



MINISTERSTVO ŠKOLSTVA,
VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Projekt podpory vedeckých pobytov v organizácii CERN v Ženeve (Švajčiarsko) pre uchádzačov pôsobiacich na Fyzikálnom ústave Slovenskej akadémie vied

VÝSLEDKY VEDECKÉHO POBYTU UCHÁDZAČA Č. 2

RNDr. Jana Strišovská, PhD.

INFORMÁCIE O UCHÁDZAČOVI

Meno, priezvisko: Jana Strišovská

Akademické a vedecké tituly uchádzača: RNDr., PhD.

Pracovisko: Oddelenie jadrovej fyziky

Fyzikálny ústav

Slovenská akadémia vied

Dúbravská cesta 9, 845 11 Bratislava

E-mail: strisovskajana@gmail.com, jana.strisovska@savba.sk

PRIJÍMAJÚCA ORGANIZÁCIA

ISOLDE

PH Department CERN

CH-1211 Geneva 23

Tel: +41 22 76 75828

e-mail: Jennifer.Weterings@cern.ch

Vedúci riešiteľského tímu v prijímajúcej organizácii:

Meno, priezvisko: Magdaléna Kowalska

Adresa pracoviska: ISOLDE, PH Department CERN, CH-1211 Geneve 23

Kontakty: tel.: +41 22 76 73809

fax: +41 22 76 67908

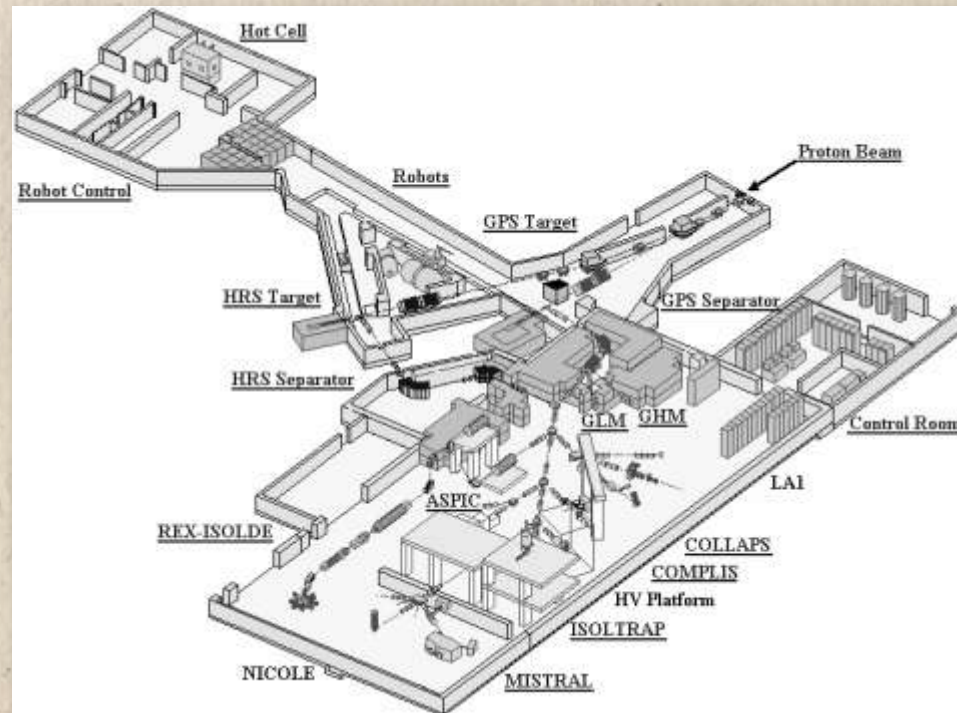
E-mail: Magdalena.Kowalska@cern.ch



ZARIADENIE ISOLDE

- Isotope mass **S**eparation **O**n **L**ine **D**evice
- popredné svetové laboratórium na výrobu a štúdium rádioaktívnych jadier
- rádioaktívne jadrá sú produkované reakciami vysokoenergetických protónov z PS-Booster urýchľovača s terčom
- energia protónov: 1 až 1,4 GeV

Terč sa udržiava pri zvýšenej teplote tak, aby získané rádioaktívne atómy difundovali do rôznych zdrojov iónov. Ionizácia môže byť vyvolaná tromi typmi zdrojov: ionizácia horúcou plazmou, zdroj povrchovej ionizácie alebo laserová excitácia. Ióny sú extrahované zo zdroja pomocou pôsobiaceho napätia, urýchľovaním na 30 až 60 kV a smerovaním do elektromagnetov, kde sú ióny separované podľa svojej hmotnosti. Týmto spôsobom zariadenie ISOLDE je schopné dodať viac ako 700 izotopicky čistých lúčov s intenzitou v rozmedzí od 1 do viac ako 10^{10} iónov/s.



