



# DEPARTMENT OF PHYSICS

UNIVERSITY *of* WASHINGTON

College of Arts & Sciences

*Box 351560  
Seattle, WA 98195*

*Tel: 206-685-2401  
Fax: 206-685-0635*

April 25, 2019

External review of topics of defense for Ivshin Kuzma

I was asked to review the topics of defense for the PhD. Thesis of Ivshin Kuzma.

I am serving as a co-spokesman of the MuSun experiment, which was carried out by an international collaboration at the Paul Scherrer Institute (PSI), Switzerland. I know Kuzma for many years, and it is my pleasure to attest that he has made decisive contributions to the experiment.

MuSun is a precision measurement of muon capture on the deuteron to determine the strengths of the weak axial coupling to the deuteron, the two-nucleon analog to the axial coupling constant  $g_A$  of the nucleon. This strength, expressed in a low energy constant of chiral effective field theory, enters astrophysics reactions of fundamental interest, like pp fusion or  $\nu d$  scattering. The extremely small rates of these processes do not allow their quantitative measurement at terrestrial conditions, but the muonic process provides the missing input for the EFT calculation. The experiment is extremely challenging as it is based on the development of an ultrapure deuterium time projection chamber (TPC) at cryogenic conditions.

The physics of muons in hydrogen mixtures poses several stringent requirements on the active target (TPC) used in the experiment. The TPC has to operate at high density and cryogenic conditions of 31K, and its gas purity has to be maintained and verified at the part-per-billion level. Isotopic purity is also important; the deuterium has to be isotopically purified and contamination from the abundant hydrogen-1 has to be suppressed. The detector operates as an ionization chamber, thus noise reduction in the readout chain is critical to obtain the optimal energy resolution. This was achieved with cryogenic preamplifiers located in the insulation vacuum in close vicinity to the TPC at 140K.

Kuzma's topics of defense address all these critical issues and during his work all the required specifications were met. Without these efforts the experiment would not have been successful. Kuzma is a well-qualified scientist and an essential member of the team, who highly deserves his PhD. Degree.

Sincerely,

Peter Kammel  
Professor of Physics  
Co-spokesperson, MuSun and AICap experiments

## Отделение физики

### Университета Вашингтона

Колледж искусств и науки

Ящик 351560

телефон 206-685-2401

Сиэтл WA 98195

факс: 206-685-0635

25 апреля 2019

Независимый обзор диссертационной работы Ившина Кузьмы

Меня попросили составить обзор работы, представленной к защите кандидата наук. Диссертация Ившина Кузьмы.

Я выступаю в качестве сопредседателя эксперимента MuSun, который был проведен в рамках международного сотрудничества в Институте Пауля Шеррера (PSI), Швейцария. Я знаю Кузьму много лет, и мне приятно засвидетельствовать, что он внес решающий вклад в эксперимент.

MuSun - это точное измерение захвата мюонов на дейтроне для определения сил слабого аксиального взаимодействия с дейтроном, двухнуклонным аналогом константы аксиального взаимодействия нуклонов  $g_A$ . Эта сила, выраженная с помощью низкоэнергетической константы киральной теории эффективного поля, используется при описании астрофизических реакций, представляющих фундаментальный интерес, таких как pp-синтез или  $\nu d$ -рассеяние. Чрезвычайно малые скорости этих процессов не позволяют их количественно измерять в земных условиях, но мюонный процесс позволяет учесть вклад для расчета EFT. Эксперимент чрезвычайно сложен, так как проводился с использованием сверхчистой дейтериевой время проекционной камеры (TPC) в криогенных условиях.

Физика мюонов в водородных смесях выдвигает несколько строгих требований к активной мишени (TPC), используемой в эксперименте. TPC должна работать при высокой плотности и криогенных условиях 31К, а чистота газа должна поддерживаться и проверяться на уровне 1 частицы на миллиард. Изотопная чистота также важна; дейтерий должен быть изотопно очищен, а загрязнение избыточным водородом-1 должно быть подавлено. Детектор работает как ионизационная камера, поэтому снижение шума в цепи считывания имеет решающее значение для получения оптимального энергетического разрешения. Это было достигнуто с помощью криогенных преусилителей, расположенных в вакуумной изоляции в непосредственной близости от TPC при 140К.

Темы защиты Кузьмы касаются всех этих критических вопросов, и в ходе его работы были выполнены все необходимые требования. Без этих усилий эксперимент не был бы успешным. Кузьма - высококвалифицированный ученый и важный член команды, который заслуживает присуждения степени кандидата наук.

С уважением,

Питер Каммель

Профессор физики

Сопредседатель, эксперименты MuSun и AlCap

