

Gamma-röntgen spektrométer és eljárás kifejlesztése anyagok elemi összetétele és izotóp- szelektív radioaktivitása egyidejű elemzésére

OAH-ABA-23/16-M

Dr. Szalóki Imre, fizikus, egyetemi docens

Radócz Gábor, fizikus, tudományos segédmunkatárs

Gerényi Anita, fizikus, tudományos segédmunkatárs

Nukleáris Technikai Intézet

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem



Az OAH-ABA-23/16-M projekt célkitűzése

Cél: Berendezés és eljárás kifejlesztése nukleáris anyagok és radioaktív hulladékok egyedi, gyors azonosítására és szelektálására.

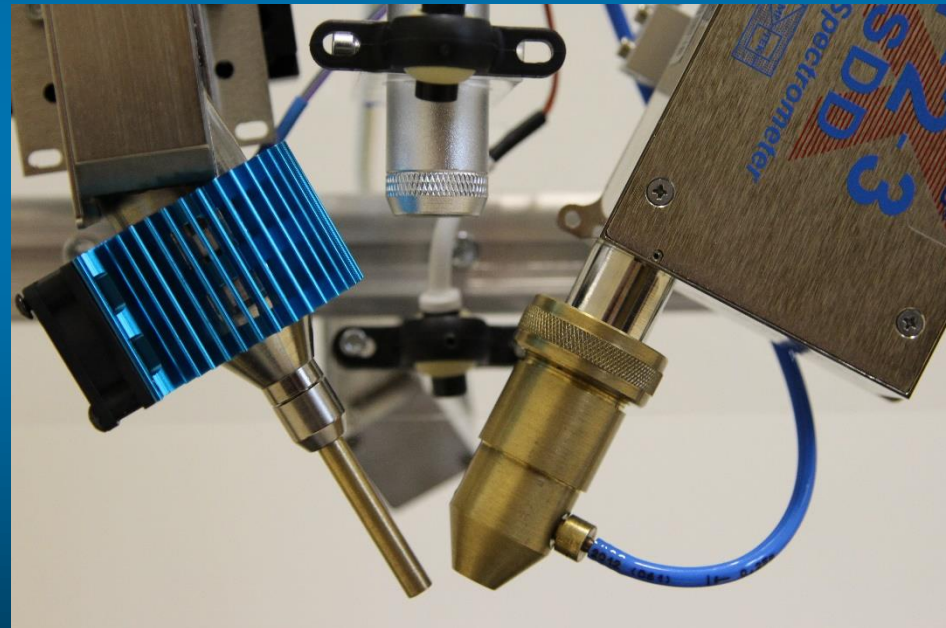
Feladatok:

1. Inaktív elemi összetétel kvantitatív, roncsolás-mentes meghatározása
2. Izotóp-szelektív radioaktivitás meghatározása

Módszer:

1. Röntgen-gamma kombinált spektrométer kifejlesztése
2. Kalibrációs eljárások kidolgozása

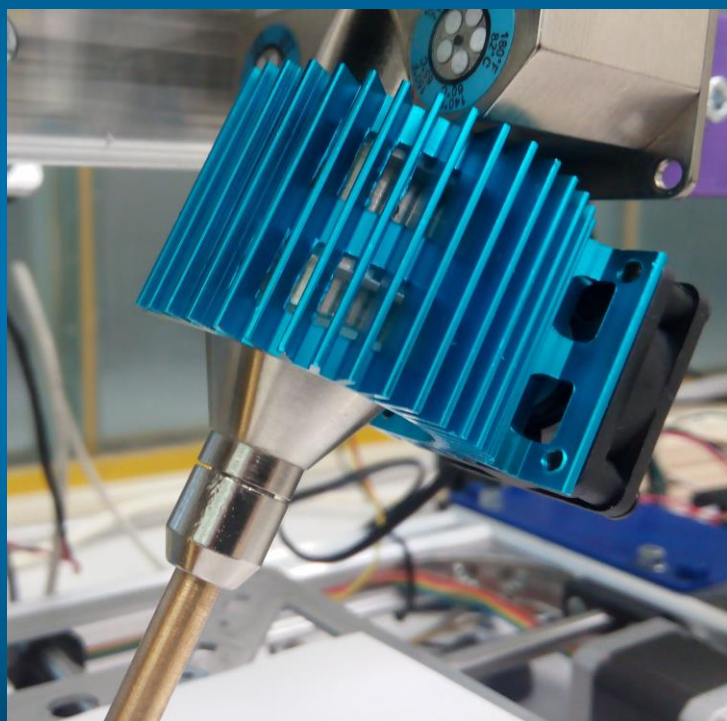
Röntgen XRF: inaktív elemek koncentrációjának meghatározása
⇒ elméleti FPM modell kifejlesztése



