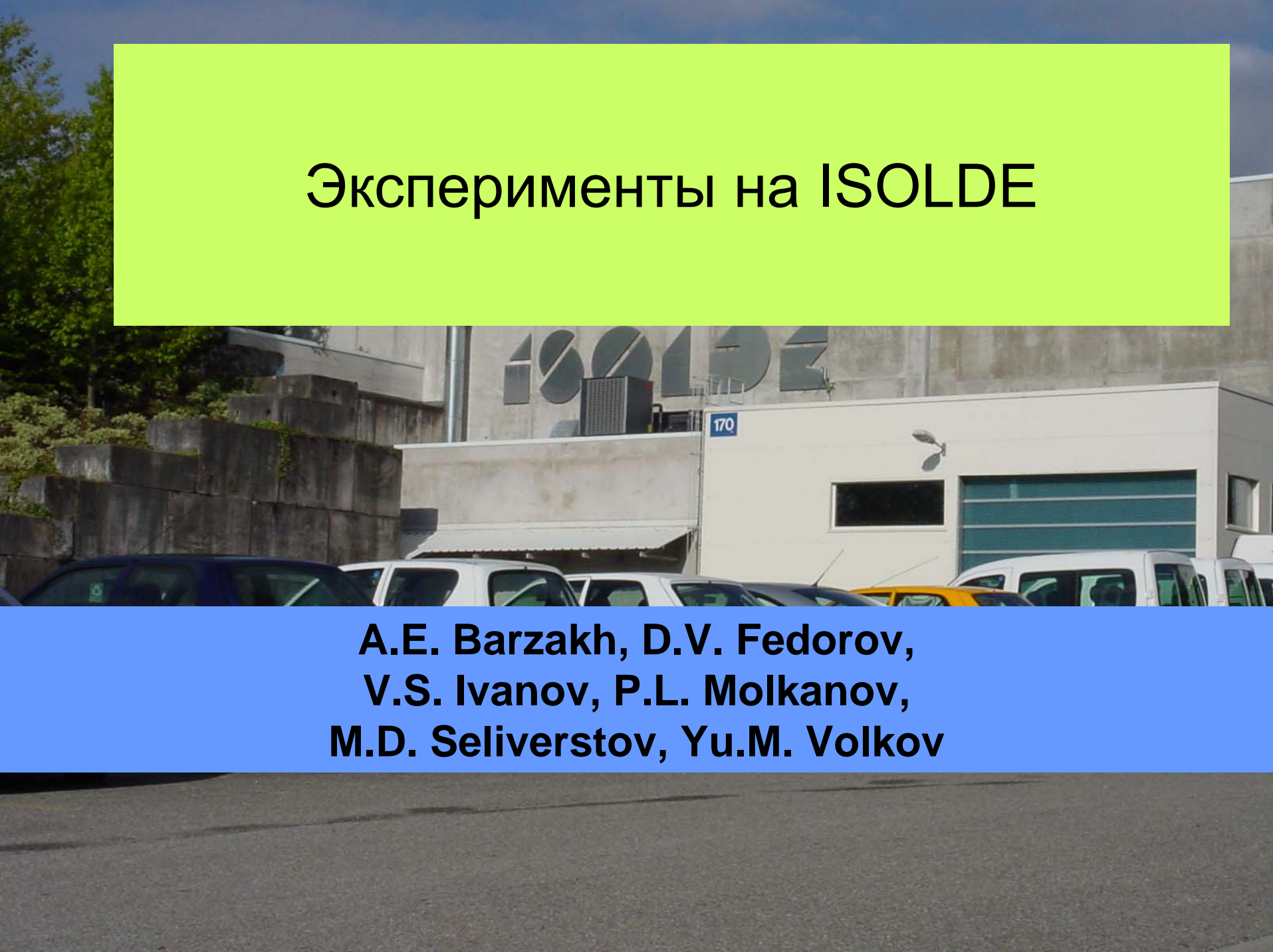


# Эксперименты на ISOLDE



**A.E. Barzakh, D.V. Fedorov,  
V.S. Ivanov, P.L. Molkanov,  
M.D. Seliverstov, Yu.M. Volkov**

## IS 456:

Study of polonium isotopes ground state properties by simultaneous atomic- and nuclear-spectroscopy

## IS 466:

Identification and systematical studies of  
delayed fission (ECDF) in  
Part I: ECDF of  $^{198}\text{Po}$

PhysicsWorld.com 10.12.10 IOP site  
ScienceNews 02.10.10  
Scientific American 01.12.10  
NatureNews 01.12.10

## ISOLDE Proposal:

Shape coexistence in the lightest TI isotopes studied by laser spectroscopy

### Участие ПИЯФа:

1. Обеспечение работы лазерного ионного источника;
2. Системы сканирования узкополосного лазера и регистрации сигнала с цилиндра Фарадея;
3. Обработка данных по измерению оптических спектров;
4. Интерпретация полученных результатов;
5. Разработка предложения по лазерно-спектроскопическому исследованию изотопов TI.

