

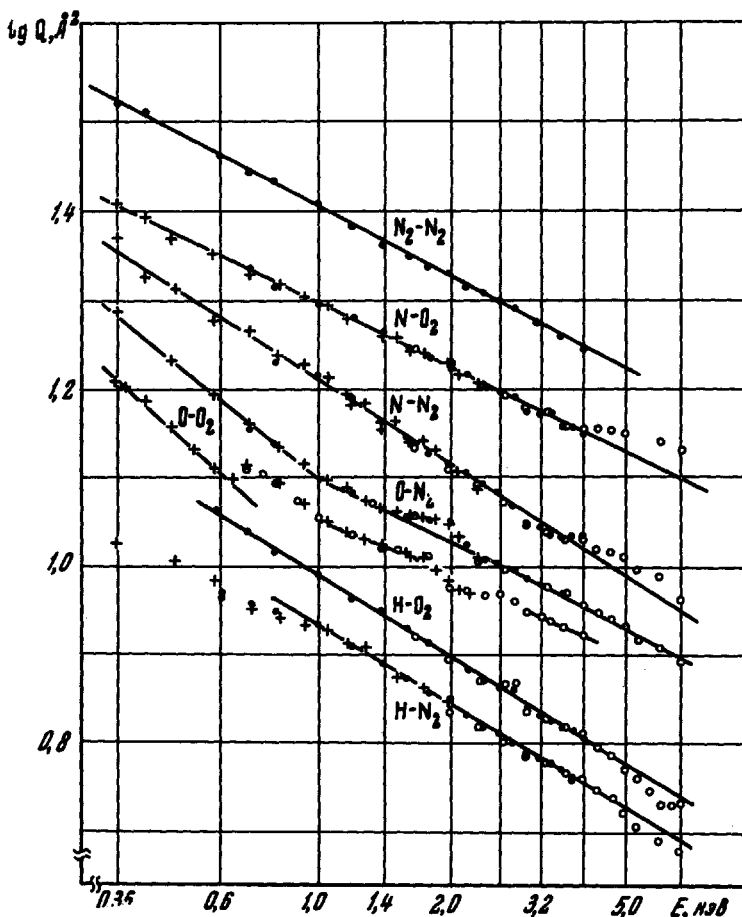
ОСОБЕННОСТИ РАССЕЯНИЯ БЫСТРЫХ ПУЧКОВ АТОМОВ Н, N и O
В МОЛЕКУЛЯРНЫХ ГАЗАХ (N₂, O₂)

Ю.Н.Беллев, В.Б.Леонас

Точное знание поверхностей потенциальной энергии взаимодействия (или потенциальных кривых для сферически симметричных систем) необходимо для теоретического расчета как упругих, так и неупругих

процессов, сопровождающих атомно-молекулярные столкновения. Надежным средством получения соответствующей информации является метод рассеяния быстрых пучков на газовых мишенях. В частности, рассеяние пучков с энергией ~ 1 кэВ под малыми углами ($\sim 10^{-3}$ рад) дает сведения о взаимодействии сталкивающихся частиц в области энергии ~ 1 эВ [1].

Экспериментальная установка и методика измерений описаны в работах авторов и Камнева и др. [1, 2]. Измерения полных поперечных сечений рассеяния проведены с помощью пучков с энергией от 0,6 до 4 кэВ с тремя различными угловыми апертурами (θ_0) детектора. Относительная ошибка измеренных значений $Q(\theta_0, E)$ находится в пределах 1-1,5%, погрешность абсолютных измерений не превышает $\pm 8\%$.



На рисунке в двойном логарифмическом масштабе представлены зависимости измеренных сечений от энергии пучка. Величины сечений при-

ведены к значению для $O-N_2$, для получения истинных величин сечений значения рисунка следует умножить на 1,19 для $H-N_2$ и $O-O_2$, на 0,91 для $H-O_2$, на 0,89 для $N-N_2$, на 0,76 для N_2-N_2 и $N-O_2$.

По начальным линейным участкам кривых рисунка можно определить параметры K и n эффективного сферически симметричного потенциала вида $V=K/r^n$ исследованных систем. Эти значения и диапазоны расстояний наибольшего сближения, в которых они справедливы, сведены в таблицу.