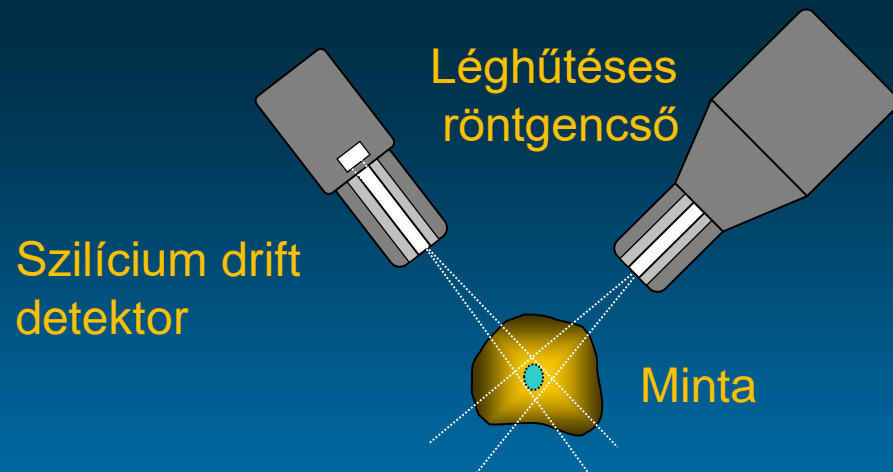
Gamma spektroszkópia: izotóp-szelektív radioaktivitás ⇒ reverse Monte Carlo szimuláció

A projekt 2016. évi célkitűzései

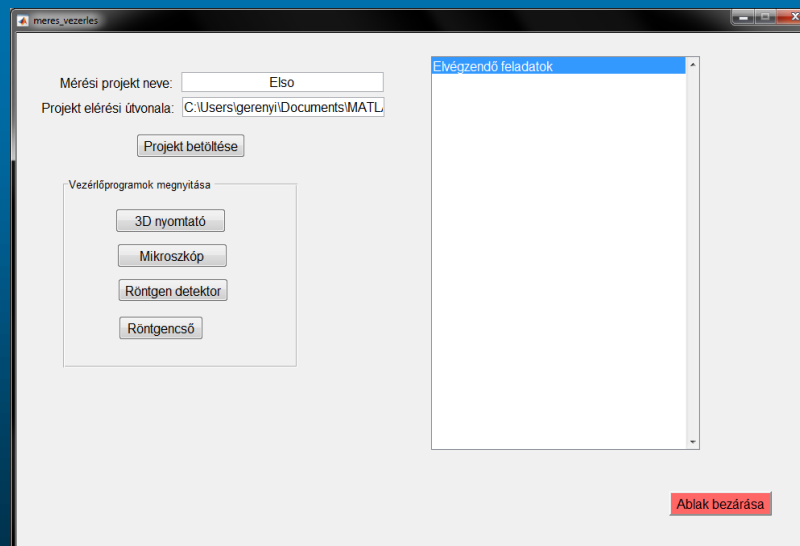
1. Röntgen-gamma kombinált spektrométer teljes mechanikai kiépítése és analitikai funkciók tesztelése.



