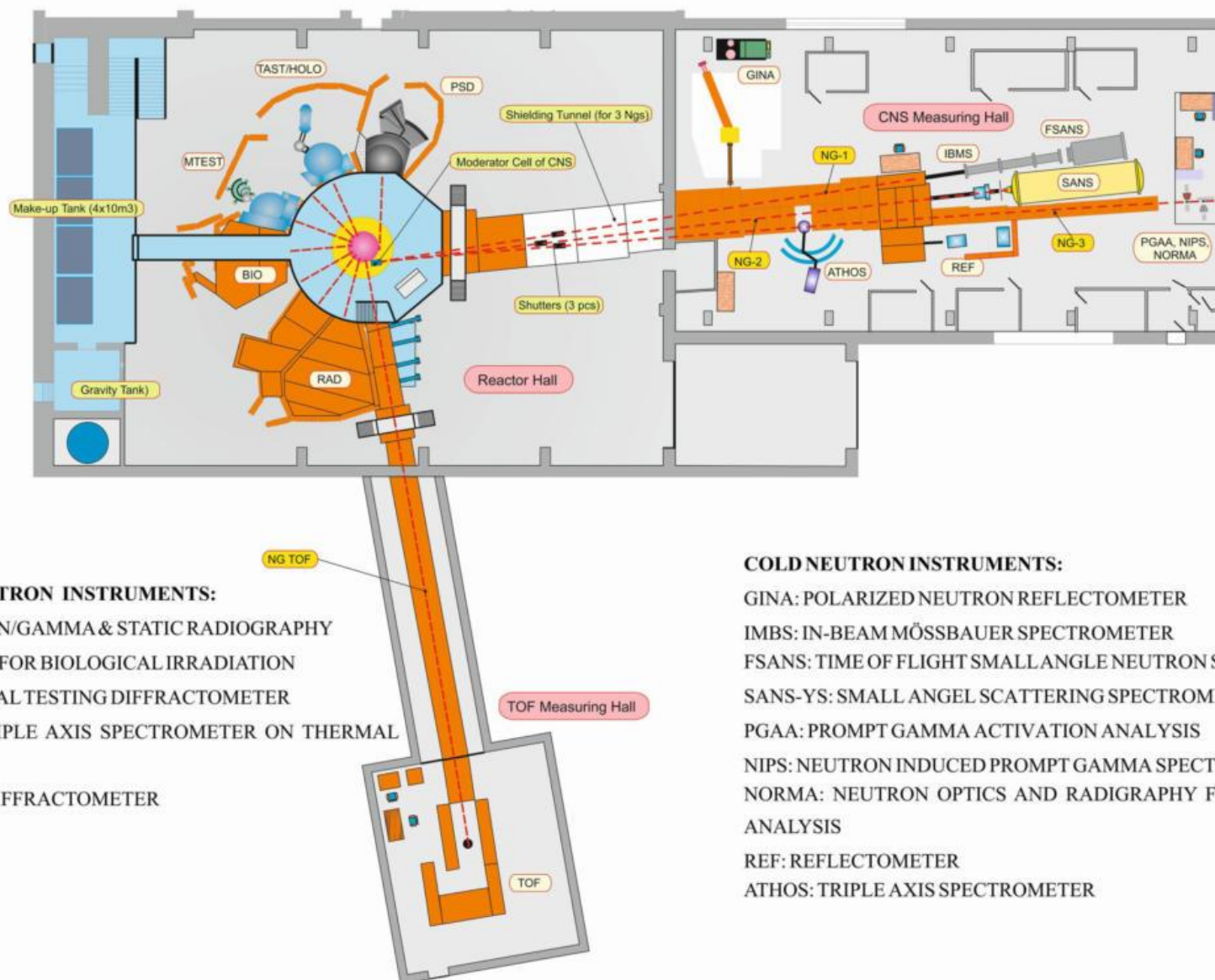


HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A BUDAPESTI NEUTRON CENTRUM ÉS NÉHÁNY SUGÁRVÉDELMI VONATKOZÁSÚ FELADAT BEMUTATÁSA

