

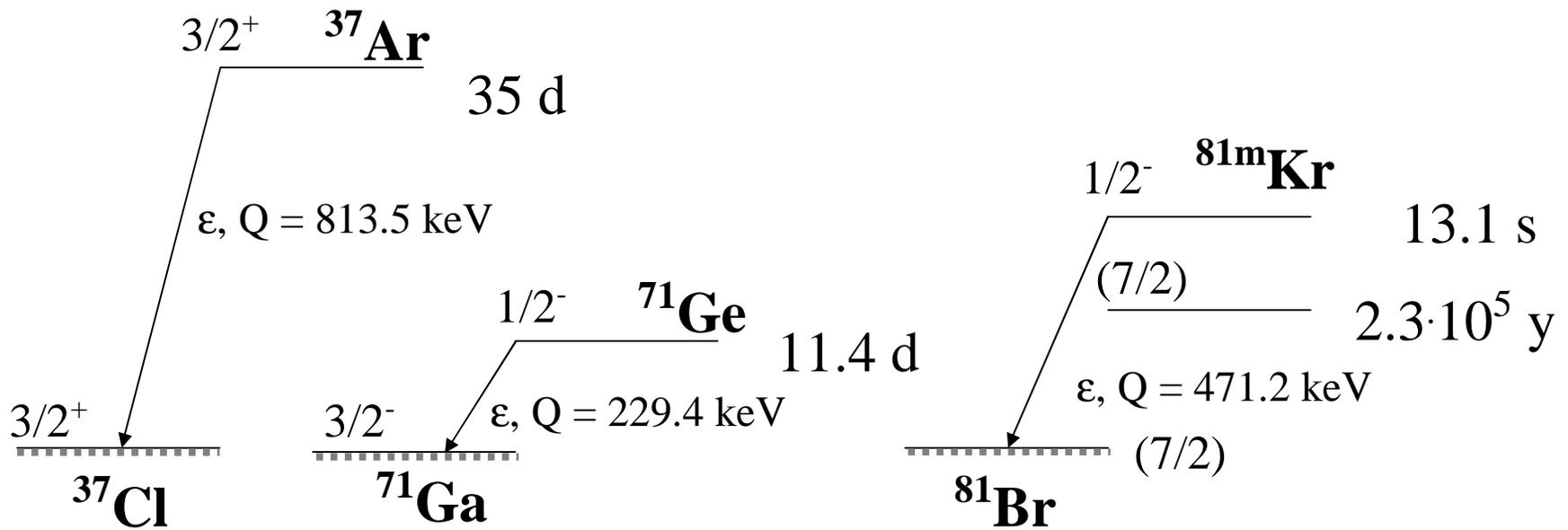
Исследование нуклидов с массовыми числами $A=81$, 85 и 86 , представляющих астрофизический интерес.

Г. К. Воробьёв, С. А. Елисеев,
Ю. Н. Новиков, А. В. Попов, Д. М. Селиверстов

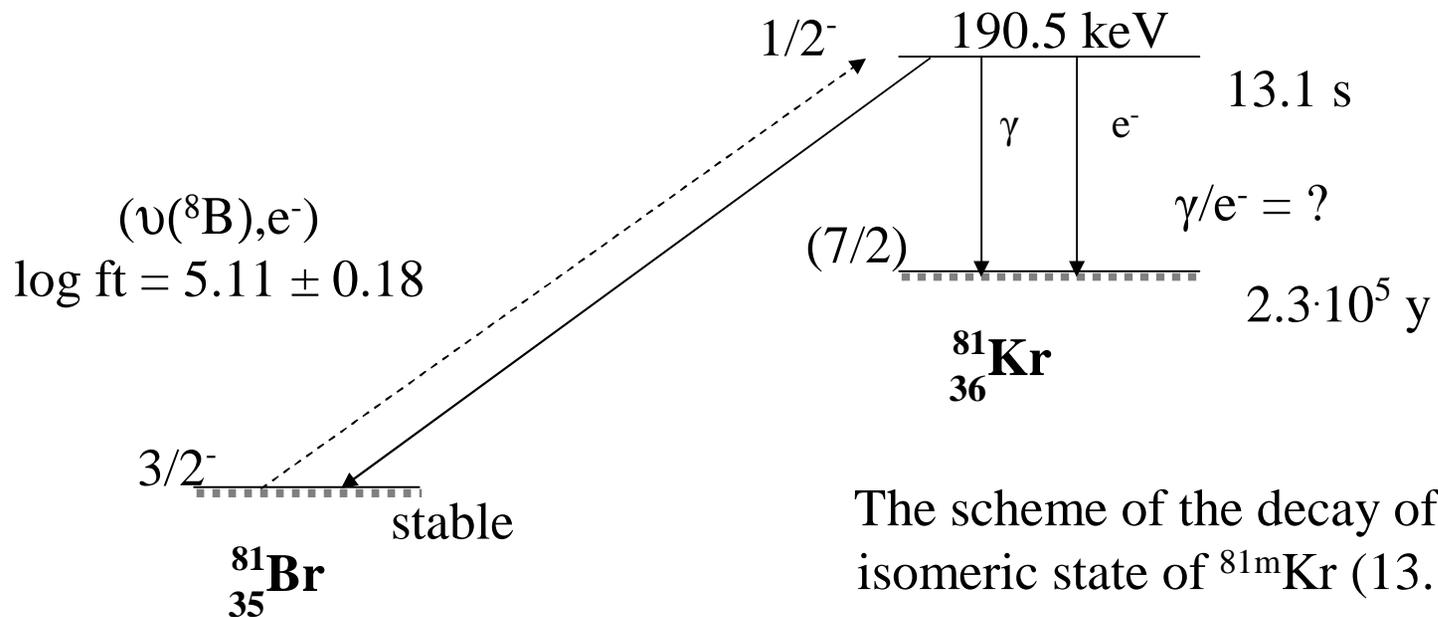
Аннотация.