3. Hatósági biztosítéki dörzsminták alfa-spektrometriai elemzése.

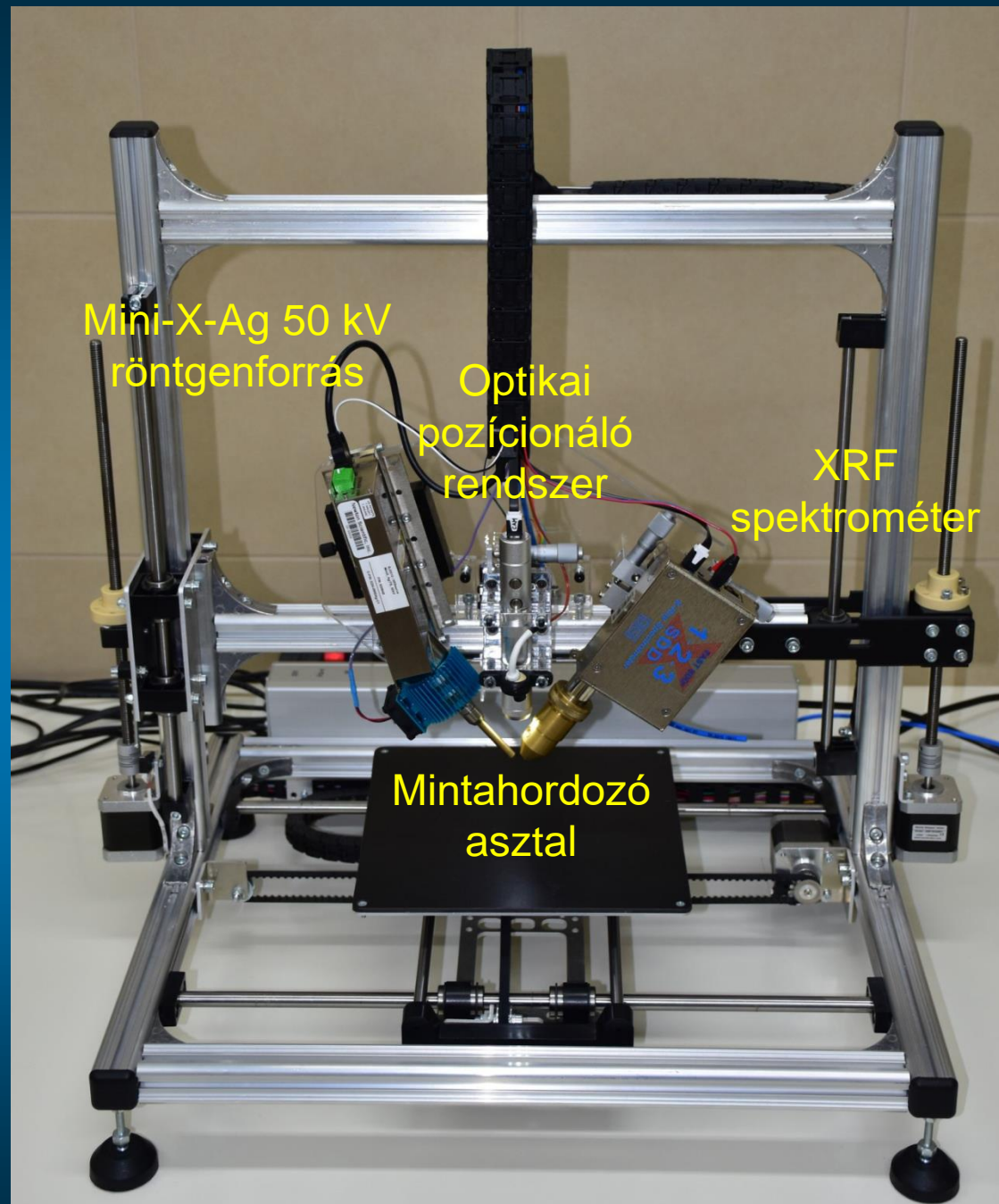


2. A CUBE527-1500 (CZT) gamma- és az XRF spektrométerek