

SHIPTRAP(GSI) + TRIGATRAP(Mainz)

на пути к массе нейтрино

(проект ECHO)



Ю.Н. НОВИКОВ

Лаборатория Физики Экзотических Ядер ОФВЭ

Сессия Учёного Совета ОФВЭ ПИЯФ

23 декабря 2015 г.

«География» проектов Лаборатории Физики Экзотических Ядер ОФВЭ

- SHIPTRAP- на линейном ускорителе UNILAC (ГСИ, Дармштадт)
- TRIGATRAP – на реакторе TRIGA (Майнц)
- ISOLTRAP – на установке ISOLDE (ЦЕРН)
- JYFLTRAP – на циклотроне в Ювяскюля

Основной принцип – движение по вертикали точностей

Ядерная физика →

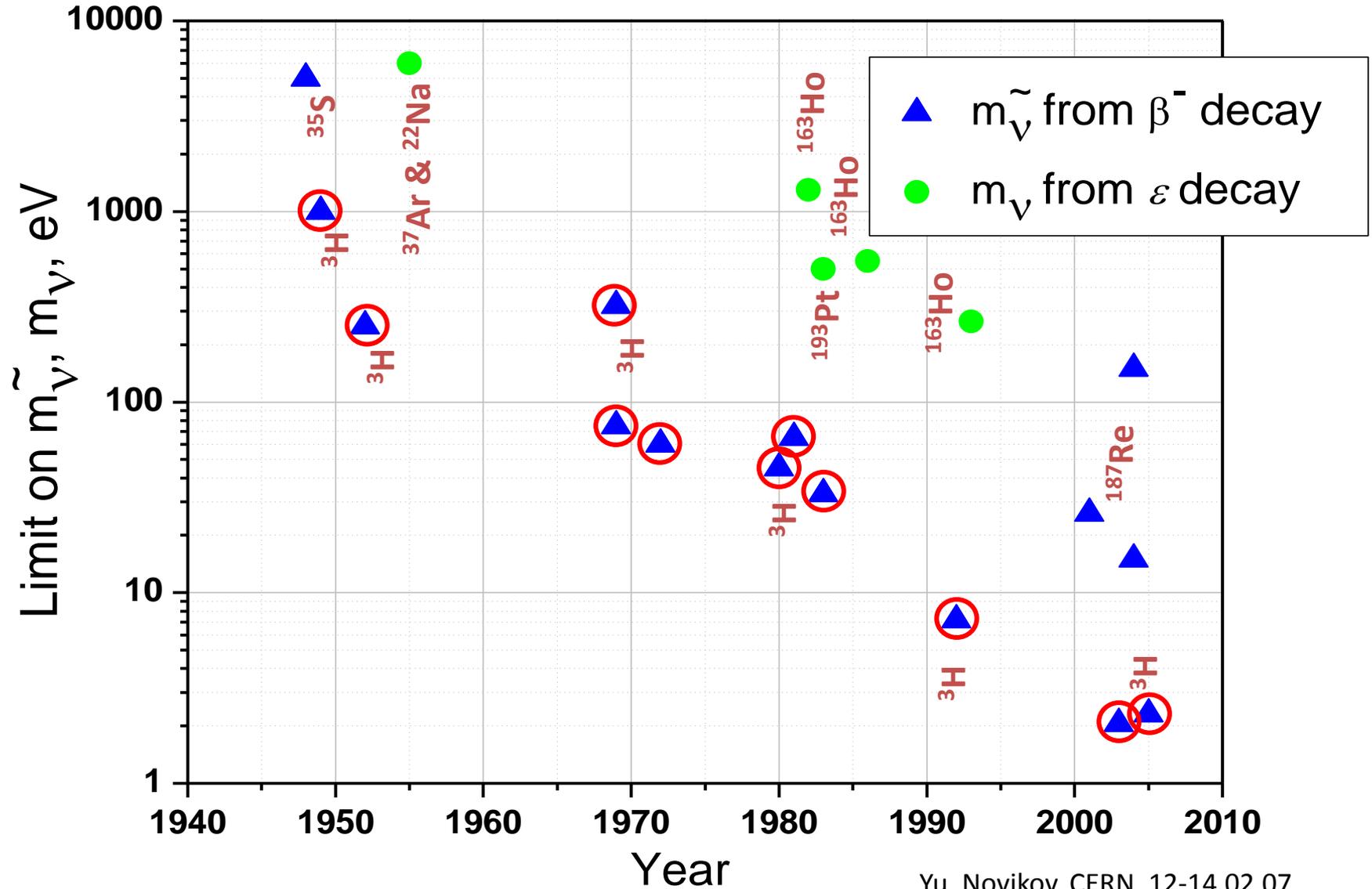
→ Астрофизика

→ QED

→ Нейтринная физика



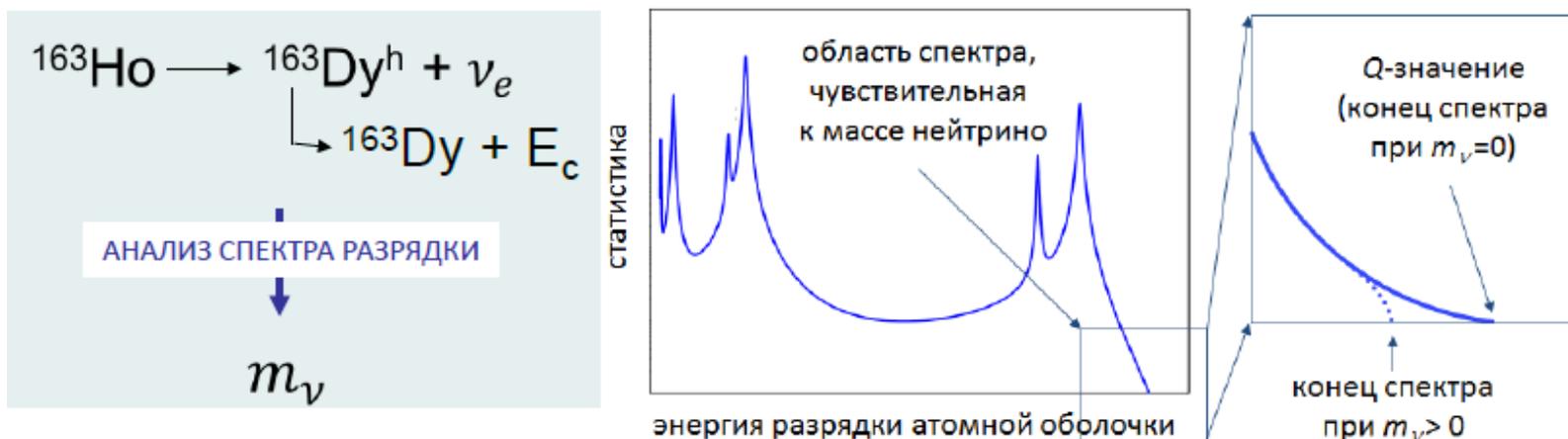
History of m_ν measurements





Предложение измерять калориметрический спектр

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



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



Nuclear Physics News

ISSN: 1061-9127 (Print) 1931-7336 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/gnnpn20>

New Promises for the Determination of the Neutrino Mass? (A Brainstorming Meeting at GSI, Darmstadt)

H.-Jürgen Kluge & Yuri Novikov

To cite this article: H.-Jürgen Kluge & Yuri Novikov (2007) New Promises for the Determination of the Neutrino Mass? (A Brainstorming Meeting at GSI, Darmstadt), Nuclear Physics News, 17:4, 36-38, DOI: [10.1080/10506890701572291](https://doi.org/10.1080/10506890701572291)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/10506890701572291>



Published online: 20 Feb 2008.

