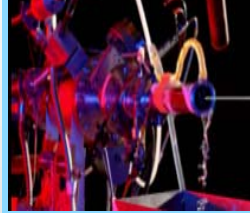




CHARISMA



EFNUDAT

European Facilities for Nuclear Data Measurements



Analysis by
Neutron Resonant
Capture
Imaging and other
Emerging
Neutron
Techniques: new

Cultural
Heritage and
Archaeological
Research
Methods

Nukleáris vizsgálati módszerek az IKI-ben

Belgya Tamás

Nukleáris Kutatások Osztálya

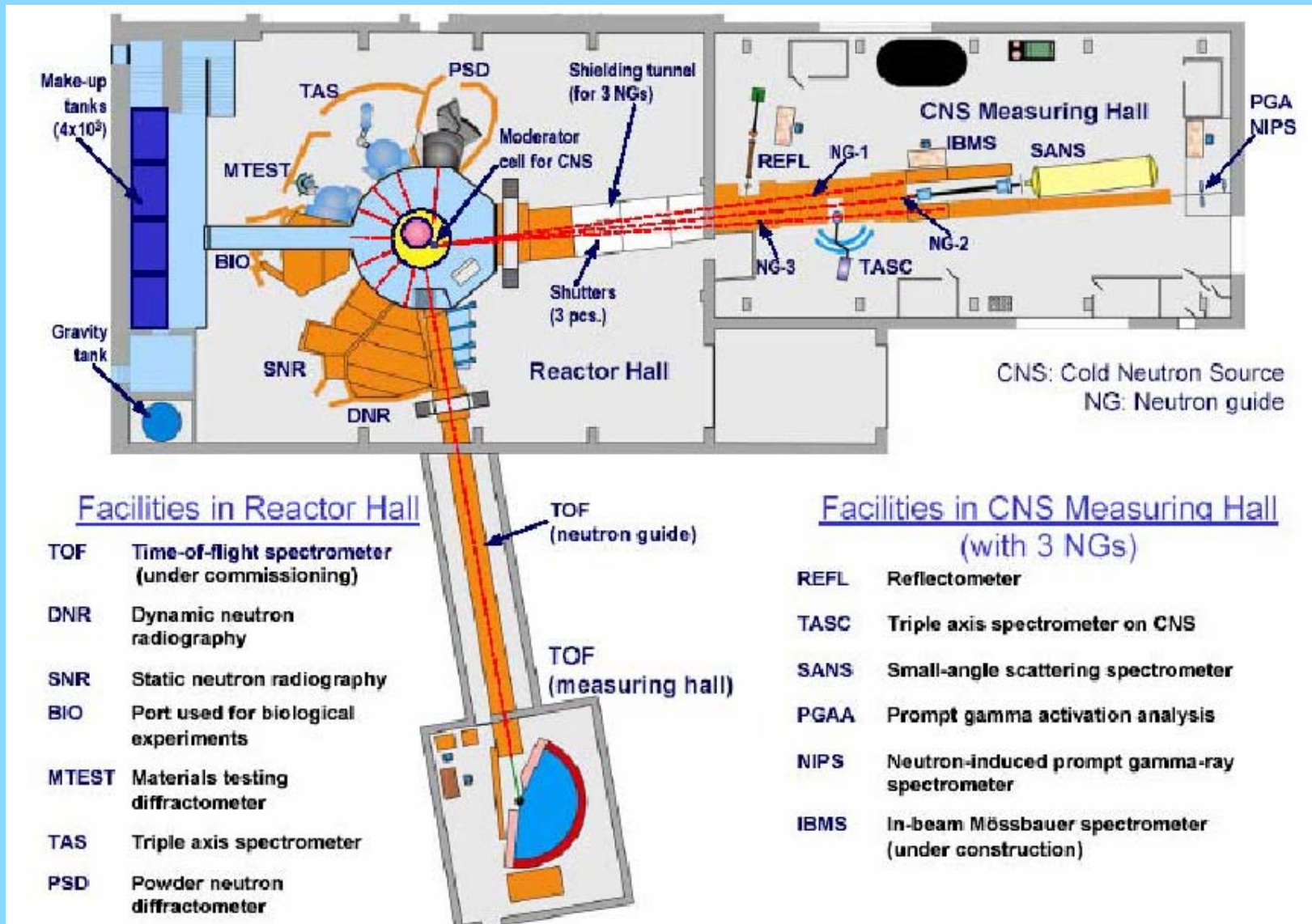
Tartalom

- A PGAA-NIPS berendezés
 - A mérőhely és fejlesztések
 - Kutatási témák
 - Támogatók
- Hatáskeresztmetszet mérések a IV generációs reaktorokhoz és gyorsítós transzmutációs berendezésekhez (példa)
- Mössbauer spektroszkópia az IKI-ben
 - Hagyományos Mössbauer spektroszkópia
 - In-beam Mössbauer spektroszkópia
- Ipari alkalmazások
 - Nyomjelzés
 - Inaktív nyomjelzés

Nukleáris analitikai technikák az IKI-ben

- Nukleáris analitikai módszerek
 - PGAA, PGAI/NT
 - Neutron indukált hasadási neutron számlálás
 - (γ, γ')
- Egyéb nukleáris módszerek
 - Mössbauer spektrometria, in-beam Mössbauer
 - Nyomjelzés
 - ICP-MS
- A KFKI telephelyén