CIELE PROJEKTU

- ❖ oboznámenie sa s vedeckou komunitou vo výskumnom laboratóriu
- ❖ realizácia potrebných činností, ktoré sa týkajú skonštruovaného prototypu páskového systému pre transport nestabilných jadier zlata k detektorom a jeho sprevádzkovania
- ❖ vykonanie plánovaného experimentu IS521

PLÁNOVANÉ ETAPY PROJEKTU

Názov aktivity	Začiatok etapy	Koniec etapy
1. etapa Zoznámenie sa s odborníkmi pracujúcimi s danou problematikou Zaškolenie sa v problematike Absolvovanie kurzu: „ISOLDE Nuclear Reaction and Nuclear Structure Course“	04/2014	05/2014
2. etapa Prvotné prípravy týkajúce sa realizácie schváleného experimentu s označením IS521 pod názvom Štúdium štruktúry jadier exotických izotopov zlata	05/2014	06/2014
3. etapa Plánovaná realizácia experimentu IS521 Spracovanie a interpretácia získaných výsledkov Uzavretie a zhodnotenie projektu vo forme záverečnej správy	08/2014	09/2014

1. etapa (07/04/2014 – 30/04/2014)

- oboznámenie sa s odborníkmi pracujúcimi s danou problematikou
- bola som zaradená do skupiny zaoberajúcou sa prípravou terčov určených na použitie v experimentoch na zariadení ISOLDE pod vedením Dr. Taniou M. De Melo Mendonca
- absolvovanie týždňového kurzu „ISOLDE Nuclear Reaction and Nuclear Structure Course“ od 22 - 25. apríla 2014, ktorý bol zameraný na DWBA výpočty optických modelov použitím kódu FRESCO
- absolvovanie kurzov, ktoré boli potrebné urobiť, aby som mohla fungovať ako používateľ (ďalej „CERN User“):
 - CERN Safety Introduction
 - Computer Security
 - Electrical Safety – Awareness
 - ISOLDE – Target Area
 - ISOLDE Primary
 - ISOLDE - Experimental Hall – Fundamentals
 - Radiation Protection - Supervised Area

2. etapa (01/05/2014 – 12/06/2014)

Motivácia

Celkový výťažok jadrovej reakcie závisí od funkcie uvoľňovania, ktorá predstavuje pravdepodobnosť uvoľňovania v čase pre jadrá, ktoré sú uvoľňované, ale ešte nie sú premenené v čase. Táto funkcia závisí od nasledujúcich parametrov, a to od času rastu, poklesu a pomalého poklesu zložky. Ľudia pracujúci v tejto oblasti potrebujú poznať vyššie spomínané parametre charakterizujúce vlastnosti terčov, na základe ktorých vedia vybrať vhodný terčový materiál na jednotlivé experimenty.

Aktivity

- off-line merania, ktoré boli zamerané na testovanie pripravených terčov: zisťovanie účinnosti a priepustnosti terčov, ktoré sa vykonávajú v laboratóriu „Offline Experiment Laboratory“ pred každým použitím terčového materiálu
- merania boli založené na vhodnom nastavení prúdu a teploty plazmy v komore
- vypracovanie databázy o uskutočnených experimentoch na ISOLDE z publikovaných, ako aj z nepublikovaných článkov

