

Совместные проекты с ионными ловушками в 2023 году

Ю.Н. Новиков

π

Лаборатория Физики Экзотических Ядер

Сессия Учёного Совета ОФВЭ ПИЯФ,

27 декабря 2023 г.

Беспрецедентная точность в измерениях масс ИОННЫМИ ЛОВУШКАМИ позволяет выйти на рубежи новой физики

**МАССА
НЕЙТРИНО**

^{163}Ho (4570 лет),
Распадается в ^{163}Dy только
захватом орбитального
электрона- идеальный
бесфоновый источник
нейтрино

**ЭТАЛОН ЧАСТОТЫ
(ВРЕМЕНИ)**

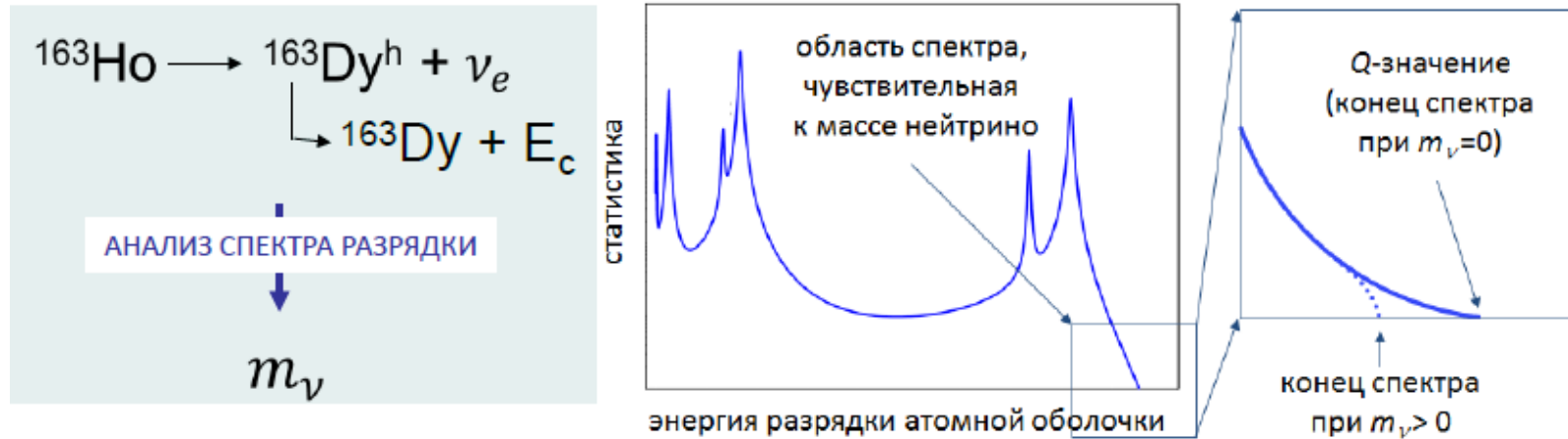
Аномально долгоживущие
изомеры **ВЫСОКО-**
зарядных ИОНОВ

Масса электронного нейтрино

*Завершающий эксперимент на
PENTATRAP*

Калориметрический спектр как зеркальный спектр нейтрино

(A. de Rujula and M. Lusignoli. Phys.Lett. B 118 (1982) 429)



$$\frac{dN}{dE} = A(Q - E)^2 \sqrt{1 - \frac{m_\nu^2}{(Q - E)^2}} \sum C \phi_k^2(0) \frac{\Gamma_k / 2\pi}{(E - B_k)^2 + \Gamma_k^2 / 4}$$