 - INAA, RNAA (Radiokémiai NAA)
 - PIGE, DIGE, AIGE
 - NMR
 - XRF, PIXE

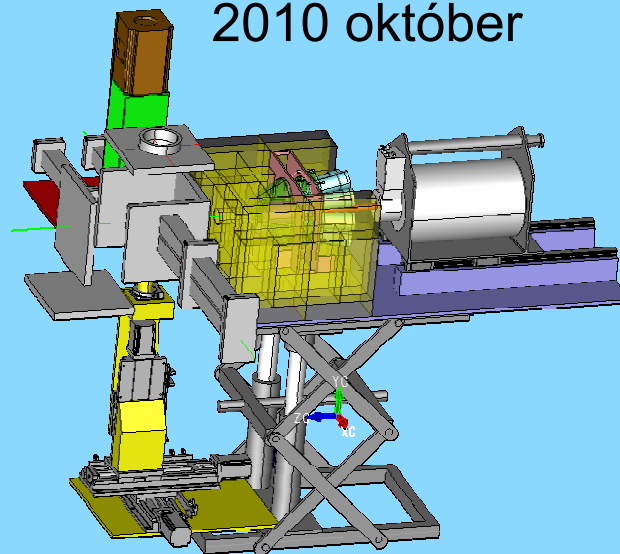
A Budapesti Kutató Reaktor and BNC (PGAA)



PGAA-NIPS Modernizálás



2010 október



PGAA, PGAI/NT

(n,γ) reakció

PGAA

Hatáskeresztmetszet

Magfizika

- Archeometria (NAÜ, MNM) Sz.V.
- Geológia (ELTE) Gméling K.
- Katalízis (FH int., IKI) R.Zs.
- Anyagtudományok (KFKI)
- Safeguard (IKI)
- PGAA könyvtár (NAÜ, LBNL)
- Képkalkotás PGAI/NT
- In-beam Mössbauer (IKI)

Módszerek

- PGAA könyvtár (NAÜ, LBNL)
- Nyalábszaggatás
- Standardok (NAÜ)

Támogatók: NAP08, OTKA

NMI3, AC, CHARISMA

IV generációs reaktor, ADS

- LLFF
 - ^{99}Tc , ^{129}I (IRMM)
- Üzemanyag, aktinidák
 - ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{241}Am (Bécsi E., NAÜ)
- Szerkezeti anyagok
 - ^{209}Bi , $^{204,206,207}\text{Pb}$, Hf (IRMM)
- Nukleáris Asztrofizika
 - ^{22}Ne , Fe, Ni, ^{96}Zr (FZK, CERN)

Módszerek

- Belső komparátor
- Nyalábszaggatás

Támogatók

NAP08, EFNUDAT, NAÜ

Bomlási séma

- $^{204,206,207}\text{Pb}$ (IRMM)
- ^{99}Tc , ^{101}Ru (ILL)