Ukážka z vytvorenej databázy

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Ne												
Half life	Energy (GeV)	Target temperature	ionization efficiency (%)	α (%)	Release time	Yield at ISOLDE (ions/ μ C)	Database Yield (Old)	Target Material	Target Details	arget thickness (g/cm ²)	Ion source	Publication Source
1.67 s	1,4	700 °C	4	0.8	tr = 0,183 s tf = 0,185 s ts = 4,11 s	1,40E+04		NaF:LiF salt	478	32,7	VD7	Mendonca NIMB 2014 (Production
		700 °C	4	1,40	tr = 0,051 s tf = 0,293 s ts = 3,64 s	2,30E+04			478	32,7	VD7	Mendonca NIMB 2014 (Production
		700 °C	4	2,20	tr = 0,060 s tf = 0,425 s ts = 4,29 s	3,70E+04			478	32,7	VD7	Mendonca NIMB 2014 (Production
		720 °C	4,4	2,20	tr = 0,092 s tf = 0,169 s ts = 4,85 s	4,00E+04			478	32,7	VD7	Mendonca NIMB 2014 (Production
		745 °C				4,20E+04	none with this target		478	32,7	VD7	Mendonca NIMB 2014 (Production
		1900 °C			0,2 s	2,30E+04	1,50E+04	ThC27				Evensen NIMB 1997 (Release and
Ar												
Half life	Energy (GeV)	Target temperature	ionization efficiency (%)	α (%)	Release time	Yield at ISOLDE (ions/ μ C)	Database Yield (Old)	Target Material	Target Details	arget thickness (g/cm ²)	Ion source	Publication Source
15.1 ms	1,4	568°C (center)	8	/		34+-13	5,00E+00	CaO	New procedure	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
98 ms	1,4	568°C (center)	8	4,90		2,60E+03	3,30E+03	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
174.1 ms	1,4	568°C (center)	8	12,80		1,20E+05	3,80E+04	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
844 ms	1,4	568°C (center)	8	12,20		1,70E+06	1,70E+06	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
1.78 s	1,4	389 °C (center)	8	3,30		4,70E+06	4,30E+07	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
1.78 s	1,4	568 °C (center)	8	20,20		3,20E+07	4,30E+07	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
1.78 s	1,4	677 °C(center)	8	43,80		5,30E+07	4,30E+07	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
1.78 s	1,4	817°C (center)	8	52,00	tr = 78 ms // tr = 89 ms tf = 396 ms // tf = 340 ms ts = 1905 ms // ts = 1429 ms	2,00E+08	4,30E+07	CaO nanopowde	469	7,3	VD7	Ramos NIMB 2014 (Intense 31-35,
1.78 s	1,4	900 °C	2	8		4,00E+06	4,30E+07	CaO	497	5	Helicon	Kronberger NIMB 2013 (Production

3. etapa (01/08/2014 – 30/09/2014)

Priebeh realizácie experimentu:

- pripojenie vákuovej komory na „beam line“
- sprevádzkovanie páskového systému
- vytvorenie vhodných pracovných podmienok
- zapojenie detekčného zariadenia na meranie (použitie koaxiálnych gama detektorov), ako aj systému zberu dát založený na Pixie-16 digitizer
- použitie γ -zdrojov na kalibráciu
- realizácia experimentu
- vyhodnotenie nameraných údajov

EXPERIMENT IS521

EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

Proposal to the ISOLDE and Neutron Time-of-Flight Committee

Simultaneous spectroscopy of γ rays and conversion electrons:
Systematic study of $E0$ transitions and intruder states in close
vicinity of mid-shell point in odd-Au isotopes

January 5, 2011

M. Venhart¹, T. E. Cocolios², J. L. Wood³, D. T. Joss⁴, S. Antalic⁵, Š. Gmuca¹, Z.
Kalaninová⁵, J. Kliman¹, L. Krupa¹, J. Pakarinen², K. Petrik¹, R. D. Page⁴, M.
Veselský¹

¹ *Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences, 845 11 Bratislava, Slovakia*

² *ISOLDE, CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland*

³ *School of Physics, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332-0430, USA*

⁴ *Department of Physics, University of Liverpool, Liverpool L69 7ZE, UK*

⁵ *Department of Nuclear Physics and Biophysics, Comenius University, 845 11 Bratislava, Slovakia*

NÁVRH EXPERIMENTU IS521

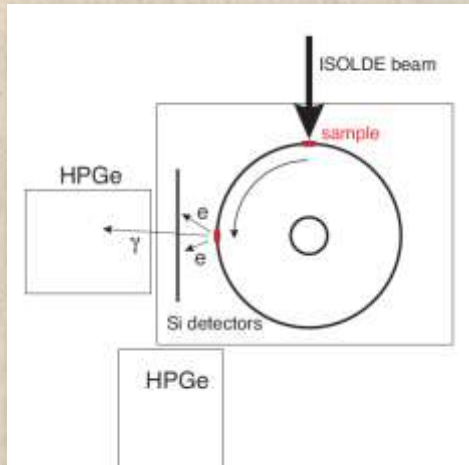
Experiment je zameraný na podrobných systematických štúdií beta premeny a elektrónových záchytov izotopov ortuti, konkrétne $^{179,181,183,185}\text{Hg}$, ktoré vedú k excitovaným stavom v oblasti neutrónovo deficitných izotopov zlata. Na získavaní informácií o jadrovej štruktúre sa využijú simultánne metódy alfa, gama spektroskopie a meranie konverzných elektrónov. Tieto štúdie by mali vyriešiť dôležité otázky štruktúry, ako napríklad excitačné energie koexistujúcich stavov, vlastnosti intruder-stavov, ako aj miešanie koexistujúcich štruktúr.

