



**Софийски Университет „Св. Кл. Охридски“**

**Катедра „Атомна Физика“**

**ЯДРЕНА ФИЗИКА**

*Ядрено-структурни изследвания в  
катедра Атомна физика в прехода към  
21<sup>ви</sup> век*

1985 - 2000

**екстремни ъглови момент  
ВИСОК СПИН**

**ускорители на тежки йони  
много-детекторни с-ми**

1995 - 2006

**екстремни стойности на N/Z  
екзотични ядра**

**радиоактивни снопове  
високоэффективни детекторни с-ми**

# Ядрена физика

## Постоянни

- проф. дфзн Георги Райновски
- доц. д-р Калин Гладнишки
- гл.ас. д-р Мартин Джонголов (кат. ЯТЕ)

## Докторанти

- Мария Тричкова
- Диана Кочева

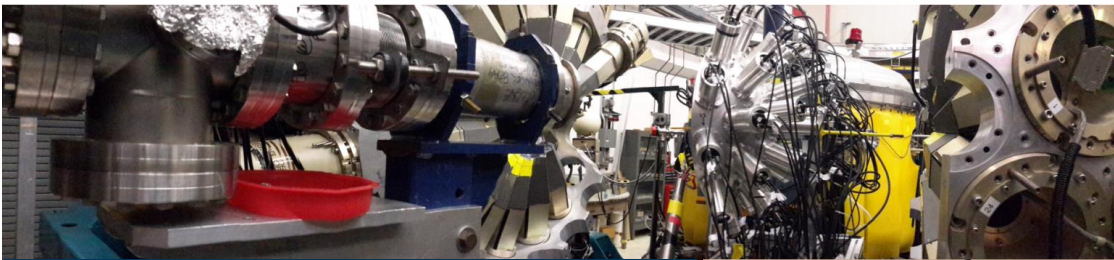
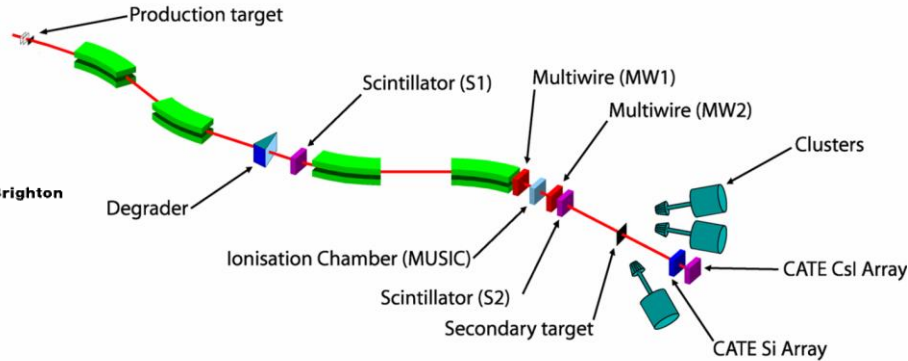
## Студенти

- Ангел Гивечев
- Антоанета Дамянова
- Дойчо Карагъзов
- Росица Топчийска
- Васил Карайончев и др.

## Основни изследователски задачи:

### **Експериментално изследване на структурата на атомните ядра**

- Колективни изовекторни възбуждания свързани с двуфлуидната природа на атомното ядро - изследване на състояния със смесена протон-неутронна симетрия;
- Фазови преходи в крайномерни системи –  $X(5)$  симетрия;
- Баланс между колективни и еночастични възбуждания – измерване на магнитни моменти на възбудени ядрени състояния;
- Запазването и нарушаването на ядрените симетрии свързани ориентацията на ъгловия момент (магнитни и хирални ротационни ивици) и симетриите на квадруполната колективност ( $O(6) - U(5) - SU(3)$ );