На установке IGISOL Университета Jyväskylä исследовался распад нуклидов 81Y , 85Nb , 85Zr , 86Mo и 86Nb , представляющих интерес для астрофизического rp -процесса. Обнаружено новое изомерное состояние в 85Nb с $T_{1/2} = 3.3$ с. Наши данные не подтверждают существования изомерного состояния 86Nb с $T_{1/2} = 56$ с, о котором сообщалось ранее. Измеренные значения периодов полураспада основных и изомерных состояний нуклидов на пути rp -процесса находятся в хорошем согласии с известными величинами. Определённые в результате измерений коэффициенты внутренней конверсии изомерного перехода с энергией 190.5 кэВ в 81mKr можно объяснить примесью $E3$ и $M4$ -мультипольностей. Измеренные значения вероятностей ветвей внутреннего распада (внутренней конверсии и гамма-перехода) позволяют определить вероятность захвата электрона основным состоянием 81Br и скорость инверсного нейтринного захвата. Полученное нами значение $\log ft$ нейтринного захвата ещё более усиливает аргумент в пользу выбора нуклида 81Br в качестве детектора для регистрации солнечных нейтрино.

© ПИЯФ, 2003

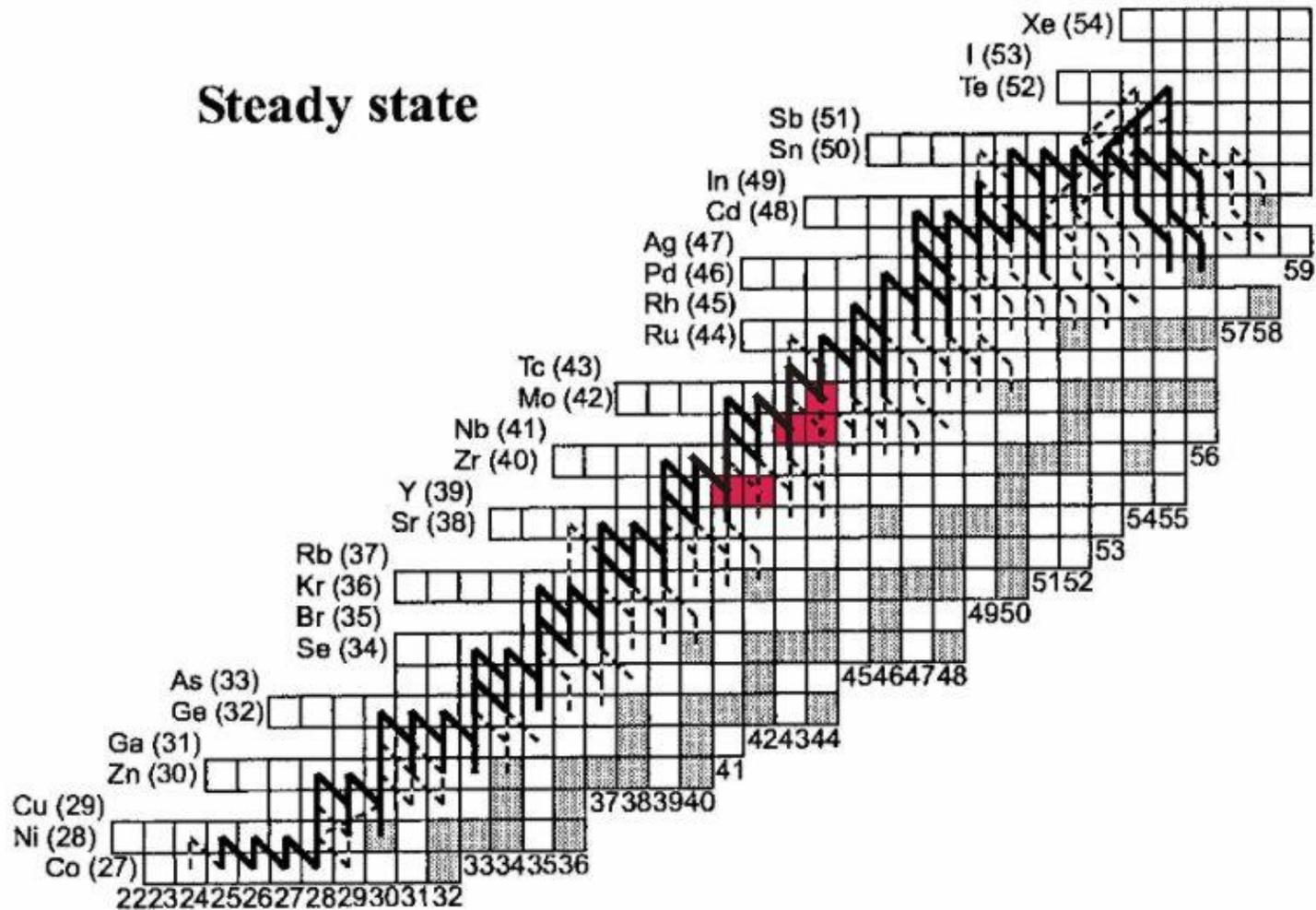


Solar neutrino detectors considered nowadays

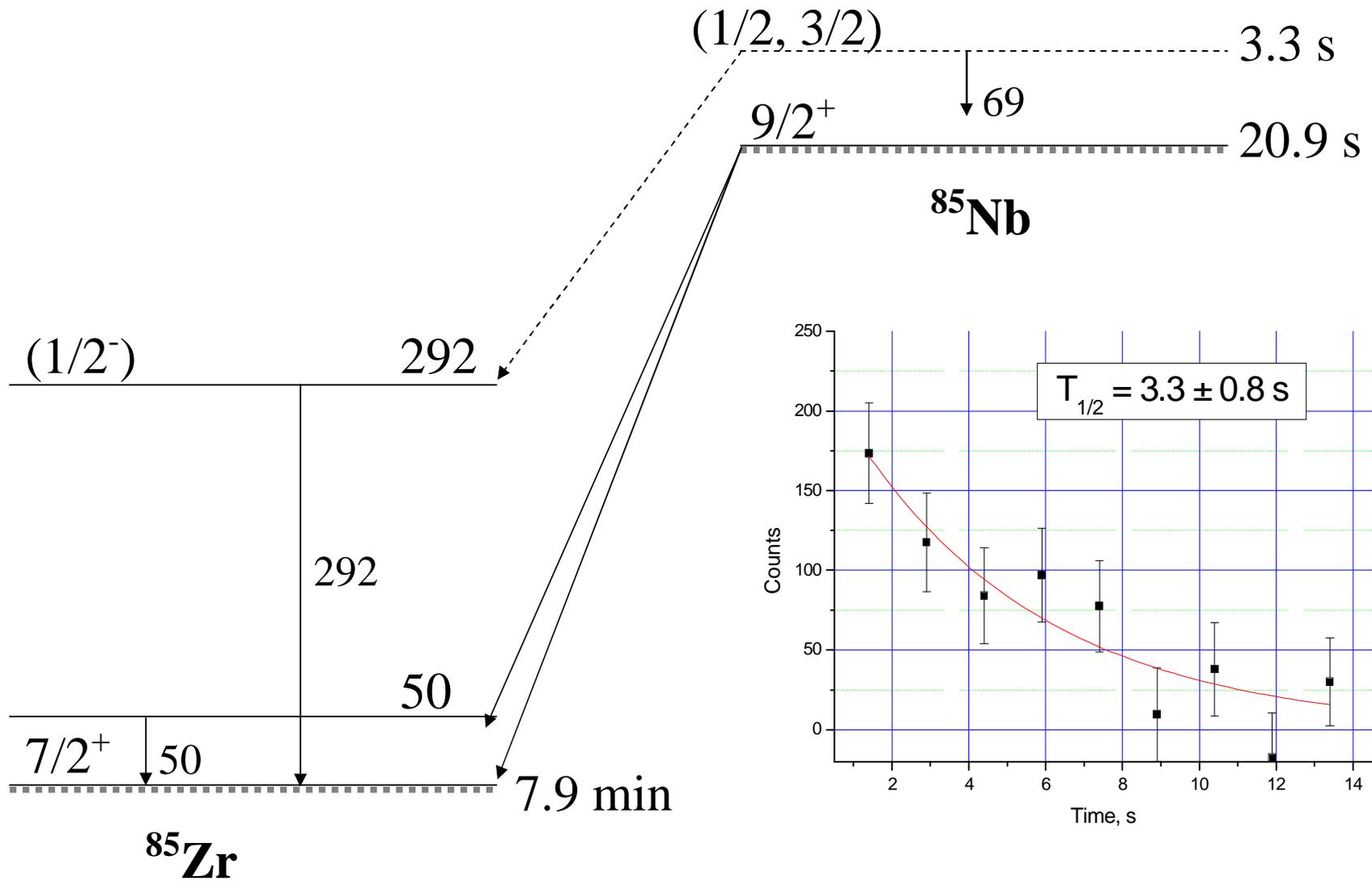


The scheme of the decay of the isomeric state of $^{81\text{m}}\text{Kr}$ (13.1 s)

Steady state



The rp-process path for steady state burning. The reaction flow of more than 10% is shown by solid line whereas of 1-10% (dashed line).



