

## СЕЧЕНИЯ ОБДИРКИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ВОДОРОДА С ЭНЕРГИЕЙ ПОРЯДКА 1 МЭВ В НЕКОТОРЫХ ГАЗАХ

Г. И. Димов и В. Г. Дудников

В работе приведены результаты измерения сечений  $\sigma_{-10}$  и  $\sigma_{-11}$  для отрицательных ионов водорода при энергии  $0.9 \div 1.3$  Мэв в следующих газах:  $H_2$ , He,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $C_3H_8$ ,  $CCl_2F_2$ ,  $SF_6$

С целью определения коэффициента перезарядки пучка отрицательных ионов водорода в атомарный пучок были измерены масс-спектрометрическим методом сечения отрыва от них электронов в некоторых газах.

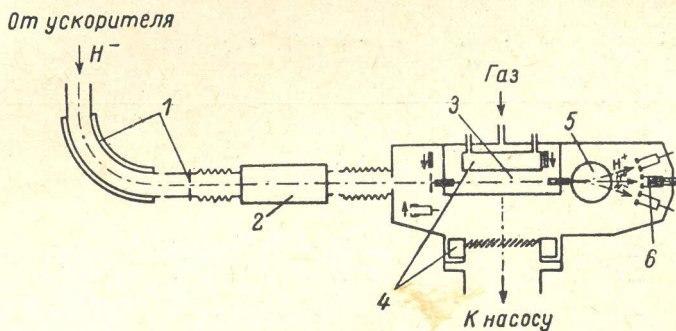


Схема экспериментальной установки.

1 — анализатор; 2 — линза; 3 — перезарядная камера; 4 — вымораживающие ловушки; 5 — магнит; 6 — калориметр.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке. Пучок отрицательных ионов водорода с энергией до 1.3 Мэв от ускорителя Ван-де-Граафа, пропущенный через магнитный анализатор и сфокусированный квадрупольной линзой, через коллимирующую диафрагму вводился в перезарядную камеру. После перезарядки на выходе перезарядной камеры пучок разделялся в магнитном поле на три зарядовых компоненты  $H^-$ ,  $H^0$  и  $H^+$ . Токи  $H^-$  и  $H^+$  измерялись боковыми цилиндрами Фарадея, а ток  $H^0$  измерялся терморпным калориметром, вмонтированным в центральный цилиндр Фарадея. Начальный ток контролировался цилиндрами Фарадея и калориметром при выключенном магнитном поле на выходе камеры перезарядки. Положение и поперечные размеры пучка наблюдались с помощью кварцевых экранов. Камера перезарядки отделена от ионопровода каналами длиной 5 и диаметром 0.5 см. Ее эффективная длина 21 см с точностью 1%. Ионопровод откачивался до давления  $5 \cdot 10^{-7}$  тор, а камера перезарядки до  $3 \cdot 10^{-6}$  тор. Напуск газа в камеру до давления  $10^{-4}$  тор на вакуум в ионопроводе не влиял. Камера перезарядки и ионопровод перед ее входом экранировались железом от рассеянного поля выходного магнита, с этой же целью проходные каналы камеры выполнены из железа.

Калориметр с хромель-копелевой термопарой калибровался с помощью цилиндра Фарадея по пучку  $H^-$ . Его чувствительность 93 мв/мкА · Мэв. Характеристика калориметра линейна до 10 мв, постоянная времени ~5 сек. Токи на цилиндры Фарадея и ЭДС термопары измерялись приборами Ф-18 и Ф-116. Начальный ток  $H^-$  величиной 1 мкА изме-



рялся с точностью  $\pm 2^0/0$ , ток  $H^+$  с точностью  $\pm 10^0/0$ , ток  $H^0$  с точностью  $\pm 5^0/0$ . Нижняя граница токов, измеряемых цилиндрами Фарадея  $\sim 10^{-10}$  а, калориметром  $\sim 10^{-9}$  а. Давление газа в камере перезарядки измерялось манометрическими лампами ЛМ-2 и ЛТ-2, прокаливанными с помощью масляного и радиоактивного манометров. Точность определения плотности газовой мишени лампой ЛМ-2  $\pm 10^0/0$  и лампой ЛТ-2  $\pm 20^0/0$ . Точность измерения энергии частиц  $\pm 1^0/0$ .