Science & Technology Facilities Council

# FATIMA

TOTAL WEIGHT (ASSUMING 36 DETECTORS EACH WEIGH 2.5kg) ~ 500kg



- Изомерни разпади във фрагменти, получени при релативистко делене
- Колективни ефекти в ядра, получени при индуцирано делене
- Пряко измерване на суб-наносекундни времена на живот
- Хибридни многодетекторни системи за измерване на кратки времена на живот
- Оценка на ядрени данни за NNDC

С. Кисъв  
Д.Иванова  
М.Жекова  
Д.Радулов

# Международно сътрудничество:

Argonne NATIONAL LABORATORY



ATLAS  
Gammasphere



FAIR@GSI



NUSTAR - HISPEC



AGATA & PRESPEC

INFN Laboratori Nazionali di Legnaro



GASP, SPES



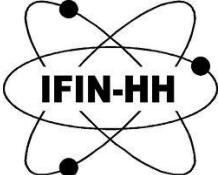
AGATA  
ADVANCED GAMMA  
TRACKING ARRAY



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



A. R. WRIGHT NUCLEAR STRUCTURE LABORATORY



IFIN-HH



IPN  
INSTITUT DE PHYSIQUE NUCLEAIRE  
ORSAY

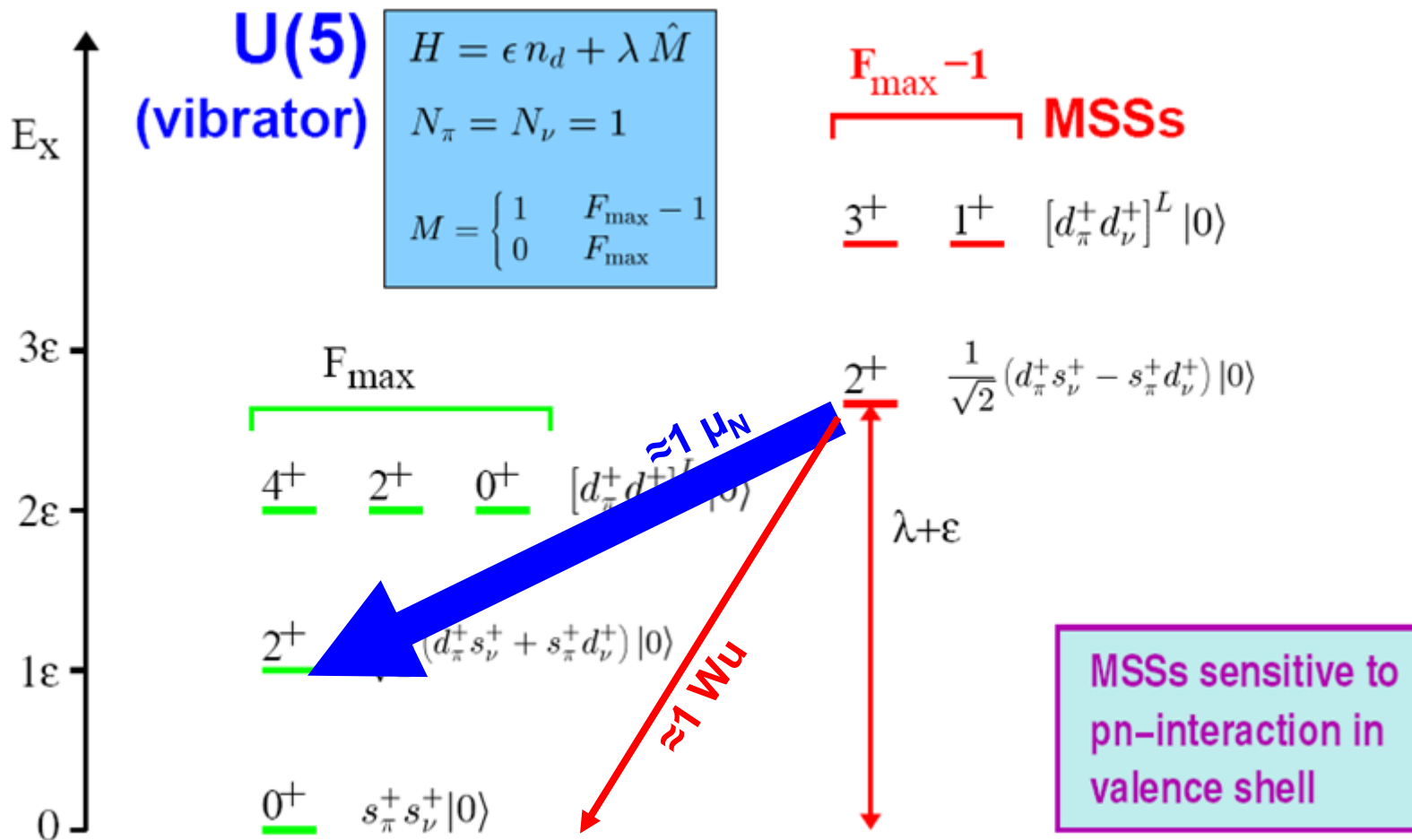


JINR  
DUBNA



# Състояния със смесена симетрия

Еднофононното  $2^+_{1,ms}$  състояние със смесена симетрия е фундаментално квадруполно-колективно изовекторно възбуждане във валентните слоеве на сферични ядра