egyidejű alkalmazhatóságának vizsgálata. Vezérlő szoftver tervezése.

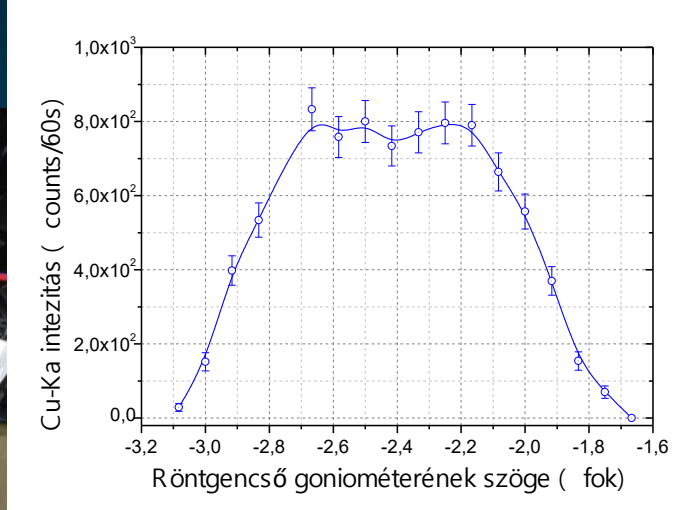
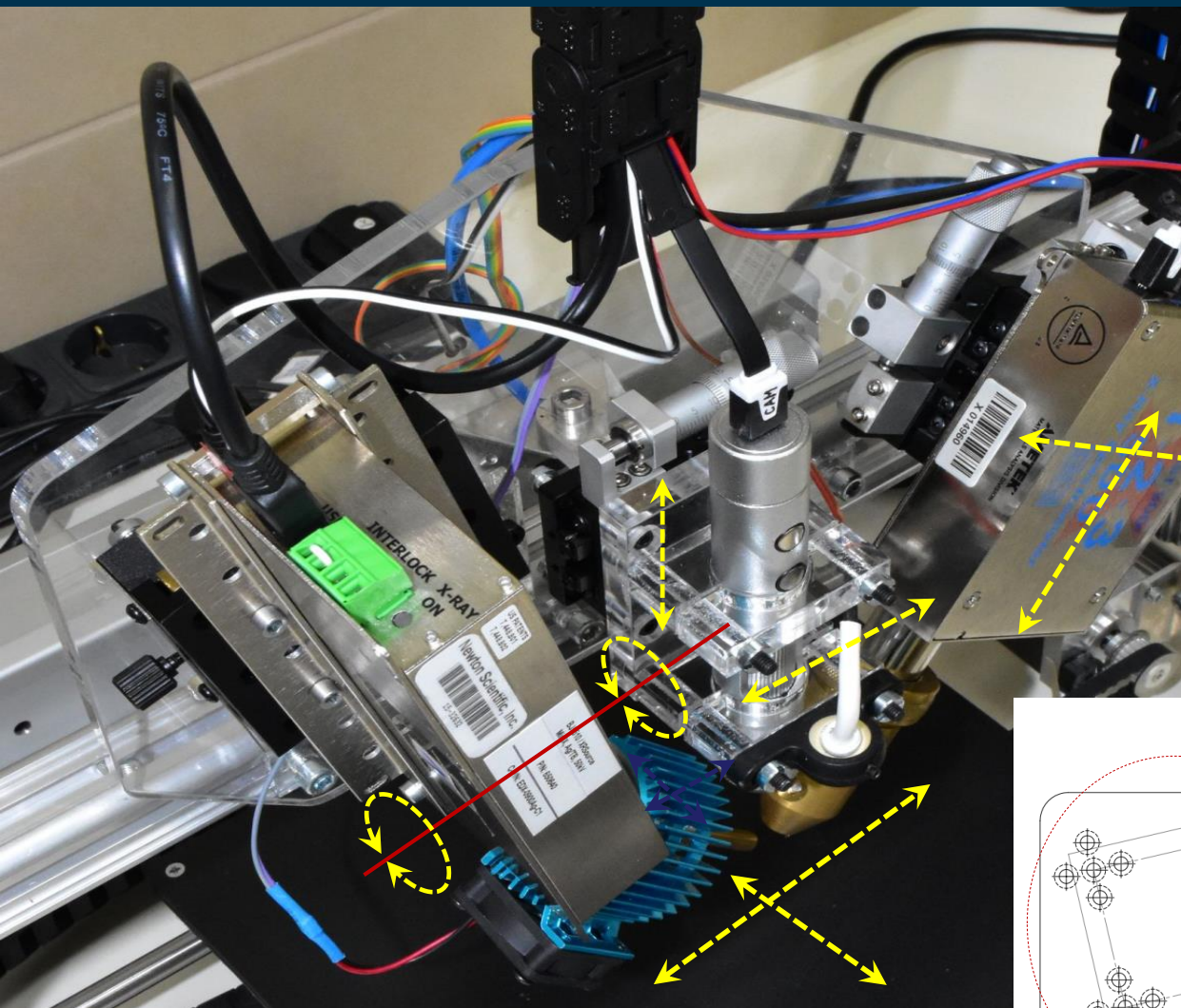


