

Таким образом, предложенный метод позволяет создавать спектрометры, сочетающие высокое энергетическое разрешение с достаточно большой светосилой. Возможность размещения детектора на большом расстоянии от источника и селективность транспортировки по отношению к знаку заряда частицы позволяют надежно защитить детектор от посторонних излучений источника. Благодаря выбранной конфигурации магнитного поля метод не требует предварительной калибровки.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Черновски О., Янг С.Х., Петъет С.Л. Крейкрафт М.Дж., Смолли Р.Е. // Приборы для научных исследований. 1987. № 11. С. 123-130.
- [2] Norell K.E., Baltzer P., Wannberg K., Siegbann K. // Nucl. Instr. and Meth. 1984. V. 227. N 3. P. 499-508.
- [3] Аполлонов В.В., Мошкунев С.И., Прохоров А.М. // Письма в ЖТФ, 1985. Т. 11. В. 13. С. 773-777.
- [4] Malmfors K.G. // Arkiv f. Fys. 1958. V. 13. P. 499-508.
- [5] Hertweg F. // Z. Natur. 1959. V. 14. 1959. V. 14. a. P. 47-54.

Поступило в Редакцию

4 мая 1990 г.

В окончательной редакции

с 8 августа 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 19

12 октября 1990 г.

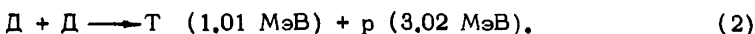
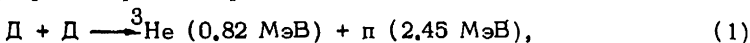
03; 04

© 1990

НАБЛЮДЕНИЕ ВЫХОДА НЕЙТРОНОВ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

Ю.А. Башкиров, Р.Х. Баранова,
Б.Г. Базанин, В.М. Казакова

Первые сообщения о наблюдении выхода нейтронов в процессе электролиза тяжелой воды [1, 2] вызвали небывалый интерес во всем мире, поскольку возможное объяснение этого эффекта заключается в протекании реакции слияния ядер дейтерия по одной из двух равновероятных реакций:



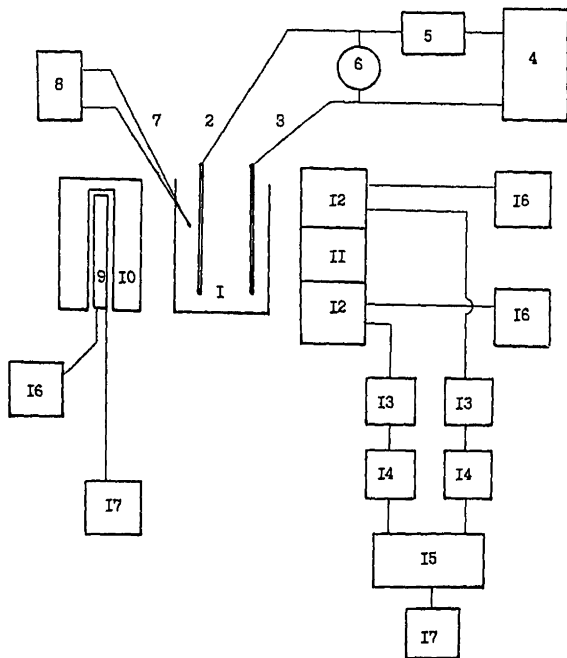


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки: 1 - блок с электролитом, 2 - паппадиевый катод, 3 - платиновый анод, 4 - источник стабилизированного постоянного тока, 5 - миллиамперметр, 6 - вольтметр, 7 - хромель-алюмелевая термопара, 8 - самописец, 9 - счетчик СМ-56, 10 - парафиновый замедлитель, 11 - сцинтиллятор, 12 - фотоумножитель, 13 - формирователь электрических импульсов, 14 - наносекундная линия задержки, 15 - схема временных совпадений, 16 - высоковольтный источник постоянного напряжения, 17 - электронный частотомер.

Цифрами указаны энергии частиц. В реакции (1) происходит образование ядер ${}^3\text{He}$ и нейтронов. При этом в каждом акте слияния выделяется энергия 3,27 МэВ. В реакции (2) образуются тритий и протон. Выделяющаяся энергия составляет 4,03 МэВ. Предполагается, что эта реакция осуществляется в насыщенной дейтерием кристаллической решетке электрода (паппадия или титана) при комнатных температурах, в связи с чем явление получило условное название „холодного ядерного синтеза“.