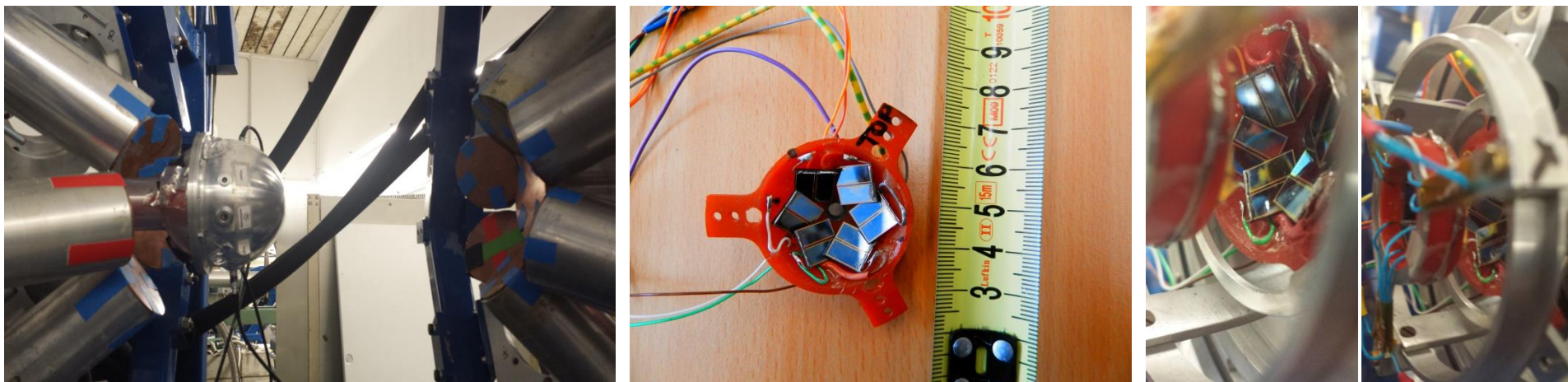




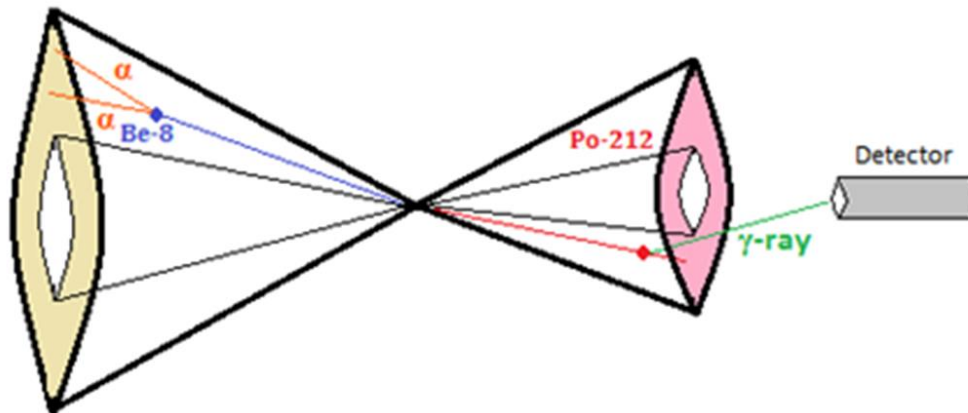
# $^{212}\text{Po}$

## XTU тандем в Университета в Кьолн

- Реакция –  $^{208}\text{Pb}(^{12}\text{C}, ^8\text{Be})^{212}\text{Po}$  @ 62 MeV ( $V_{\text{col}} \approx 64$  MeV);
- Мишена –  $10 \text{ mg/cm}^2$   $^{208}\text{Pb}$  (99% обогатена);
- Експериментална установка – „плънджерно устройство“:
  - 5 HpGe детектори на  $142.3^\circ$ , 6 HpGe детектори на  $35.0^\circ$ , и 1 HpGe детектор на  $0^\circ$ ;
  - 6 соларни клетки (10 mm × 10 mm) покриващи ъгли  $116.8^\circ - 167.2^\circ$ ;
  - основен тригер -  $\gamma$ - $\alpha$  или  $\gamma$ - $\gamma$  съвпадения;



- Кинематика



$$\langle v_0(^{212}\text{Po}) / c \rangle \approx 0.9$$

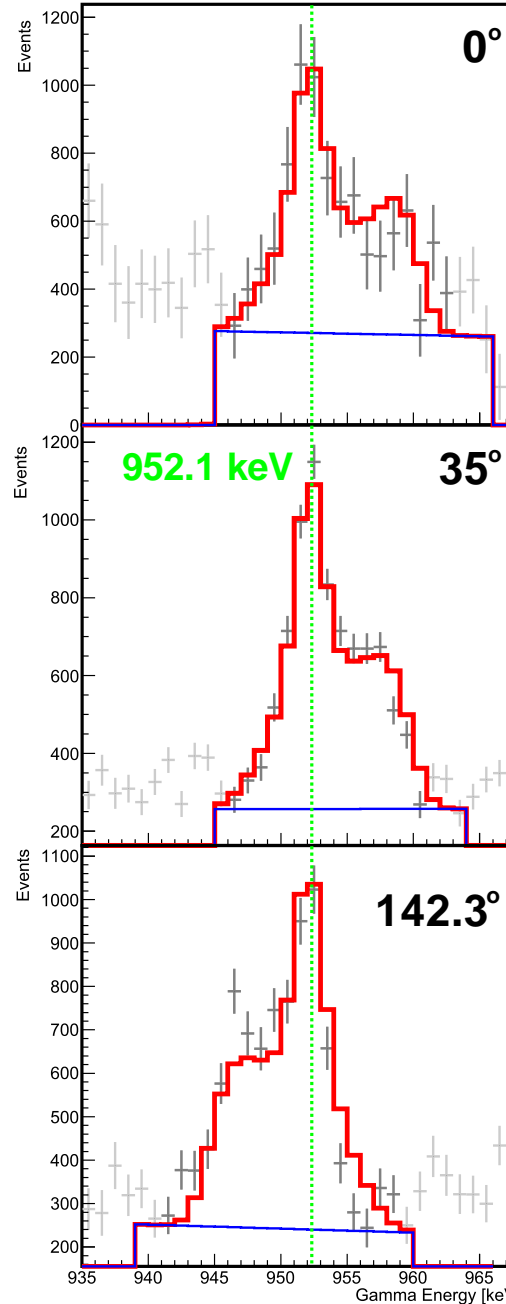
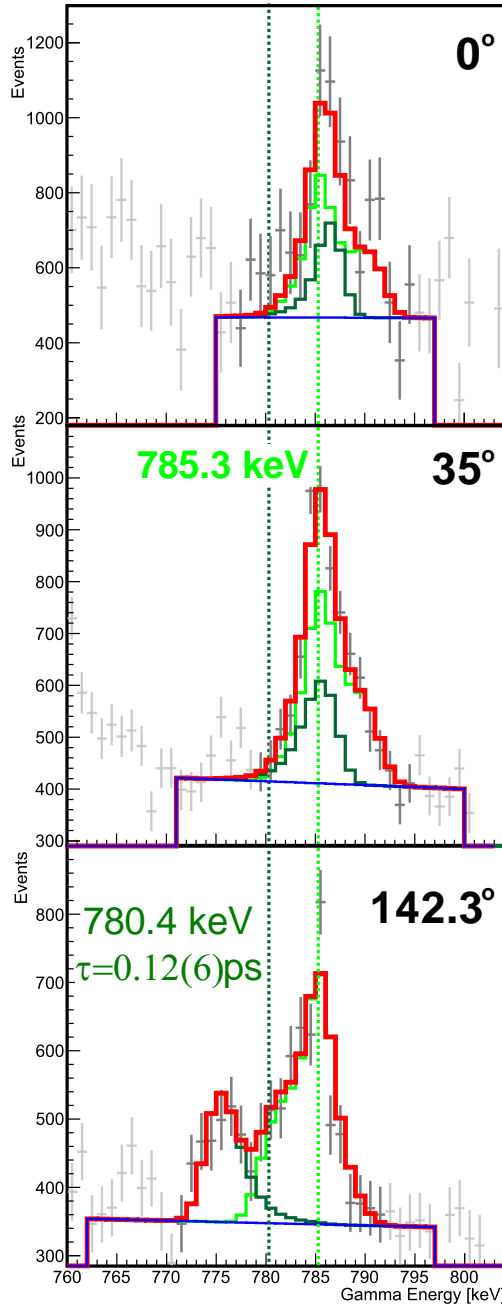
# $^{212}\text{Po}$ – APCAD результати