Erősségfüggvény

- ^{77}Se , ^{195}Pt , Cd (Drezda, Řež)
- ^{56}Fe (Oslo, LLNL)

- Rövid felezési idejű izotópok σ_γ értéke

Módszerek

- (n,γ), (n,γγ)
- Monte Carlo (Dicebox, NCMP5X)
- Nyalábszaggatás

Támogatók

NAP08, NMI3, EFNUDAT

A PGAA-NIPS kutatások támogatói

- EU FP6 ANCIENT CHARM 2006-2009 (10 intézet)
 - Cél: Neutronos módszerek kombinálása archeometriai tárgyak belső szerkezetének vizsgálata
 - Szerepünk: WP2 PGAA-tól PGAI-ig
- EURATOM FP6 EFNUDAT 2007-2010 (10 intézet)
 - Cél: IV generációs reaktorokhoz és ADS berendezésekhez szükséges hatáskeresztmetszetek, nukleáris adatok pontos mérése
 - Szerepünk: Felhasználói rendszerben a hidegneutronos nyalábbal végezhető kísérletek biztosítása, minta adatbázis
 - Munkaértekezlet szervezése: Lassú és rezonancia neutronok 2009 Szeptember 23-25
<http://www.iki.kfki.hu/efnudat/index.shtml>
- NAP08 2009-2011 (SZFKI, RMKI, KK, IKI, ILL Grenoble)
 - Cél: BKM kutatóeszközeinek fejlesztése, ILL együttműködés és tagság, neutronos mérőeszközök fejlesztése és piacra juttatása, neutronos kutatások
 - Szerepünk: infrastruktúra fejlesztésének koordinálása
- Budapesti Kutatóreaktor Műszerközpont és EU FP7 NMI3 részvétel a felhasználói rendszerben
- EU FP7 CHARISMA 2009-2012 (13 infrastruktúra)
 - Szerepünk: Felhasználói rendszer üzemeltetése archeometriai kutatásokban
- OTKA, TÉT, NAÜ stb.



Hatáskeresztmetszet mérés

^{129}I a hosszú élettartamú hasadási termék (LLFF)

Felezési idő: 1.57×10^7 a

Q béta 139 keV, E_γ 39 keV

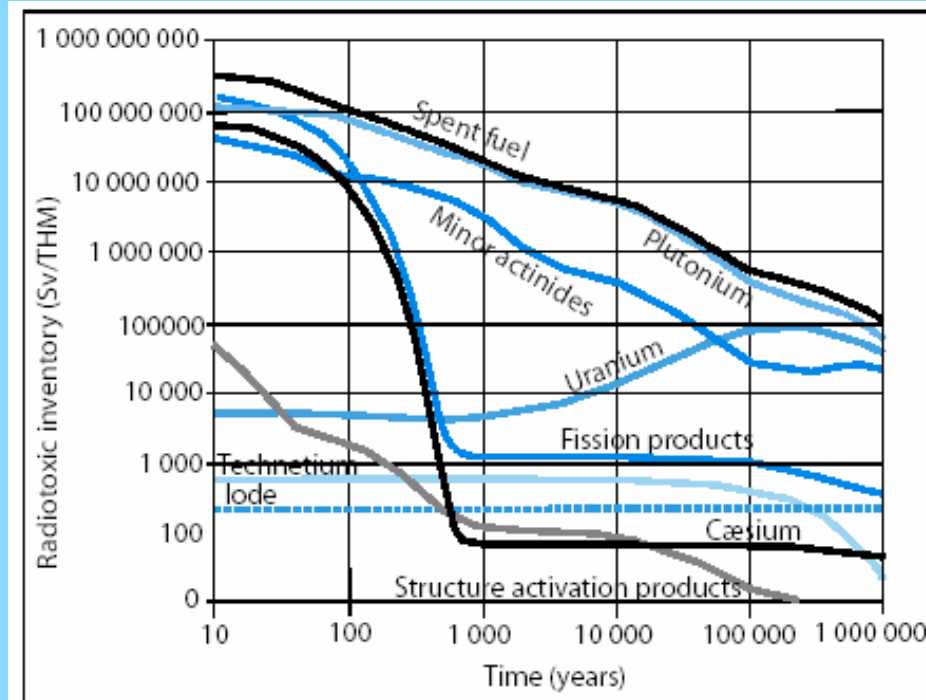
Alig változó radiotoxicitás

Nagy mozgékonyság

Minden évben 400 kg ^{129}I EU-ban

Transzmutáció: a termikus neutronbefogás átalakítja a ^{129}I -ot:
 $^{129}\text{I}(n,\gamma)^{130}\text{I}(\beta)^{130}\text{Xe}$ stabil

