

**Прецизионное измерение скорости захвата мюона протоном в газообразном водороде - (μ CAP Experiment). Газовая система.
(См. также «Группа мезоядерных реакций»).**

Для прецизионного измерения захвата мюона протоном был необходим протий (H_2 с $D_2 < 1.0$ ppm) высокой чистоты (N_2 , O_2 , $H_2O < 0,03$ ppm), чтобы избежать захвата мюона на ядрах примеси, поэтому газовая составляющая эксперимента являлась одной из важных и включала следующие разделы:

1. Получение протия высокой чистоты;
2. Анализ протия на содержание D_2 , N_2 , O_2 , H_2O ;
3. Систему наполнения экспериментальной камеры протием с пробоотбором;
4. Циклическую очистку протия от «загрязняющих» примесей во время эксперимента.

Более детально смотрите:

«PNPI Technical Proposal»,

«PSI Proposal R-97-05. February – 02.2001».

1. Получение протия высокой чистоты.

В природе водород во всех соединениях и в воде, наряду с основной массой протия, содержит в качестве изотопной составляющей 100-150 ppm дейтерия. Поэтому, в соответствии с требованиями эксперимента μ CAP, необходимо было уменьшить содержание дейтерия в водороде до уровня $< 1,0$ ppm. В основу получения обогащенного протия нами было предложено применить метод электролиза воды, обедненной по дейтерию до уровня $< 1,0$ ppm. Такая вода была поставлена фирмой Ontario Power Generation Company (Canada).

Электролиз воды проводился на генераторе водорода “Whatman” 72-30 с производительностью 150 мл/мин.

Очистка получаемого газа от присутствующих микропримесей N_2 , O_2 и H_2O осуществлялась двумя способами: методом адсорбции примесей на цеолитах **NuX** и **NuA** при температуре жидкого азота (77 K) и пропусканием через аппарат “Mr. Hydrogen” – (Pd-filter).

Во время проведения эксперимента газ высокой чистоты, которым была заполнена экспериментальная камера ТРС, «загрязнялся» проникающими через неплотности другими газами влагой. Для очистки протия от N_2 , O_2 и H_2O было предложено проводить циклический способ очистки газа из камеры ТРС во время ее работы. Этот способ основан на способности цеолитов и углей объемно адсорбировать (поглощать) водород при низких температурах и отдавать его при повышении температуры. Применение двух или нескольких адсорберов, работающих поочередно, давало возможность осуществить непрерывный поток газа, исходящий из камеры и поступающий в нее после прохождения колонок очистки.

В группе ПРХ был создан и проверен ручной вариант циклической очистки, а затем в лаборатории криогенной и сверхпроводящей техники (ЛКСТ) был разработан и изготовлен автоматизированный аппарат циклической очистки CHUPS. Этот аппарат успешно был применен на завершающих этапах эксперимента μ CAP в PSI, Швейцария. (См. ЛКСТ).

Принципиальная схема устройства по получению протия, наполнения камеры ТРС газом высокой чистоты и циклической очистки газа из камеры (ручной вариант) представлена на рисунке.

2. Анализ.

Второй задачей, которую необходимо было разрешить при проведении эксперимента μCAP , являлась необходимость проведения анализа чистоты водорода на всех этапах его подготовки и проведении.

Анализ на микропримеси N_2 и O_2 осуществлялся методом газовой хроматографии на приборе **ЛХМ-8М** и ЛХМ-80-1 с усовершенствованием методики.

Методика анализа с концентрированием примеси на подобранном экспериментальным путем цеолите СаА дала возможность определять в протии примесь N_2 и O_2 на уровне $\leq 10^{-8}$. Анализ проводился в течение всех экспериментов в PSI.

Содержание H_2O в протии измерялось на приборе ИВГ-1 в специальном изготовлении с чувствительностью до 0,017 ppm.

Важное значение на завершающих этапах эксперимента μCAP имело разработка, изготовление и запуск ректификационной колонны по очистке протия от дейтерия до высокой степени чистоты $\text{D}_2 < 0,1$ ppm.

Эта работа была осуществлена в содружестве ЛКСТ и лаборатории изотопов водорода ЛНИ при участии группы ПРХ.

Определение орто-пара состава изотопов водорода, проводимое нами, позволило установить оптимальный режим работы ректификационной колонны по очистке протия от дейтерия до содержания $\text{D}_2 < 0,1$ ppm.

Проведенная работа по газообеспечению эксперимента μCAP способствовала успешному завершению его в 2007 году.

Более детально смотрите:

«PSI Proposal R-97-05. February – 02.2001»,

Препринт ПИЯФ 2611, 2005,

Препринт ПИЯФ 2702, 2006,

Основные результаты научных исследований 2002-2006 – стр. 68, 313, 321,