CHARAKTERISTIKA ŠTUDOVANÝCH IZOTOPOV

Izotop	Doba polpremeny $T_{1/2}$	Spôsob premeny	Produkt premeny	Energia [MeV]
^{181}Hg	3,6 s	EZ (64%) α (36%)	^{181}Au ^{177}Pt	7,300 6,287
^{183}Hg	9,4 s	EZ (74,5%) α (25,5%) EZ + p (0,00056%)	^{183}Au ^{179}Pt ^{182}Pt	6,500 6,039 5,100
^{185}Hg	49,1 s	EZ (94%) α (6%)	^{185}Au ^{181}Pt	5,800 5,778
^{187}Hg	2,4 min	EZ	^{187}Au	4,900
^{189}Hg	7,6 min	EZ	^{189}Au	3,950

Vysvetlivky: EZ – elektrónový záchyt; α – alfa premena, p - protón

Komora s páskovým systémom

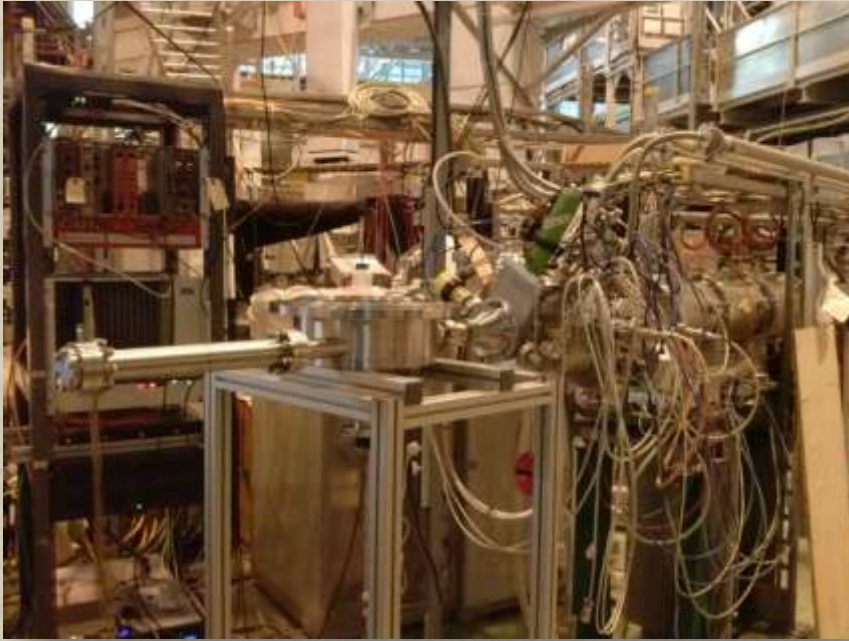


- schématický diagram páskového systému bol navrhnutý pre transport nestabilných jadier zlata iónov k meracej aparatúre
- súčasťou detekčného systému sú polovodičové detektory HPGe (**H**igh **P**urity **G**ermanium) na detekciu žiarenia γ a kremíkový detektor driftovaný lítiom (Si(Li)) na detekciu konverzných elektrónov, ktorý je umiestnený vo vnútri vákuovej komory



- najprv sa vytváralo vákuum v skonštruovanej komore, dosiahol sa tlak 10^{-6} Pa
- nasledovala práca týkajúca sa navinutia pásky na systém, ktorý je poháňaný jednokrokovým motorom
- po navinutí pásky sa opäť vytváralo vákuum
- všetky komponenty komory boli purifikované etanolom kvôli zbaveniu všetkých nečistôt, ktoré by mohli brániť vo vytvorení vákua
- po sprevádzkovaní páskového systému sa odladil program na ovládanie tohto systému

Pripojenie vákuovej komory na iónovod



- po vytvorení vákuá (10^{-6} Pa) pomocou čerpadla sme pripojili komoru na iónovod, z ktorého sme získavali zväzok iónov zachytávajúce sa na pásku, ktorá transportovala ióny k detekčnému systému

