





Изучение WLS технологий для LAr-детектора в эксперименте COHERENT

Рудик Дмитрий Геннадьевич

НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ, НИЯУ МИФИ, Коллаборация COHERENT.



План доклада

- Мотивация
 - Упругое когерентное рассеяние нейтрино на ядре (УКРН)
 - LAr-детектор для регистрации УКРН: CENNS-10
- CENNS-10 применение WLS
- Изучение WLS-технологий @ ИТЭФ
 - LAr тестовая камера
 - TPB
 - Распределенный по объему WLS (добавка Хе)
- Заключение

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 16-32-00691 мол-а «Мой первый грант»



Мотивация

- УКРН обнаружен в рамках эксперимента COHERENT*
- Использование различных типов детектирующих веществ позволит определить параметры процесса





20 30 40 50 60 70 80 90 Neutron number

10

* Observation of Coherent Elastic Neutrino-Nucleus Scattering COHERENT coll. **Science (2017)** DOI: 10.1126/science.aao0990



- CENNS-10 однофазный LAr детектор @ SNS, Oak Ridge, USA
- Два ФЭУ: R5912 (не чувствительны к УФ)
- WLS технологии:
 - Первая модификация: акрил + тетрафенил бутадиен (ТРВ) ~ 0.3 PE/keVee
 - Вторая модификация: ФЭУ покрыты ТРВ; тефлоновый отражатель, покрытый ТРВ текущий ран ~ 3 РЕ/keVee
 - Будущее: изучение различных WLS технологий для достижения (5 - 10) PE/keVee
- Ведется подготовка к постройке 1т LAr детектора...







- Тефлоновый отражатель
- Два ФЭУ: R5912 покрытые ТРВ
- Ведется изучение различных образцов на вакуумном монохроматоре
- Upgrading:
 - Матрица ФЭУ?
 - Добавка Хе?
 - Другие типы WLS?







Изучение ТРВ

- Исследование на монохроматоре (группой из института Ениколопова)
 - «Лучшая» толщина из литературы 0.2 mg/sm²
 - Большая реабсорбция света 0.2 mg/sm²
 - ТРВ имеет поликристаллическую структуру, поэтому существует минимальная толщина слоя ТРВ
- Деградация ТРВ:
 - 38 % за 5 месяцев хранения и коротких тестов
 - 17% за 1 месяц под вакуумом
- Определено эффективное время жизни TPB: 336 ± 43 ns. Что может влиять на характеристики сцинтилляционного сигнала LAr

	decay time (nsec)	abundance (%)
Instantaneous component	1-10	60 ± 1
Intermediate component	49 ± 1	30 ± 1
Long component	3550 ± 500	8 ± 1
Spurious component	309 ± 10	2 ± 1

- В настоящее время идет создание и исследование новых типов переизлучателей совместно с институтом Ениколопова.
 - * arXiv:1411.4524v2 by E. Segreto





10²

10

10

200

400

600

800

1000

1200

Руд

Ν







21.11.17

WLS распределенный по объему (Хе)

- Добавка Хе в LAr = распределенный по объему переизлучатель
 - Переизлучается только медленная компонента
 - Для сохранения возможности PSD анализа необходимо использовать комбинированный метод переизлучения (+TPB)
- Время жизни медленной компоненты уменьшается с увеличением концентрации Хе
- Количество зарегистрированного света возрастает с увеличением концентрации Хе
- Продемонстрирована стабильность смеси в течении длительного рана
- Сохраняется возможность PSDанализа













- ~16 ppm Xe
- $T_{slow} = 111 \pm 10 \text{ ns}$
- $T_{fast} = 10.8 \pm 0.8$ ns

average signal



- Ar + ~8ppm Xe
- $T_s = 173 \pm 19 \text{ ns}$ $T_f = 12,6 \pm 0,2 \text{ ns}$



• ~32 ppm Xe

10

- $T_{slow} = 82 \pm 5 \text{ ns}$
- $T_{fast} = 36 \pm 8 \text{ ns}$

average signal









Заключение

- Ведется изучение WLS-технологий для LAr детекторов
- Проведено исследование различных образцов с ТРВ
- Проведено исследование распределенного по объему переизлучателя (Хе)
 - Продемонстрирована принципиальная возможность использования Хе в качестве объемного переизлучателя
 - Показана стабильность смеси
 - Исследованы характеристики смеси
 - Исследованы характеристики отклика детектора
 - Показана возможность PSD анализа
- Планы
 - Тестирование новых типов переизлучателей
 - Дальнейшее изучение распределенного переизлучателя (Хе)
 - Исследование влияния тефлонового отражателя на светособирающую способность LAr и смеси.



Спасибо за внимание!



ITEP Test chamber









ITEP test chamber, scheme of measurements

• $^{22}Na => 2 \gamma$ in opposite direction (511 keV)

1.2 MeV γ

- Coincidence scheme
- ²⁴¹Am => α -particles 5.6 MeV





LAr test chamber, SPE calibration



- SPE calibration
- Approximately 0.03 p.e./keV in case of LAr + ORNL sample





Xe-doping work Energy transferring



- See for example: C.G. Wahl et al Pulse-shape discrimination and energy resolution of a liquid-argon scintillator with xenon doping 2014 JINST 9 P06013
- Ar₂^{*} can be either singlet or triplet state
- Singlet states decay quickly (No time for Energy transferring)
- Triplet excimer decay as follows (with Xe doping)
 - $Ar_2^* + Xe + migration \rightarrow (ArXe)^* + Ar$
 - $(ArXe)^* + Xe + migration \rightarrow Xe_2^* + Ar$
- (ArXe)* state can decay with IR light emitting (see A. Neumeier et al *Intense vacuum ultraviolet and infrared scintillation of liquid Ar-Xe mixtures* EPL, 109 (2015) 12001)



Xe-doping Volume-distributed WLS

- Xe-dopant in LAr works like distributed WLS O. Cheshnovsky, B. Raz, J. Jortner, J. Chem. Phys. 57 (1972) 4628.
- The amount of collected light increasing with Xe concentration

A. Neumeier, et al., Nucl. Instrum. Meth. A 800, 70-81 (2015)







Рудик Д.Г. Молодежная конференция ИТЭФ



LAr+Xe mixture degradation