РЕНТАТРАП

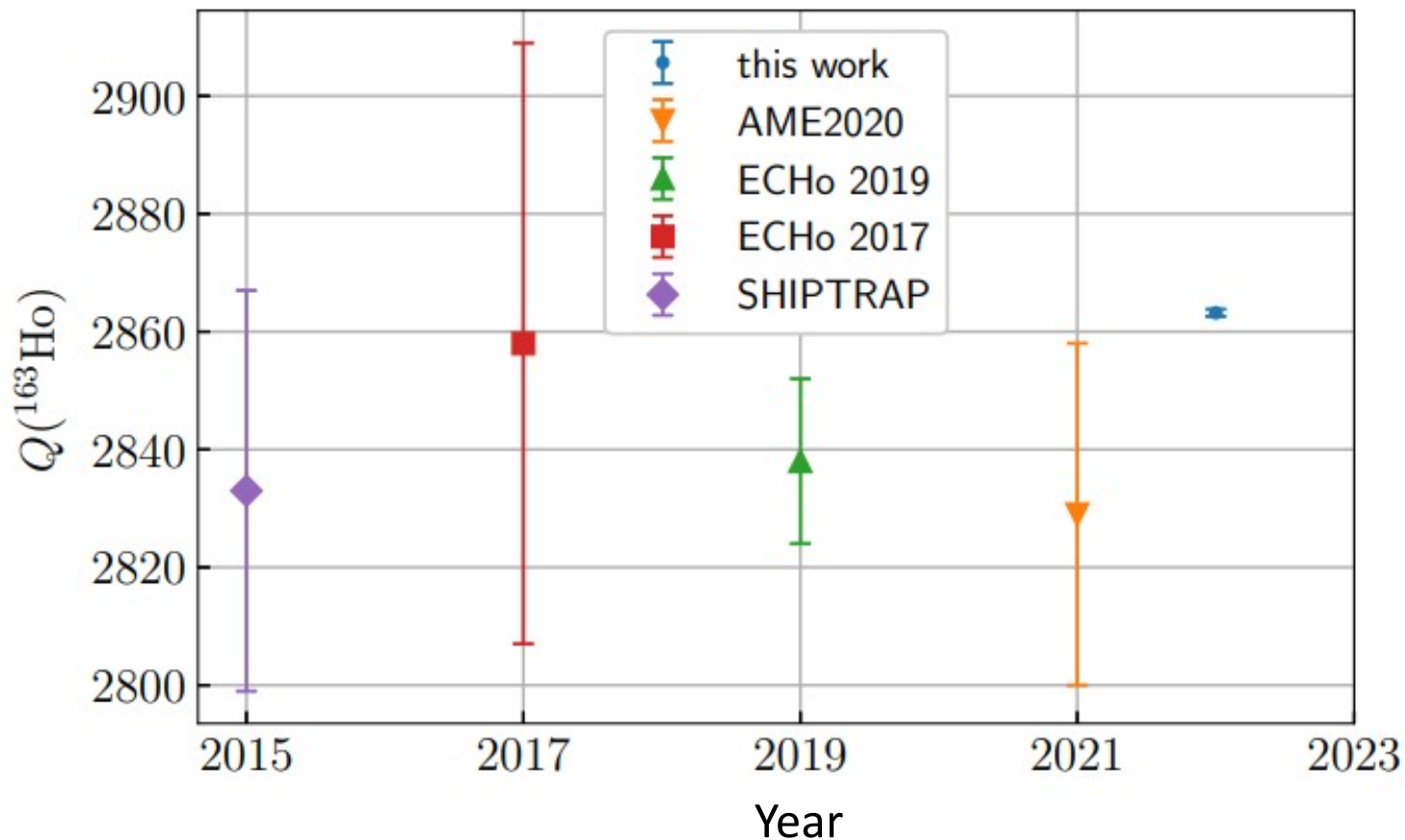


ИНСТИТУТ МАКСА ПЛАНКА ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ
ГЕЙДЕЛЬБЕРГ, ГЕРМАНИЯ
(*PROF. DR. KLAUS BLAUM*)

«БАШНЯ» ИЗ ПЯТИ ИОННЫХ ЛОВУШЕК ПЕННИНГА



История измерений энергии распада ^{163}Ho . Последние измерения на PENTATRAP дали точность 0.6 эВ