Skeleton scheme for decay of ^{85}Nb
 Time dependent areas for the 69 keV new transition



ПИЯФ РАН

Исследование экзотических ядер

Распад ядер в окрестности ^{100}Sn



- ^{100}Sn - дважды магическое и самое тяжелое ядро с $N=Z$
- Дважды магический остов ($N=Z=50$)- возможность теоретического анализа для извлечения среднего поля и нуклон- нуклонного потенциала
- Возбуждение резонанса Гамова-Теллера в бета распаде: доминирует один переход (протон $g_{9/2} \rightarrow$ нейтрон $g_{7/2}$), основная часть силы перехода расположена по энергии ниже распадающегося состояния
- Высоко-спиновые долгоживущие изомеры
- Близость границы нуклонной устойчивости, запаздывающие протоны

Что сделано в 2003 г.:

- Исследование уровней и возбуждения резонанса Гамова-Теллера в бета распаде $^{101-106}\text{Sn}$
- Исследование распада изомера (спиновой ловушки) в ^{94}Ag . Распад ^{94}Pd , ^{94}Rh (переход Гамова-Теллера без изменения одно-частичного состояния нуклона)

Публикации 2003 г.:

“Isomerism in ^{96}Ag and non-yrast levels in ^{96}Pd and ^{96}Rh ”

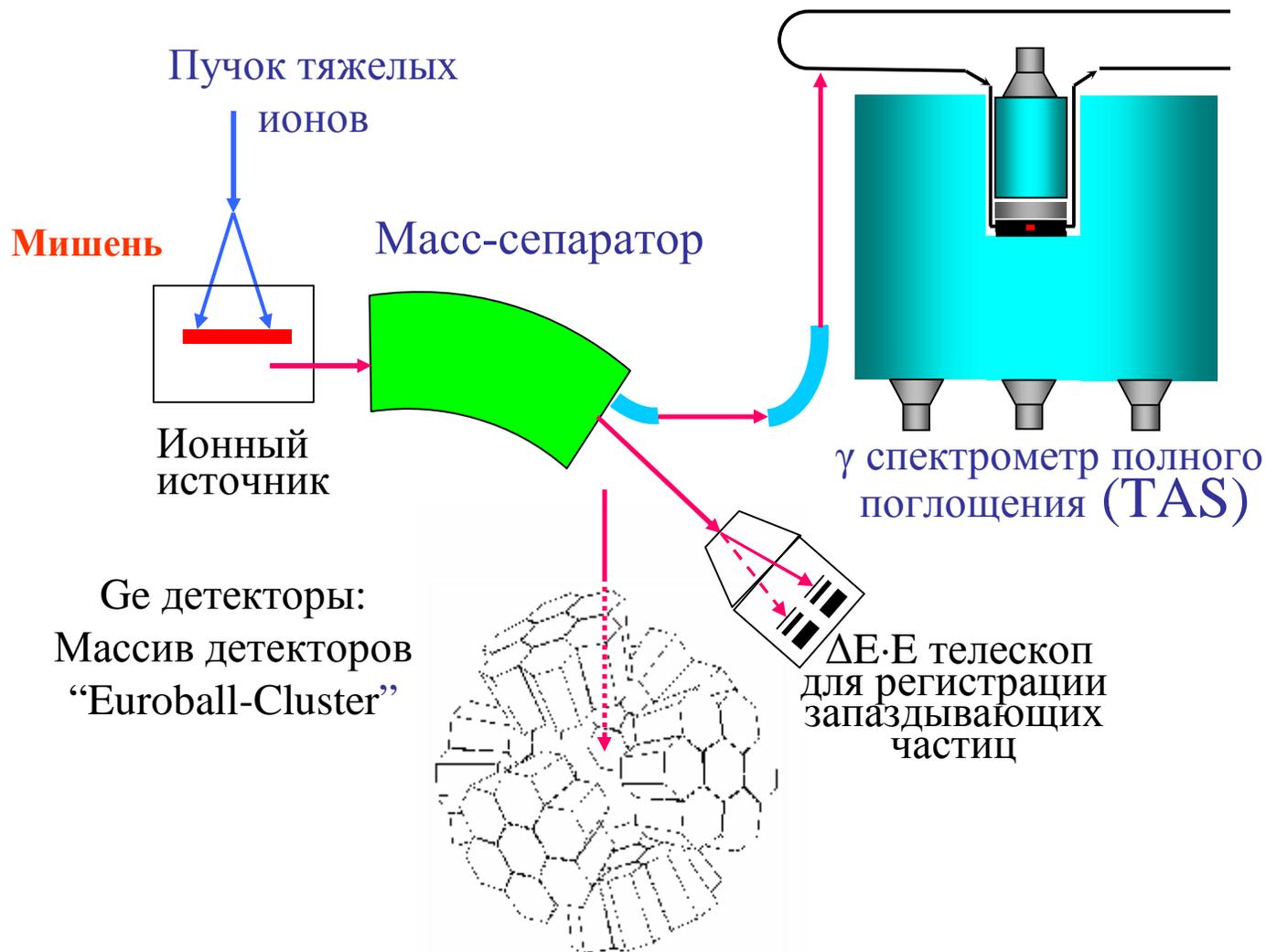
L.Batist, F.Moroz et al., Nucl. Phys., A720, 245-273 (2003)