3DXRF fejlesztések 2016. évben

1. Precíz mechanikai mozgatók beépítése (5-8 μm)
2. Geometriai méretek meghatározására is alkalmas optikai rendszer kialakítása: **digitális mikroszkóp**
3. Hordozó lap egyedi tervezése és gyártása
4. XRF spektrumok kiértékelése **bAxil szoftverrel**.

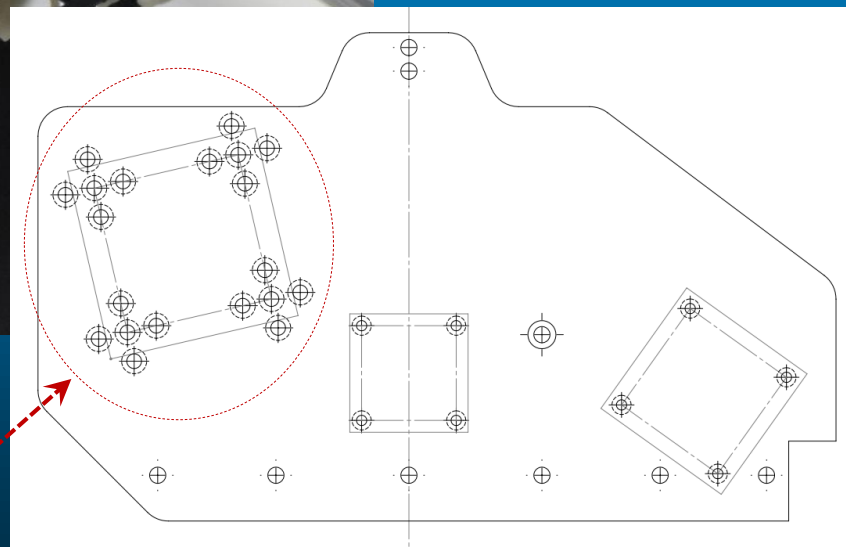


Transzlációs és rotációs mozgási lehetőségek



Cu-Kα intenzitás a rotációs szög függvényében

Nem folytonos állíthatóság: röntgenforrás mechanikai rögzítésének kialakítása

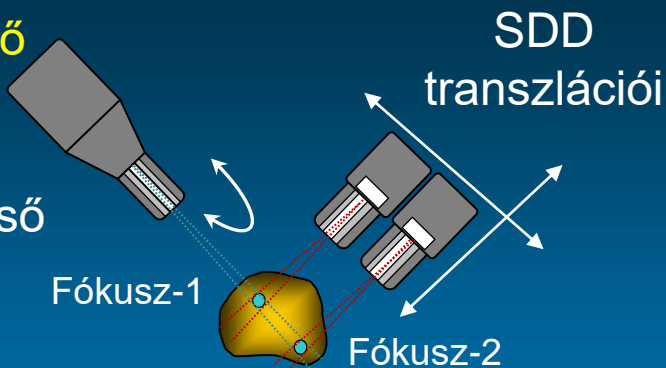


Új funkció: változtatható fókusztávolság

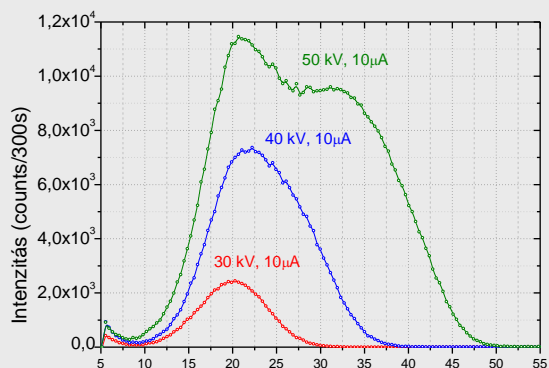
Digitális mikroszkóp

Röntgenső

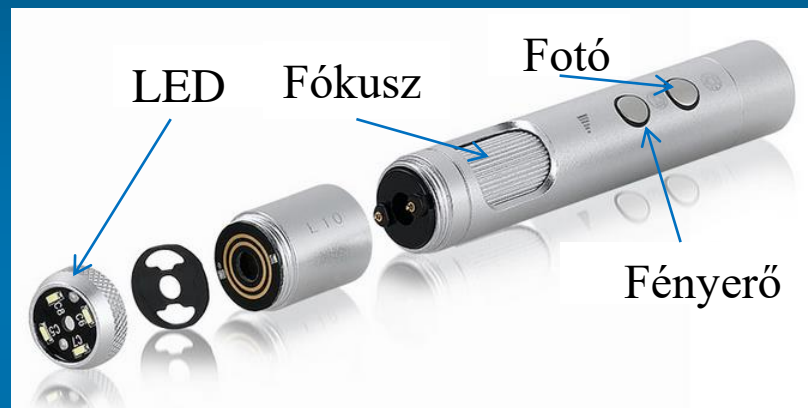
A röntgenső rotációja



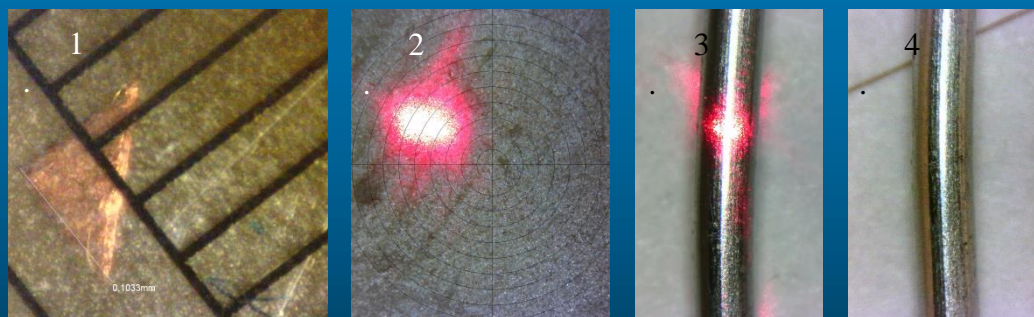
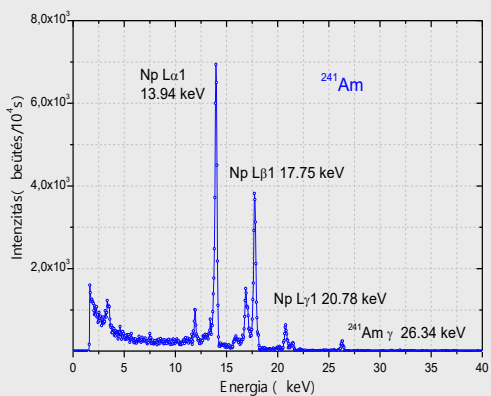
Cserélhető objektívek
N=10-100



CUBE527:
röntgenső szórt fehér spektruma



SDD:
 ^{241}Am



Távolságmérés funkció

Hajsza

Szoftveres vezérlés saját fejlesztésű MATLAB kóddal

- Projekt betöltése
- Mérés előkészítése
- Mérés vezérlése

meres_elokeszitesse

Mérési projekt neve:

Projekt elérési útvonala:

Vezérlőprogramok megnyitása

Z koordináta korlátai

Z értékek minimuma

Z értéke két mérési pont közötti mozgás során

Mérési pont sorszáma	X	Y	Z	Mozgás sebessége
1	0	4	1	1 lassú
2	1	4	1	4 lassú
3	2	4	1	3 lassú
4	3	4	2	3 gyors

