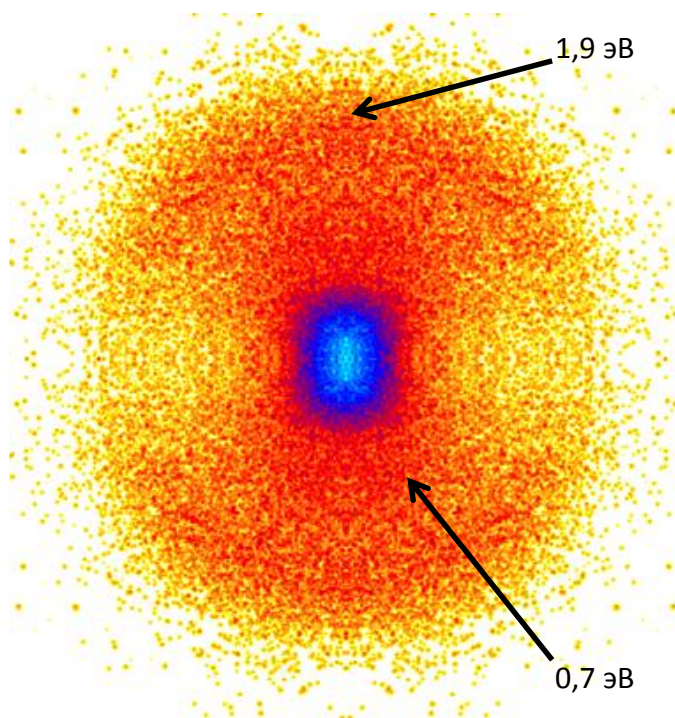


Рисунок 2. Карта скоростей ионов Ar^+ . Ионы с одинаковой кинетической энергией лежат на одной окружности, чем больше радиус окружности, тем больше энергия ионов, ионы в центре имеют нулевую энергию. Для сравнения, средняя энергия теплового движения молекул в газе при комнатной температуре составляет 0,08 эВ.