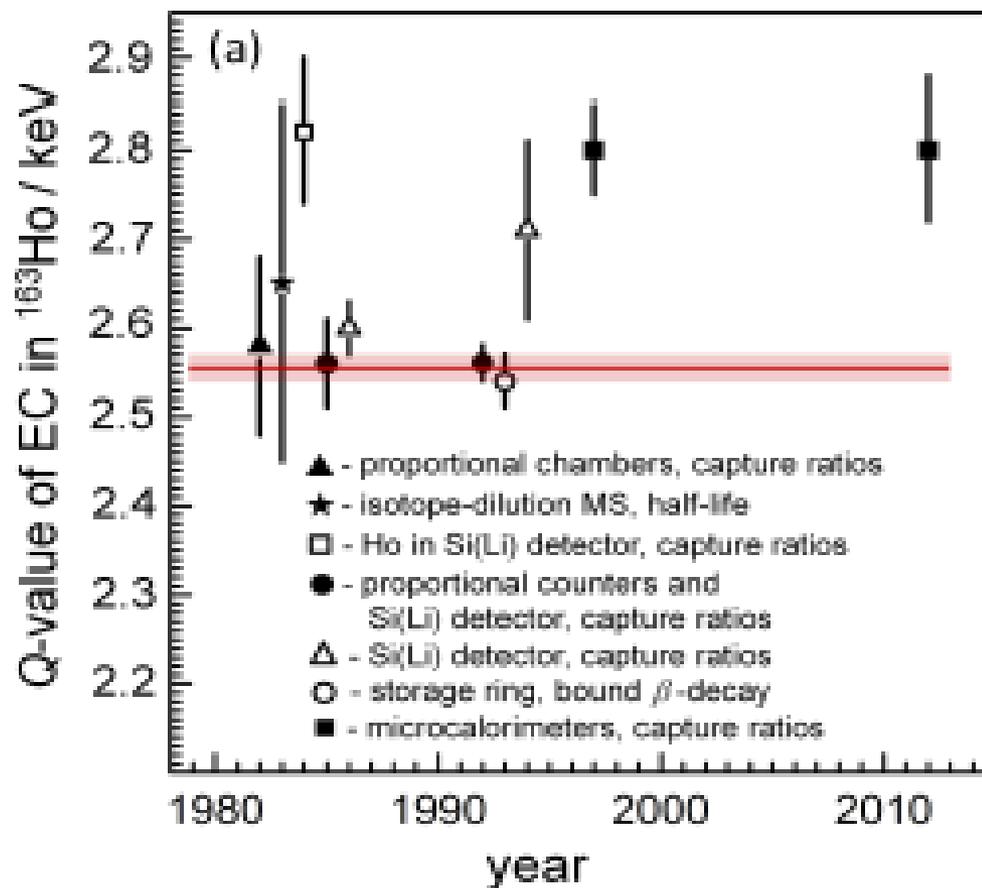


Составные компоненты проекта ЕСНО (Electron Capture in Holmium)

- Разработка технологии получения сверхчистого ^{163}Ho ,
- Создание многодетекторного криогенного комплекса микрокалориметров (ММС) с энергетическим разрешением ≈ 1 эВ,
- Создание нового типа ультра-прецизионной ионной ловушки –тандема ловушек PENTATRAP с массовым разрешением ≈ 1 эВ,
- Создание мат. обеспечения для параметризации спектра



Сводка данных об энергии процесса захвата Q_{EC} в ^{163}Ho до наших измерений в ловушке





Стадии получения ^{163}Ho





Коллаборация по измерению разности масс ^{163}Ho - ^{163}Dy

¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany

²GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt, Germany

³Helmholtz-Institut Mainz, 55099 Mainz, Germany

⁴Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität, 55128 Mainz, Germany

⁵Physics Faculty of St.Petersburg State University, 198904, Peterhof, Russia

⁶Paul Scherrer Institute, 5232 Villigen, Switzerland

⁷Universität Bern, 3012 Bern, Switzerland

⁸PRISMA Cluster of Excellence, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Germany

⁹Kirchhoff Institut für Physik, Heidelberg Universität, INF 227, 69120 Heidelberg, Germany

¹⁰Institut Laue-Langevin, 38042 Grenoble, France

¹¹Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, 188300 St. Petersburg, Russia

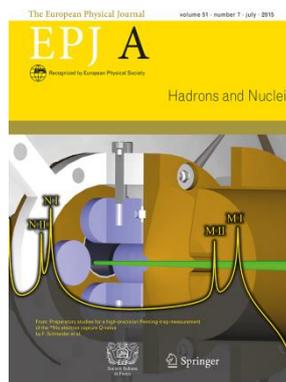
¹²Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald, Germany

- Участники от ОФВЭ ПИЯФ:

- С. А. Елисеев,
- Ю.Н. Новиков
- П.Е. Филянин
- С.В. Ченмарев
- Группа поддержки: Ю.И. Гусев, Д.А. Нестеренко, А.В. Попов