25% bizonytalanság a hatáskeresztmetszetben

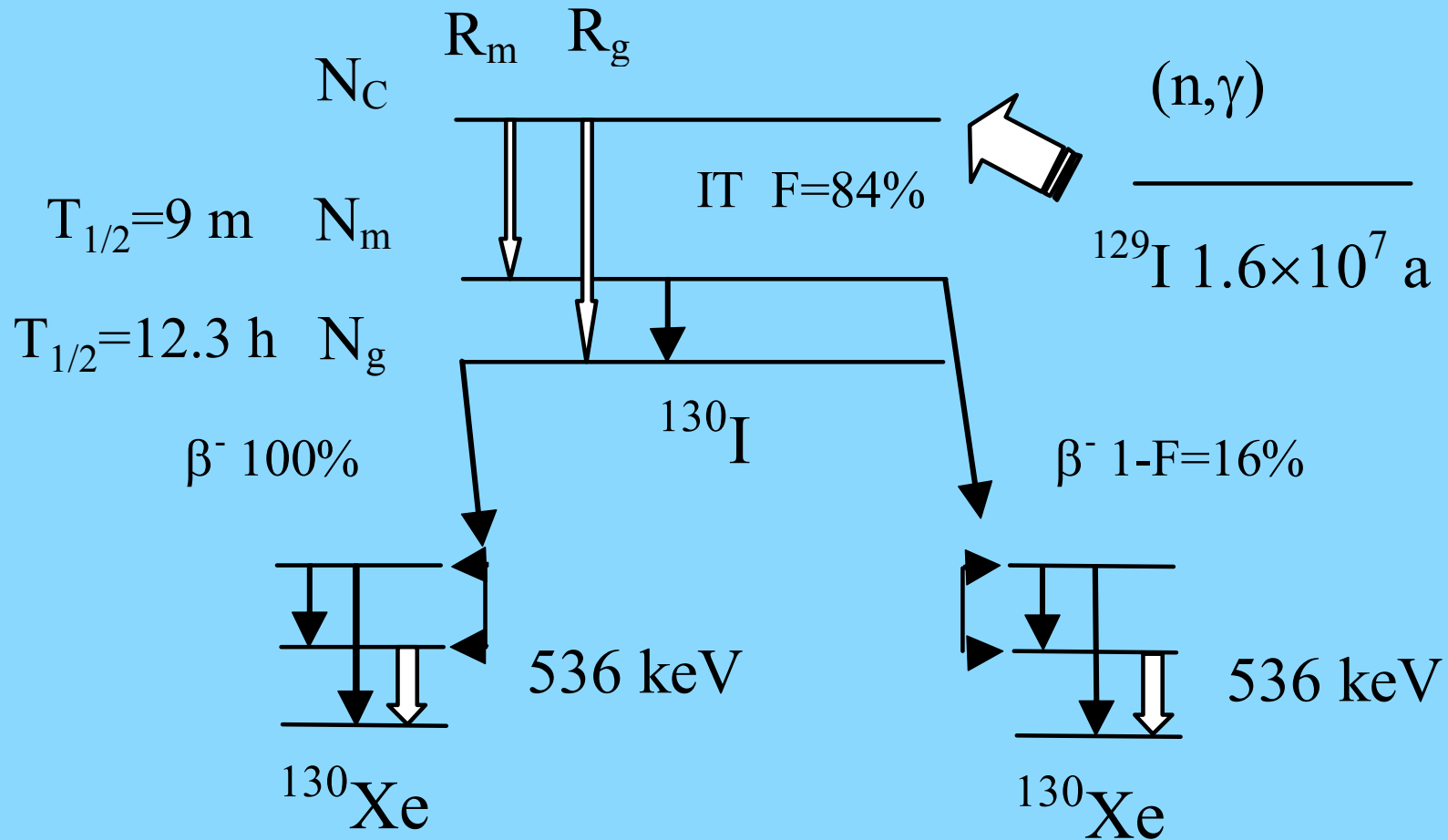


Source: CEA, 2004.

