

С 346.48 + С 346.42

5/1-672

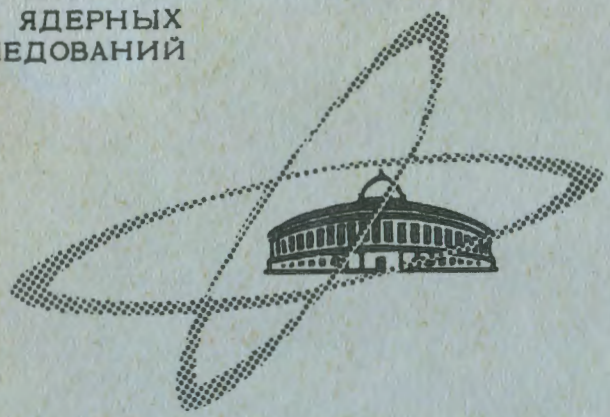
П-312

ЯФ, 1967, т. 6, в. 5, с. 1008-1009

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 3255



В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, А.И. Филиппов

ЗАХВАТ ОСТАНОВИВШИХСЯ π^- -МЕЗОНОВ В СМЕСИ
ГЕЛИЯ-3 И АЗОТА

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

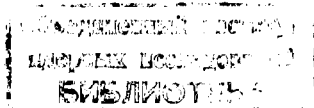
1967.

P1 - 3255

В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, А.И. Филиппов

ЗАХВАТ ОСТАНОВИВШИХСЯ π^- -МЕЗОНОВ В СМЕСИ
ГЕЛИЯ-3 И АЗОТА

Направлено в ЯФ

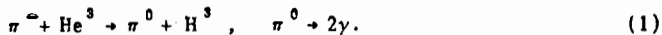


4955/1, 28.

Захват медленных π^- -мезонов в веществе протекает в общем случае в несколько последовательных стадий: 1) замедление π^- -мезона; 2) посадка π^- -мезона на орбиты отдельных атомов, входящих в состав молекулы, или на общие уровни молекулы; 3) переход на орбиты, связанные с отдельными атомами; 4) захват π^- -мезона ядром или столкновение π^- -мезоатома (мезомолекулы) с соседним атомом; перехват π^- -мезона на орбиту этого атома и захват его ядром. В конденсированных средах вероятности захвата π^- -мезона ядрами различных элементов, входящих в состав вещества, во многом определяются мезомолекулярными процессами, приводящими к значительному изменению вероятностей захвата по сравнению с захватом изолированными атомами^{/1-3/}. В случае остановки π^- -мезона в смеси газов картина захвата существенно упрощается - вероятности захвата π^- -мезона различными ядрами определяются первоначальной посадкой π^- -мезона и перехватом в результате столкновений.

Целью настоящей работы являлось изучение первоначальной посадки π^- -мезонов на атомы гелия-3 и азота в газовой смеси. Совместно с данными, полученными нами при исследовании захвата π^- -мезонов в смеси водорода с другими газами, где изучался суммарный эффект, связанный с процессами посадки и перехвата, это позволяет выделить процесс перехвата и определить его характеристики.

Эксперименты были выполнены на π^- -мезонном пучке синхроциклотрона ЛЯП ОИЯИ с использованием аппаратуры для регистрации пар γ -квантов, описанной нами ранее^{/4/}. π^- -мезоны останавливались в газовой мишени высокого давления, наполненной смесью гелия-3 и азота. Захват π^- -мезонов в гелии-3 в 15% случаев сопровождается перезарядкой^{/5,6/}



В случае же захвата π^- -мезонов ядрами азота перезарядка резко подавлена (вероятность ее не превышает 10^{-4} /6/). Это позволяет разделить процессы захвата π^- -мезонов в гелии-3 и азоте и регистрировать захват π^- -мезонов только ядрами гелия-3 по реакции (1).

При посадке π^- -мезона на атом гелия-3 образуется положительно заряженный мезоатом, который из-за электрического отталкивания не может приблизиться к соседнему атому достаточно близко, чтобы π^- -мезон мог быть перехвачен, либо, в редких случаях, нейтральная система π^-He^+ , которая из-за своих больших размеров (атомных) также не может передать π^- -мезон другому атому. В отличие от захвата π^- -мезона в смеси водорода и азота, где образуется нейтральный (π^0) мезоатом и наблюдается процесс перехвата π^- -мезонов азотом в смеси гелия-3 и азота, перехват не играет роли, и распределение π^- -мезонов между компонентами газовой смеси определяется стадией первоначальной посадки π^- -мезонов.