“Gamow-Teller strength distribution near ^{100}Sn : The beta decay of ^{102}In ”

M.Gierlik, L.Batist et al., Nucl. Phys., A724, 313-332 (2003)



Экспериментальная техника: Изотоп-сепаратор “в линию” с ускорителем тяжелых ионов





ПИЯФ РАН

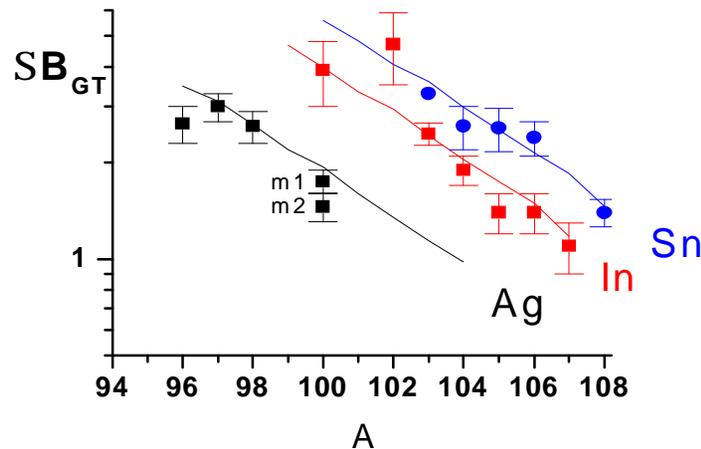
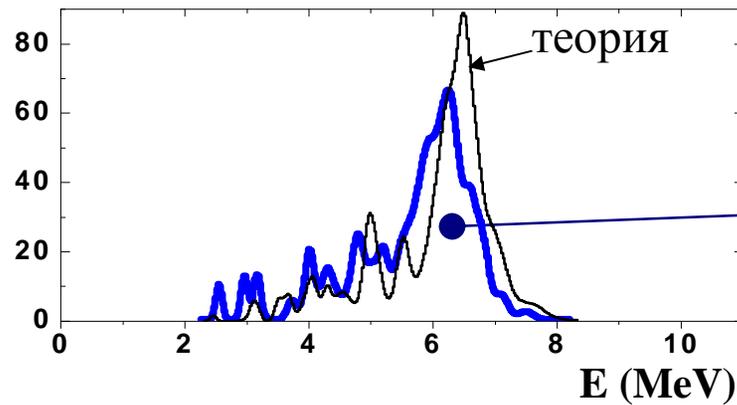
Исследование экзотических ядер