THM: Ton Heavy Metal

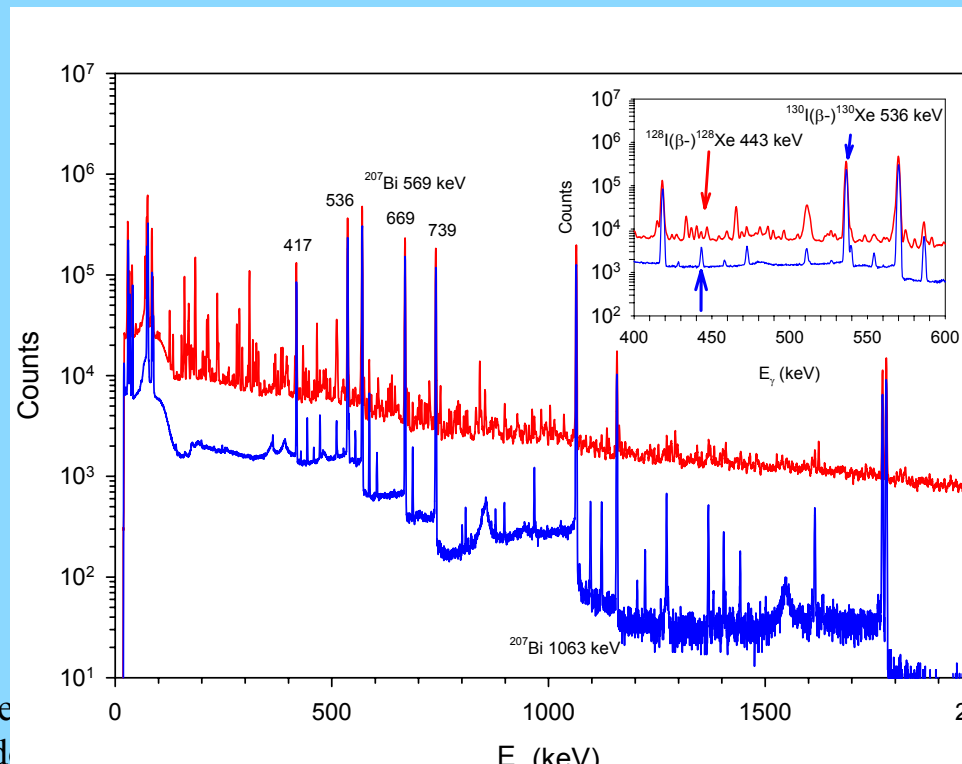
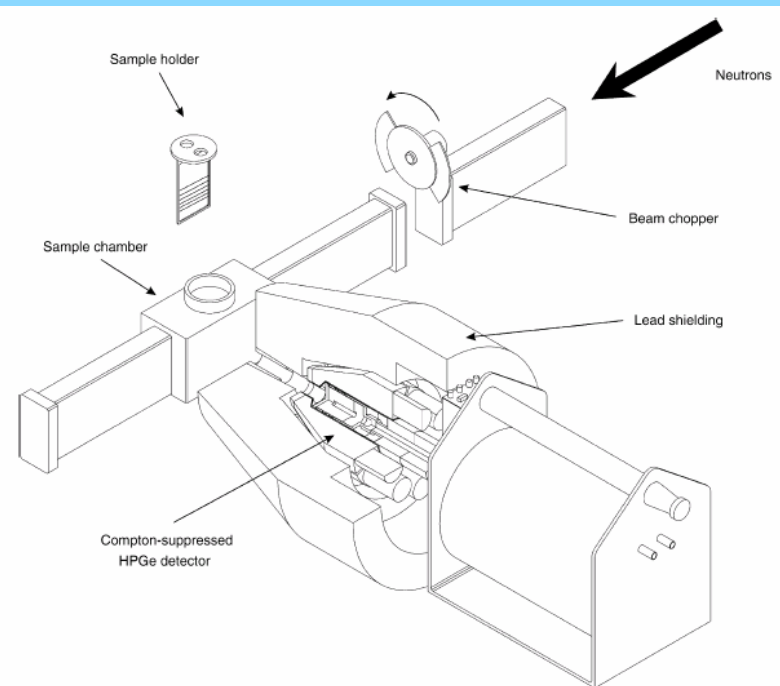
Év	Szerző	Módszer	σ_{th} (b)
• 1956	Purkayastha <i>et al.</i>	Activation reactor	35
• 1958	Roy <i>et al.</i>	Activation reactor	26.7(20)
• 1963	Pattenden <i>et al.</i>	TOF	28(2)
• 1969	Block <i>et al.</i>	TOF	31(4)
• 1983	Friedmann <i>et al.</i>	Activation reactor	33.9(19)
• 1996	Nakamura <i>et al.</i>	Activation reactor	30.3(12)