Mérési pont hozzáadása

Koordináták:

X

Y

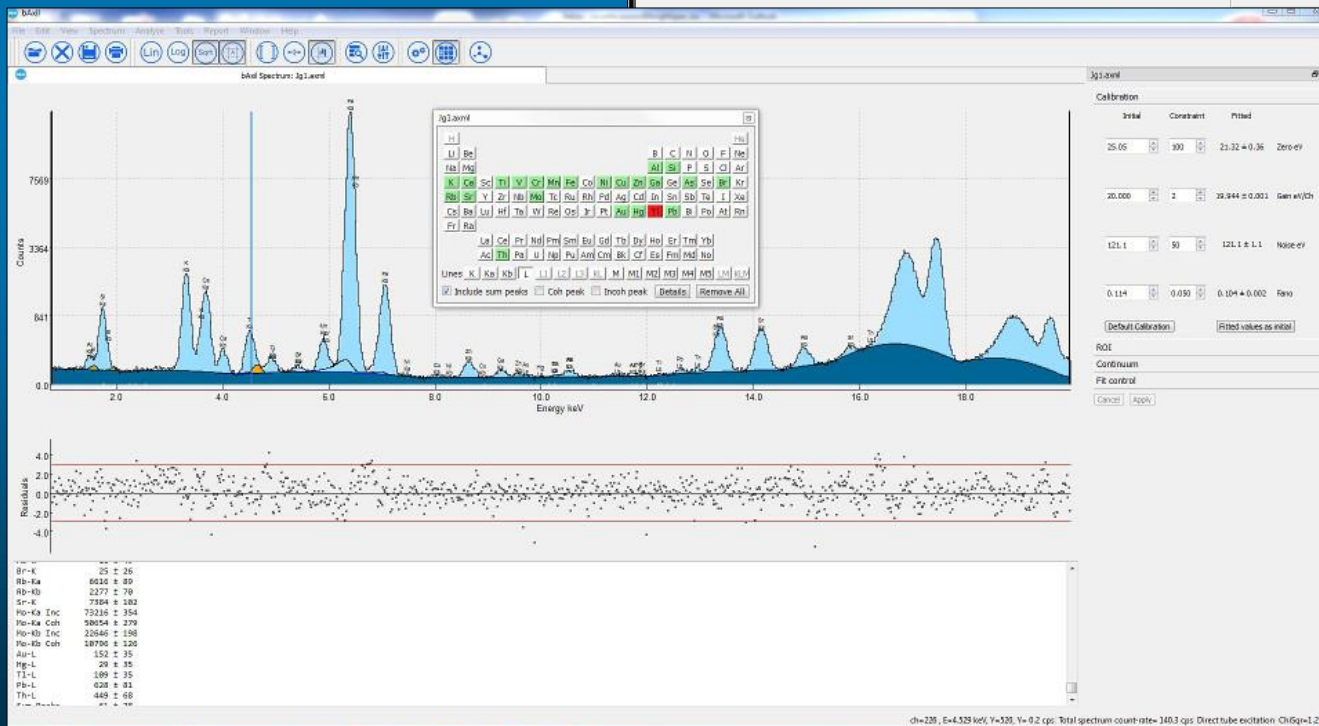
Z

Mozgás sebessége:

Gyorsabb Lassabb

bAXIL

- Szórt sugárzások matematikai leírása
- Teljes XRF könyvtár
- Gamma-vonalak
- Automata kiértékelés