Распад ядер в окрестности ^{100}Sn

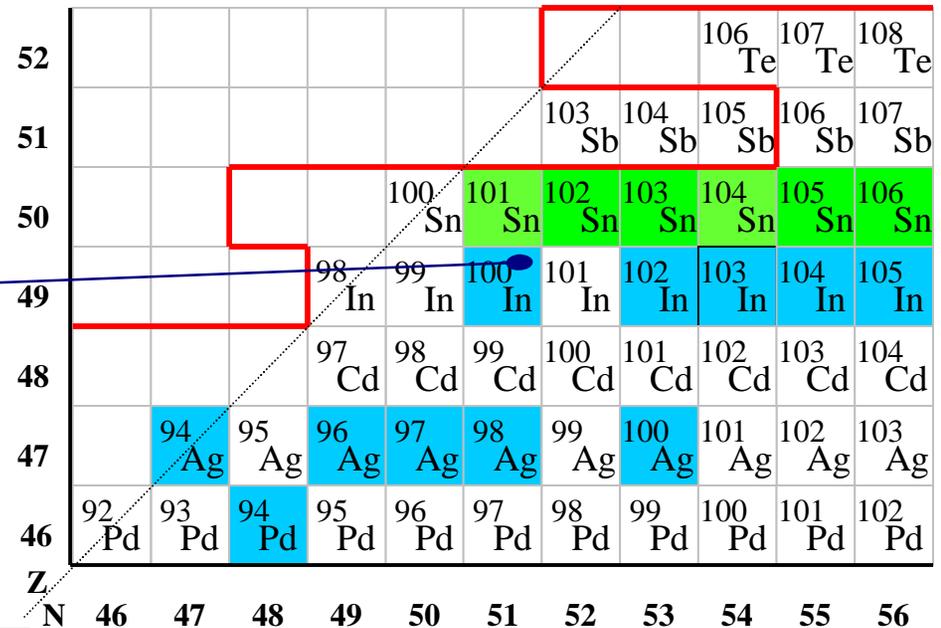


Изучение силовой функции Гамова-Телера в окрестности ^{100}Sn

Распределение интенсивности бета распада
(пример ^{100}In)