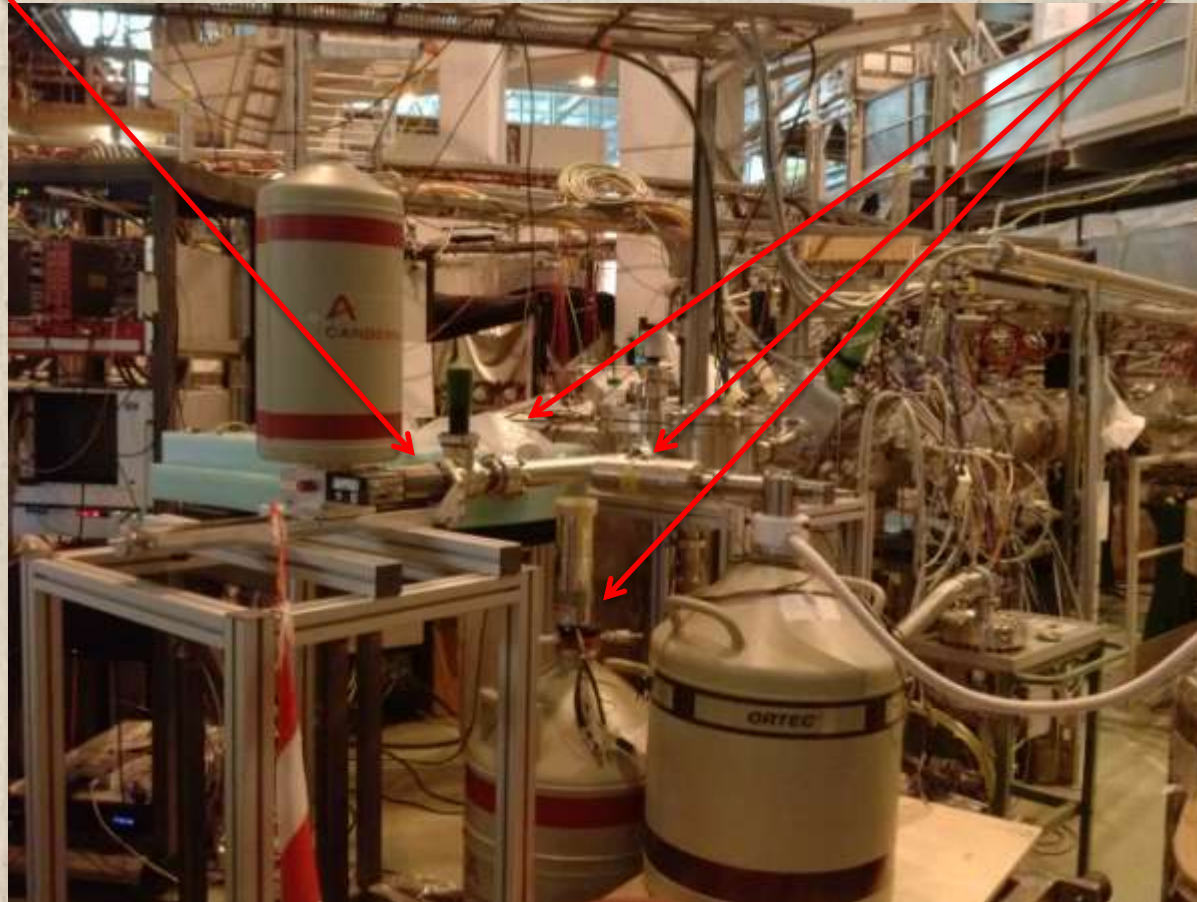


- pohľad na vákuovú komoru zospodu, kde je možné vidieť mechanizmus páskového systému, ktorý je založený na pohybe jednokrokového motora

Detekčný systém

Si(Li) detektor

HPGe detektor



Elektronika



- gama-spektrický systém pozostával zo zdroja vysokého napätia, z elektroniky pre vytvorenie signálu (predzosilňovač, zosilňovač a multikanálový analyzátor), počítač a špecializovaný softvér
- systém zberu dát založený na Pixie-16 digitizer
- použil sa mnohokanálový amplitúdový analyzátor, ktorý predstavuje spektrickú jednotku určenú pre aplikáciu s použitím HPGe detektorov
- dôležité bolo nastaviť a upraviť výšku pulzu, ako aj nájsť lineárny vzťah medzi číslom kanála a výškou pulzu

Kalibrácia

- pred začatím experimentu sme vykonali energetickú kalibráciu detektorov, aby sme zabezpečili presné a spoľahlivé merania a na základe ktorej sme priradili energie jednotlivým kanálom mnohokanálového analyzátora
- použili sa kalibračné zdroje (uvedené v tabuľke), ktorých energia žiarenia gama pokryla potrebný energetický rozsah



Calibration sources:

Source: ^{152}Eu
Activity / Date: 24,4 kBq / (03/2007)
RP#: 3687 RP

Source: ^{241}Am
Activity / Date: 40 kBq / (2008)
RP#: 2666 RP

Source: ^{133}Ba
Activity / Date: 30 kBq / (03/2007)
RP#: 4206 RP

Source: ^{137}Cs
Activity / Date: 32 kBq / (09/2007)
RP#: 36075 RP

Source: ^{60}Co
Activity / Date: 11 kBq / (03/2007)
RP#: 3726 RP

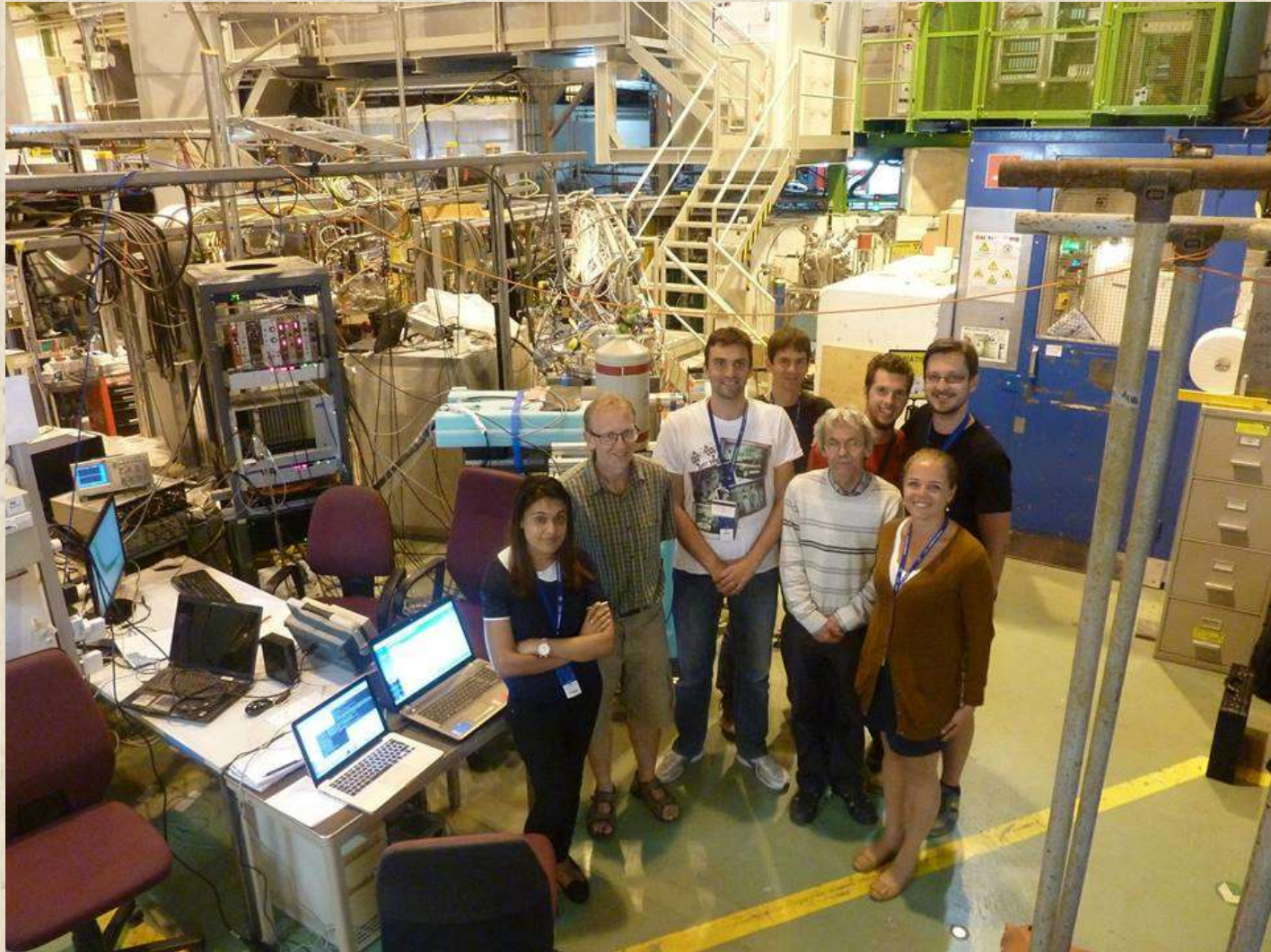
Source: ^{207}Bi
Activity / Date: 30 kBq / (03/2007)
RP#: 4206 RP

Nevyhnutné kontroly počas experimentu

- počas experimentu sme museli pravidelne kontrolovať a sledovať viaceré parametre, a to monitoring toku zväzku, zapisovanie dát, dávkový príkon okolo komory, ako aj v jej blízkom okolí (obrázok vľavo), kontrola chladenia detektorov (v prípade nutnosti bolo potrebné použiť kvapalnú dusík na ich chladenie)