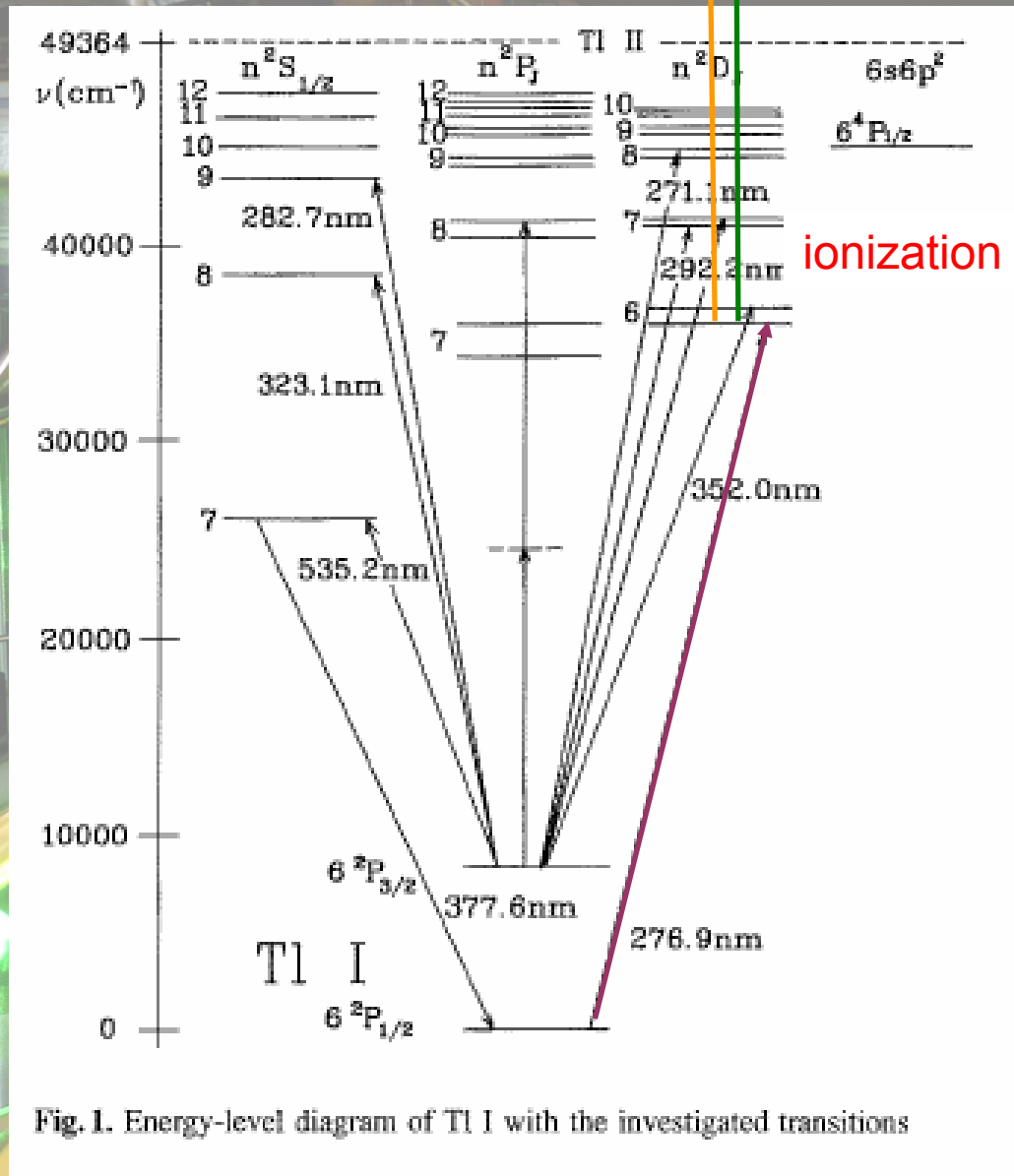


Fig. 1. Energy-level diagram of Tl I with the investigated transitions

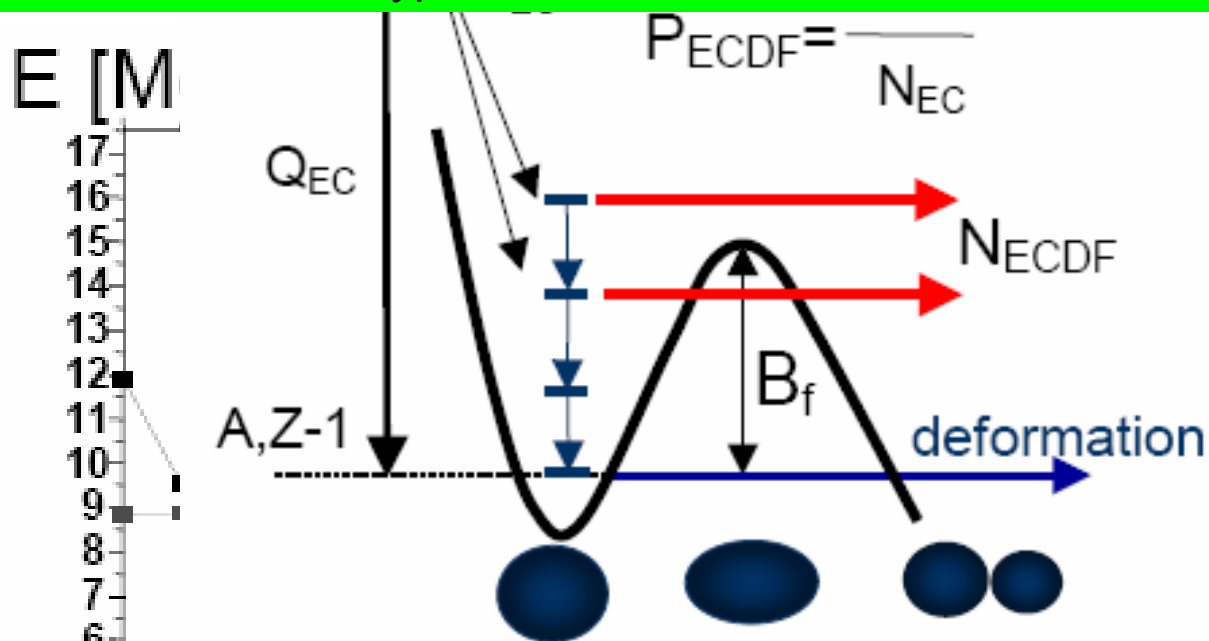
510.6 nm Cu vapor laser

578.2 nm Cu vapor laser

ionization efficiency ~ 15%

Two areas in the nuclear chart were identified where DF is experimentally accessible: the U region and a region near the very neutron-deficient Pb isotopes.

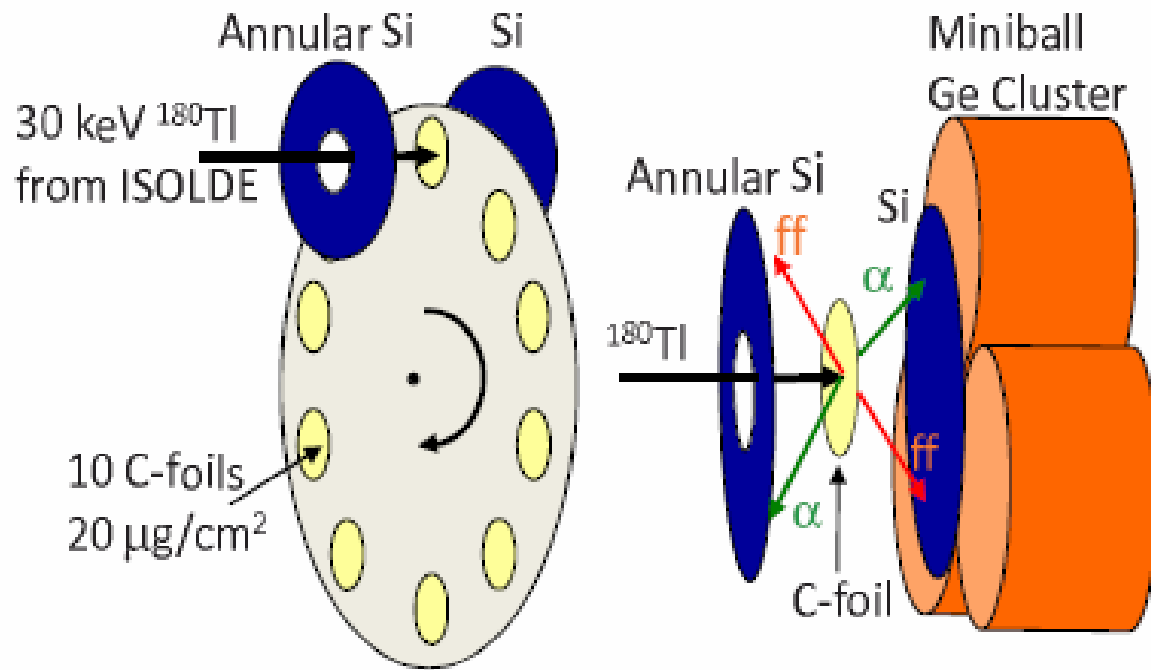
$N/Z = 1,25$  for  $^{180}\text{Hg}$ ,  
in contrast to a typical ratio of  $N/Z = 1,55-1,59$  in the U region.