Shell model + RPA



Опубликовано или подготавливается к печати

Измерения продолжаются

Систематика полной силы распада
Гамова-Теллера изотопов In, Ag и Sn



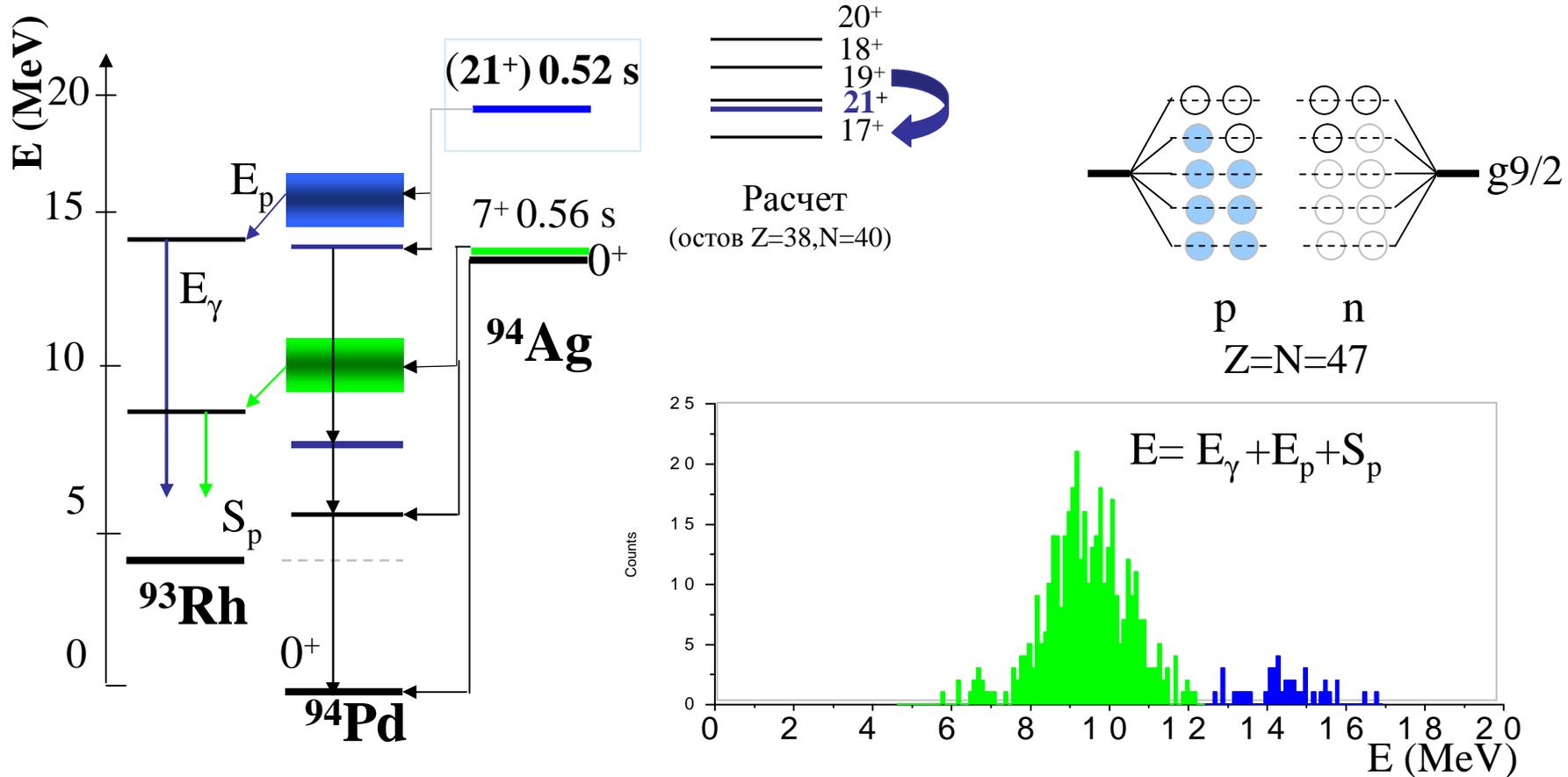
ПИЯФ РАН

Исследование экзотических ядер

Распад ядер в окрестности ^{100}Sn

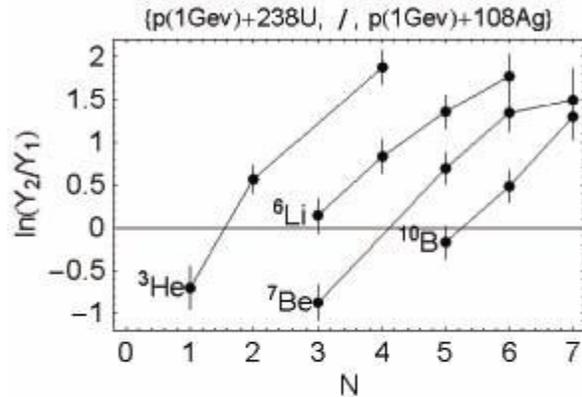
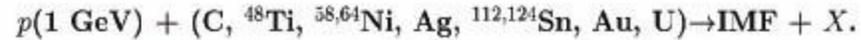


Возбуждение и распад изомеров ^{94}Ag



Интенсивность излучения запаздывающих протонов из возбужденных состояний ^{94}Pd после бета распада изомеров ^{94}Ag

Исследование изотопического скейлинга в реакциях фрагментации.



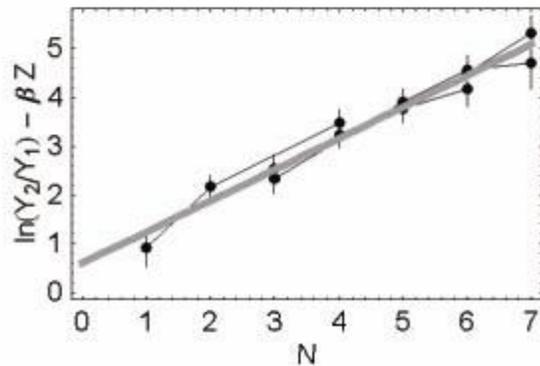
Изоскейлинг проявляется когда отношение выходов изотопов R_{21} из двух реакций '1' и '2' имеет экспоненциальную зависимость от N и Z фрагментов:

$$R_{21} = \frac{Y_2}{Y_1} \propto \exp(\alpha N + \beta Z), \quad (1)$$

при этом параметры изоскейлинга

$$\alpha = \Delta\mu/T \quad \text{и} \quad \beta = \Delta\nu/T$$

содержат информацию о параметрах уравнения состояния ядерной материи (E-o-S).



Основным результатом исследования является получение **явной зависимости** параметров α и β от нуклонного состава ядер :

$$\alpha = \alpha' \cdot \Delta\xi, \quad \beta = \beta' \cdot \Delta\xi, \quad (2)$$

где $\Delta\xi = N_2/Z_2 - N_1/Z_1$ двух фрагментирующих источников.

Предложено выражение для **обобщенного изоскейлинга** :

$$R = \frac{Y_i}{Y_j} \propto \exp((\alpha' N + \beta' Z) \cdot \Delta\xi), \quad (3)$$

Сотрудничество с ОИЯИ.

1. Проект DRIBs 2003 г.

Получение ускоренных ионных пучков нейтроноизбыточных легких ядер ${}^6\text{He}$, ${}^8\text{He}$, ${}^{11}\text{Li}$.

1.1. Созданы высокотемпературные ловушки - термолизаторы для получения легких ядер. Быстродействие ловушек существенно меньше 100 мсек. Интенсивность выделенного пучка ${}^6\text{He}$ - 10^6 1/сек.