785.3 keV

$2^+_2 \rightarrow 2^+_1$

$2^+_2$  @ 1512 keV

$\tau = 0.67(5)$  ps



952.1 keV

$2^+_3 \rightarrow 2^+_1$

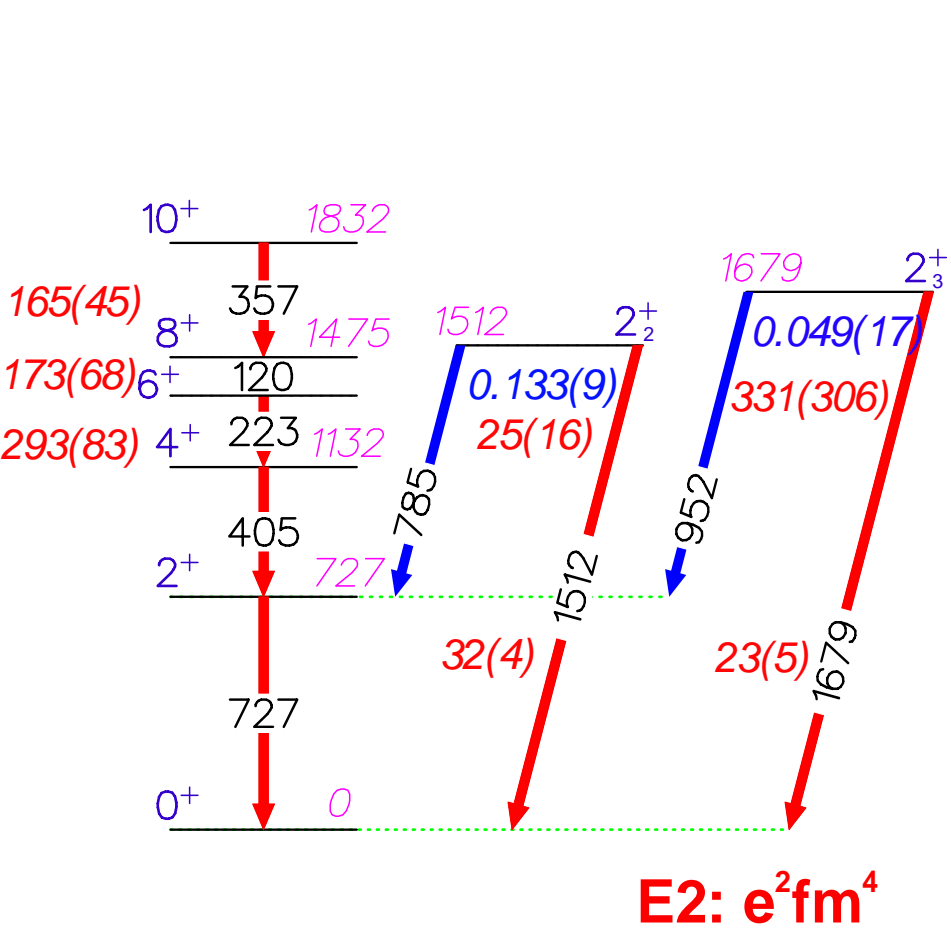
