

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

РЗ-82-145

Н.Т.Кашукеев, Н.Ф.Чиков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  
ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖЕНИЯ  
УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ  
ОТ СТЕКЛЯННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Направлено в журнал "Доклады БАН"

1982

При проектировании и оптимизации конструкции установки для определения верхней границы заряда нейтрона при помощи ультрахолодных нейтронов /УХН/ /1,2/ нам понадобилось знать коэффициент зеркального отражения УХН от поверхности стекла. Для определения этого коэффициента использовался метод многократного отражения. Суть метода в следующем. Широкий пучок УХН, скользящий только в вертикальном направлении, направляется под определенным углом скольжения  $\alpha$  к поверхностям двух горизонтальных плоскопараллельных зеркал /см. рисунок/. После многократного отражения от этих зеркал пучок падает на вертикально установленное круговое цилиндрическое зеркало. Отражаясь от этого зеркала в обратном направлении, продолжая двигаться по ломаной кривой, пучок фокусируется на входном отверстии детектора.

Сравнивая начальную интенсивность пучка  $N_0$  до отражений с его интенсивностью  $N$  после  $n$ -кратного отражения, по формуле

$$k = N/N_0 = \eta^n \quad /1/$$

можно определить коэффициент зеркального отражения УХН  $\eta$  под углом  $\alpha$ .

Число отражений  $n$  задается выражением

$$n = \frac{2L}{h} \operatorname{tg} \alpha, \quad /2/$$

где  $2L$  - база пролета УХН,  $h$  - расстояние между плоскопараллельными зеркалами.

Меняя угол скольжения  $\alpha$  и высоту зеркал относительно канала УХН, можно исследовать зависимость коэффициента зеркального отражения УХН от угла падения и от их энергии.

Точность определения коэффициента зеркального отражения УХН зависит от числа отражений нейтронного пучка. В самом деле, из зависимости /1/ получается

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{1}{n} \frac{\Delta k}{k}. \quad /3/$$

Если  $n \gg 1$ , коэффициент  $\eta$  определяется с большой точностью даже и в том случае, когда отношение  $k = N/N_0$  измерено грубо.

Для осуществления данного метода нами была использована установка /3/, состоящая из двух стеклянных прямоугольных зеркал

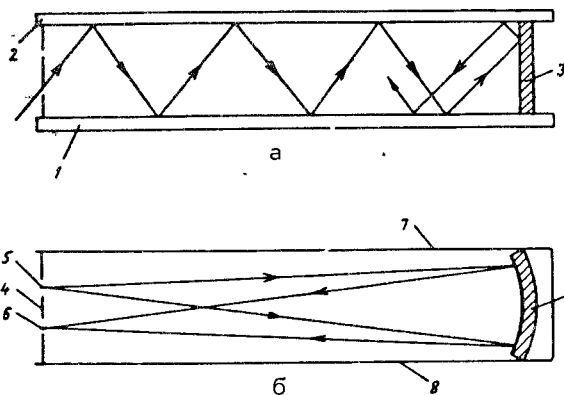


Схема устройства для определения коэффициента зеркального отражения УХН методом многократного отражения: а/ вид сбоку, б/ вид сверху. 1 - нижнее горизонтальное зеркало, 2 - верхнее горизонтальное зеркало, 3 - вертикальное круговое цилиндрическое зеркало, 4 - ось кривизны цилиндрического зеркала, 5 - входное отверстие для напуска УХН, 6 - выходное отверстие - к детектору УХН, 7, 8 - поглотители УХН.

рического зеркала, 5 - входное отверстие для напуска УХН, 6 - выходное отверстие - к детектору УХН, 7, 8 - поглотители УХН.

длиной 250 мм, шириной 154 мм, установленных друг над другом в горизонтальном положении с точностью  $\sim 1^\circ$ . Расстояние между ними было  $h=25$  мм и задавалось при помощи специальных оптических столбиков с точностью до 1 мкм.

Цилиндрическое зеркало с радиусом кривизны  $L=238$  мм, длиной  $b=58,5$  мм и высотой  $h_1=20$  мм было установлено в вертикальном положении таким образом, что его ось кривизны проходила между источником и детектором УХН.