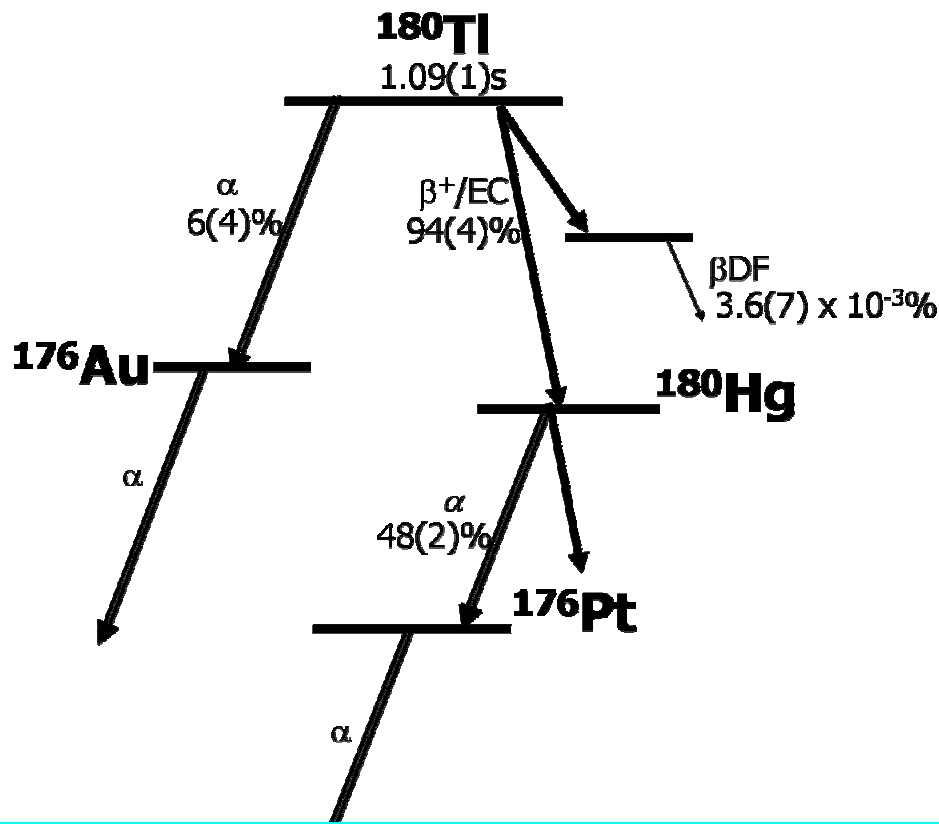
$Q_{EC}(^{180}\text{Tl}) - B_f(^{180}\text{Hg}) = 0.6 \text{ MeV}$  (calculation) (? Dubna 1992)

$Q_{EC}(^{178}\text{Tl}) - B_f(^{178}\text{Hg}) = 1.9 \text{ MeV}$  (calculation)

$Q_{EC}(^{182}\text{Tl}) - B_f(^{182}\text{Hg}) = -0.5 \text{ MeV}$  (calculation)



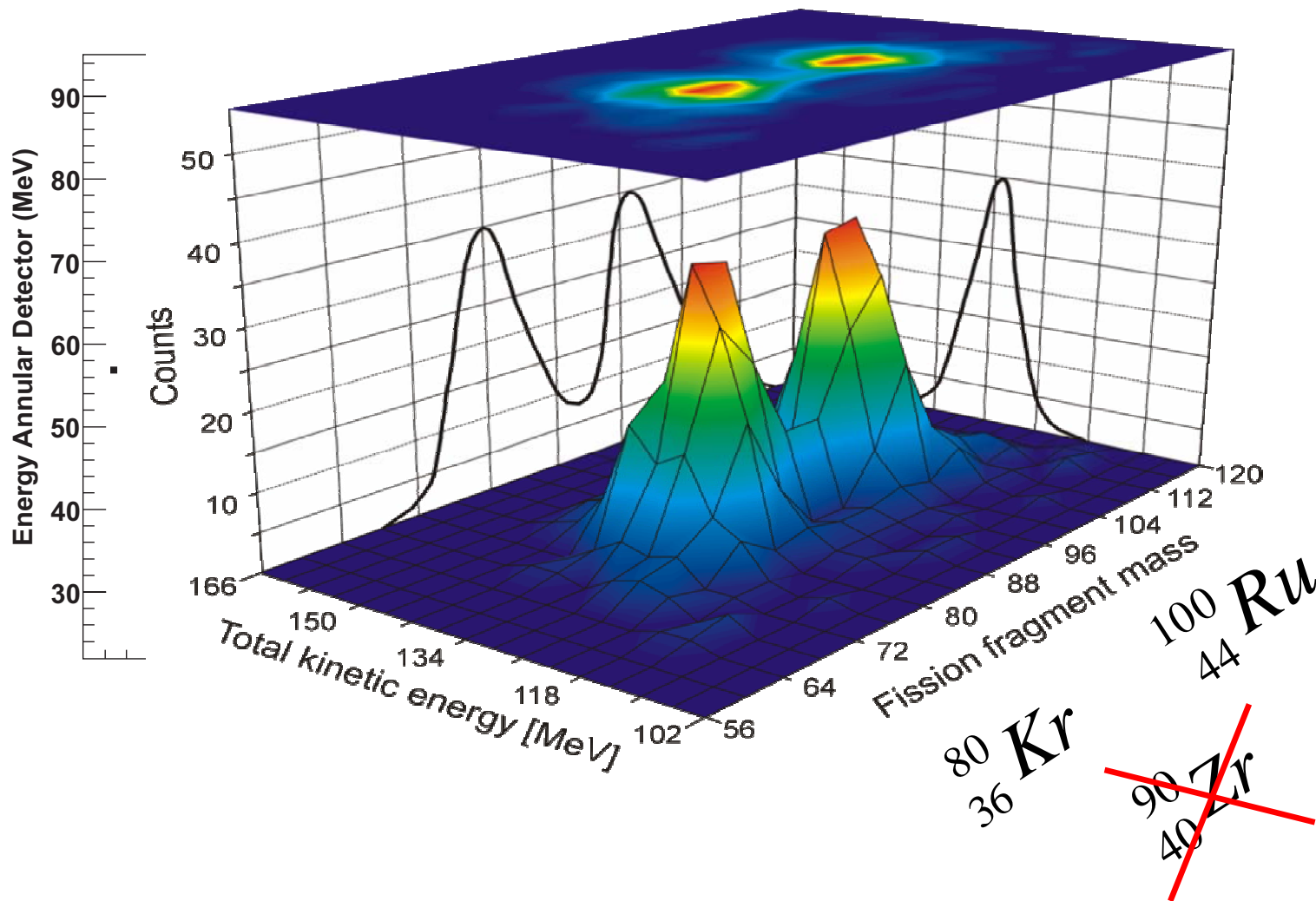
In total, approximately  $\sim 1200$  singles ECDF decays of  $^{180}\text{Tl}$  were detected,  $\sim 350$  of which being observed as double-fold fission-fission coincident events.