A $^{129}\text{I}(n,\gamma)^{130}\text{I}(\beta^-)^{130}\text{Xe}$ reaction process

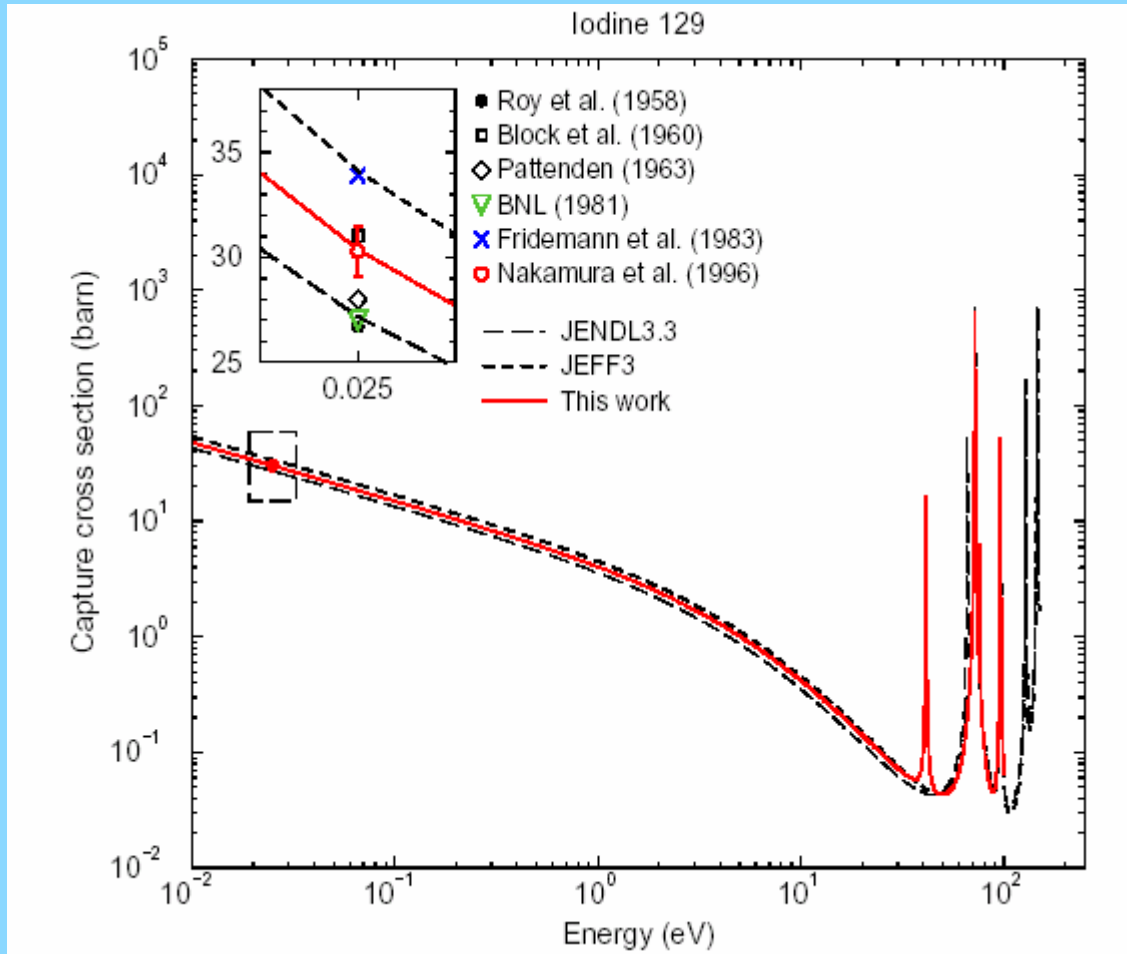


Mérés és mérési eredmény

- 2 g PbI_2 minta Al tokban (EC JRC IRMM biztosította)
- Összetétel w% (IRMM and PSI)
 - I (20%), Pb (54%), S (6%), Na (1%), O (15%), N (1%), H (<0.1%)
- A komparátor módszerhez $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ tömegarány 4.88 (ICP MS IRMM és PSI)
- Mérési módszer: Nyalábszaggatásos komparálás
- Eredmény: Parciális gamma-hatáskeresztmetszet \rightarrow teljes befogási hatáskeresztmetszet
 $\sigma_{th} = 31.0(9) \text{ b}$



A termikus hatáskeresztmetszet szerepe a nukleáris adatok között



Gilles Noguère *et al.* PRC 74, (2006) 054602

Mössbauer spektrometria az IKI-ben



Specialitás: in situ mérések

- mérési/kezelési hőm.: 77 – 700 K,
- nyomás: 10^{-2} – 10^5 Pa,