В качестве источника использовалась вертикальная щель шириной 4 мм, высотой 22 мм. Сфокусированный пучок регистрировался твердотельным трековым детектором, сделанным из уран-титанового радиатора<sup>/4/</sup> и силикатного фотостекла.

Чтобы иметь дело с нейтронами, скорость которых меньше граничной скорости УХН на стекле, установка была поднята на высоту один метр над уровнем канала УХН.

В работе Штаерла<sup>/5/</sup> показано, что в границах экспериментальных ошибок коэффициент зеркального отражения УХН не зависит от их энергии. Это дает косвенное указание на то, что  $\eta$  не будет зависеть и от угла падения. Поэтому в наших экспериментах по определению коэффициента зеркального отражения УХН мы пользовались широким /неколлимированным/ пучком УХН и вместо /1/ использовали зависимость

$$K = N/N_0 = \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} \eta^n W_\alpha d\alpha, \quad /4/$$

где  $W_\alpha$  - вероятность излучения нейтрона под углом  $\alpha$ . В случае изотропного излучения

$$W_\alpha = \frac{2}{\pi} \cos^2 \alpha.$$

Отношение  $k=N/N_0$  мы вычислили двумя разными способами. По первому способу сравнивались полные счета, а по второму - плотности треков, возникающих при регистрации пучка УХН непосредственно у выходной щели и в ее нейтронно-оптическом изображении, т.е. после многократного отражения и фокусировки пучка.

По первому способу получили  $k=0,830$ , а по второму -  $k=0,836$ , или среднее:  $k=0,833$ .

Решая уравнение

$$\frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} \eta \frac{2L}{h} \cos^2 \alpha d\alpha = 0,833,$$

для коэффициента зеркального отражения ультрахолодных нейтронов от поверхности чехословацкого силикатного стекла типа FLOAT, которая находилась со стороны газа\*, получили

$$\eta = 98,6 \pm 0,1\%.$$

Это значение хорошо согласуется с результатами, полученными в работах<sup>/5,6/</sup>.

Авторы выражают благодарность И.М.Франку и В.И.Луцикову за интерес к работе, В.И.Морозову, Ю.А.Кушнису и Ю.Ю.Косвинцеву за помощь в проведении эксперимента, а С.А.Тошкову за помощь в расчетах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кашукеев Н.Т., Янева Н.Б. Болг.физ.журн., 1978, 5, с. 243.
2. Кашукеев Н.Т., Чиков Н.Ф. Болг.физ.журн., 1979, 6, с. 529.
3. Кашукеев Н.Т., Чиков Н.Ф. ОИЯИ, Р3-12666, Дубна, 1979; Письма в ЖЭТФ, 30, №5, с. 306.
4. Антонов А.В. и др. Краткие сообщения по физике, 1974, №10, с. 14; №11, с. 11.
5. Schockenhofer H., Steyerl A. Phys.Rev.Letters, 1977, 39, No.21, p. 1310-1312.
6. Корнилов В.В. и др. ОИЯИ, Р13-80-496, Дубна, 1980; Нейтронная физика, часть 4, с. 158 /материалы У Всесоюзной конференции по нейтронной физике, Киев, 15-19 сентября, 1980 /, ЦНИИАтоминформ, М., 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 марта 1982 года.

\* Стекло FLOAT получается разливом жидкого силикатного стекла на расплавленное олово в инертной атмосфере.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Кашукеев Н.Т., Чиков Н.Ф. Определение коэффициента РЗ-82-145 зеркального отражения ультрахолодных нейтронов от стеклянной поверхности

В экспериментах по многократному отражению ультрахолодных нейтронов от плоских параллельных стеклянных поверхностей определен коэффициент их зеркального отражения  $\eta$ .

Полученное значение  $\eta = 98,6 \pm 0,1\%$  хорошо согласуется с результатами других работ.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Kashukeev N.T., Chikov N.F. Determination of UCN F3-82-145 Mirror Reflection Coefficient for Glass Surface

In experiments on multiple reflection of ultracold neutrons from plane parallel glass surfaces the coefficient of their mirror reflection  $\eta$  is determined. The obtained value  $\eta = (98.6 \pm \pm 0.1)\%$  agrees well with these estimated by other authors.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.