

ИЗМЕРЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКОГО РОСТА ПЕРВИЧНОЙ  
ИОНИЗАЦИИ В БЛАГОРОДНЫХ ГАЗАХ

В. С. Асосков, В. В. Блаженков, В. М. Гривин,  
Л. П. Котенко, Г. И. Мерзон, Л. С. Первов

УДК 537.56

Методом искровой камеры низкого давления измерен релятивистский рост первичной ионизации в чистых благородных газах и смеси 30% He + 70% Ne (ксеногазе). Полученные результаты хорошо совпадают с теоретическими предсказаниями.

Релятивистский рост первичной ионизации в газах, то есть числа ионизирующих столкновений первичной частицы, как и релятивистский подъем полной ионизации, может быть использован для идентификации частиц в экспериментах по физике высоких энергий /1-3/. Эта идея реализуется, например, в создаваемом сейчас спектрометре на основе стримерной камеры в магнитном поле /4/. Измерения первичной ионизации имеют то преимущество, что в отличие от полной ионизации ее флуктуации носят чисто пуассоновский характер.

Между тем, релятивистское возрастание первичной ионизации исследовано только в гелии /2/ и смесях гелия и неона /3/, где оно хорошо совпадает с предсказаниями теории первичной ионизации, развитой в работах /1,5/. Для тяжелых газов эта теория проверялась лишь в области минимума ионизации при лоренц-факторах  $\gamma = E/mc^2 \approx 4$  /6-8/.

В настоящей работе измерен релятивистский рост  $R \equiv (dn/dx)_{\gamma=10^3} / (dn/dx)_{\gamma=4}$  первичной ионизации, то есть отношение первичной ионизации при  $\gamma = 10^3$  (вблизи плато) <sup>\*)</sup> и

<sup>\*)</sup> Плато первичной ионизации в зависимости от сорта газа, согласно /1/, на (1-3)% выше первичной ионизации при  $\gamma = 10^3$ .

$\gamma = 4$  (в минимуме). Измерения проведены в благородных газах - He, Ne, Ar, Kr, Xe и смеси 30% He + 70% Ne (ксеногал) методом искровых камер низкого давления с проволочными электродами. Первичная ионизация измерялась по эффективности срабатывания искровых камер. Подробности метода и экспериментальная установка описаны в /7,8/.

Таблица I

Релятивистский рост  $R$  первичной ионизации в благородных газах

Состав газа	Давление газа	Минимальная ( $\gamma = 4$ ) удельная первичная ионизация /8/ при $t = 20^\circ \text{C}$	R	
	P, атм		$(dn/dx)_{P,t}$ , см <sup>-1</sup>	Эксперимент
He	0,40	$1,36 \pm 0,02$	$1,56 \pm 0,04$	1,55
Ne	0,15	$1,71 \pm 0,02$	$1,67 \pm 0,03$	1,67
Ar	0,07	$1,86 \pm 0,03$	$1,58 \pm 0,02$	1,58
Kr	0,05	$1,38 \pm 0,03$	$1,59 \pm 0,03$	1,63
Xe	0,04	$1,79 \pm 0,04$	$1,63 \pm 0,02$	1,62
30% He + + 70% Ne (ксеногал)	0,15	$1,34 \pm 0,04$	$1,72 \pm 0,03$	1,68

Искровые камеры с промежутком 1 см, наполненные чистым благородным газом при давлении ниже атмосферного (см. табл. I) поочередно облучались пучком электронов с импульсом 0,5 ГэВ/с электронного синхротрона ФИАН и электронами с энергией 2 МэВ от радиоактивного  $\beta$ -источника  $\text{Sr}^{90}$ . Энергия таких электронов практически отвечает соответственно плато и минимуму первичной ионизации /I,5/. Пучок электронов с импульсом 0,5 ГэВ/с диаметром 20 мм был сформирован с помощью четырех совпадательных  $S_1, S_2, S_5, S_6$  и двух антисовпадательных  $A_3, A_4$  спинтилляционных счетчиков и проходил последовательно через две искровые камеры с тонкими (50 мкм Al) окнами, расположенными между счетчиками  $A_3, A_4$ . Общая толщина вещества перед искровыми камерами

ми (10 м воздуха и 0,6 см сцинтилляторов) составляла около 0,05 радиационной длины.