$2^+_3$  @ 1679 keV

$\tau = 0.68(2)$  ps

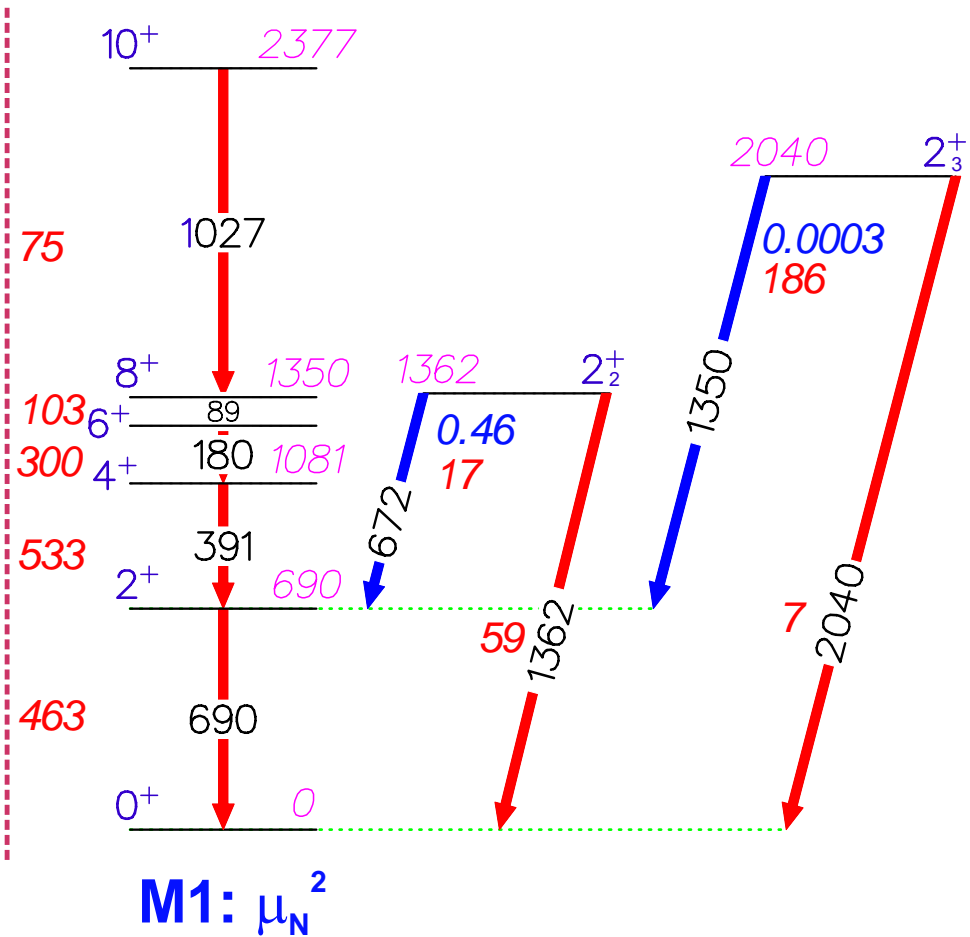
Analysis Program for Continuous  
Angle DSAM  
– APCAD (C. Stahl, thesis, TU  
Darmstadt 2015):

