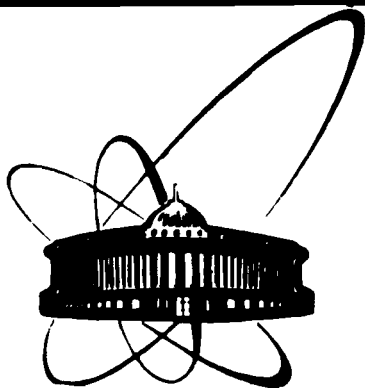


89-594



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Б 89

D15-89-594

В.Б.Бруданин, В.М.Быстрицкий, В.Г.Егоров,
С.Г.Стеценко, И.А.Ютландов

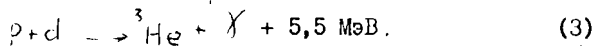
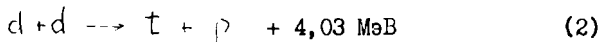
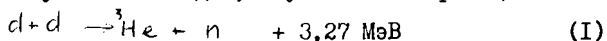
ВОЗМОЖЕН ЛИ ХОЛОДНЫЙ СИНТЕЗ $d(d, {}^4\text{He})?$

Направлено в журнал "Physics Letters A"

1989

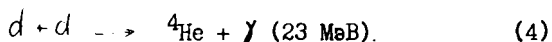
Введение

В работах /1,2/ нами были изложены результаты экспериментов по проверке существования холодного ядерного синтеза, обнаруженного в /3,4/. С этой целью был проведен электролиз тяжелой воды D_2O и смеси $D_2O + H_2O$ (1:1) с палладиевым и титановым катодами, а также насыщение этих металлов газообразным дейтерием. Идентификация процессов ядерного синтеза осуществлялась путем регистрации нейтронов, гамма-квантов и характеристического рентгеновского излучения палладия, обусловленных реакциями:



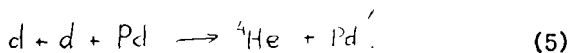
Полученные нами результаты не подтверждают данные работ /3,4/ и свидетельствуют о том, что если в условиях, при которых проводились исследования, и происходят реакции (1)–(3), то вероятность их крайне мала ($\lambda_t \leq 10^{-26} \text{ с}^{-1}$).

Следует отметить, что в принципе возможно и протекание реакции



Однако сечение этой реакции по сравнению с сечениями реакций (1) и (2) сильно подавлено из-за малости электромагнитного взаимодействия и по соображениям изотопической инвариантности и симметрии /5/. Реакция на лету $d + d \rightarrow {}^4He + 23 \text{ МэВ}$ запрещена по закону сохранения импульса.

Тем не менее, в принципе осуществление реакции (4) становится возможным при наличии третьего тела, например, в поле ядра Pd :



Очевидно, что в этом случае энергия α -частиц будет составлять примерно 23 МэВ, а передача импульса будет осуществляться ядром или кристаллической решетке в целом. Благодаря малости пробега в веществе α -частиц с такой энергией (например в Pd - 90 мкм) вся их кинетическая энергия будет переходить в тепловую.

В ряде работ наблюдалось превышение выделяемой в электролизе D_2O тепловой мощности по сравнению с подводимой к системе мощностью. Если это так, то результаты экспериментов по обнаружению α -частиц в указанной выше области энергий явятся прямым подтверждением или отрицанием протекания реакции (5).

В связи с этим нами были выполнены эксперименты по поиску α -частиц, образующихся в реакции (5) при электролизе тяжелой воды D_2O с использованием палладиевых и титановых катодов.