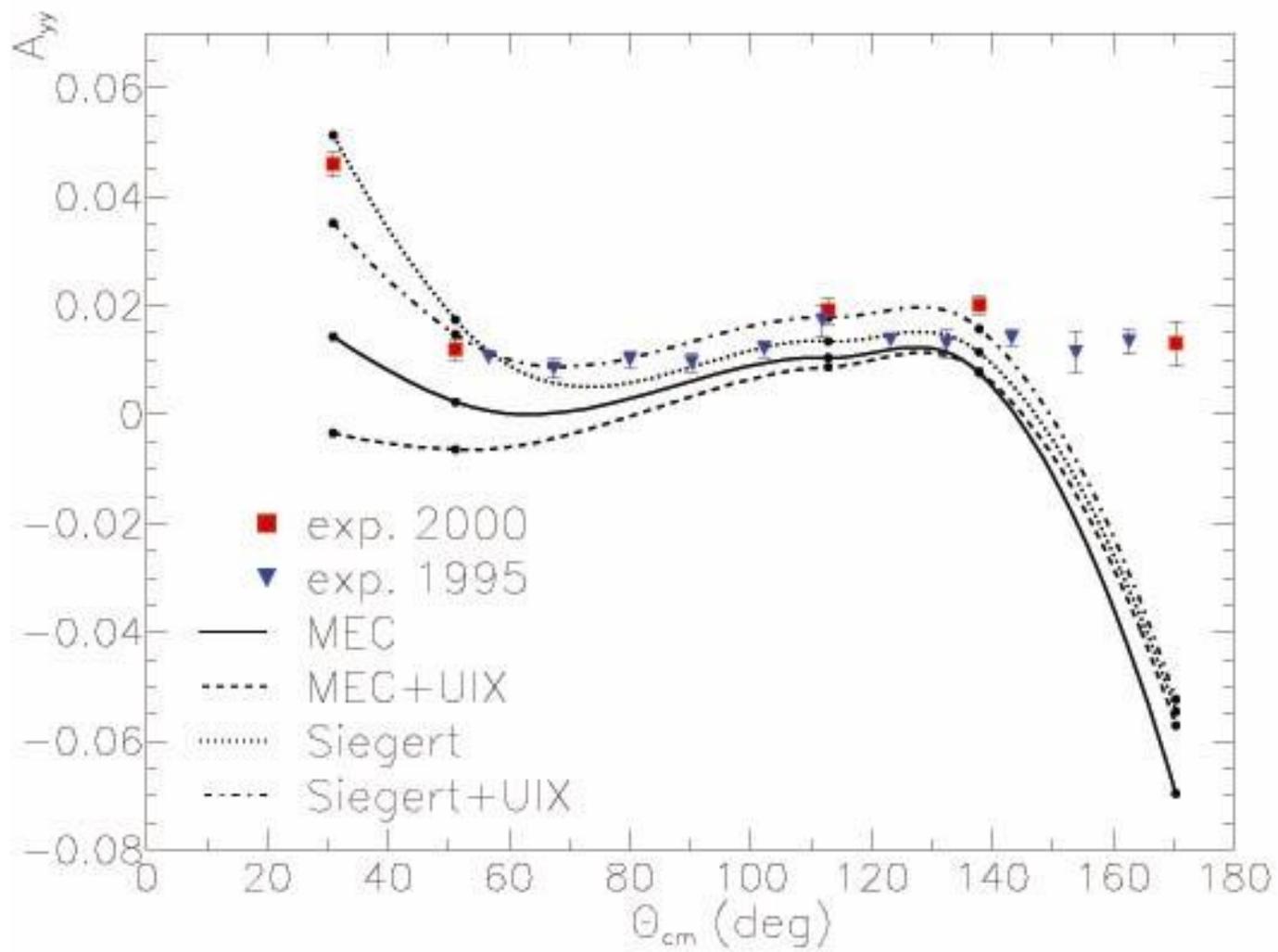
1.2. Получение ионных пучков радиоактивных ядер, образующихся при фото-делении ${}^{238}\text{U}$ - ${}^{132}\text{Sn}$ и др. (микротрон МТ-25). Разработана, изготовлена и прошла предварительные испытания высокотемпературная урановая мишень. Измеренный выход ${}^{132}\text{Sn}$ равен 10^9 1/сек.

2. Проект MASHA 2004 .

Mass-Analyzer for Super Heavy Atoms.

2.1. Разработка технологии изготовления тонких урановых мишеней для получения изотопов с $Z=112$.

2.2. Разработка и изготовление мишеней для получения мониторинговых пучков легких химических аналогов Hd , Pb , Bi .



ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МАСС ЯДЕР В ИЗОХРОННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ В GSI.

- ✓ Метод основан на настройке кольца, в результате которого второй член в формуле зануляется ($\gamma_i = \gamma$):

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{1}{\gamma_i^2} \frac{\Delta(m/q)}{(m/q)} - \left(1 - \frac{\gamma^2}{\gamma_i^2}\right) \frac{\Delta v}{v}, \text{ где } v \rightarrow 0$$

Тогда различные характеризуются временем пролета (частотами обращения в кольце), которые и измеряются.

- ✓ В 2003г. получены массы около 90 нуклидов продуктов деления релятивистских ядер урана в инверсной кинематике. Массы 41 нейтроноизбыточных нуклидов, с периодами полураспада вплоть до десятков ms, измерены впервые.
- ✓ Основной вывод из анализа данных:
 - Прямые измерения в широком диапазоне нейтроноизбыточной области (A~80-150) не подтверждает многие значения масс, основанные на прямом методе определения по граничным энергиям бета-спектров
 - Несогласие экспериментальных данных с экстраполяционными предсказаниями часто достигает величины 0.5 – 1.5 MeV, что намного превышает масштаб иррегулярности массовой поверхности
- ✓ Обработка массива данных (~3 TeraByte) продолжается (от ПИЯФ – Ю.Новиков, Г.Воробьев)