Запуск искровых камер осуществлялся совпадениями  $S_1 S_2 A_3 A_4 S_5 S_6$  при работе с пучком или  $A_4 S_5 S_6$  при работе от  $\beta$ -источника. Управление осуществлялось расположенной в экспериментальном зале электроникой, работа которой контролировалась дистанционно с пульта. В контрольных измерениях было проверено, что примесь идущих одновременно электронов или жестких  $\gamma$ -квантов в пучке, которые могли бы привести к ложным запускам или просчетам, и тем самым исказить результаты не превышает десятых долей процента. Для введения поправок на ложные события, связанные со "старыми" следами в искровых камерах, рабочие экспозиции чередовались с облучениями, в которых искровые камеры запускались случайным образом от генератора периодических импульсов. Работа искровых камер контролировалась выбором амплитуды высоковольтного импульса на середине плато счетной характеристики (протяженность плато в зависимости от состава и давления газа от I до 3 кВ), а также поддержанием чистоты газа путем его рециркуляции через систему очистки, содержащую цеолит и нагретую кальциевую стружку. Чистота газа контролировалась хроматографом.

В предыдущих работах авторов было показано, что для абсолютных измерений первичной ионизации необходимо экстраполировать данные, полученные при различных задержках  $t_3$  высоковольтного импульса, в точку  $t_3 = 0$  /7,8/. В настоящем эксперименте  $t_3 = 0,25$  мкс, и из-за диффузии электронов, образованных проходящей частицей в газе, на электроды искровой камеры, измеренная первичная ионизация несколько меньше, чем при  $t_3 = 0$ . Однако, благодаря тому, что спектры передач энергии при  $\gamma = 1000$  и  $\gamma = 4$  в столкновениях релятивистских заряженных частиц с атомами благородных газов весьма близки /9/, отношение первичной ионизации на плато и в минимуме не зависит от  $t_3$ .

Результаты эксперимента, приведенные в таблице, хорошо согласуются с предсказаниями теории ионизационных столкновений релятивистских заряженных частиц в среде /1,5/ и доказывают ее применимость для расчета первичной ионизации в газах.

Авторы выражают свою признательность А. И. Алиханяну за поддержку настоящей работы, руководству Лаборатории электронов вы-

соких энергий ФИАН и персоналу синхротрона за возможность проведения эксперимента, а также Г. Ш. Китошвили и А. Н. Чузо за оказанную ими помощь.

Поступила в редакцию  
10 марта 1978 г.

### Л и т е р а т у р а

1. В. К. Ермилова, Л. П. Котенко, Г. И. Мерзон, В. А. Чечин, *ЖЭТФ*, 56, 1608 (1969).
2. В. А. Давиденко, Б. А. Долгошеин, В. К. Семенов, С. В. Сомов, *ЖЭТФ*, 55, 426 (1968).
3. В. А. Давиденко, Б. А. Долгошеин, С. В. Сомов, В. Н. Старосельцев, *ЖЭТФ*, 58, 130 (1970).
4. G. Bohm, L. S. Vertogradov, Ya. V. Griashkevich, V. P. Pzheleporov, R. Leiste, Yu. P. Merekov, V. I. Petrukhin, D. Pose, G. A. Shelkov, V. A. Davidenko, B. A. Dolgoshein, S. V. Somov, U. Kundt, K. Lanus, G. Peter, Proc. of the 1 Int. Conf. on Streamer Chamber Technology, Sept. 14-15, 1972, Argonne National Lab. ANL - 8055.
5. В. К. Ермилова, Л. П. Котенко, Г. И. Мерзон, В. А. Чечин, Препринт ФИАН № 152, 1969 г.
6. G. W. McClure, *Phys. Rev.*, 90, 796 (1953).
7. В. С. Асосков, В. В. Блаженков, В. М. Гришин, Л. П. Котенко, Г. И. Мерзон, Л. С. Первов, Препринт ФИАН № 45, 1975 г.
8. В. С. Асосков, В. В. Блаженков, В. М. Гришин, Л. П. Котенко, Г. И. Мерзон, Л. С. Первов, *ЖЭТФ*, 72, 146 (1977).
9. V. S. Ermilova, L. P. Kotenko, G. I. Merzon, V. A. Chechin, *Nucl. Instr. Meth.*, 145, 555 (1977).