A CUBE527 kimutatási határainak meghatározása

Cube527

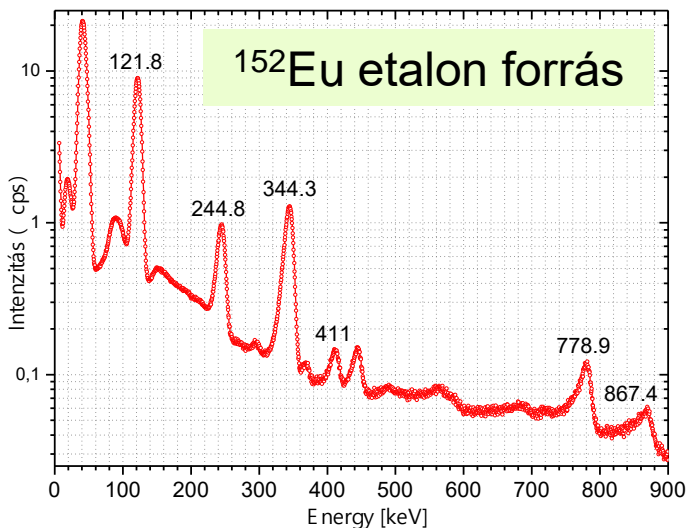
^{152}Eu forrás



Cube527 és SPD310/Z/20 detektálási határai

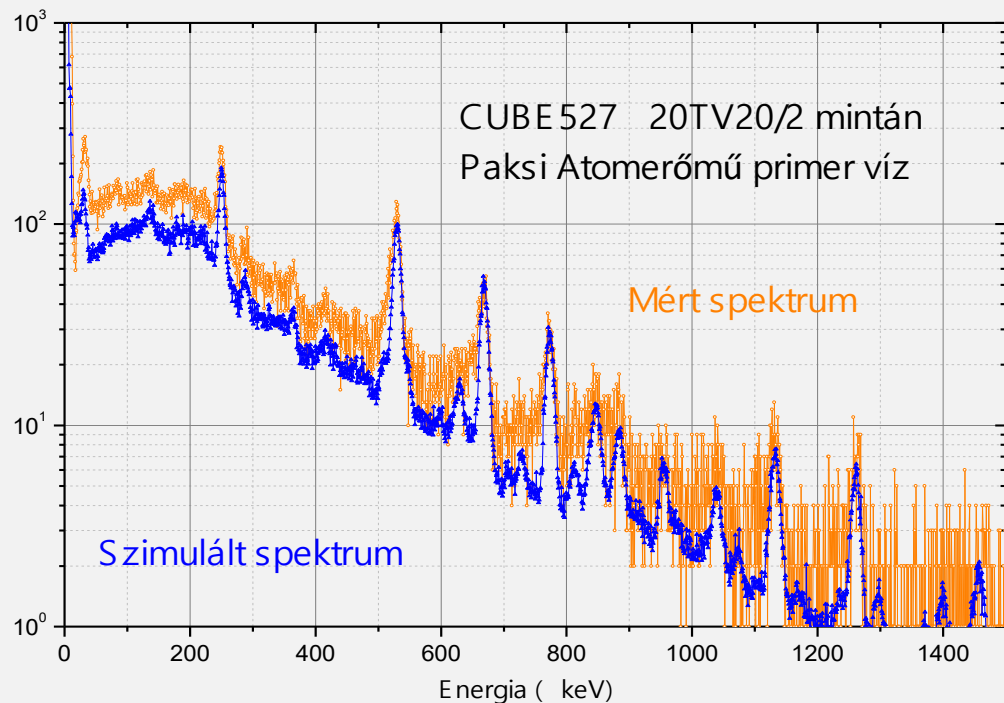
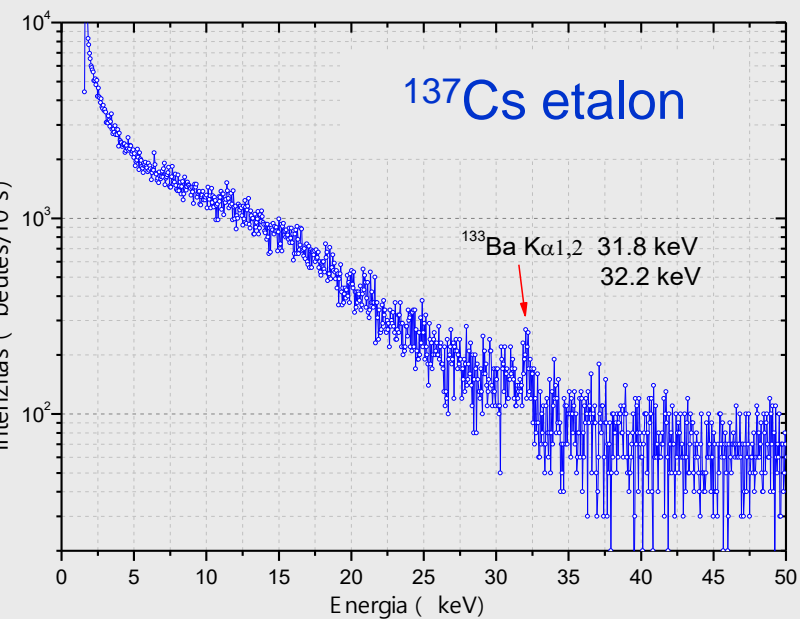
$t_m=1000s$	Izotóp	Csúcs (keV)	Gyakoriság (%)	Kimutatási határ (Bq)	
Cube527 (1500 mm ³)	^{152}Eu	121	28,6	30	
		244	7,6	160	
		344	26,5	80	
		411	2,3	1130	
		443	3,1	1070	
		778	12,9	680	
			867	4,2	2590
	^{241}Am	59	35,9	30	
		79	35,6	30	
	^{133}Ba	276	7,2	260	
302		18,3	110		
356		62,1	60		
383		8,9	420		
121		28,6	4120		
SDP310 (5mm ³)	^{152}Eu	244	7,6	9480	
		344	26,5	25180	