- gázok: H_2 , CO, N_2O , reakciókeverékek

Elsősorban vas és óntartalmú katalizátorok

(^{57}Fe és ^{119}Sn spektroszkópia)

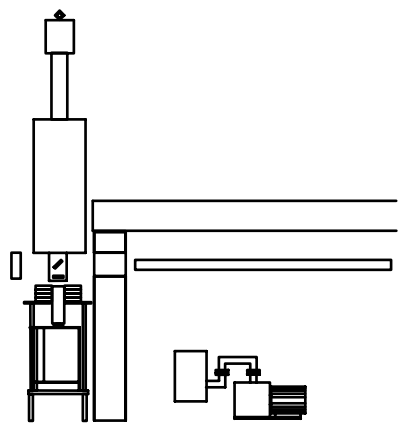
A vizsgált rendszerek: Hordozós kétfémes katalizátorok, mikro- és mezopórusos ferri- és sztanniszilikátok.

Projektek: PHARE-Accord, COST-CIPE, (katalitikus) OTKA-k.

Egyéb kétoldalú nemzetközi együttműködések.

Folytatás: újabb anyagcsaládok, pl. MOF ("Metal Organic Framework"), etc.

In-beam Mössbauer spektrometria



A vizsgált Mössbauer-magok köre jelentősen bővíthető
rövid felezési idejű forrás atommagok előállításával
folytonos neutron besugárzással

(pl. ^{158}Gd , ^{162}Dy , ^{178}Hf , ^{58}Gd , ^{40}K – ^{153}Er , ^{186}Os , ^{191}Ir , ^{197}Au)

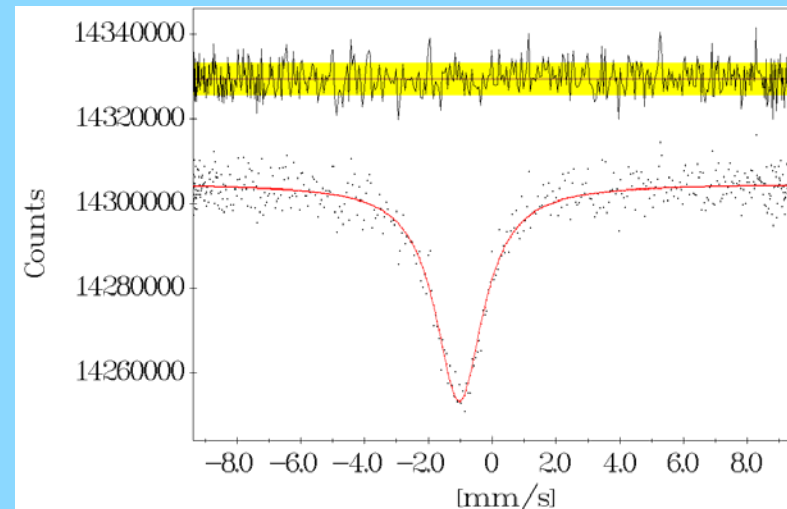
A méréshez alacsony hőmérséklet (He kriosztát) szükséges