- ШИПТРАП (ионная ловушка на ускорителе UNILAC в ГСИ, в Дармштадте)

«Direct Measurement of the Mass Difference of ^{163}Ho and ^{163}Dy Solves the Q-Value Puzzle for the Neutrino Mass Determination», Phys. Rev. Lett. 115, 062501 (2015)

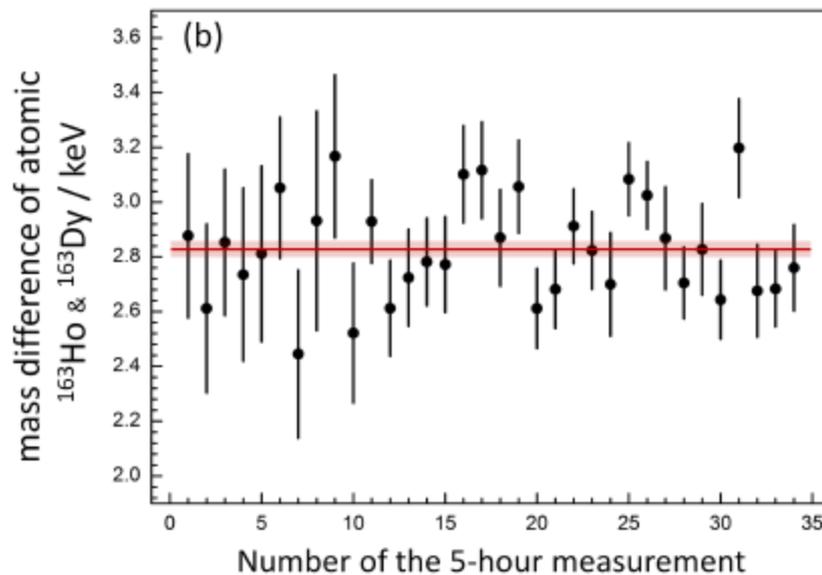
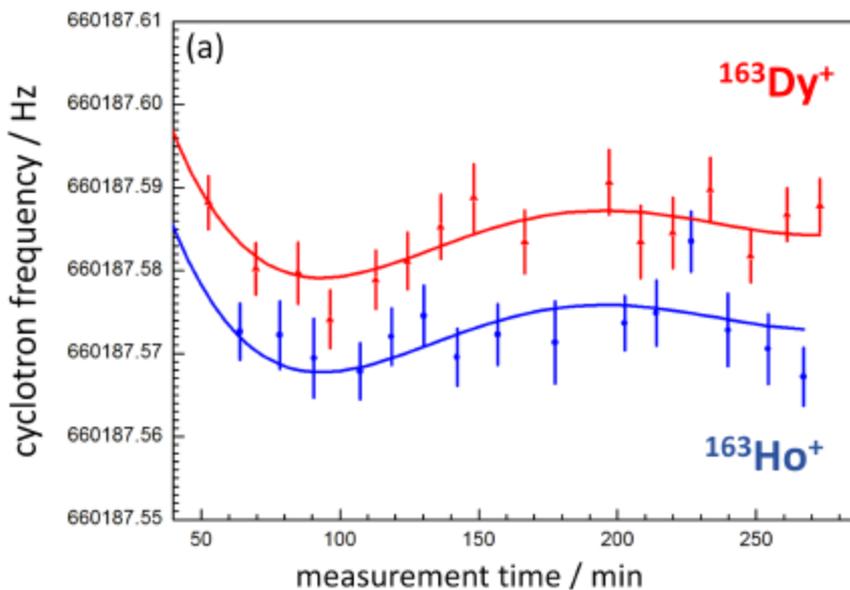


- TRIGATRAP (ионная ловушка на реакторе TRIGA в Майнце)

«Preparatory studies for a high-precision Penning-trap measurement of the ^{163}Ho electron capture Q-value», Eur. Phys. J. A (2015) 51: 89



Результаты измерений циклотронной частоты и величины разности масс ^{163}Ho - ^{163}Dy на SHIPTRAP