# Ниско спинови състояния с положителна четност в ядрото на $^{212}\text{Po}$

$^{212}\text{Po}$  experiment



$^{212}\text{Po}$  theory



# Еднофононо състояние със смесена симетрия $^{212}\text{Po}$

$$\begin{aligned} |2_1^+\rangle &= 0.488 |J_\nu = 0, J_\pi = 2, J = 2\rangle + 0.819 |J_\nu = 2, J_\pi = 0, J = 2\rangle + \dots \quad 87\% \\ |2_2^+\rangle &= 0.813 |J_\nu = 0, J_\pi = 2, J = 2\rangle - 0.517 |J_\nu = 2, J_\pi = 0, J = 2\rangle + \dots \quad 93\% \end{aligned}$$

- Почти ортогонални състояния;
- Изградени от протон – неутронни  $S (J_{\nu(\pi)}=0)$  и  $D (J_{\nu(\pi)}=2)$  двойки;
- $2_2^+$  - е изовекторно състояние;

Състоянието  $2_2^+$  с енергия 1512 keV може да се интерпретира като еднофононо състояние със смесена симетрия в ядрото на  $^{212}\text{Po}$ !

RAPID COMMUNICATIONS

PHYSICAL REVIEW C **93**, 011303(R) (2016)

## Low-lying isovector $2^+$ valence-shell excitations of $^{212}\text{Po}$

D. Kocheva,<sup>1</sup> G. Rainovski,<sup>1,\*</sup> J. Jolie,<sup>2</sup> N. Pietralla,<sup>3</sup> C. Stahl,<sup>3</sup> P. Petkov,<sup>4,5</sup> A. Blazhev,<sup>2</sup>  
A. Hennig,<sup>2</sup> A. Astier,<sup>6</sup> Th. Braunroth,<sup>2</sup> M. L. Cortés,<sup>3</sup> A. Dewald,<sup>2</sup> M. Djongolov,<sup>1</sup> C. Fransen,<sup>2</sup> K. Gladnishki,<sup>1</sup>  
V. Karayonchev,<sup>2</sup> J. Litzinger,<sup>2</sup> C. Müller-Gatermann,<sup>2</sup> M. Scheck,<sup>3,†</sup> Ph. Scholz,<sup>2</sup> R. Stegmann,<sup>3</sup> P. Thöle,<sup>2</sup> V. Werner,<sup>3</sup>  
W. Witt,<sup>3</sup> D. Wölk,<sup>2</sup> and P. Van Isacker<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Physics, St. Kliment Ohridski University of Sofia, 1164 Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup>Institut für Kernphysik, Universität zu Köln, 50937 Köln, Germany

<sup>3</sup>Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, 64289 Darmstadt, Germany

<sup>4</sup>Bulgarian Academy of Sciences, Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, 1784 Sofia, Bulgaria

<sup>5</sup>National Institute for Physics and Nuclear Engineering, 77125 Bucharest-Magurele, Romania