A kialakítás folyamatban...
(OTKA)



Az első fázis:
 ^{197}Au és ^{193}Ir
tartalmú
katalizátorok
vizsgálata

Az első ^{197}Au Mössbauer spektrum:



Izotópos nyomkövetés



Ipari alkalmazás (Borsodchem klór gyár):

- Hg mennyiségének mérése izotóp hígításos módszerrel
- Reaktorban aktivált ^{202}Hg
- 220 MBq ^{203}Hg alkalmazása elektrolizáló cellánként
- 1 napos keringetés után mintavételezés
- 200 tonna Hg kb. 10 kg pontossággal mérhető

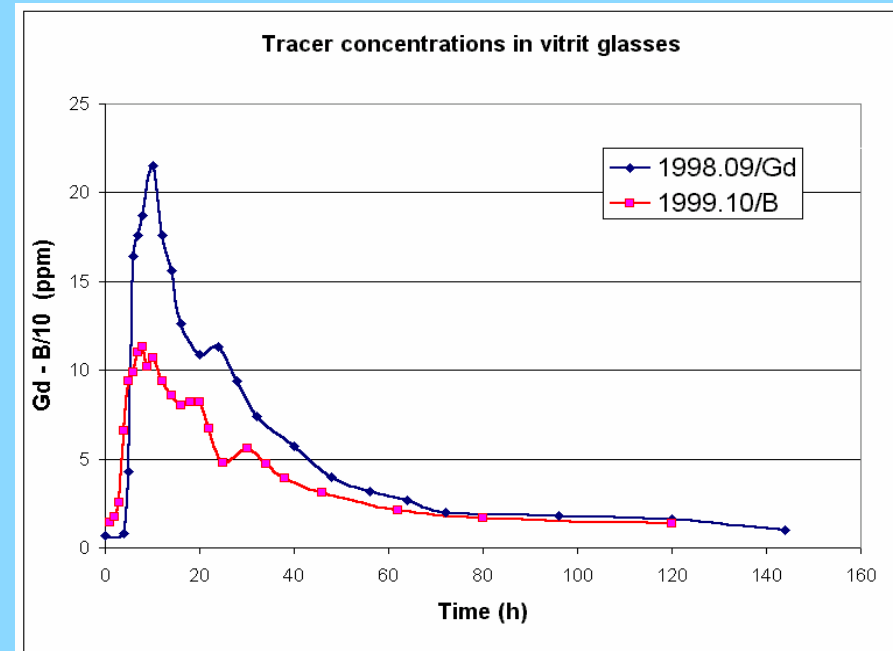
Inaktív nyomjelzés

Ipari üvegolvasztó-kemence homogenizálási és folyási tulajdonságait vizsgáltuk

Nagy aktivitású radioaktív nyomjelzés helyett, nagy hatáskeresztmetszetű inaktív nyomjelzőnek Gd_2O_3 és H_3BO_3 port használtunk 10 ppm mennyiségben

A mintákat eleinte sűrűbben később ritkábban vettük a kiömlő nyílásból

A kapott lefutási görbe analízise az ideálishoz közeli homogenizálási és folyási tulajdonságra utalt



Jövő

- PGAI/NT alkalmazások
 - NORMA Neutron tomográf (NKTH Baross Gábor program)
 - EU FP7 NMI3 JRA
- EURATOM FP7 ERINDA az EFNUDAT folytatása
 - Indulás 2010 december 1., aktinidák mérése
- In-beam Mössbauer
 - Első fázis arany Mössbauer spektroszkópia, He hűtés
 - Második fázis in-beam Mössbauer (Háttér jelentős csökkentése kell)
- Ipari kapcsolatok bővítése
- Új fiatal kutató felvétele

Köszönöm a figyelmet!