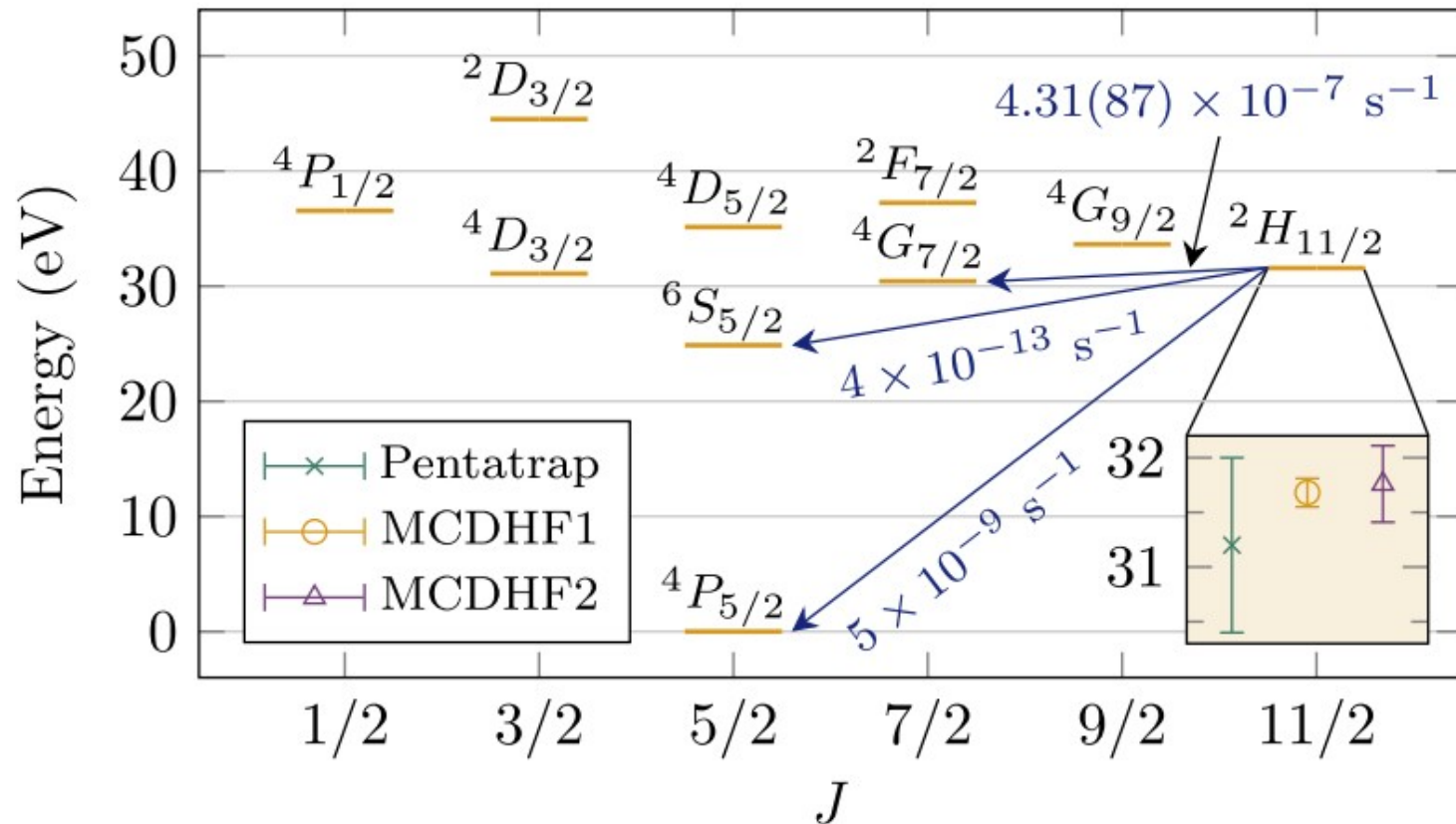


**Высокоспиновое,
высокоэнергетичное
долгоживущее состояние в
высокозарядных ионах**

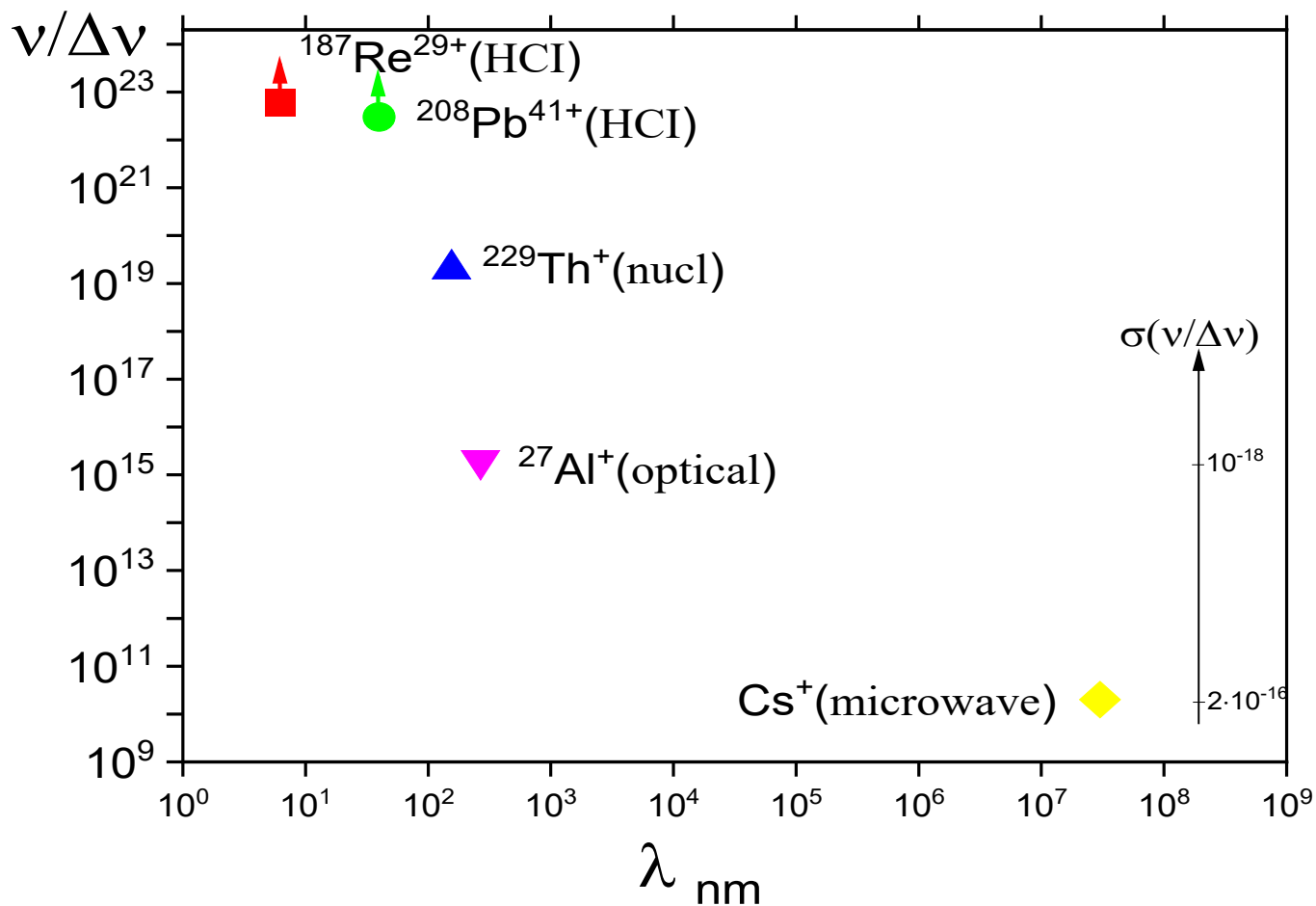
*Открытие PENTATRAP в ^{187}Re
Nature(2020)*

Схема распада иона $^{208}\text{Pb}^{41+}$ с энергией возбуждения 31.2 (8) эВ и периодом полураспада 26.5(35) дней

(K.Kromer et al PRL (2023))



Фактор «качества» для предлагаемых эталонов частоты разного типа (микроволновых, видимого света и ультрафиолета)



Публикации по ловушкам в 2023 Г.

1. **Sergey Eliseev and Yuri Novikov.** “*High-precision Penning-trap mass spectrometry for neutrino physics*”, Eur. Phys. J. A (2023) 59:34; <https://doi.org/10.1140/epja/s10050-023-00946-4>,
2. Kathrin Kromer, Chunhai Lyu, Menno Door, Pavel Filianin, Zoltán Harman, Jost Herkenhoff, Paul Indelicato, Christoph H. Keitel, Daniel Lange, **Yuri N. Novikov**, Christoph Schweiger, **Sergey Eliseev**, and Klaus Blaum, “*Observation of a Low-Lying Metastable Electronic State in Highly Charged Lead by Penning-Trap Mass Spectrometry*”, Phys. Rev. Lett. **131** (2023) 223002; DOI: 10.1103/PhysRevLett.131.223002.
3. F. Heiße, M. Door, T. Sailer, P. Filianin, J. Herkenhoff, C. M. König, K. Kromer, D. Lange, J. Morgner, A. Rischka, Ch. Schweiger, B. Tu, **Y. N. Novikov**, **S. Eliseev**, S. Sturm, and K. Blaum “*High-Precision Determination of g Factors and Masses of $^{20}\text{Ne}^9+$ and $^{22}\text{Ne}^9+$* ”, Phys. Rev. Lett. 131, 253002 (2023).
4. *Одна статья об энергии распада ^{163}Ho принята к печати в Nature.Physics*