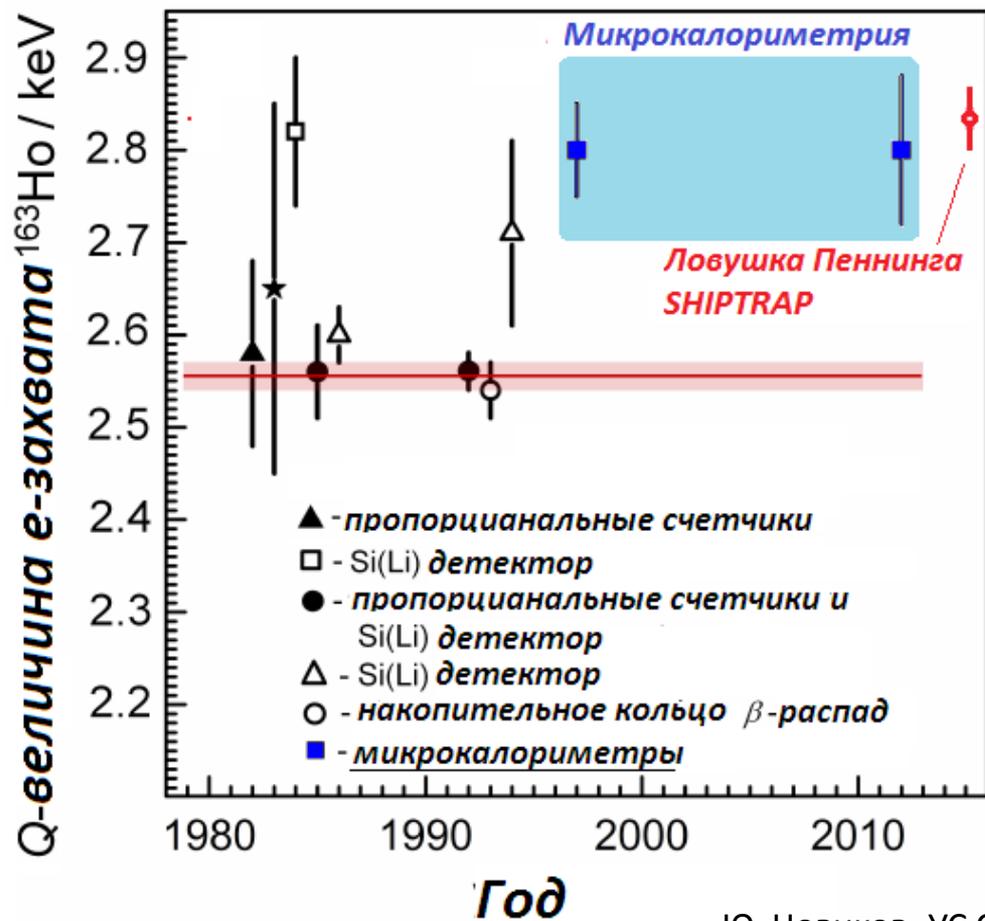


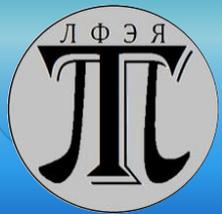


Прямые измерения разности масс ^{163}Ho - ^{163}Dy на SHIPTRAP подтвердили результат, полученный микрокалориметрией