В случае, когда толщина газовой мишени существенно меньше, чем разброс пробегов π^- -мезонов, число остановок π^- -мезонов в газе N_π определяется соотношением

$$N_\pi (C_{He}, C_N) = N_\pi (C_{He}, 0) (1 + qC) \quad (2)$$

Здесь C_{He} и C_N - атомные концентрации газов в смеси (число атомов в единице объема мишени), $C = C_N / C_{He}$, q - отношение тормозных способностей азота и гелия-3, приведенных к одному атому^{х)}.

Введя отношение α вероятностей посадки π^- -мезона на атомы азота и гелия-3, получаем для скорости счета пар γ -квантов $n_{\gamma\gamma}$ от реакции (1):

$$n_{\gamma\gamma} (C_{He}, C_N) = n_{\gamma\gamma} (C_{He}, 0) \frac{1 + qC}{1 + \alpha C} \quad (3)$$

Учет конечной величины отношения плотности мишени к разбросу пробегов (меньше 0,2 в нашем случае) приводит к небольшой поправке $1 - \alpha(C_{He})^2 (1 + qC)^2$ к формулам (2) и (3) (несколько процентов).

х) В случае гелия-3 и азота q мало отличается от отношения зарядов ядер Z' : $q = 0,95 Z'$.

Как видно из отношения (3), процедура экспериментального определения величины α сводится к сравнению скоростей счета пар γ -квантов при различных плотностях азота и фиксированной плотности гелия-3. В случае, когда $\alpha = q$, $n_{\gamma\gamma} (C_{He}, C_N) = \text{const} (C_{He})$.

Калибровка и наладка аппаратуры была выполнена с использованием мишеней, наполненных водородом или метаном CH_4 . В этих опытах было показано, что скорость счета пар γ -квантов $n_{\gamma\gamma}$ линейно растет с плотностью газа в мишени. При определении скорости счета $n_{\gamma\gamma}$ учитывался вклад от перезарядки налету /6/ (в основном, в стенках сосуда высокого давления).

Величины $n_{\gamma\gamma}$ для смеси гелия-3 и азота были измерены при плотности гелия-3, равной $0,004$ г/см³ и значениях плотности азота ρ_N , приведенных в таблице.

Т а б л и ц а

ρ_N , г/см ³	C_N	$n_{\gamma\gamma}$, отн. ед.	α/q
0	0	$1,17 \pm 0,11$	$1,23 \pm 0,14$
0,017	0,9	1	-
0,053	2,8	$0,99 \pm 0,08$	$1,01 \pm 0,08$

Из данных, приведенных в таблице, следует

$$\alpha = q (1,06 \pm 0,07),$$

то есть, первоначальная посадка π^- -мезонов на атомы гелия-3 и азота в газовой смеси происходит пропорционально тормозным способностям атомов. Результаты настоящей работы находятся в согласии с данными о захвате π^- -мезонов в смеси гелия и паров спирта /7/ ($\alpha/q = 1,0 \pm 0,4$).

В заключение пользуемся случаем поблагодарить С.С. Герштейна и П.Ф. Ермолова за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. M.B. Stearns, M. Stearns, L. Leipuner. Phys. Rev, 108, 445 (1957).
2. В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин. ДАН СССР, 180, 71 (1965).
3. Л.И. Пономарев. ЯФ, 2, 232 (1965); Л.И. Пономарев, Препринт ОИЯИ Р4-3072, 1966.
4. V. I. Petrukhin, Yu. D. Prokoshkin. Nuovo Cim, 28, 99 (1963).
5. О.А. Займидорога, М.М. Кулюкин, Р.М. Суляев, И.В. Фаломкин, А.И. Филиппов, В.М. Цупко-Ситников, Ю.А. Щербаков. ЖЭТФ, 48, 1267 (1965).
6. В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, А.И. Филиппов. Препринт ОИЯИ, Р-2780, 1966.
7. О.А. Займидорога, М.М. Кулюкин, Р.М. Суляев, А.И. Филиппов, В.М. Цупко-Ситников, Ю.А. Щербаков. ЖЭТФ, 44, 1852 (1963); Р.М. Суляев. Препринт ОИЯИ 1661, Дубна 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 марта 1967 г.