А) 2023 г. был урожайным в плане анализа экспериментальной информации, полученной по международным проектам в предшествующие годы:

Б) МАССА НЕЙТРИНО

ЕСНО/PENTATRAP — ультрапрецизионная энергия распада «нейтринного» нуклида ^{163}Ho с точностью 0.6 эВ, завершение проекта

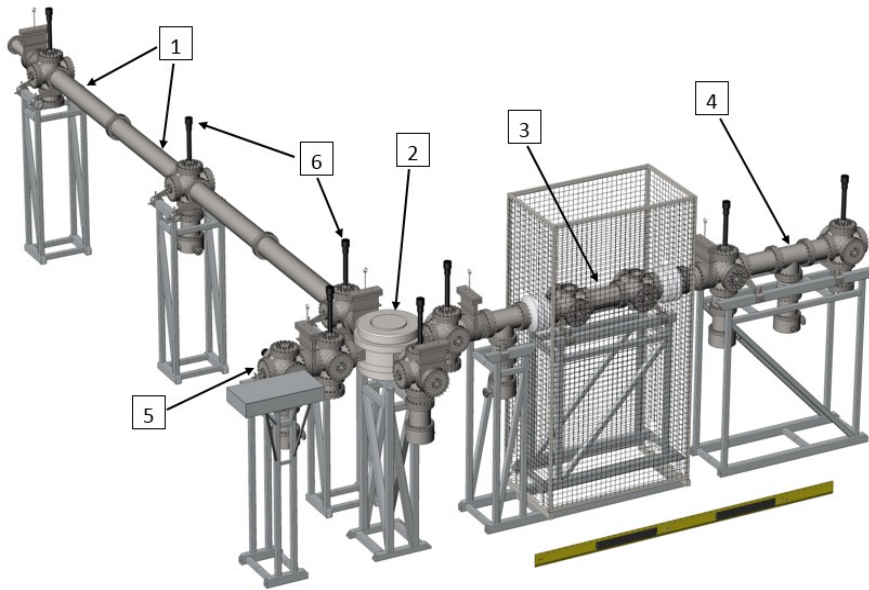
В) ЭТАЛОН ВРЕМЕНИ

PENTATRAP -- новое высокоспиновое изомерное состояние иона ^{208}Pb , продолжение поиска кандидата с наименьшей шириной

-
- В исследовательском процессе заняты три аспиранта и один студент СПбГУ.
 - Начата работа по написанию текста двух кандидатских диссертаций и сдачи двух ВКР по тематике ловушек в 2024 г.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ
Всем счастливого
Нового Года**

Статус проекта ПИТРАП -1



Реактор ПИК (1), масс-сепаратор ИРИНА (2),
ионный пучок (1) от МС ИРИНА к тракту масс-спектрометра,
система сопряжения с комплексом ПИТРАП (3),
поворотный магнит (2), система охлаждения и банчирования
поворотный сепарирующий магнит (4), многопролетный
пучка (3), спектрометр MR-TOF (4), калибровочные источники
спектрометр MR-TOF (5), сверхпроводящий магнит с
(5), система контроля ионного пучка (6)
ловушками Пеннинга внутри (6)

Участники проекта:

Лаборатория физики экзотических ядер ПИЯФ
Факультет ядерной физики СПбГУ

Кооперация:

Лаборатория короткоживущих ядер – проект ИРИНА
Лаборатория криогенной и сверхпроводящей техники

Расчеты, конструкция и изготовление:

Институт Аналитического приборостроения
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
ФГУП ЭЗАН г. Черноголовка Московская обл.

Бюджет :

Затребованный:

расчет и конструирование	– 38 млн руб.
изготовление	80-85 млн руб.
Полученный	0 млн руб.