Постановка опыта

Так как пробег α -частиц с энергией ~ 23 МэВ составляет в палладии 90 мкм, а в титане 200 мкм, для проведения намеченных экспериментов были изготовлены специальные электролизеры (рис. I), в которых катод являлся одновременно и дном электролизера, прозрачным для α -частиц указанной выше энергии. В качестве таких катодов в электролизерах I и 2 были использованы стандартные катоды из палладия, толщиной 50 мкм, а в электролизерах 3 и 4 - фольги из титана, толщиной 100 мкм. При этом в электролизерах I и 3 находилась тяжелая вода D_2O , а в 2 и 4 - обычная H_2O . С целью обеспечения достаточной проводимости во все электролизеры была добавлена сода Na_2CO_3 до концентрации 0,10 М. Площадь катодов во всех электролизерах составляла 18 см^2 ($\varnothing 48 \text{ мм}$), ток - 0,6 А. Анод - Pt. Были проведены две экспозиции по ~ 100 часов каждая. Для наблюдения

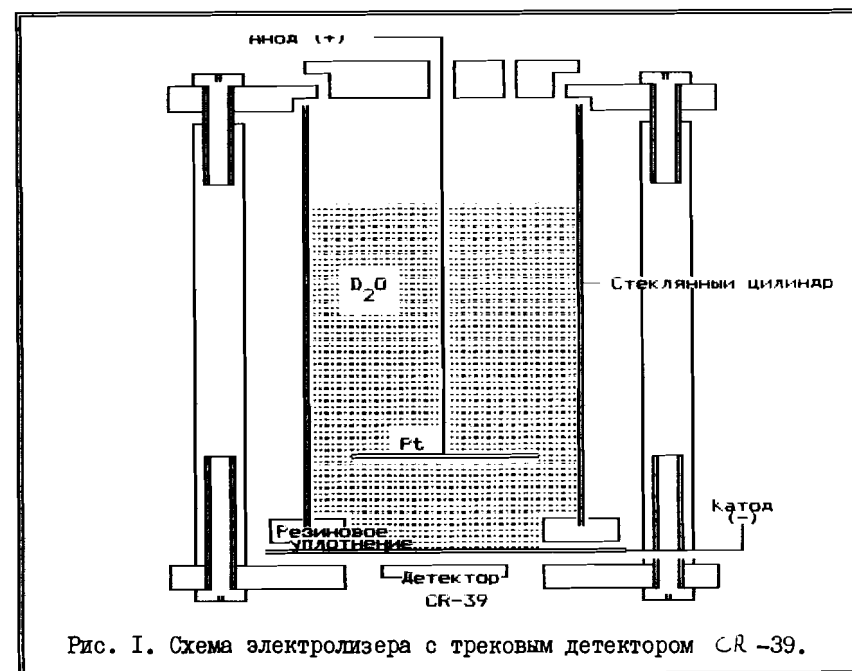
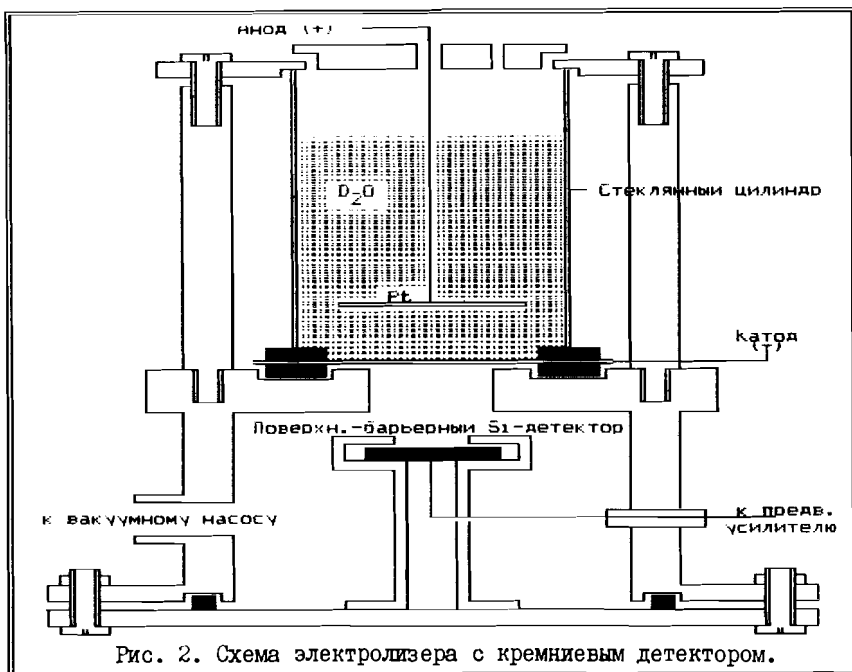