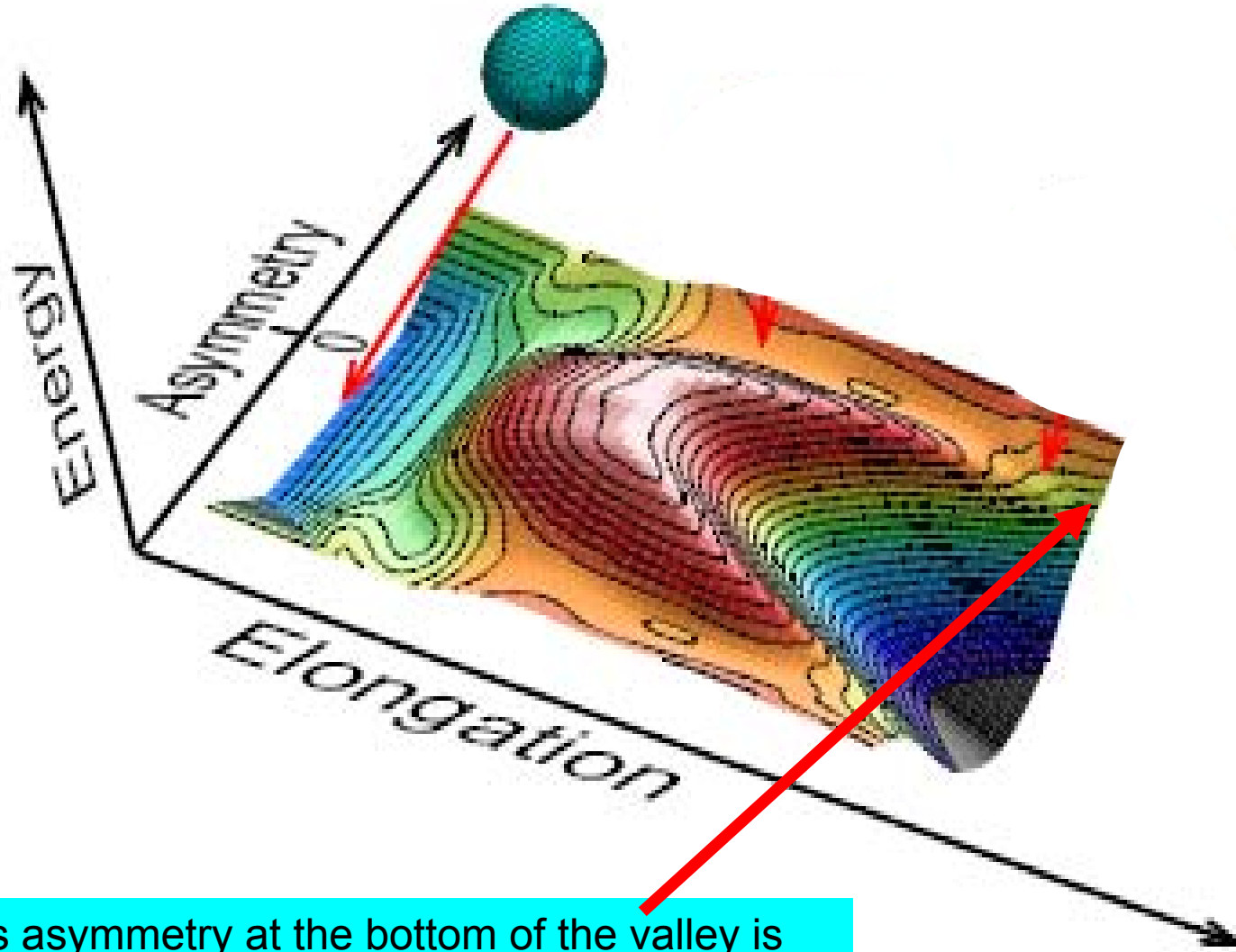
A new ECDF branching ratio of  $P_{\text{ECDF}}=3,6(7) \cdot 10^{-5}$  was deduced for the parent nucleus  $^{180}\text{Tl}$ , which is much higher and much more precise than the previously estimated value of  $P_{\text{ECDF}} \sim 10^{-(7 \pm 1)}$  (Dubna, 1992).

In low-energy fission (including  $\beta^-$  or EC-delayed fission) for nuclei from Fm to U asymmetric fission dominate over symmetric fission due to influence of doubly magic  $^{132}\text{Sn}$ . Below Th (Th, At) only symmetric fission has been found.

**For  $^{180}_{80}\text{Hg}$  symmetrical split in two semi-magic  $^{90}_{40}\text{Zr}$  nuclei was expected before the experiment.**

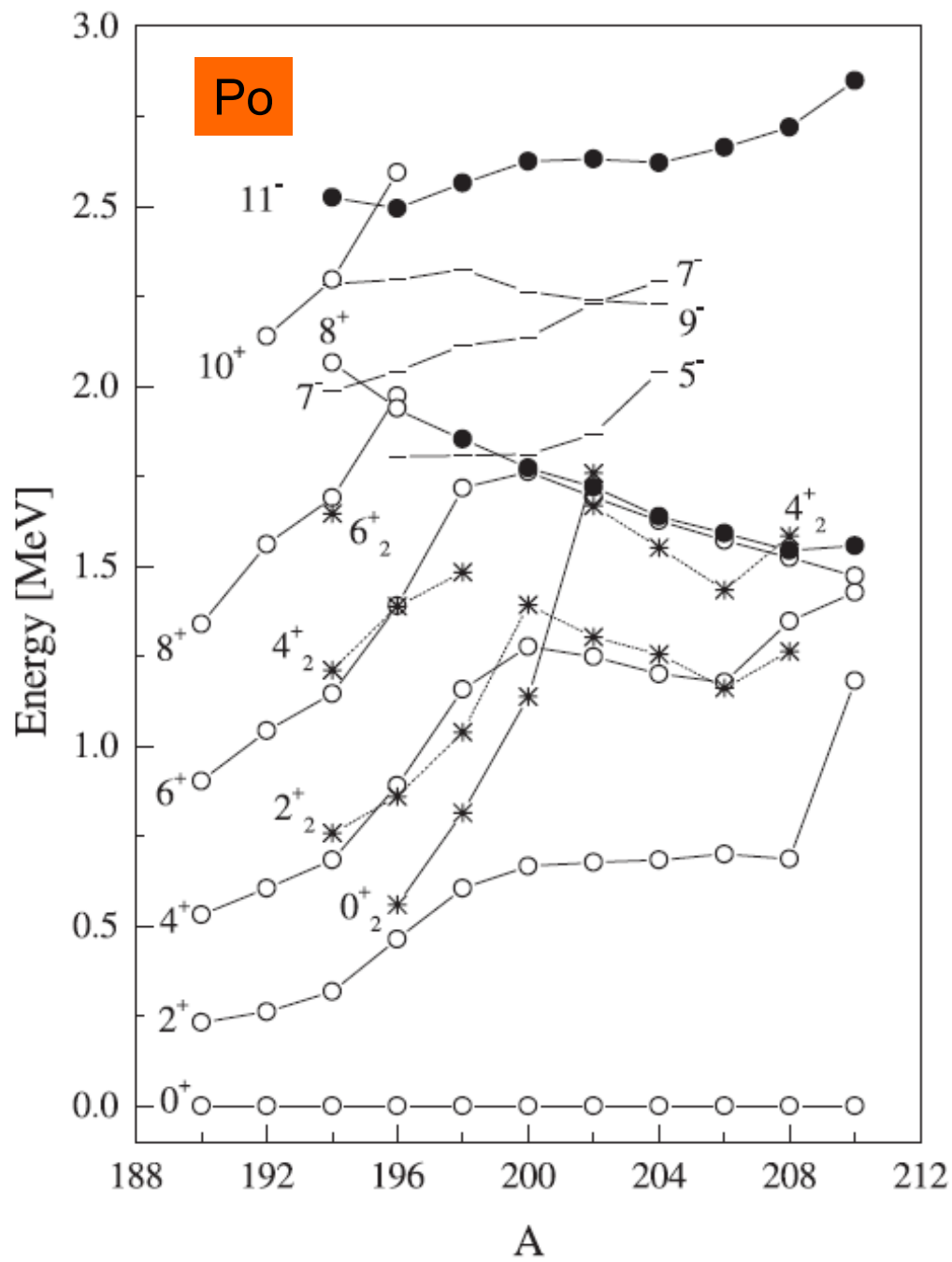
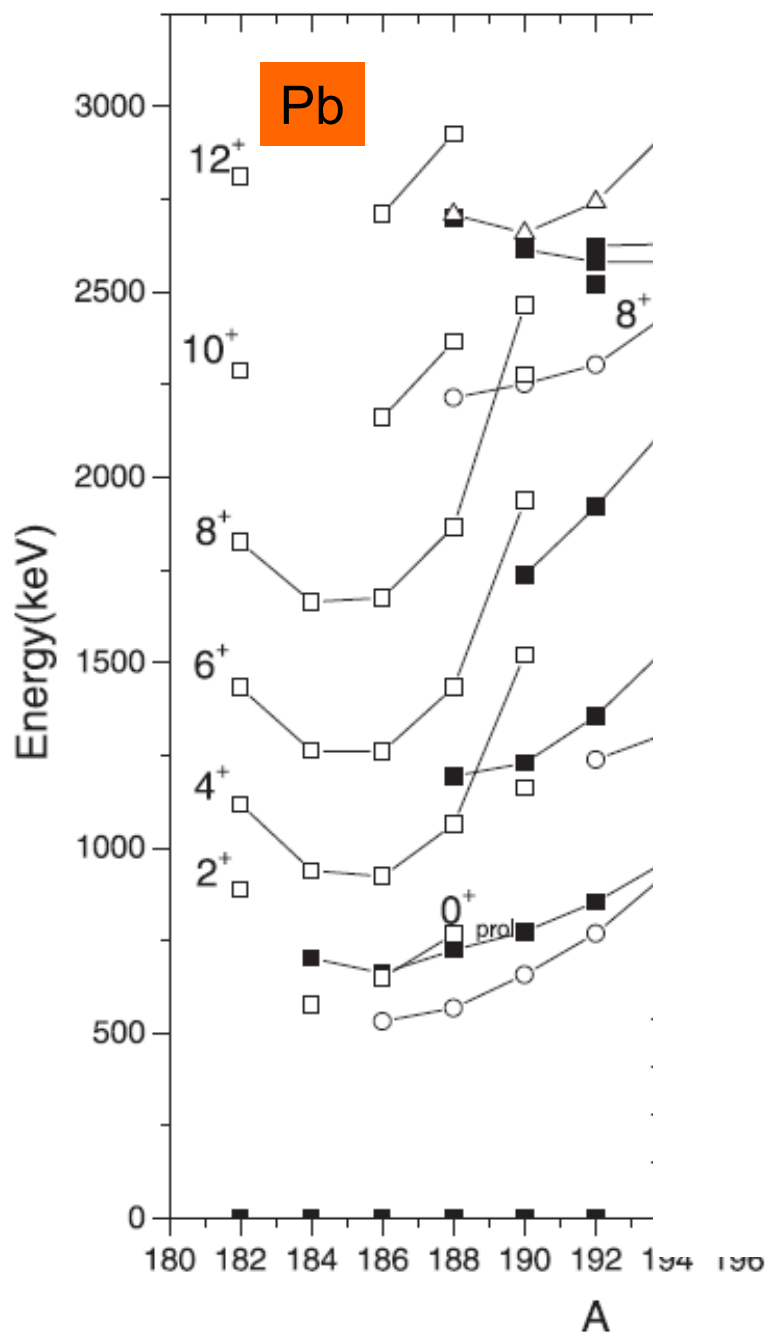