Fehér Ákos, Pázmándi Tamás, Jécsai Anikó



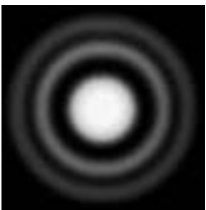
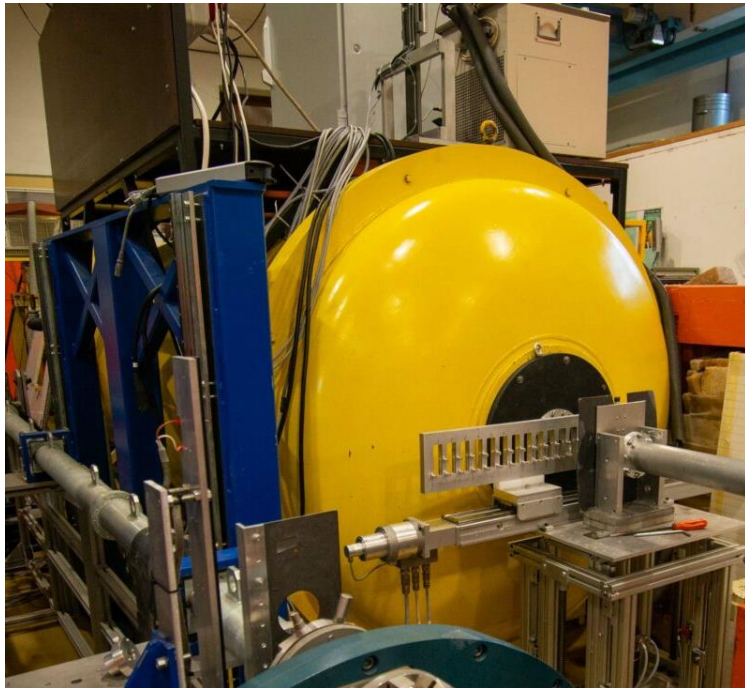


THERMAL NEUTRON INSTRUMENTS:

RAD: DYNAMIC N/GAMMA & STATIC RADIOGRAPHY
 BIO: PORT USED FOR BIOLOGICAL IRRADIATION
 MTEST: MATERIAL TESTING DIFFRACTOMETER
 TAST/HOLO: TRIPLE AXIS SPECTROMETER ON THERMAL BEAM
 PSD: POWDER DIFFRACTOMETER

COLD NEUTRON INSTRUMENTS:

GINA: POLARIZED NEUTRON REFLECTOMETER
 IBMS: IN-BEAM MÖSSBAUER SPECTROMETER
 FSANS: TIME OF FLIGHT SMALL ANGLE NEUTRON SCATTERING
 SANS-YS: SMALL ANGLE SCATTERING SPECTROMETER
 PGAA: PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS
 NIPS: NEUTRON INDUCED PROMPT GAMMA SPECTROMETER
 NORMA: NEUTRON OPTICS AND RADIOGRAPHY FOR MATERIAL ANALYSIS
 REF: REFLECTOMETER
 ATHOS: TRIPLE AXIS SPECTROMETER



A berendezés szilárd és folyékony minták anyagszerkezeti vizsgálatára alkalmazható (porozitás, szerkezeti hibák,...)

0,5 – 200 nm közötti szerkezeti jellemzők vizsgálhatók

A minta vastagsága 5 mm lehet

Mintaméret 2 -20 mm

Lehetőség van a minták hőmérsékletét 10 °C és 90 °C között szabályozni

A mintákat egy max. 1,6 T mágneses teret biztosító elektromágnes

A szórt neutronokat egy 64 x 64 pixeles (1 cm x 1 cm pixelméret), kétdimenziós, helyzetérzékeny BF₃ gáztöltésű neutrontetektor érzékeli.

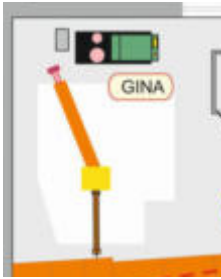
A minta - detektor távolság 1 – 5,5 m között változtatható

Mire lehet használni?

A kulturális örökség kutatás területén kerámia minták kiégettségének elemzésére, továbbá a formázás technikák jellemzésére van lehetőség

Ugyancsak a kulturális örökség kutatás területén szövetek nanoszerkezetének vizsgálatát is el lehet végezni.

Kapcsolódás a sugárvédelemhez: TL anyagok finomszerkezeti vizsgálata

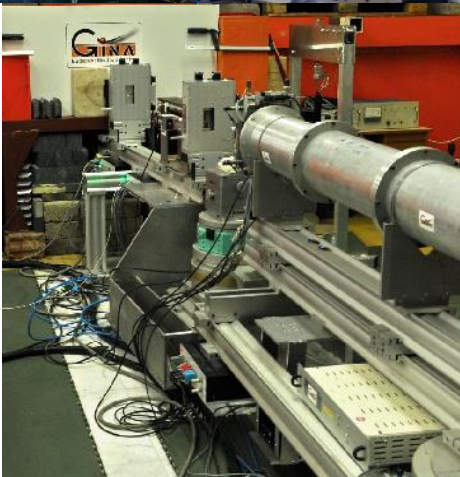


A GINA neutronreflektométer egy neutron diffrakciós berendezés vékonyréteg minták szerkezetének vizsgálatára szolgál.