Рис. I. Схема электролизера с трековым детектором CR-39.

идентичности условий электролиза все электролизеры были соединены последовательно.

Для регистрации α -частиц непосредственно под катодом были помещены два трековых детектора CR-39, суммарной площадью 4 см^2 . Эти детекторы отличаются высокой эффективностью регистрации тяжелых ионизирующих частиц и нечувствительностью к γ -, β - и нейтронному излучению (подробный обзор свойств трековых детекторов и, в частности, CR-39, приведен в работе /6/).

Фоновые треки в детекторах имели длину, не превышающую 25 мкм, что соответствует энергии ~ 5 МэВ. Наличие таких треков обусловлено, по всей вероятности, присутствием радона в воздухе лаборатории. Следует отметить здесь, что пробег α -частиц с энергией ~ 23 МэВ составляет около 350 мкм.

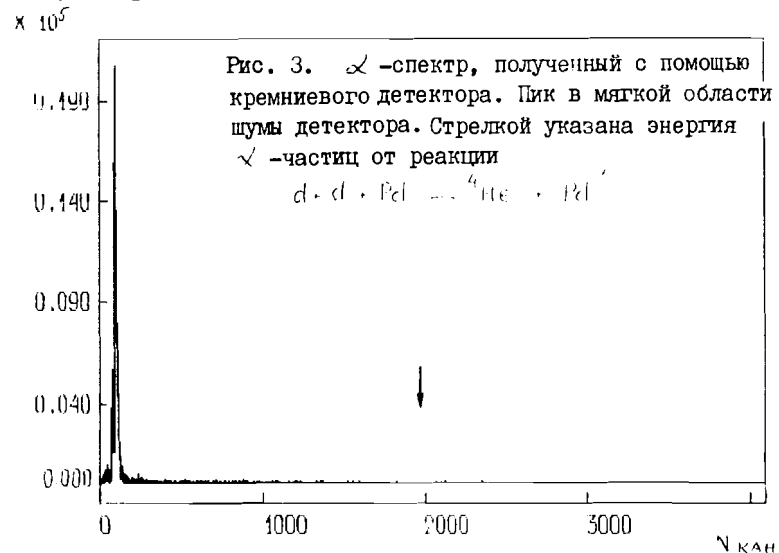


Просмотр экспонированных детекторов показал, что плотность треков α -частиц на рабочих поверхностях детекторов не выходила за пределы фоновой плотности на обратной стороне детекторов. При этом не было обнаружено ни одной длиннопробежной α -частицы.

В альтернативных экспериментах для регистрации α -частиц нами использовались поверхностно-барьерные кремниевые детекторы с диаметром рабочей поверхности 6 и 37 мм и энергетическим разрешением ~ 60 кэВ на линии ^{239}Pu . Они устанавливались под палладиевым катодом электролизера в вакуумированном объеме (рис. 2). Рядом с ними размещались дополнительно два трековых детектора CR-39.

Площадь палладиевого катода в этих экспериментах составляла 7 см^2 , ток — $0,3 \text{ А}$, концентрация $\text{Ni}_2\text{O}_3 \sim 0,10 \text{ М}$. Отметим, что в каждом эксперименте устанавливались ранее не использованные палладиевые фольги.