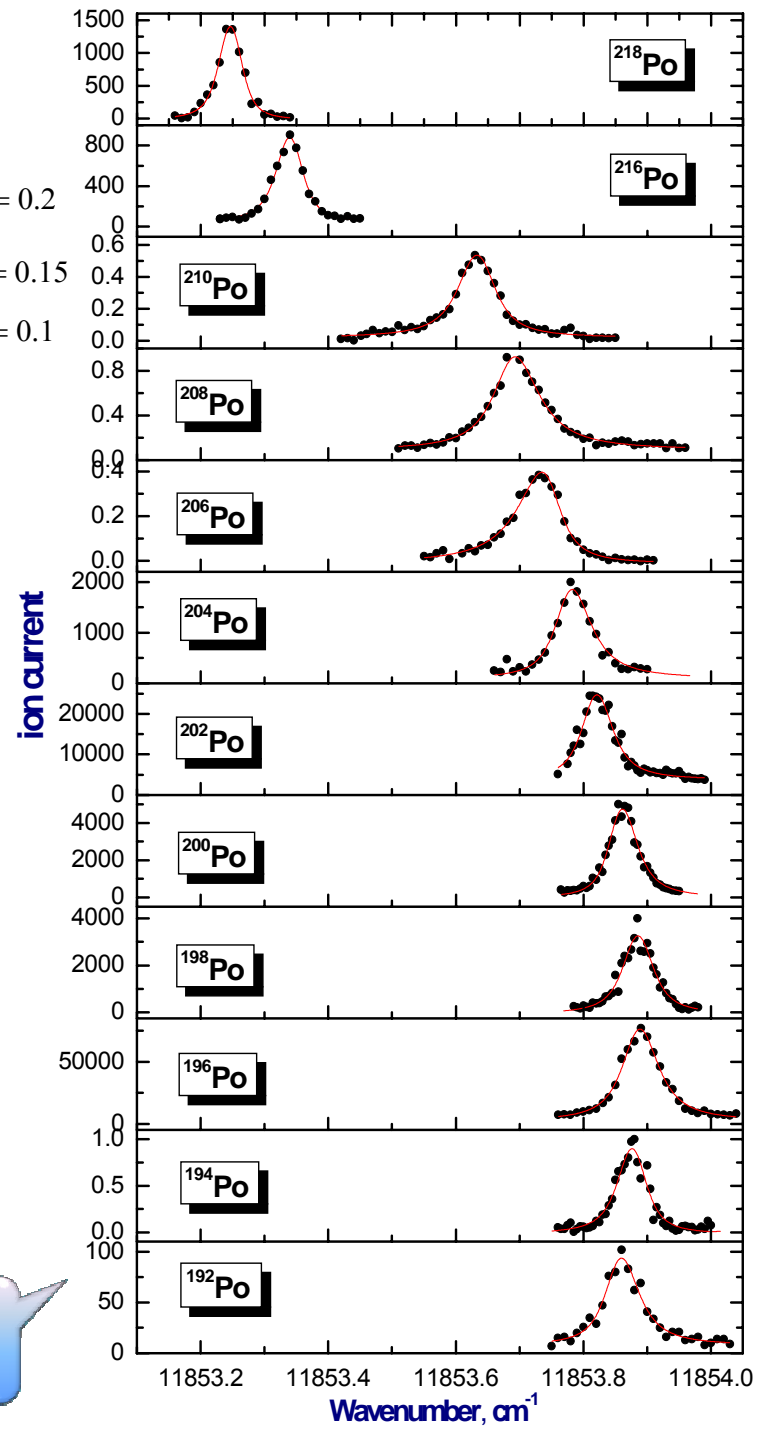
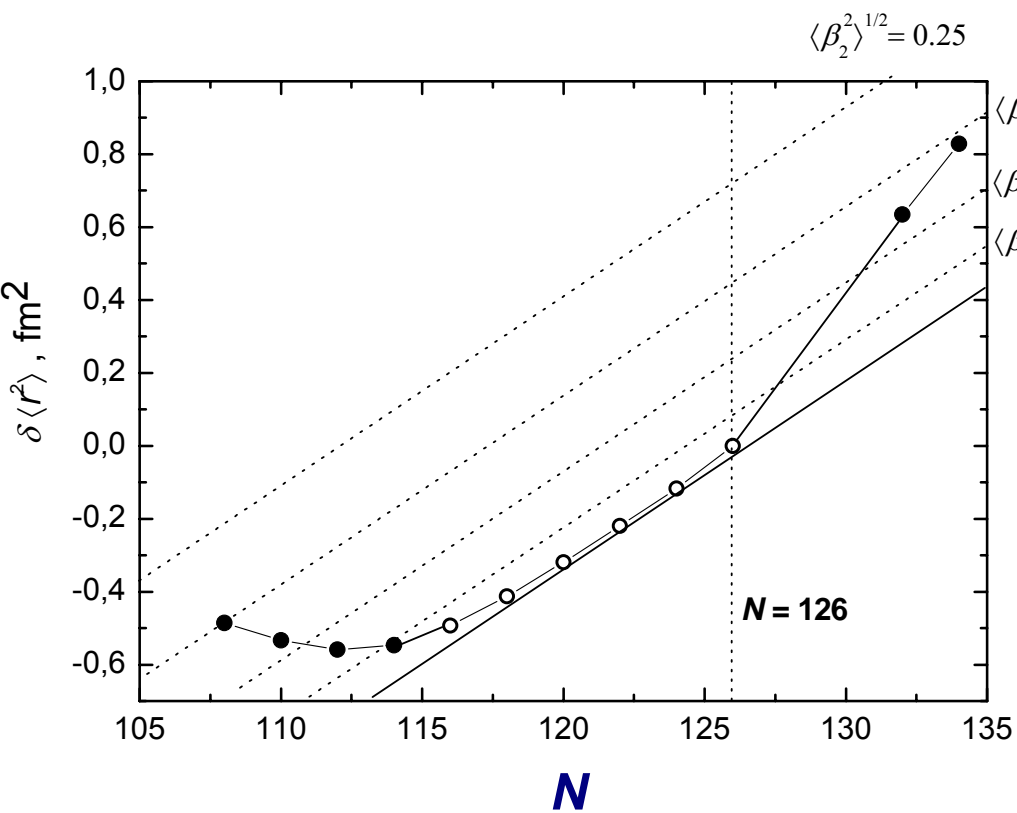
P. Möller's calculations (2D projection of the total 5D picture):