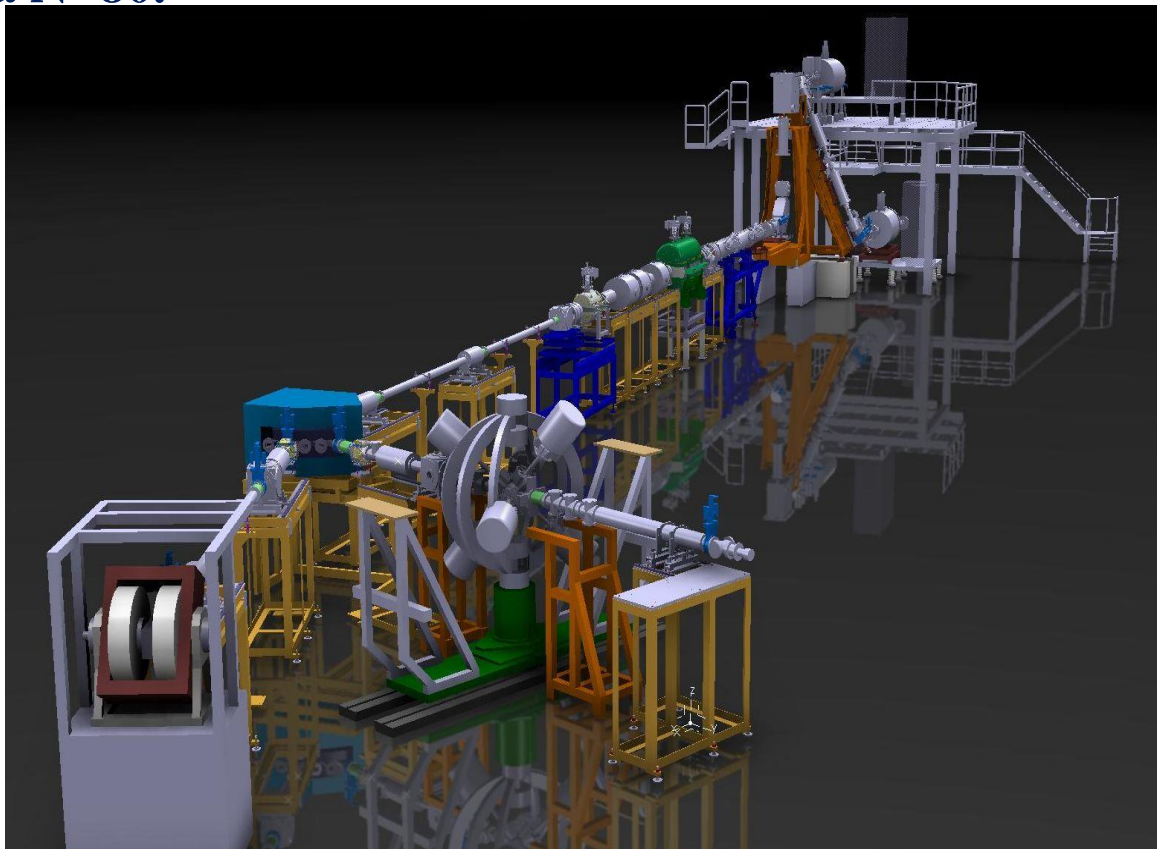
<sup>6</sup>CSNSM, IN2P3/CNRS, and Université Paris-Sud, F-91405 Orsay Campus, France

<sup>7</sup>Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, CEA/DSM-CNRS/IN2P3, BP 55027, F-14076 Caen Cedex 5, France

(Received 20 November 2015; published 19 January 2016)

# Преобладащи експерименти:

НІЕ-ISOLDE (ЦЕРН) експерименти с използване на Кулоново възбуждане на ускорен сноп от радиоактивни ядра  $^{140}\text{Nd}$ ,  $^{142}\text{Sm}$  (IS496) and  $^{136}\text{Te}$  (IS596) получен чрез селективна лазерна йонизация. Целта на експериментите, е чрез изследване на състоянията със смесена симетрия в тези ядра да се разбере ефекта на стабилизиране на слоевете във изотонната верига  $N=80$ .



*Благодаря Ви за вниманието!*