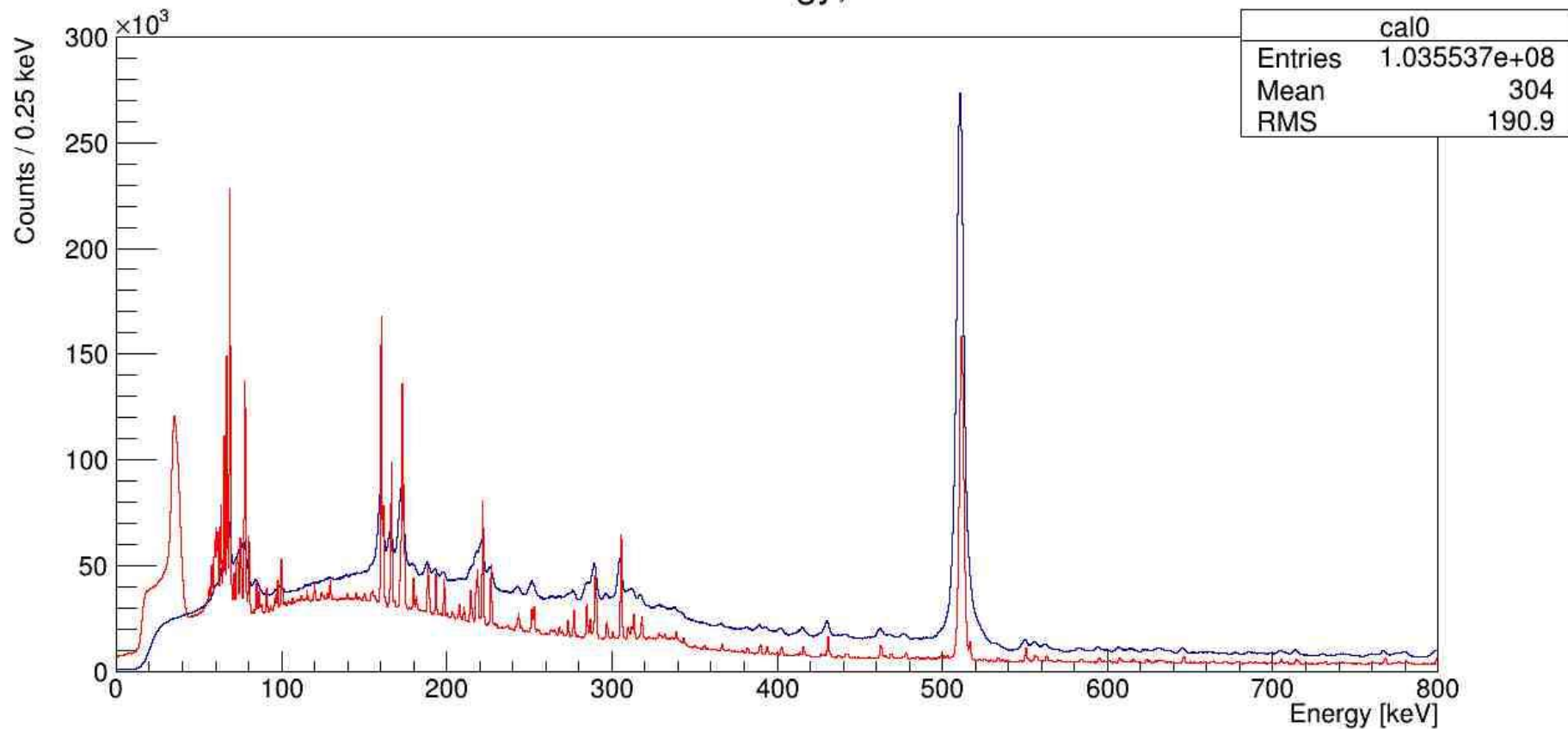


Členovia experimentu IS521



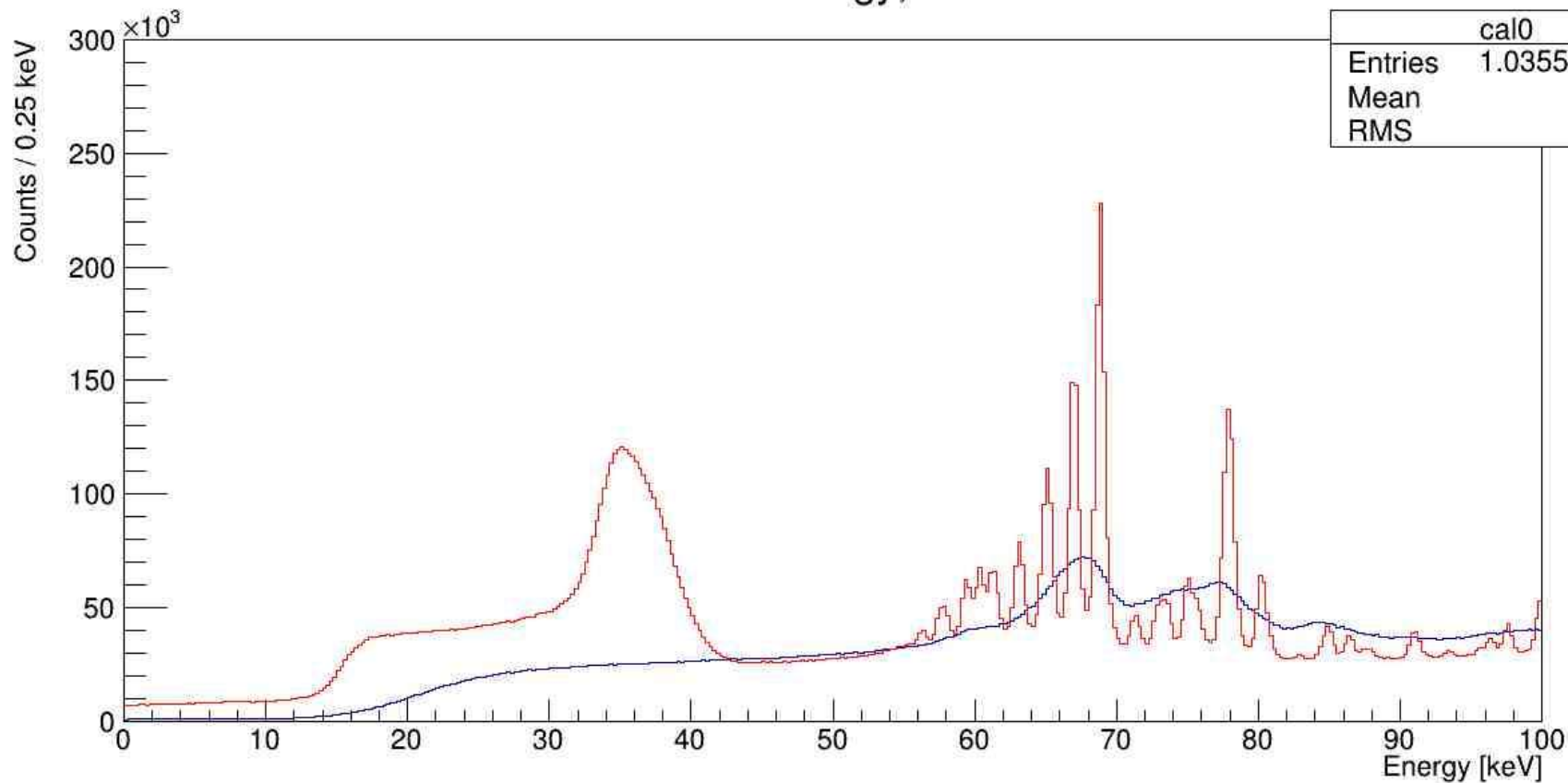
Predbežné výsledky analýzy

Calibrated energy, channel 0



Gama spektrum z rozpadu ^{183}Hg

Calibrated energy, channel 0



Spektrum röntgenovského žiarenia rozpadu ^{183}Hg

VÝSTUPY Z VEDECKÉHO POBYTU

- nadviazala sa priama spolupráca s medzinárodnou vedeckou organizáciou s cieľom pracovať na spoločných prácach aj v budúcnosti
- veľkým prínosom pre mňa bola účasť na viacerých odborných prednáškach, na ktorých boli odprezentované výsledky svetového formátu z rôznych oblastí nielen fyziky, ale aj chémie poprednými vedcami z rôznych krajín sveta
- rozšírila som si poznatky a zručnosti z oblasti experimentálnej techniky
- okrem zrealizovanej fázy experimentu IS521, som bola aktívne zapojená do problematiky zaoberajúcou sa prípravou terčov, ako aj ich charakterizáciou a následným aplikovaním v experimentoch na ISOLDE, čím som nadobudla a rozšírila si vedomosti, ktoré v najbližšej dobe určite využijem pri svojich ďalších vedecko-výskumných aktivitách, konkrétne pri vybudovaní a využívaní urýchľovačovej infraštruktúry v Slovenskej republike
- doposiaľ získané výsledky z experimentu IS521 nie sú postačujúce na publikovanie, keďže sme na začiatku ich spracovávania a vyhodnocovania

Výsledky riešenia projektu pod názvom

„Projekt podpory vedeckých pobytov v organizácii CERN v Ženeve (Švajčiarsko) pre uchádzačov pôsobiacich na Fyzikálnom ústave Slovenskej akadémie vied“

vedeckého pobytu uchádzača
RNDr. Jany Strišovskej, PhD.

boli dosiahnuté s podporou **Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR** v rámci poskytnutia dotácie v zmysle § 8a zákona č.172/2005 Z. z. o organizácii štátnej podpory výskumu a vývoja a o doplnení zákona č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy v znení neskorších predpisov v platnom znení.