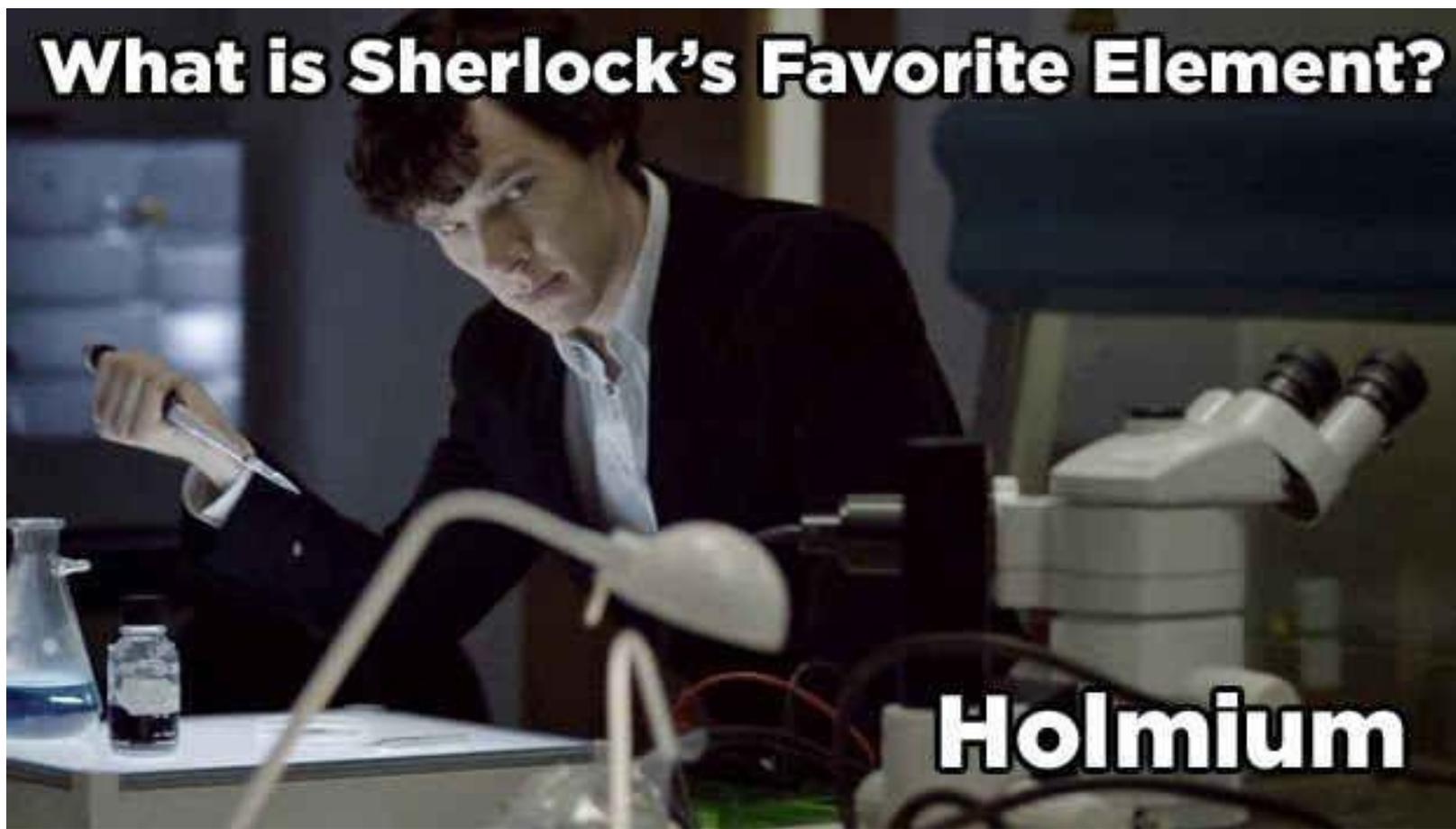
Микрокалориметрия – $Q = 2800 (50)$ эВ

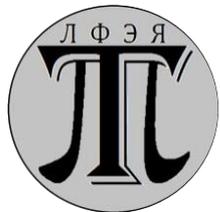
SHIPTRAP – $Q = 2833 (35)$ эВ





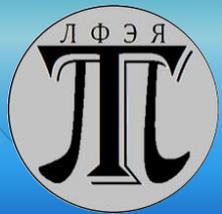
Мы не одиноки !