A berendezés működésének alapja az, hogy a monokromatikus neutronnyalábnak a sík minta felületéről visszavert intenzitását rögzíti a beesési szög függvényében. A szögfüggés a felület alatti (kb. egy mikrométeren belüli) elem/izotóp eloszlást jellemzi. Lehetőség van a mintában lévő belső mágneses tér orientációjának és erősségének a feltérképezésére.

A berendezés detektora egy 200x200 mm² aktív felületű, „delay line type multi-wire” proporcionális számlálócső, amely ³He és CF₄ gázkeverékkel van megtöltve. Felbontása 1,8x1,8 mm²

A neutronreflektométer nagy érzékenységű vizsgálatot tesz lehetővé, különösen kis rendszámú elemek (H, C, N, O ,...) esetén. Ez a technika különösen előnyös biológiai minták szerkezetvizsgálatára, ugyanis a mérés alatt nem befolyásolja a minta szerkezetét.

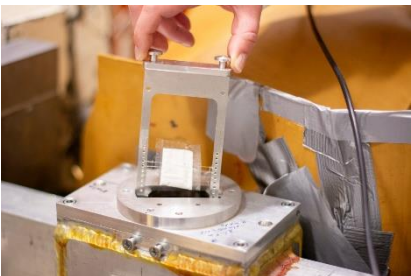




A PGAA egy roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer a minta elemi összetételének meghatározására. A módszer lényege, hogy amikor egy atommag befog egy neutron, a neutron kötési energiája azonnal gamma fotonokkal távozik. A gamma-fotonok energiája az adott atommagra jellemző, számuk pedig arányos az adott elem mennyiségével.

Elvileg minden kémiai elem kvantitatív módon mérhető, de nagyon eltérő érzékenységgel. A módszer alkalmas a legtöbb fő komponens és néhány nyomelem (pl. B, Cl, Co, Cd, Hg, Sm és Gd) mennyiségi meghatározására kőzetekben, ásványokban, kerámiákban, üvegekben, fémekben és számos szerves anyagban.

A PGAA berendezés detektorrendszere egy n-típusú, nagy tisztaságú germánium (Canberra HPGe 2720/S) fődetektorból áll, zárt koaxiális geometriával, valamint egy 10 cm vastag ólomárnyékolással körülvett BGO Compton-szuppresszorból. A minta-detektor távolsága állítható, de jellemzően 230 mm. Az elülső detektorárnyékolás eltávolításával a HPGe fődetektor akár 12 cm-re is elhelyezhető a céltárgyhoz.



Felhasználhatjuk a PGAA-t nukleáris detektorok kalibrációjához?

Miért lehet erre szükség?

A legtöbb felhasználás esetén a mérendő gamma-sugárzás energiája < 3 MeV
 Az 50 keV és 3 MeV közötti tartományban radioaktív hiteles anyagminták (kalibráló források: ^{241}Am , ^{57}Co , ^{137}Cs , ^{133}Ba , ^{152}Eu , ^{60}Co ,...) segítségével a detektor hatásfok kalibrációját el tudjuk végezni.

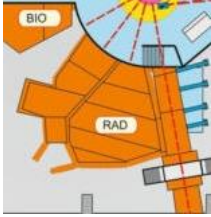
Speciális alkalmazások esetén szükséges lehet a hatásfok meghatározására nagyobb gamma-foton energiákra is (akár 10 MeV felett is).

Segíthet ebben a PGAA?

Keressünk egy megfelelő anyagot, mely (n, g) reakcióval nagy energiájú gamma-fotonokat bocsát ki (és természetesen elegendően nagy hatáskeresztmetszettel is rendelkezik).

Ilyen anyag lehet a Ni, de természetesen egyéb elemek is lehetnek.

Gamma energia (MeV)	Gyakoriság a létrejött (n,g) reakciókban (%)
8.997	26
8.532	11
8.119	2.5
7.817	6
7.528	4
7.22	0.4
7.05	0.6
6.839	9
6.58	2
6.34	1
6.10	1.3
5.99	0.4
5.82	3
5.70	0.6
5.31	1.3



A radiográfia neutronok és fotonok sugárzását használja fel arra, hogy vizuális információt nyerjen egy tárgy szerkezetéről és/vagy a tárgy belsejében zajló dinamikus folyamatokról.

A berendezés alkalmas arra, hogy 2D és 3D képeket statikus és dinamikus felvételeket készítsen.