^{152}Eu etalon forrás





„A” jelű, szilárd radioaktív
minta XRF elemzése



CUBE527

hatásfokának
kalibrálása ⇒

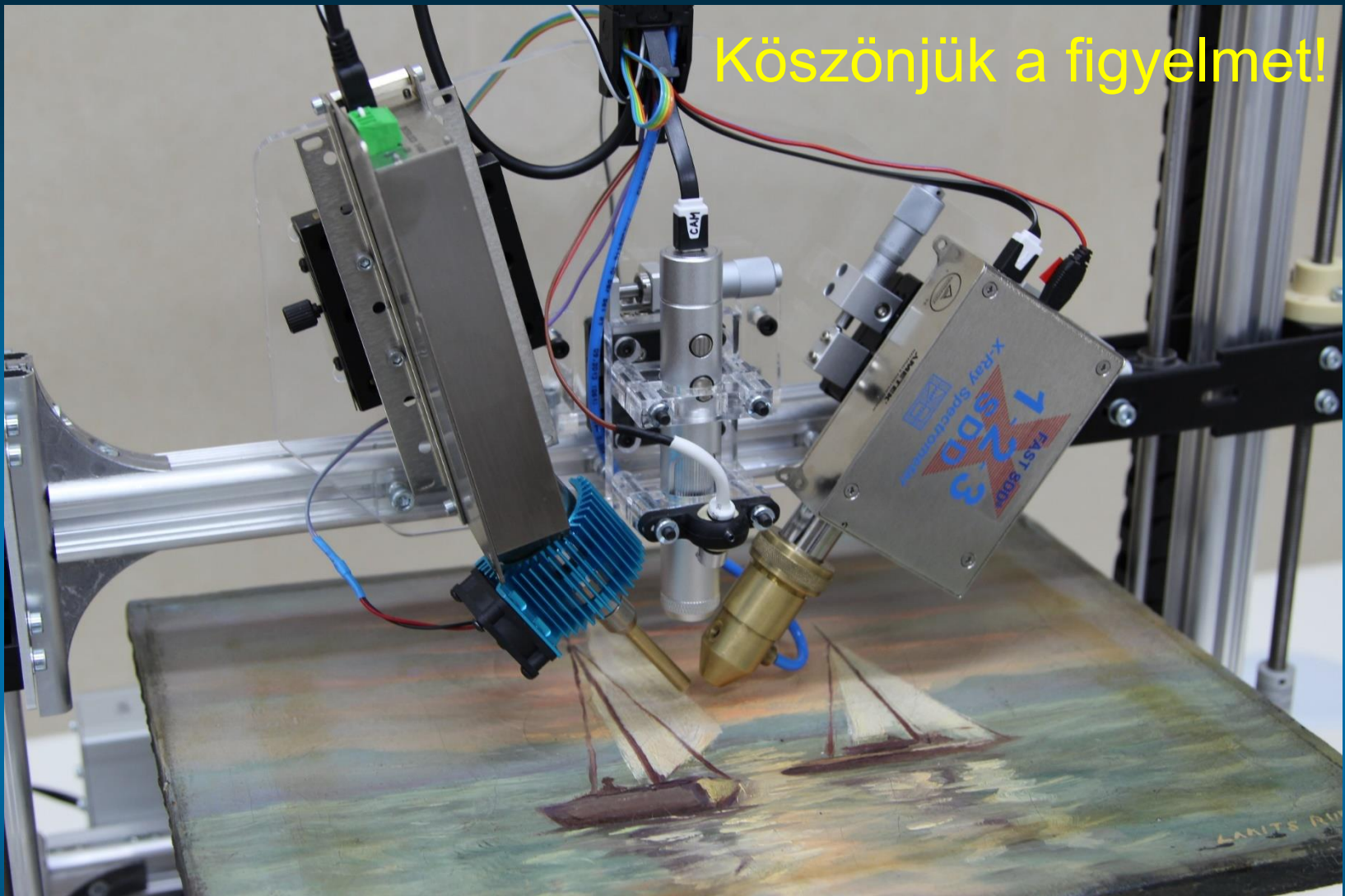
radioaktív hulladék
számított aktivitásai

Radioaktív minta radioizotópjainak számított aktivitása

„A” jelű radioaktív minta

Izotóp	Csúcs (keV)	Gamma gyak. (%)	Nettó csúcsterület	Aktivitás (Bq)	Aktivitás bizonytalansága (Bq)
^{152}Eu	40 - 43	54	89534	350	6
	121	28	45383	467	9
	244	7	4114	447	45
	344	26	6034	321	24
^{137}Cs	661	85	257	22	25

Köszönjük a figyelmet!



1. I. Szalóki, A. Gerényi, G. Radócz, Confocal macro X-ray fluorescence spectrometer on commercial 3D printer, *X-ray Spectrometry*, Doi: 10.1002/xrs.2781, 2017.
2. I. Szalóki, A. Gerényi, G. Radócz, A. Lovas, B. De Samber, L. Vincze, FPM model calculation for micro X-ray fluorescence confocal imaging using synchrotron radiation, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, Vol. 32, pp. 334-344, 2017.