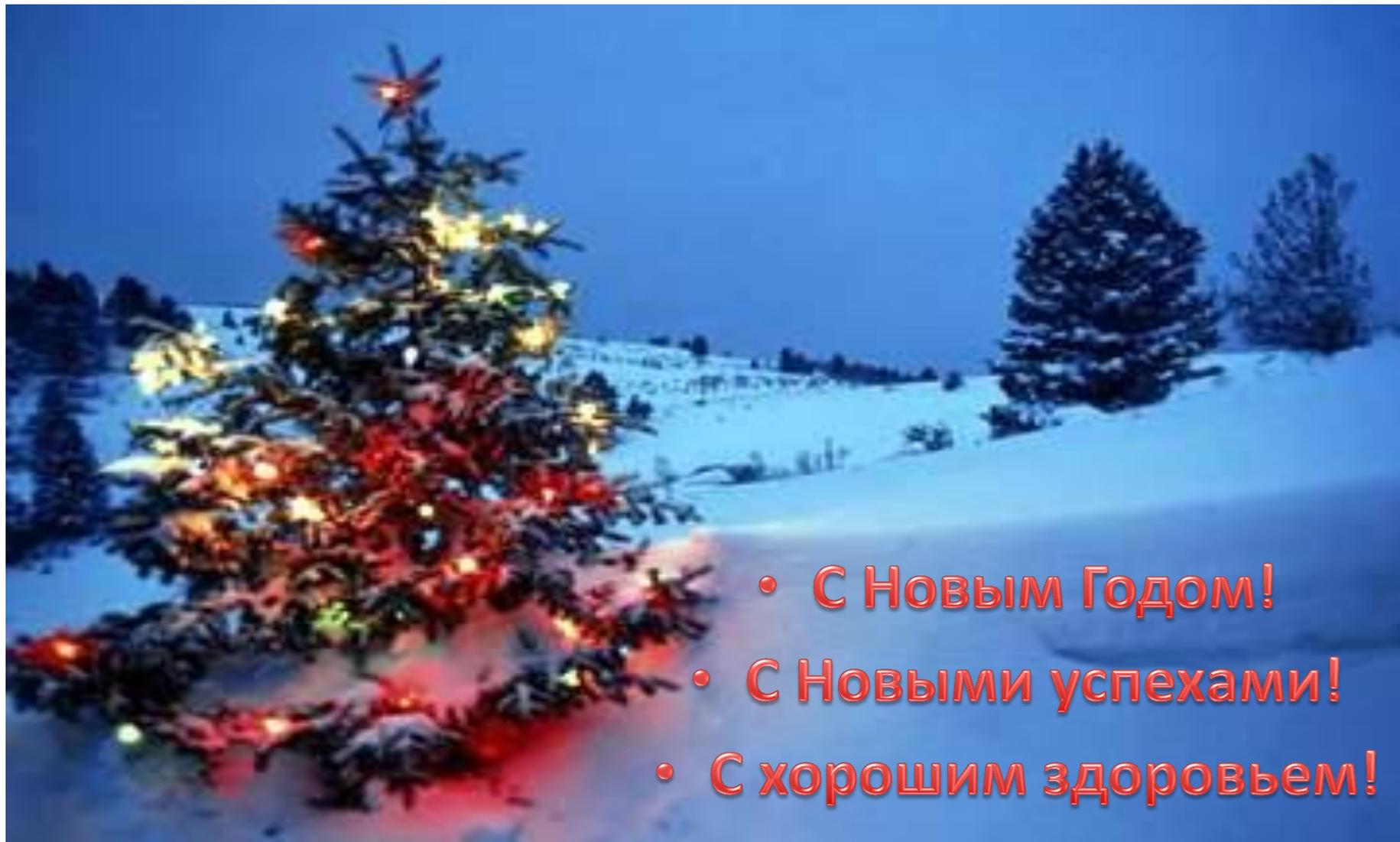


Другие публикации ЛФЭЯ в 2015 г.

- M.V.Smirnov, K.K.Loo, Yu.N.Novikov, W.H.Trzaska, M.Wurm, “*A search for neutrino–antineutrino mass inequality by means of sterile neutrino oscillometry,*” Nuclear Physics B 900 (2015) 104–114.
- Florian KoEhler, Klaus Blaum, Michael Block, Stanislav Chenmarev Sergey Eliseev, Dmitry A. Glazov, Mikhail Goncharov, Jiamin Hou, Anke Kracke, Dmitrii A. Nesterenko, Yuri N. Novikov, Wolfgang Quint, Enrique Minaya Ramirez, Vladimir M. Shabaev, Sven Sturm, Andrey V. Volotka & GuEenter Werth. “*Isotope dependence of the Zeeman effect in lithium-like calcium*”, Nature communications, Dec. 2015.
- Ю.И. Гусев, В. Гусельников, С.А. Елисеев, Т.В. Конева, Д. Нестеренко, Ю.Н. Новиков, А.В. Попов, М.В. Смирнов, П.Е. Филянин, С.В. Ченмарёв, «*Ионные ловушки Пеннинга для высокоточных измерений массы нейтроноизбыточных ядер на реакторе ПИК*», Атомная Энергия 118 (2015) 334-339.



СПАСИБО!