Detektorok:

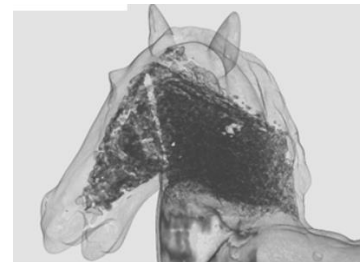
$\text{Li}^6\text{F}/\text{ZnS}:\text{Cu}$ (100, 200, 225, and 450 μm)

$^{10}\text{B}_2\text{O}_3/\text{ZnS}:\text{Cu}$ (50 μm)

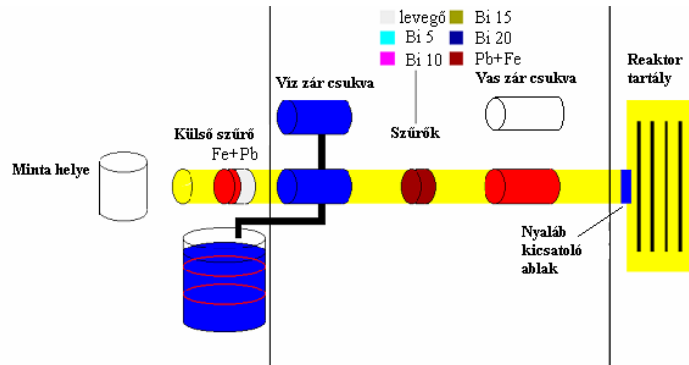
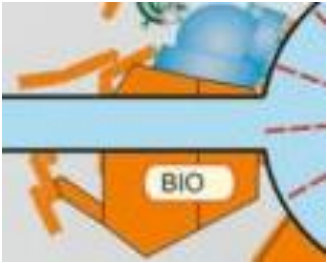
Gadox P43 (10 μm)

3-mm thick PP/ZnS(Ag) for fast neutrons

CAWO OG2 and OG8 intensifiers for X-rays



Leonardo da Vinci-nek tulajdonított „Ló és lovasa” című alkotás 3D-s képe. Az alkotás a Szépművészeti Múzeumban tekinthető meg.



A Biológia besugárzó berendezés sokoldalú lehetőséget biztosít a neutron- és gamma-sugárzás, továbbá a nagy dózisteljesítmény biológiai mintákra gyakorolt hatásának vizsgálatára.

A neutronok energia eloszlását különböző szűrők alkalmazásával (5, 10, 15 és 20 cm vastagságú Bi koronggal, 20 cm vastagságú Pb koronggal, 20 cm víz) tudjuk befolyásolni.

A teljesen nyitott nyaláb esetén a termikus neutronfluxus a teljes fluxus 10 %-t teszi ki. A 0,5 eV-nál nagyobb energiájú neutronoktól származó elnyeltdózis-teljesítmény ~ 50 Gy/h, γ elnyeltdózis-teljesítmény ebben az esetben ~ 9 Gy/h.

Milyen besugárzásokat végzünk?

Hosszabb ideje ismert, hogy vetőmagokban nagyenergiájú neutron besugárzás hatására létrejött génmutációk lehetőséget adnak a növénynemesítésre.

A Sugárvédelmi Labor és a BNC együttműködésében külföldi kutatóintézetek megbízásából végzünk ilyen besugárzásokat.

Mire van szükség? - Neutron dózisteljesítmények mérésére, illetve neutron személyi dozimetriára.

A Sugárvédelmi Laborral együttműködve ez elmúlt időszakban több kérdéssel is foglalkoztunk:

Neutron dozimetria szilárdtest nyomdetektorokkal (CR39)

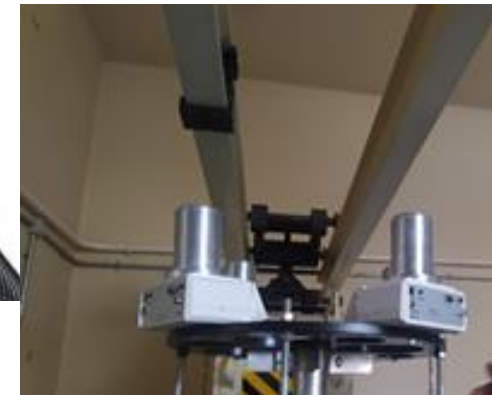
A CR-39 egy polikarbonát műanyag, pontosabban: poli-allil-diglikol-karbonát (PADC).

A mérés elve a besugárzás után a CR-39 detektor felületébe bevésődött pályák számának számlálásán alapul. A nyomokat vagy a neutronoknak a polietilén burkolatban lévő hidrogénatomokkal való kölcsönhatása során keletkező visszapattanó protonok, vagy pedig a bórral töltött tokban a $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ reakció során keletkező alfa-részecskék okozzák.



Neutron buborék-detektorok

A buborék detektor belsejében túlhevített folyadék apró cseppjei vannak elosztatva egy átlátszó polimerben. Amikor egy neutron becsapódik egy cseppbe, a csepp azonnal elpárolog, és látható gázbuborékot képez a gélben. A buborékok száma közvetlen mérést biztosít a szövet-egyenértékű neutront dózistról. A buborékdetektorok a rendelkezésre álló legérzékenyebb neutron-doziméterek.



HUN
REN



Energiatudományi
Kutatóközpont

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont



Köszönjük a figyelmet!