На рис. 3 в качестве примера приведен α -спектр, полученный в одной из экспозиций. Видно, что в нем отсутствуют α -частицы, которые можно было бы приписать реакции (5).



Результаты и заключение

В результате обработки всей совокупности экспериментальных данных нами не было обнаружено ни одной α -частицы в исследуемом диапазоне энергий. Исходя из этого была получена оценка верхней границы скорости реакции (5) в палладии и титане в расчете на один дейтрон:

$$\lambda_d \leq 4 \cdot 10^{-27} \text{ с}^{-1} \text{ на } 90\% \text{ уровне достоверности.}$$

В заключение можно сказать, что по нашим данным (см. также /1,2/) ни один из известных (и мыслимых) каналов реакций dd - и pd -синтеза в исследованных условиях не происходит со скоростью, необходимой для практического применения в энергетике. Более того, можно думать, что скорость этих процессов очень мала, если вообще отлична от нуля. Наблюдавшаяся в различных

лабораториях кратковременная эмиссия нейтронов по всей вероятности связана с образованием трещин в металле в процессе его насыщения дейтерием. Поскольку характер растрескивания в известной степени зависит от предистории образца /7,8/, не следует удивляться разноречивости наблюдавшихся эффектов, которые, как теперь становится ясным, не имеют никакого отношения к так называемому холодному ядерному синтезу.

Авторы выражают искреннюю признательность директору Лаборатории ядерных проблем профессору Ц.Д.Вылову за постоянную поддержку и интерес к работе, А.Н.Перевезенцеву, Н.Г.Зайцевой, Ю.С.Короткину за содействие выполнению этой работы.

Литература

1. В.Б.Бруданин, В.М.Быстрицкий, В.Г.Егоров и др. ОИЯИ, Д15-89-314, Дубна, 1989.
2. В.Б.Бруданин, В.М.Быстрицкий, В.Г.Егоров и др. ОИЯИ, Д15-89-347, Дубна, 1989.
3. M.Fleischmann, S.Pons. J.Electroanal.Chem., 1989, v.261, p.301.
4. S.E.Jones, E.P.Palmer, J.B.Czirr et al. Preprint AZEN-TN/89-18-2, University of Arizona, 1989.
5. Я.Б.Зельдович, С.С.Герштейн. УФН, 1960, т.71, с.581.
6. S.A.Durrani and R.K.Bull. Solid State Nuclear Track Detection. Principles, Methods and Applications. Pergamon Press, 1987.
7. Б.В.Дерягин, Н.А.Котова, В.П.Смолга. Адгезия твердых тел. М., Наука, 1973.
8. П.И.Голубничий, В.А.Куракин, А.Филоненко, В.А.Царев, А.А.Царик. Препринт ФИАН СССР, № И13, 1989, Москва.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 августа 1989 года.

Бруданин В.Б. и др.
Возможен ли холодный синтез $d(d, {}^4\text{He})$?

Д15-89-594

Выполнены эксперименты по поиску высокоэнергетичных α -частиц от реакции $d+d+\text{Pd} \rightarrow {}^4\text{He}+\text{Pd}'$ с использованием трековых детекторов CR-39 и кремниевых поверхностно-барьерных детекторов. Получена оценка верхней границы скорости исследуемой реакции в расчете на один дейтрон: $\lambda_f \leq 4 \cdot 10^{-27} \text{ с}^{-1}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод М.И.Потапова

Brudanin V.B. et al.
Is the Cold Fusion $d(d, {}^4\text{He})$ Possible?

D15-89-594

The experiments on the search for high-energy α -particle from the reaction $d+d+\text{Pd} \rightarrow {}^4\text{He}+\text{Pd}'$ have been carried out using track detectors CR-39 and silicon surface barrier detectors. The upper limit of the investigated reaction rate has been estimated per deuteron: $\lambda_f \leq 4 \cdot 10^{-27} \text{ s}^{-1}$.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1989