

## О ВЛИЯНИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ИОНОВ $H_2^+$ И $D_2^+$ НА СЕЧЕНИЕ ИХ ДИССОЦИАЦИИ ПРИ СОУДАРЕНИИ С АТОМАМИ И МОЛЕКУЛАМИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ ОТ 0,1 ДО 2 кэв

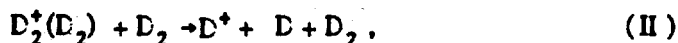
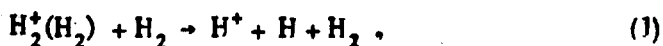
Н.Н.Туницкий, Е.С.Журкин, М.В.Тихомиров

Известно, что диссоциация ионов  $H_2^+$  при соударении с атомами и молекулами может происходить двумя путями: путем возбуждения отталкивательных электронных состояний и путем передачи импульса ядрам [1]. По первому пути диссоциация  $H_2^+$  преимущественно происходит при энергиях соударения от нескольких килоэлектронвольт и выше [2]. Можно ожидать, что в области энергий от нескольких десятков до нескольких тысяч электронвольт будет наблюдаться область, где имеет значение передача импульса ядрам. Эта область энергий исследована недостаточно [3—5] и относительная роль двух механизмов не ясна.

Нами были исследованы процессы диссоциации слабо колебательно возбужденных ионов  $H_2^+$  и  $D_2^+$  и сильно колебательно возбужденных ионов  $D_2^+$ . Слабовозбужденные ионы  $H_2^+(H_2)$  и  $D_2^+(D_2)$  получались ионизацией электронным ударом соответственно водорода и дейтерия. У ионов  $H_2^+(H_2)$  и  $D_2^+(D_2)$  средняя энергия колебательного возбуждения, по данным работы [6], составляет 1,1 — 1,4 эв. В качестве сильновозбужденных ионов мы использовали  $D_2^+(CD_4)$ , полученные электронной бомбардировкой дейтерометана. Эти ионы, судя по нашим измерениям порога их диссоциации, возбуждены в среднем на 0,8 эв выше, чем слабовозбужденные ионы  $H_2^+$  и  $D_2^+$ , т. е. имеют энергии возбуждения около 2 эв, что близко к оценкам, сделанным в работах [6 — 7].

Измерения полных сечений диссоциации производились на двоянной масс-спектрометрической установке, описанной ранее [8], позволяющей свести к минимуму дискриминационные эффекты. При измерениях использовались методы узкой и широкой щели коллектора. Оба метода дали согласные результаты.

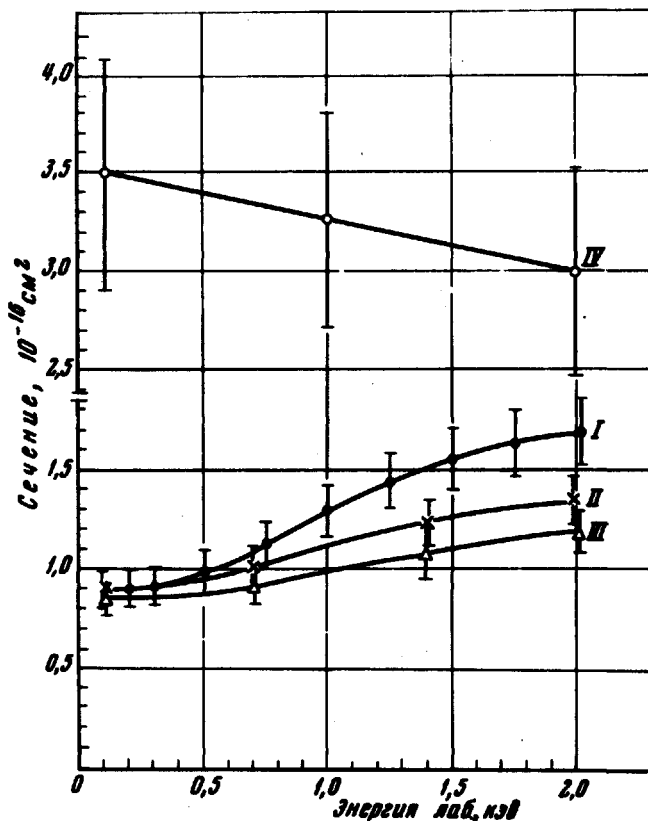
Исследовались следующие процессы:



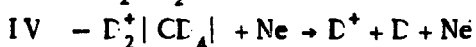
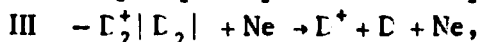
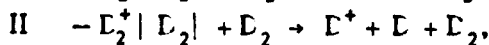
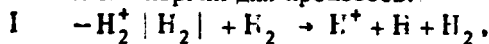
Результаты измерения поперечных сечений диссоциации приведены на рисунке. Из кривых I, II и III видно, что в области энергии от 0,1 до 2 кэв поперечные сечения диссоциации монотонно растут с кинетической энергией и при 2 кэв сечение процесса I несколько больше, полученного в работе [9] ( $1,4 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>), что, по-видимому, связано с более эффективным собиранием протонов. Поскольку с повышением энергии ионов сечение диссоциации путем передачи импульса ядрам должно падать, а сечение диссоциации путем

электронных переходов расти [10] и на кривых не наблюдается провала следует заключить, что имеется область, где эффективны оба механизма.

Совершенно иной характер имеет зависимость сечения диссоциации от энергии для сильновозбужденных ионов  $D_2^+(CD_4)$  (кривая IV). В этом случае наблюдается некоторое падение сечения диссоциации с энергией. Следует поэтому



Зависимость сечений диссоциации  $H_2^+$  и  $D_2^+$  от кинетической энергии для процессов:



допустить, что роль диссоциации путем передачи импульса ядрам в данном случае эффективна в значительно большем диапазоне кинетических энергий и играет относительно большую роль по сравнению с диссоциацией путем электронных переходов. Отметим здесь, что наши оценки зависимости сечения диссоциации сильновозбужденных ионов  $H_2^+$  путем передачи импульса ядру качественно согласуются с опытом. Различный ход зависимости сечения диссоциации для ионов  $H_2^+$  с  $v=0$  и  $v=3$ , а также сильное влияние колебательного возбуждения на сечение в области кинетических энергий от 0 до 10 эв было отмечено и в работе [11].

Из рисунка также следует, что в области низких энергий отношения сечений диссоциации сильновозбужденных (кривая IV) и слабовозбужденных ионов  $D_2^+$  (кривая III) равно 4,1, а в области высоких — 2,5. Аналогичное отношение при диссоциации  $H_2^+(H_2)$  и  $H_2^+(CH_4)$  с энергией 3,8 кэВ на Ne равно 2,3 [12]. Таким образом диссоциация ионов водорода в области низких энергии значительно более чувствительна к возбуждению исходных ионов.

Поступила в редакцию  
18 августа 1970 г.

### Литература

- [1] E.F.Salpeter. Proc. Phys. Soc., 63a, 1295, 1950.
  - [2] В.Meierjohann, W.Seibt. Zs. Phys., 225, 9, 1969.
  - [3] Н.И.Туницкий, Р.М.Смирнова, М.В.Тихомиров. ДАН СССР, 101, 1083, 1955.
  - [4] J.Wm. Mc.Cowan, L.Kerwin. Can. J. Phys., 42, 972, 1964.
  - [5] T.F.Moran, G.C.Fullerton. Chem. Phys. Lett., 2, 625, 1968.
  - [6] В.В.Иванов, М.В.Тихомиров, Н.И.Туницкий. Химия высоких энергий, 3, 312, 1969.
  - [7] С.Е.Куприянов, А.А.Перов. ДАН СССР, 158, 942, 1964.
  - [8] В.В.Иванов, М.В.Тихомиров. ДАН СССР, 188, 387, 1969.
  - [9] А.А.Перов. канд. диссертация, Моск. Физ. Техн. Институт. 1967.
  - [10] Б.И.Герасименко, Ю.Д.Оксюк. ЖЭТФ, 48, 499, 1965.
  - [11] W.A.Chupka, J.Berkowitz, M.F.Russell. VI Internat. Conference of the Physics of Electronic and Atomic Collisions, Cambridge, Massachusetts, USA, 1969, стр. 71.
  - [12] С.Е.Куприянов, А.А.Перов. ЖСХ, 38, 2263, 1964.
-