Система	K , эв Å^n	n	Δr , Å
$O-N_2$	22,5	5,0	2,48-2,00
$O-O_2$	13,25	4,4	2,46-2,05
$N-N_2$	76,6	6,31	2,54-1,76
$N-O_2$	362	8,3	2,49-1,84
$H-N_2$	34	6,9	1,81-1,46
$H-O_2$	17,4	6,53	1,84-1,46

Из рисунка видно, что в отличие от случая рассеяния N_2-N_2 , приводимого для примера [1], экспериментальные зависимости $Q(\theta_0)$ от E для систем с незамкнутыми оболочками обладают рядом изломов, величина которых существенно превышает пределы возможных экспериментальных ошибок. Сопоставление данных для $N-N_2$ и $O-N_2$, а также $N-O_2$ и $O-O_2$ указывает на то, что наблюдаемые особенности рассеяния в области энергий ~ 1 кэв (рисунок) не могут объясняться эффектом несферичности молекул, поскольку величины расстояний наибольшего сближения частиц во всех случаях примерно одинаковы. Поэтому можно полагать, что эти особенности отражают резкое изменение характера взаимодействия частиц на весьма коротком интервале атомно-молекулярных расстояний.

Такое изменение может быть следствием пересечения уровней электронной энергии для симметричных конфигураций трех тождественных атомов (например, N_3) [3].

Расшифровка данных упругого рассеяния требует обычно априорного значения качественного вида (притяжение - отталкивание) потенциальных кривых взаимодействия систем в изучаемом диапазоне расстояний, а также возможности неадиабатических электронных переходов в процессе столкновения. В этом смысле наиболее однозначной интерпретации поддаются результаты изучения рассеяния системы $O-N_2$, рассмотрением которой мы и ограничимся.

Большая точность определения расстояний наибольшего сближения позволяет фиксировать два последовательных излома на кривой $Q(\theta_0, E)$ для системы $O-N_2$ (рисунок), которые легко объяснить неадиабатическими переходами с одной потенциальной кривой взаимодействия на другую в процессе столкновения. Такие переходы возможны, поскольку отталкивательные термы ${}^3\Pi$ и ${}^3\Sigma$ состояний системы $O({}^3P)-N_2({}^4\Sigma)$ пересекаются с потенциальной кривой ${}^1\Sigma$ состояния системы $O({}^2D)-N_2({}^4\Sigma)$ [4]. Относительный максимум зависимости сечения $Q(\theta_0)$ от E в области энергий $\sim 2,0$ кэВ естественно связать с "радужным эффектом", известным для рассеяния при немонотонном потенциале взаимодействия [5]. Вероятность неадиабатического перехода в состояние ${}^1\Sigma$ можно грубо оценить по величине "радужного" пика в $0,07$, а сечение этого процесса в $0,8A^0$.

Интерпретация экспериментальных данных для упругих систем может быть дана с помощью аналогичных представлений.

Резюмируем основные результаты работы.

1. Измерены абсолютные величины полных поперечных сечений упругого рассеяния атомов H, N, O на молекулах O_2 и N_2 в зависимости от энергии.

2. По этим данным найдены параметры эффективных сферически симметричных потенциалов, описывающих взаимодействие исследованных систем в диапазоне энергий ~ 1 эВ.

3. Обнаружены особенности зависимости $Q(\theta_0)$ от энергии для рассеяния атомов с незамкнутыми электронными оболочками на молекулах.

4. Для системы $O-N_2$ сделана попытка объяснить наблюдаемые особенности рассеяния и оценить вероятность неадиабатического электронного перехода.

Научно-исследовательский
институт механики при МГУ

Поступило в редакцию
2 июня 1966 г.

Литература

- [1] Ю.Н.Беляев, В.Б.Леонас. Ж.техн.физ., 54, 353, 1966.
- [2] А.Б.Камнев, В.Б.Леонас, В.А.Попов. ПТЭ, № 2, 182, 1966.
- [3] Б.М.Смирнов. ЭТФ, 46, 578, 1964.
- [4] V.G.Reuben, J.W.Linnet. Trans. Farad. Soc., 55, 1543, 1959.
- [5] О.Б.Фирсов. ЭТФ, 24, 279, 1953.