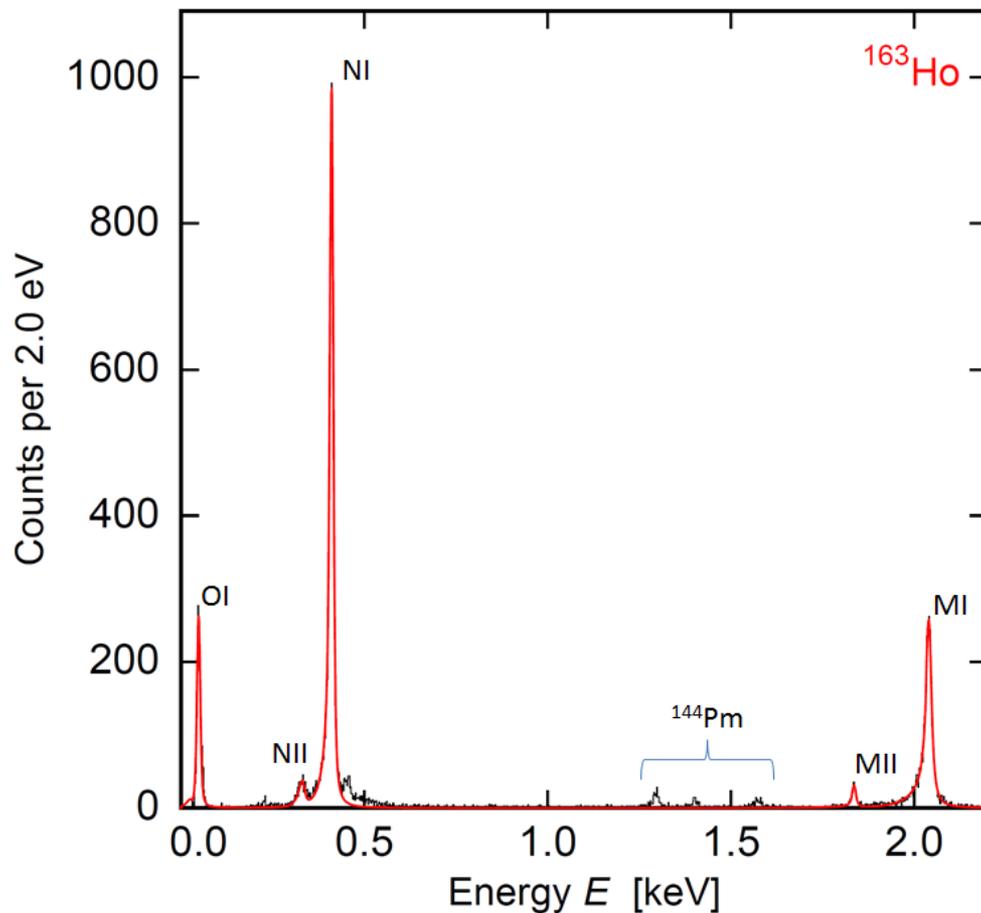


- С Новым Годом!
- С Новыми успехами!
- С хорошим здоровьем!



Микрокалориметрический спектр ^{163}Ho

(courtesy of L. Gastaldo –the ECHO collaboration)





Результаты измерений

TRIGA-TRAP:

Измеряемый	Опорный	Полученное значение	Литературное значение
$^{163}\text{Ho}^{16}\text{O}^+$	$^{12}\text{C}_{15}^+$	$ME(^{163}\text{Ho}) = -66\,379,3(9) \text{ кэВ}$	$-66\,377,3(1,9) \text{ кэВ}$
$^{163}\text{Dy}^{16}\text{O}^+$	$^{12}\text{C}_{15}^+$	$ME(^{163}\text{Dy}) = -66\,381,7(8) \text{ кэВ}$	$-66\,379,9(1,9) \text{ кэВ}$
$^{163}\text{Ho}^{16}\text{O}^+$	$^{163}\text{Dy}^{16}\text{O}^+$	$Q_{\text{EC}} = 2,5(7) \text{ кэВ}$	$2\,555(16) \text{ эВ}$

SHIP-TRAP:

$$\Delta M = 2\,833(30_{\text{stat.}})(15_{\text{syst.}}) \text{ эВ}/c^2$$