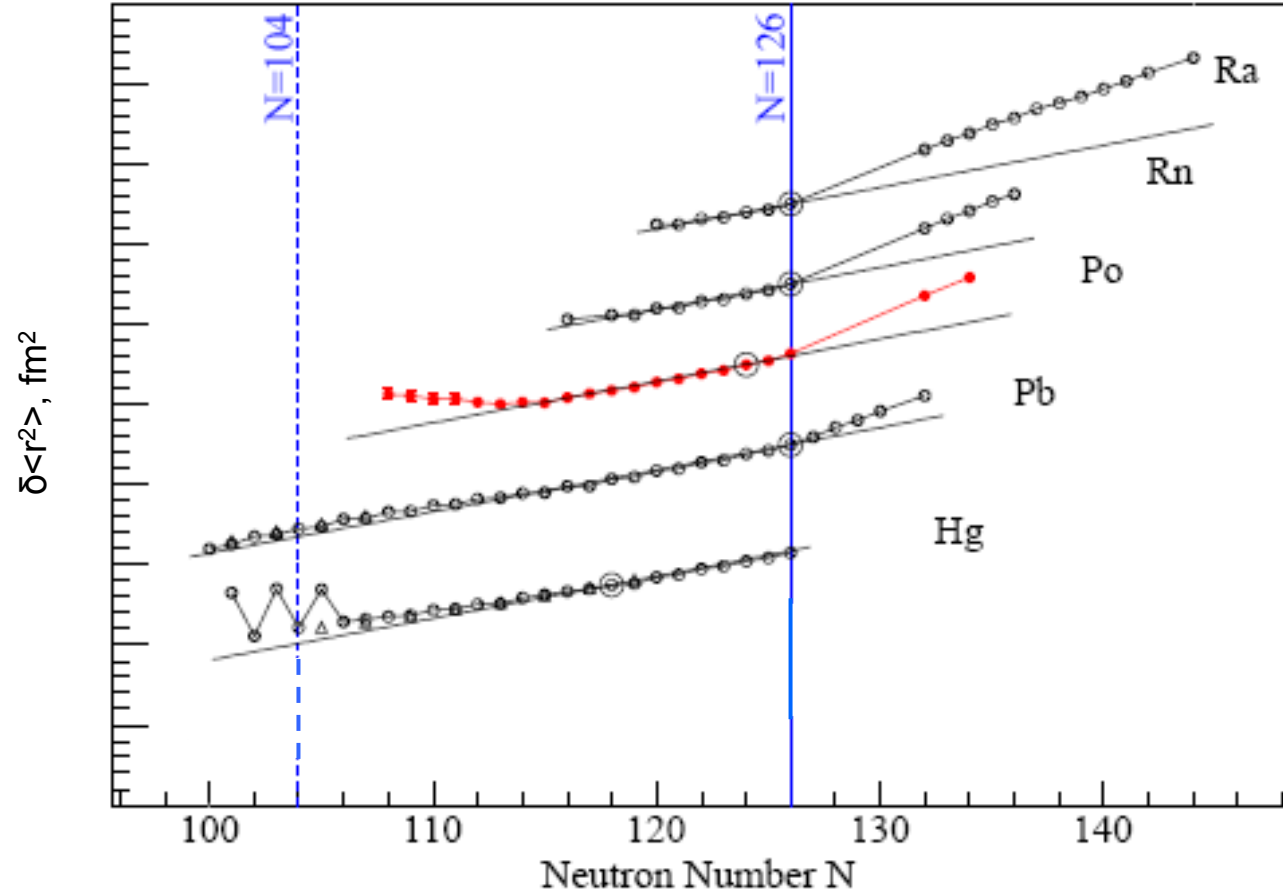
mass asymmetry at the bottom of the valley is  $108/72$  (rather close to the observed  $100/80$  value)