Изучению этих реакций в различных лабораториях ряда стран уделяется значительное внимание. В настоящее время по результатам проведенных исследований опубликовано более ста работ, краткий обзор которых приводится в [3]. Анализ этих работ показывает, что результаты, полученные в различных эксперименталь-

ных работах, противоречивы. По-видимому, это связано с различными условиями проведения экспериментов. В связи с этим по-прежнему актуальной задачей является создание экспериментальной установки, позволяющей с максимально возможной достоверностью и точностью проводить измерения.

Целью настоящей работы являлась регистрация нейтронов с энергией 2.45 МэВ, предположительно возникающих при слиянии ядер дейтерия по реакции (1).

Для измерений одновременно использовались промышленный счетчик тепловых нейтронов типа СНМ-56, наполненный смесью 97 % He + + 3 % Ar, помещенный в парафиновый замедлитель толщиной 3,5 см, и установка регистрации протонов отдачи в органическом сцинтилляторе - методика, широко используемая в физике элементарных частиц для регистрации нейтронов более высоких энергий. При регистрации нейтронов малых энергий в детекторе этого типа необходимо обеспечить подавление шумов фотоумножителя сцинтилляционного счетчика. На нашей установке шумы подавлялись применением соаэу двух фотоумножителей, которыми просматривался объем сцинтиллятора диаметром 8 см и длиной 10 см. Электрические импульсы от этих фотоумножителей через формирователи импульсов подавались на входы схемы временных совпадений с разрешением в несколько наносекунд. Импульсы от световых вспышек в сцинтилляторе практически одновременно достигают катодов фотоумножителей. Импульсы же от шумов носят случайный характер и их совпадение в пределах разрешающего времени схемы совпадений маловероятно. Благодаря использованию схемы временных совпадений достигалось подавление частоты следования шумовых импульсов в 10^4 - 10^5 раз. Это позволило регистрировать истинные совпадения при достаточно низких энергетических порогах, что обеспечивало эффективность регистрации нейтронов около 10%.

На рис. 1 изображена блок-схема экспериментальной установки.

Стеклоянный бокс с электролитом в количестве 20 мл помещался на расстоянии 10 см от обоих детекторов, используемых для регистрации нейтронов. В качестве электролита использовался раствор *LiCl* в тяжелой воде или *LiOH* в простой воде с концентрацией 0,15 моль/л. Electroдами служили пластинки из палладия толщиной 0,05 см, платины (0,1 см), титана (0,1 см) и золота (0,05 см). Рабочая площадь электродов составляла 1 см, плотность тока - 150 мА/см².

Температура раствора в процессе опытов автоматически измерялась с помощью хромель-алюмелевой термопары с платиновым зондом и непрерывно записывалась самописцем.

Процедура опытов состояла в поочередном измерении фона от пустого бокса и выходов нейтронов из электролита с обычной и тяжелой водой при включении тока и без него, а также непрерывной записи температуры электролита. Измерения проводились ежедневно по 4-6 часов в течение нескольких месяцев.

На рис. 2 представлены результаты измерений, включающие фон и выход нейтронов. Из рисунка видно, что уровень фона составляет для нейтронного счетчика СНМ-564 ± 0.6 имп/мин, а для сцинтилляционного (более чувствительного) детектора 230 ± 5 имп/мин.