Для определения сечений обдирки  $\sigma_{-10}$  и  $\sigma_{-11}$  снимались зависимости относительного выхода  $H^0$  и  $H^+$  от толщины перезарядной мишени в диапазоне  $2 \cdot 10^{12} \div 3.5 \cdot 10^{14}$  мол./см<sup>2</sup>. Фоновый выход  $H^0$  составлял  $5 \cdot 10^{-3}$ , выход  $H^+$  меньше  $10^{-4}$ . Точность измерения сечений  $\sigma_{-10} \pm 18^0/0$ , сечений  $\sigma_{-11} \pm 23^0/0$ . Кроме сечений обдирки, были непосредственно измерены максимальный выход нейтральных атомов и оптимальная толщина мишени. По этим данным определены сечения  $\sigma_{01}$  с точностью  $\pm 30^0/0$ .

Результаты измерений представлены в таблице. (В скобках указаны экспериментальные данные по измеренным сечениям других авторов, приведенные в обзоре Аллисона [1]).

Газ	Энергия Мэв	$\sigma_{-10} \cdot 10^{17}$ , см <sup>2</sup> /мол.	$\sigma_{-11} \cdot 10^{17}$ , см <sup>2</sup> /мол.	$\sigma_{01} \cdot 10^{17}$ , см <sup>2</sup> /мол.	Максимальный выход	Оптимальная толщина, мол./см <sup>2</sup>	
H <sub>2</sub>	0.9	7.3 (9.6)	0.43	2.6 (2)	0.53	3.1 · 10 <sup>16</sup>	
	1.1		0.3				2
	1.3		—				1.6
He	0.9	4.5	0.14	1.9 (1.5)	0.50	3.3 · 10 <sup>16</sup>	
	1.1		0.10				1.5 (1.3)
	1.3		0.07				1.3
N <sub>2</sub>	0.9	35	1.7	15 (15.4)	0.50	6.4 · 10 <sup>15</sup>	
	1.1		1.4				12
	1.3		0.9				10
CO <sub>2</sub>	0.9	63 (53)	3.5	25	0.52	3.5 · 10 <sup>15</sup>	
	1.1		2.4				20
	1.3		—				16
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.9	60	2.3	—	—	—	
	1.1		1.8	—	—		
	1.3		1.1	—	—		
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.9	130	7.3	60	0.51	1.8 · 10 <sup>15</sup>	
	1.1		6				52
	1.3		5				38
SF <sub>6</sub>	0.9	186	12	77	0.51	1 · 10 <sup>15</sup>	
	1.1		9.4				63
	1.3		7.5				50

Сечения  $\sigma_{-10}$  и  $\sigma_{-11}$  изменяются обратно пропорционально энергии. Зависимость от атомного номера несколько слабее линейной.

Для сложных молекул сечение обдирки не равно сумме этих сечений на отдельных атомах. Сечение  $\sigma_{-11}$  составляет  $3 \div 6^0/0$  от сечения  $\sigma_{-10}$ . Для всех изученных газов максимальный относительный выход атомарного пучка составляет примерно  $50^0/0$  и практически не зависит от энергии в исследованном диапазоне.

Работа выполнена в Институте ядерной физики СО АН СССР в связи с экспериментами по перезарядной инжекции протонов в накопителе [2].

#### Литература

- [1] S. K. Allison. Rev. Modern Phys., 30, 1137, 1958. — [2] Г. И. Будкер, Г. И. Димов. Международная конференция по ускорителям, Дубна, 1963, М., 993, 1964.

Институт ядерной физики  
Новосибирск

Поступило в Редакцию  
24 августа 1965 г.