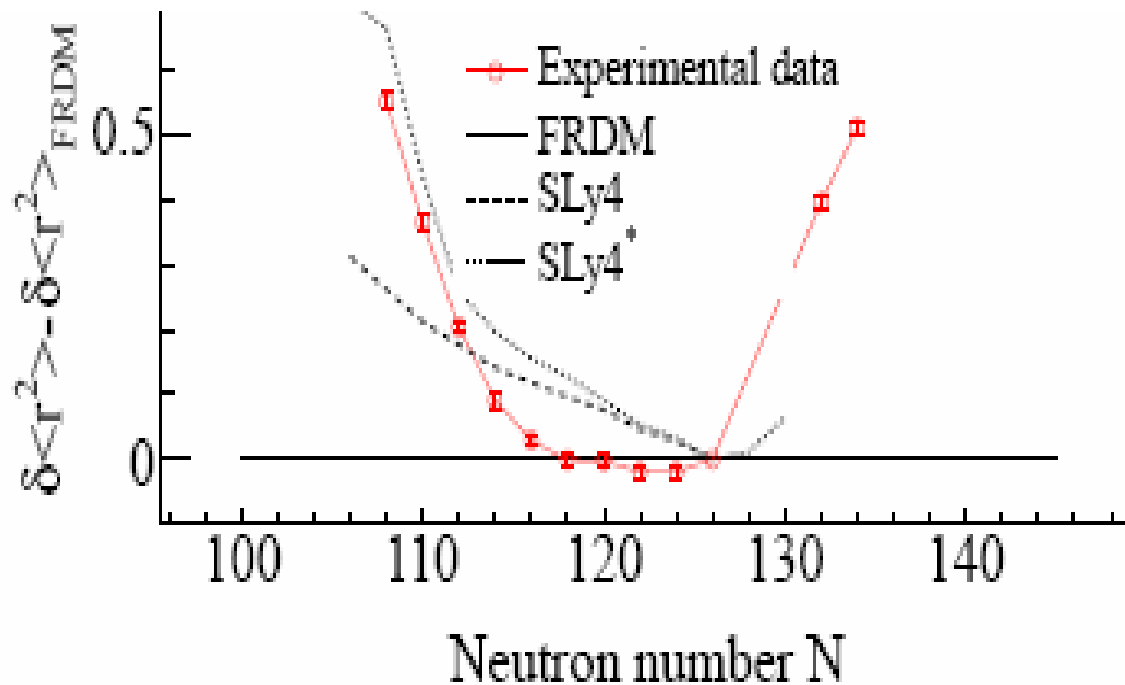


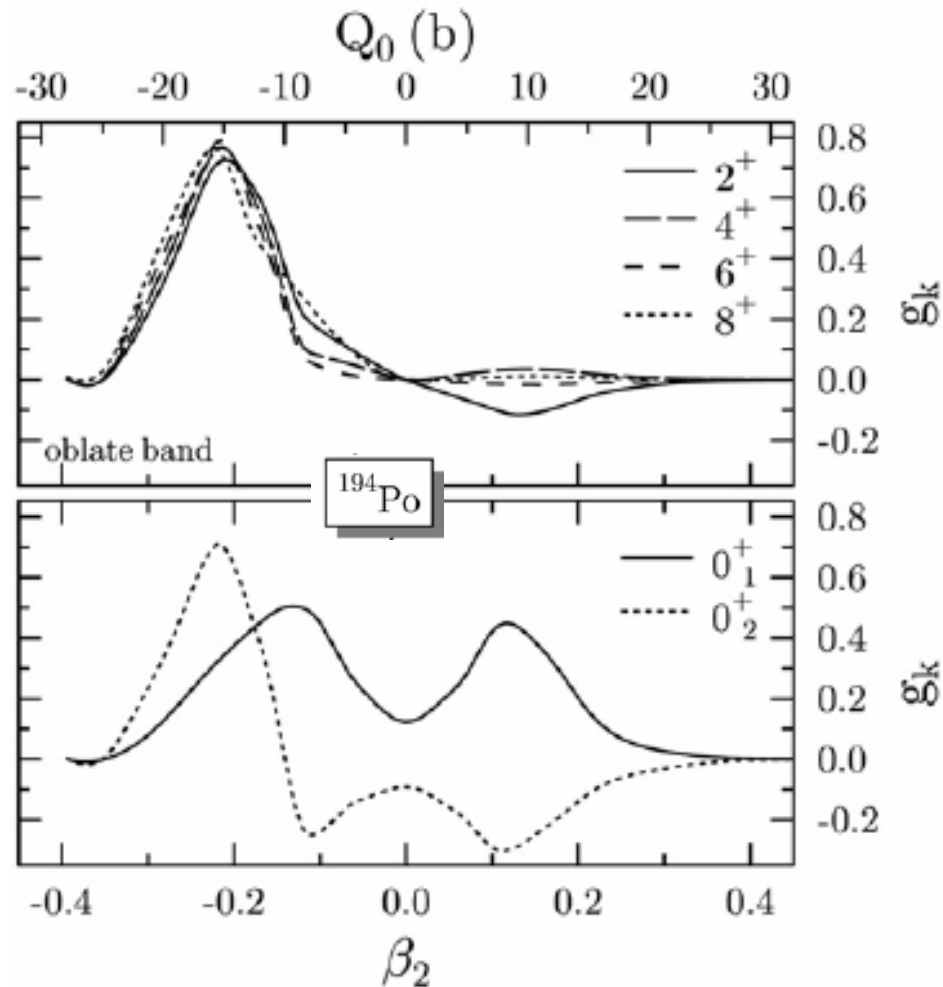


$T_{1/2} = 33 \text{ ms}$   
 $< 1 \text{ ion/s}$

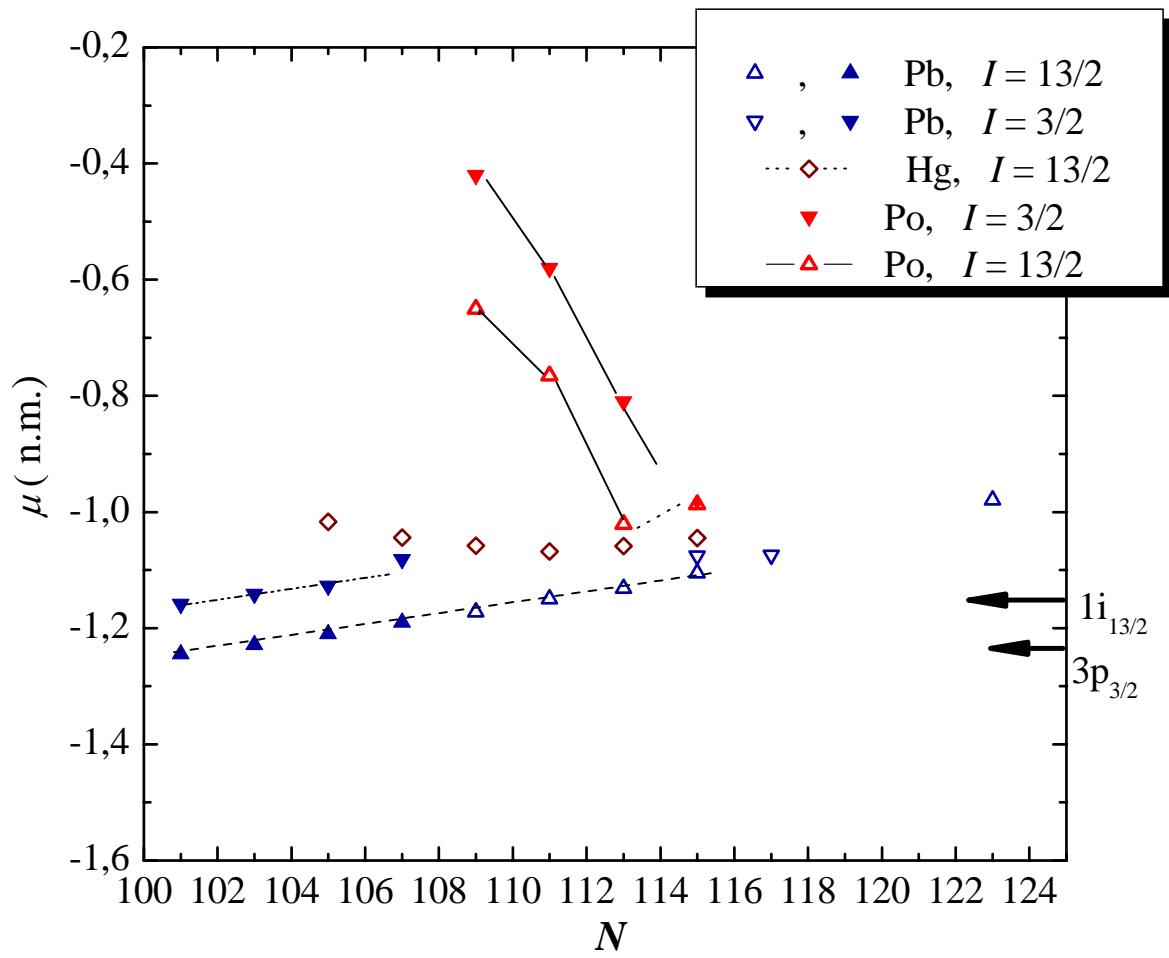


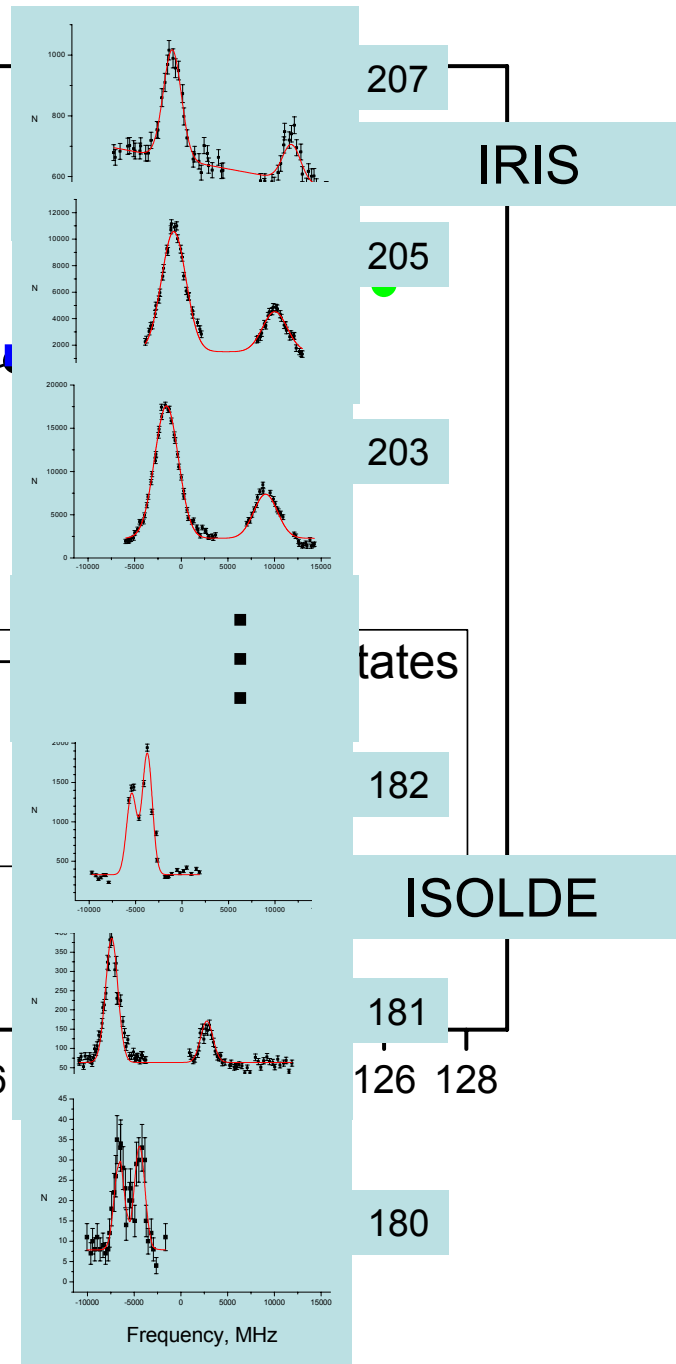
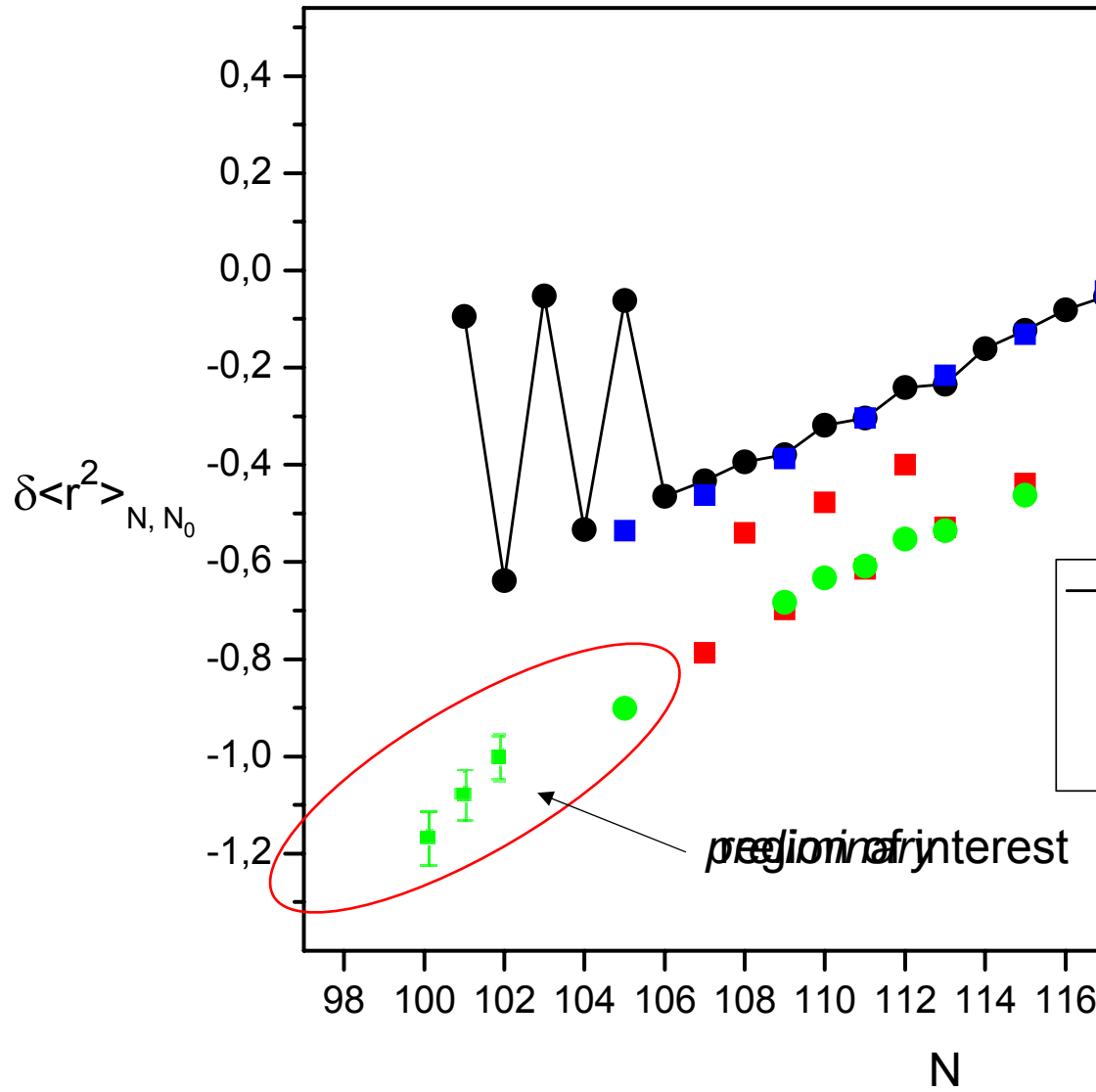
Angular-momentum projected configuration-mixing method starting with Skyrme interaction SLy4 in the mean-field channel and a density-dependent zero-range pairing force (discretized Hill-Wheeler equation without any additional parameters)





The increasing softness of the deformation energy surfaces, when going down from  $^{210}\text{Po}$  to  $^{194}\text{Po}$ , leads to collective ground-state wave functions of increasing spread over oblate, prolate and spherical shapes. For  $^{192,190}\text{Po}$ , the ground-state wave function becomes centered around an oblate minimum in the deformation energy surface.





# Выводы

1. Продолжено исследование области сосуществования форм вблизи  $Z=82$ . Результаты, полученные для цепочки ядер  $Po$  свидетельствуют, в частности, о значительном смешивании сферических и деформированных (как oblate, так и prolate) конфигураций в основных состояниях удаленных изотопов  $Po$ , что требует для описания этих состояний выхода за рамки модели Хартри-Фока.
2. Подтверждено существование у  $^{180}Tl$  ветки запаздывающего деления (ECDF), определена вероятность такого распада ( $P_{ECDF}=3,6(7) \cdot 10^{-5}$ ) – впервые для ядер со столь малым  $N/Z$ . Обнаружено новое, неожиданное явление – асимметричное деление  $^{180}Hg$ , не связанное, как в трансурановой области, с влиянием магичности осколков. Для описания данного феномена требуется развитие микроскопической динамической модели деления.
3. В развитие изучения сосуществования форм вблизи  $Z=82$ , а также для уточнения характеристик ядра  $^{180}Tl$ , необходимых для детального понимания его асимметричного запаздывающего деления, предложено провести лазерно-спектроскопические исследования цепочки изотопов  $Tl$ , причем измерения для  $A=184-207$  целесообразно проводить на ИРИСе, а для  $A=178-183$  – на ИЗОЛДе. Предварительные эксперименты (как на ИРИСе, так и на ИЗОЛДе) свидетельствуют об осуществимости данного проекта).



