

Письма в ЖЭТФ, том 15, вып. 12, стр. 727 – 730

20 июля 1972 г.

СЕЧЕНИЯ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ МЕДЛЕННЫХ ПОЗИТРОНОВ В ИНЕРТНЫХ ГАЗАХ

Б. М. Левин

Обнаружение компоненты неэкспоненциального вида, так называемого "плеча", на временных спектрах аннигиляции позитронов в инертных газах [1, 2] открывает новые возможности экспериментальной оценки сечений рассеяния медленных позитронов ($\lesssim 10$ эв) на атомах и молекулах. В частности, можно получить относительные упругие сечения позитронов в бинарных смесях инертных газов. В данной работе с этой целью регистрировалось сокращение длительности "плеча" при добавлении в ксенон и аргон более легких инертных газов (рис. 1 и 2).

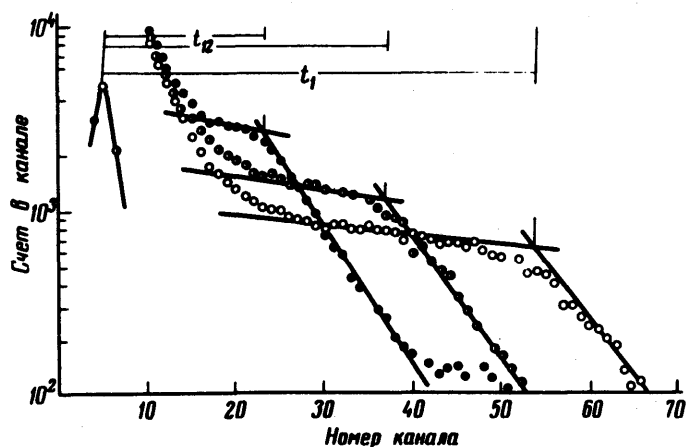


Рис. 1. Сокращение длительности "плеча" при добавлении в исходный газ (ксенон) более легкого газа (аргон). t_1 — длительность "плеча" в чистом ксеноне, t_{12} — длительность "плеча" в смесях ксенон — аргон. Цена одного канала — $1,1 \cdot 10^{-9}$ сек. \circ — Xe $p = 3$ атм, \bullet — Xe + Ar $p = 3$ атм, \bullet — Xe + Ar $p = 10$ атм

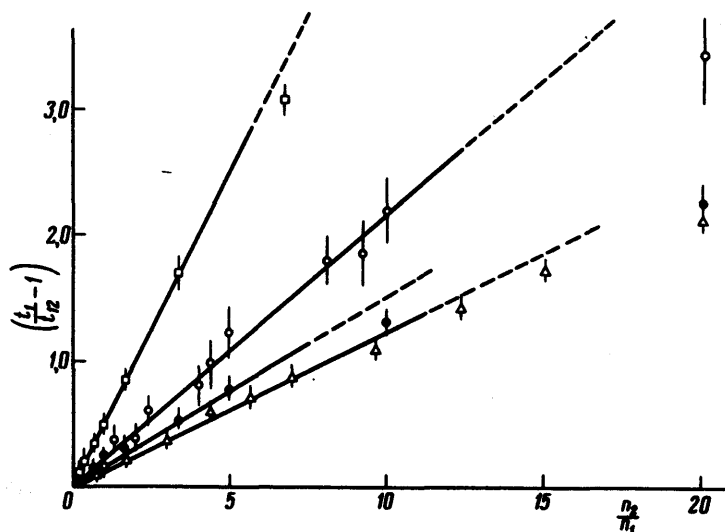


Рис. 2. Экспериментальные зависимости для определения относительных упругих сечений: \square — Xe + Ar, \bullet — Xe + Ne, Δ — Xe + He, \circ — Ar + He

Принято, что длительность "плеча" — t определяет для данного газа при плотности n ($1/\text{см}^3$) время упругого замедления позитронов от порога образования позитрония до некоторой достаточно низкой энергии, при которой поляризационное взаимодействие приводит к более или менее резкому росту скорости аннигиляции [1, 2]. Добавка легкого газа сокращает длительность "плеча", не изменяя существенно (при

