

П И С Ь М А
В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ОСНОВАН В 1965 ГОДУ
 ВЫХОДИТ 24 РАЗА В ГОД

ТОМ 57, ВЫПУСК 11
 10 ИЮНЯ, 1993

Письма в ЖЭТФ, том 57, вып.11, стр.673 - 675

©1993 г. 10 июня

ЧТО СЛЕДУЕТ ИЗ СРАВНЕНИЯ Cl-Ar и Ga-Ge СОЛНЕЧНЫХ
НЕЙТРИННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.А.Поманский

*Институт ядерных исследований РАН
 117312 Москва*

Поступила в редакцию 17 марта 1993 г.

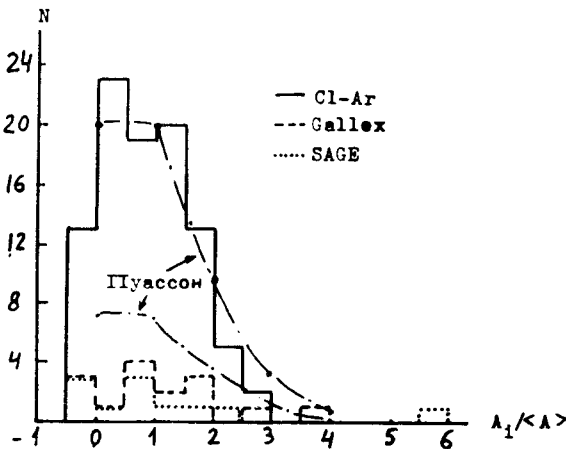
Сравниваются распределения отдельных ранов радиохимических солнечных нейтринных экспериментов в отношении к среднему значению по всем ранам каждого эксперимента. Утверждается, что различие данных распределений для Cl-Ar и Ga-Ge экспериментов свидетельствует о их возможной некорректности.

В настоящее время функционируют четыре детектора солнечных нейтрино: три радиохимических – Хоумстейк Cl-Ar, SAGE Ga-Ge, Gallex Ga-Ge, и один электронный – Камиоканде. Информация, получаемая с этих детекторов. в основном противоречит предсказаниям стандартной солнечной модели (SSM). Главным образом, это относится к Cl-Ar эксперименту (ниже Cl-Ar), который в эксплуатации уже более 20 лет. Сложившаяся здесь ситуация называется проблемой солнечных нейтрино. Именно, скорость образования ядра-продукта ^{37}Ar из ядра мишени ^{37}Cl составляет $2,3 \pm 0,3$ SNU при ожидаемой по теории [1]: $8,0 \pm 3,0$ SNU ($\text{ISNU} = 10^{-36}$ захватов/атом.с.). Предсказание для Ga-Ge эксперимента (Ga-Ge) дает [1]: $131,5_{-17}^{+21}$ SNU, в то время как экспериментальные данные $82 \pm 17 \pm 8$ для Gallex [2] и $58_{-24}^{+17} \pm 14$ для SAGE [3]. Здесь еще нет проблемы, поскольку минимальная скорость образования ^{71}Ge в галлиевой мишени, если светимость Солнца обеспечивается процессом $4p \rightarrow ^4\text{He}$, должна соответствовать 79 SNU. Это, как видно, не противоречит Gallex и не так далеко от SAGE. Однако, сопоставление экспериментальных данных этих трех экспериментов, которые очень близки методически вызывает серьезные вопросы. Чтобы сравнить данные этих трех экспериментов построим распределения амплитуд индивидуальных ранов (ран – каждый цикл извлечения и последующего счета распадов ^{37}Ar и ^{71}Ge), деленных на среднее значение SNU по всему периоду наблюдения. Эти распределения представлены на рис.1. Мы