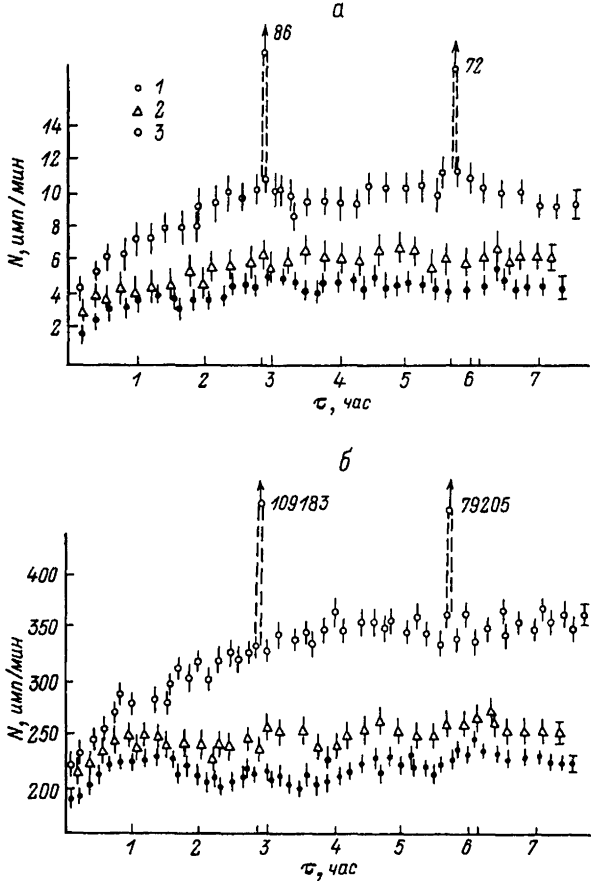


Рис. 2. Результаты опытов: 1 - фоновые измерения от пустого бьюкса, 2 - электролит с обычной водой, 3 - электролит с тяжелой водой, а - измерения со счетчиком СМ-56, б - измерения со сцинтилляционным детектором.

Выход нейтронов из электролита с обычной водой несколько превышает уровень фона и составляет $6,0 \pm 0,8$ имп/мин для счетчика СМ-56 и 250 ± 5 имп/мин для сцинтилляционного детектора.

Выход нейтронов из электролита с тяжелой водой начинает заметно возрастать спустя 1 ч после начала пропускания тока и ведет себя, как видно из рис. 2, немонотонно. В некоторые интервалы времени (продолжительностью доли секунды) иногда наблюдалось резкое возрастание выхода нейтронов - "всплески", регистрируемые обоими детекторами одновременно. Интенсивность нейтронов в каждом "всплеске" в 10-100 раз превышала средний уровень выхода нейтронов соответственно для одного и другого детектора.

Моменты „всплесков“ показаны на рис. 2 стрелками, ориентированными вверх, около которых написаны скорости счета нейтронов. „Всплески“ выходов нейтронов периодически повторяются через интервалы 2,5–3 ч.

„Взрывной“ характер выхода нейтронов был зарегистрирован одновременно обоими детекторами, что исключает какие-либо аппаратные систематические погрешности. Взрывной характер выхода нейтронов при „холодном ядерном синтезе“ является характерной особенностью наблюдаемого нами явления, которое нуждается как в дополнительном экспериментальном исследовании, так и в теоретическом объяснении.

Средний выход нейтронов из электролита с тяжелой водой при пропускании через него тока составляет для счетчика СНМ-58 9 ± 1 имп/мин и для сцинтилляционного детектора 340 ± 6 имп/мин.

Превышение выхода нейтронов из электролита с тяжелой водой над выходом из обычной воды составляет соответственно для одного и другого детектора $3 \pm 1,3$ имп/мин и 90 ± 8 имп/мин. Это превышение мало изменится, если даже не учитывать повышенный выход нейтронов из тяжелой воды в моменты „всплесков“.

Анализ записей температуры показал, что в моменты „всплеска“ регистрируется самописцем (но не всегда) кратковременное повышение температуры электролита на один–два градуса сверх установившегося равновесия.

При использовании электродов из титана и золота выход нейтронов из электролита с обычной водой также превышал уровень фона и соответственно для обоих детекторов составлял $4 \pm 0,6$ имп/мин и 240 ± 5 имп/мин. С титановым катодом выход нейтронов из электролита с тяжелой водой составлял $8 \pm 0,9$ имп/мин для счетчика СНМ-58 и 320 ± 6 имп/мин для сцинтилляционного детектора.

Авторы выражают благодарность ведущему инженеру ФИАН Ю.П. Янулису за помощь в наладке электронных схем для сцинтилляционного детектора.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] F l e i s c h m a n n M., P o n s S. // J. Electroan. Chem. 1989. V. 261. P. 301.
- [2] J o n e s S.E., P a l m e r E.P. et al. // Nature. 1989. V. 338. P. 737.
- [3] Ц а р е в В.А. Препринт ФИАН № 57. 1990.

Поступило в Редакцию
12 июня 1990 г.