сравнительно небольших концентрациях добавки) энергетических пределов упругого замедления позитронов, поскольку порог образования позитрония снижается в ряду инертных газов с ростом атомного номера, а поляризуемость атомов растет. Следовательно, для бинарной смеси газов длительность "плеча" связана с параметрами смеси соотношением теории упругого замедления [3]

$$t_{12} \approx \frac{\text{const}}{n_1 \sigma_e^{(1)} \xi_1 + n_2 \sigma_e^{(2)} \xi_2}, \quad \begin{matrix} t_{12} \rightarrow t_1 \\ n_2/n_1 \rightarrow 0 \end{matrix}, \quad (1)$$

где σ_e – сечение упругого рассеяния позитронов, ξ – средний логарифмический декремент энергии; индексы "1" и "2" обозначают, соответственно, тяжелый и легкий газы смеси. Сравнение t_{12} и t_1 при различных концентрациях примеси позволяет получить относительные упругие сечения позитронов.

Измерения проводились на установке с физическим разрешением $3 \cdot 10^{-9}$ сек и дифференциальной нелинейностью 2% в диапазоне до $200 \cdot 10^{-9}$ сек. Источник позитронов (Na 22 Cl) на слюдяной подложке помещался в центре цилиндрической камеры из нержавеющей стали. у-кванты – реперный (1,3 мэв) и аннигиляционный (0,5 мэв) – регистрировались сцинтилляционными датчиками УСД-4 с ФЭУ-36 и кристаллами стильбена 40×40 мм. Использовались инертные газы высокой чистоты с относительным содержанием примесей многоатомных газов $\sim 10^{-5}$.

Как видно (рис. 2), в некотором интервале концентраций примесей экспериментальные точки ложатся на прямые, углы наклона которых – α определяют отношения упругих сечений

$$\frac{\sigma_e^{(2)}}{\sigma_e^{(1)}} \approx \text{tg } \alpha \frac{M_2}{M_1}, \quad (2)$$

где M_1 и M_2 – массы тяжелого и легкого атомов.

Отношения сечений упругого рассеяния позитронов в инертных газах

| Смесь инертных газов | tg α | $\sigma_e^{(1)} / \sigma_e^{(2)}$ |
|----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| ксенон – гелий | 0,13 ($\pm 10\%$) | 260 \pm 25,0 |
| ксенон – неон | 0,15 ($\pm 10\%$) | 44 \pm 5,0 |
| ксенон – аргон | 0,52 ($\pm 6\%$) | 6,4 \pm 0,4 |
| аргон – гелий | 0,22 ($\pm 13\%$) | 46 \pm 6,0 |

Результаты приведены в таблице. Полученные отношения упругих сечений позитронов согласуются с имеющимися данными для гелия, неона и аргона [4 – 6]. Используя абсолютные значения упругих сечений позитронов для гелия $\sigma_e = 0,023 \pi a_0^2 \pm 25\%$ и неона $\sigma_e = 0,14 \pi a_0^2 \pm 25\%$, полученные в работах [4, 5] и подтвержденные недавно независимым мето-

дом в работе [6], и сравнивая перекрестные отношения сечений из таблицы, приведем экспериментальную оценку среднего упругого сечения позитронов в ксеноне $\sigma_e = 6\pi a_0^2$ для энергий 1 – 5 эв.

Искренне благодарю В.И.Гольданского за интерес к работе и участие в обсуждении результатов.

Институт химической физики
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
18 мая 1972 г.

Литература

- [1] S.I.Tao, I.Bell, I.H.Green. Proc. Phys. Soc., **83**, 453, 1964.
 - [2] P.E.Osmon. Phys. Rev., **B138**, 216, 1965.
 - [3] S.I.Tao, I.H.Green, G.I.Celicans. Proc. Phys. Soc., **81**, 1091, 1963.
 - [4] S.Marder, V.W.Hughes, C.S.Wu, W.Bennet. Phys. Rev., **103**, 1258, 1956.
 - [5] W.B.Tentsch, V.W.Hughes. Phys. Rev., **103**, 1266, 1956.
 - [6] S.N.Rodionov, B.P.Sannikov, E.P.Solodov. Phys. Lett., **35A**, 297, 1971.
-