видим, что в случае Cl-Ar мы имеем довольно правильное по форме, близкое к колоколообразному, распределение. В случае же Ga-Ge экспериментов распределения носят другой характер, похожи друг на друга и как то, так и другое имеют значительные отклонения от среднего явно большие, чем в Cl-Ar эксперименте, который не имеет ранов превышающих трехкратное среднее, и, таким образом, можно утверждать, что Cl-Ar и Ga-Ge эксперименты имеют существенно различные распределения. Почему так? Счетная система и даже конструкция счетчиков в этих экспериментах тождественна, более того, требования низкофоновости счетчика более критичны в случае Cl-Ar из-за $T_{1/2}({}^{37}\text{Ar}) > T_{1/2}({}^{71}\text{Ge})$. Методика извлечения, особенно в случае Gallex тоже близка, а дополнительная химическая процедура превращения GeCl_4 в GeH_4 должна сказываться на конечном результате в виде систематической ошибки, которая, как мы видим из ее приводимого значения составляет менее 10% от среднего в Gallex. Вышеизложенные соображения показывают, что указанные распределения должны быть идентичными. Их различие говорит о том, что либо Cl-Ar либо Ga-Ge приводят некорректные данные. Выводы из такого утверждения могут быть весьма существенны:

1. Если принять, что истинно распределение Cl-Ar, то "большие" раны SAGE и Gallex являются следствием неучтенных систематических ошибок, а исключение этих ранов из общего набора данных снижает результат Gallex до 50–60, а SAGE до 30–40. Это приводит к кардинальному противоречию с SSM и усиливает позиции MSW эффекта в интерпретации этих экспериментов.

2. Если истинны распределения SAGE и Gallex, то в Cl-Ar в течение всех 20 лет эксплуатации отбрасывались раны с большими значениями SNU. Экстраполируя от Ga-Ge экспериментов, получаем, что таких ранов должно быть не менее 10, в среднем по 10 SNU каждый, то есть среднее значение Cl-Ar должно быть не менее 3,7 SNU, что в отношении к SSM не сильно отличается от данных Камиоканде и, по-видимому, увеличивает возможности объяснения получаемых результатов чисто астрофизическими причинами.



Распределение отдельных ранов в трех радиохимических экспериментах, выраженное в отклонении амплитуды индивидуального рана (A_i) от среднего значения $\langle A \rangle$. Распределение Пуассона для Ga-Ge нормировано на сумму ранов SAGE и Gallex.

Однако, скорее всего решение вопроса лежит между указанными крайними случаями. А именно, в Cl-Ar по каким-либо причинам отбрасываются некото-

рые события с высокими значениями SNU, но их вклад в среднее не выходит за пределы распределения Пуассона, приведенного на рисунке, и таким образом не намного увеличит среднее многолетнее значение $2,3 \pm 0,3$. В то же время события с аномально высокими SNU в Ga-Ge, по-видимому, связаны с высоким фоном пропорциональных счетчиков, используемых в этих ранах. С повышением чувствительности Ga-Ge экспериментов доля таких ранов должна сойти на нет, однако, одновременно может уменьшиться и количество нулевых ранов, что компенсирует уменьшение среднего по всем ранам. Именно такая тенденция наметилась в последнем сообщении коллаборации Gallex [2]. В любом случае распределения Cl-Ar и Ga-Ge экспериментов должны быть тождественны в указанном на рис.1 представлении.

Автор выражает глубокую благодарность Г.Т.Зацепину, дискуссии с которым на семинаре отдела ЛВЭНА ИЯИ РАН углубила понимание данного вопроса.

-
1. M.Pinsonneault, Progress in Atomic Physics, Neutrinos and Gravitation, XII Moriond Workshop 1992, Editions Frontieres, p.17.
 2. Th.Stolyarchik, Perspectives in Neutrinos, Atomic Physics and Gravitation, XIII Moriond Workshop 1993, Editions Frontieres, in press.
 3. T.Bowles, Perspectives in Neutrinos, Atomic Physics and Gravitation, XIII Moriond Workshop 1993, Editions Frontieres, in press.