

Magspektroszkópiai gyakorlatok

Tóth Bence

fizikus, 3. évfolyam

2006.03.16. csütörtök

beadva: 2005.03.30.

1 A mérés folyamán végig (az utolsó, ötödik feladat kivételével) 256 csatornát használtunk. Még az érdemi mérés előtt leellenőriztük, hogy a műszer megfelelően működik-e. Ennek érdekében hússzor tíz másodpercig kimértük a cézium spektrumát. A kiértékelőprogram kurzorait beállítottuk a fotocsúcs bal széléhez, valamint a közepén egy kicsit túl, mert így a csúcs „mászását” jobban észre lehet venni, mintha a két széléhez állítanánk. A mérési eredmények:

$n_i(\text{db})$	$n_i - \bar{n}(\text{db})$
6528	-108
6638	2
6829	193
6623	-13
6505	-131
6872	236
6631	-5
6676	40
6796	160
6574	-62
6693	57
6633	-3
6521	-115
6684	48
6581	-55
6638	2
6636	0
6566	-70
6597	-39
6499	-137

Ezekből a beütésszámok átlaga:

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{20} n_i}{20} = 6636$$

Szórásnégyzete:

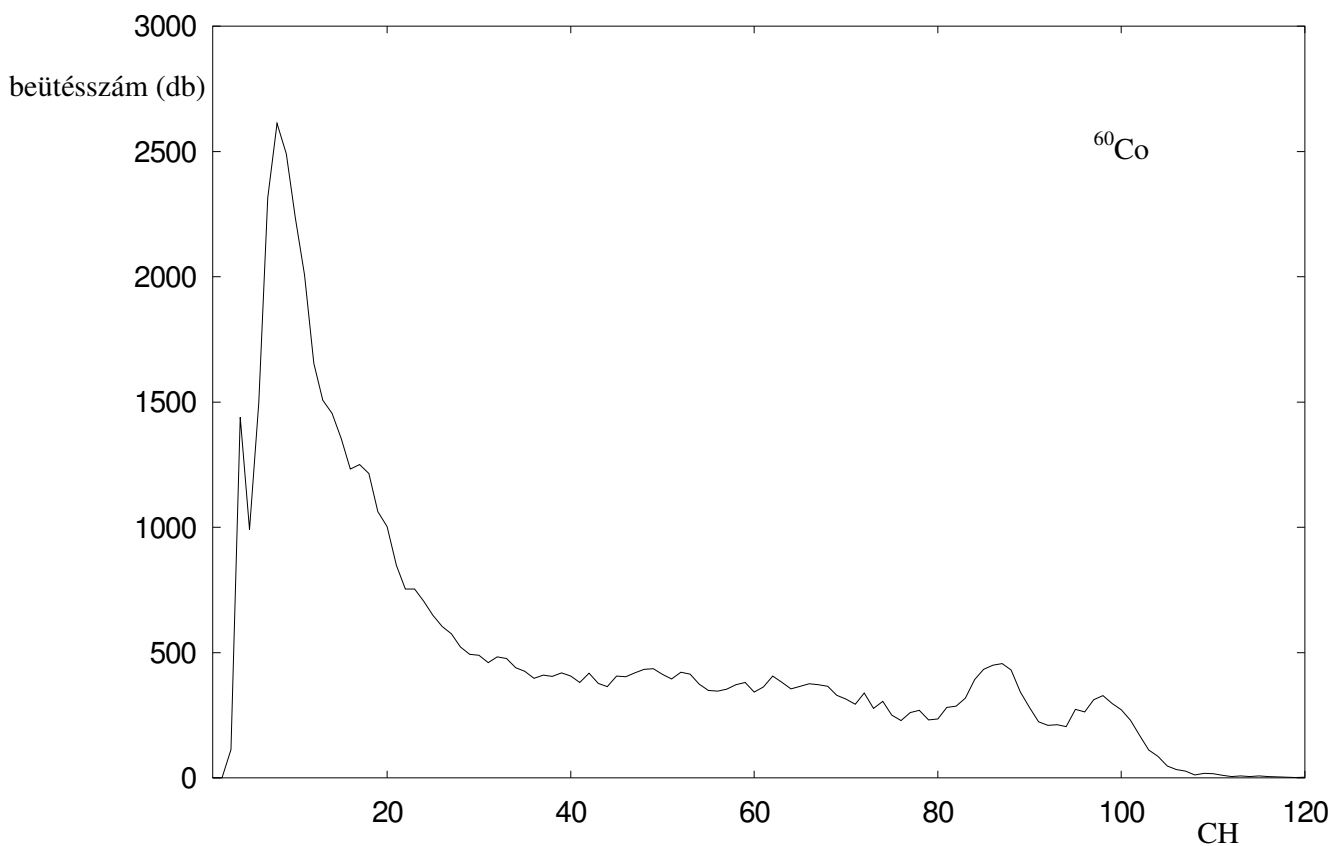
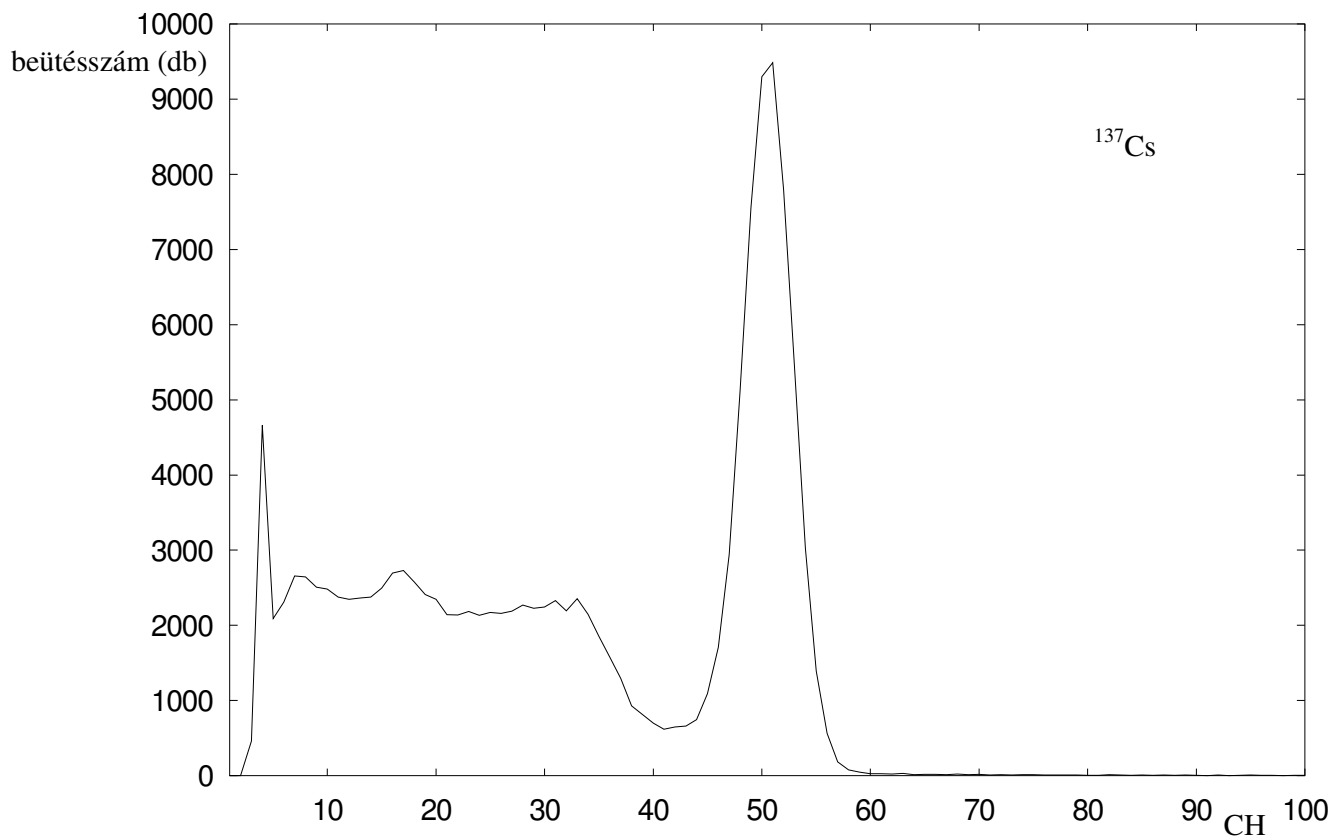
$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{20} (n_i - \bar{n})^2}{19} = 10527,26$$

Ebből a két adatból pedig meghatározható a műszer jósága, vagyis ha teljesül a

$$\frac{s^2 - \bar{n}}{\bar{n} \sqrt{19}} < 2$$

összefüggés, akkor lehet mérésre használni. Esetünkben ez az érték 1,8, ami kisebb, mint 2, vagyis utólag kiderült, hogy nem hiába mértünk.

2. Ezután következett a kalibráció. Itt nem állítottunk be időkorlátot, csak azt vártuk, hogy szépen kijöjjön a csúcs, meg tudjuk állapítani, hogy hol van a maximuma. Az egyik csatornán kimértük a cézium-137-et, a másikon a kobalt-60-at. A két spektrum:



A három fotocsúcs helye, a tört csatornaszám szemre megbecsülve, amit persze a kalibrációba a program miatt nem vehettünk bele:

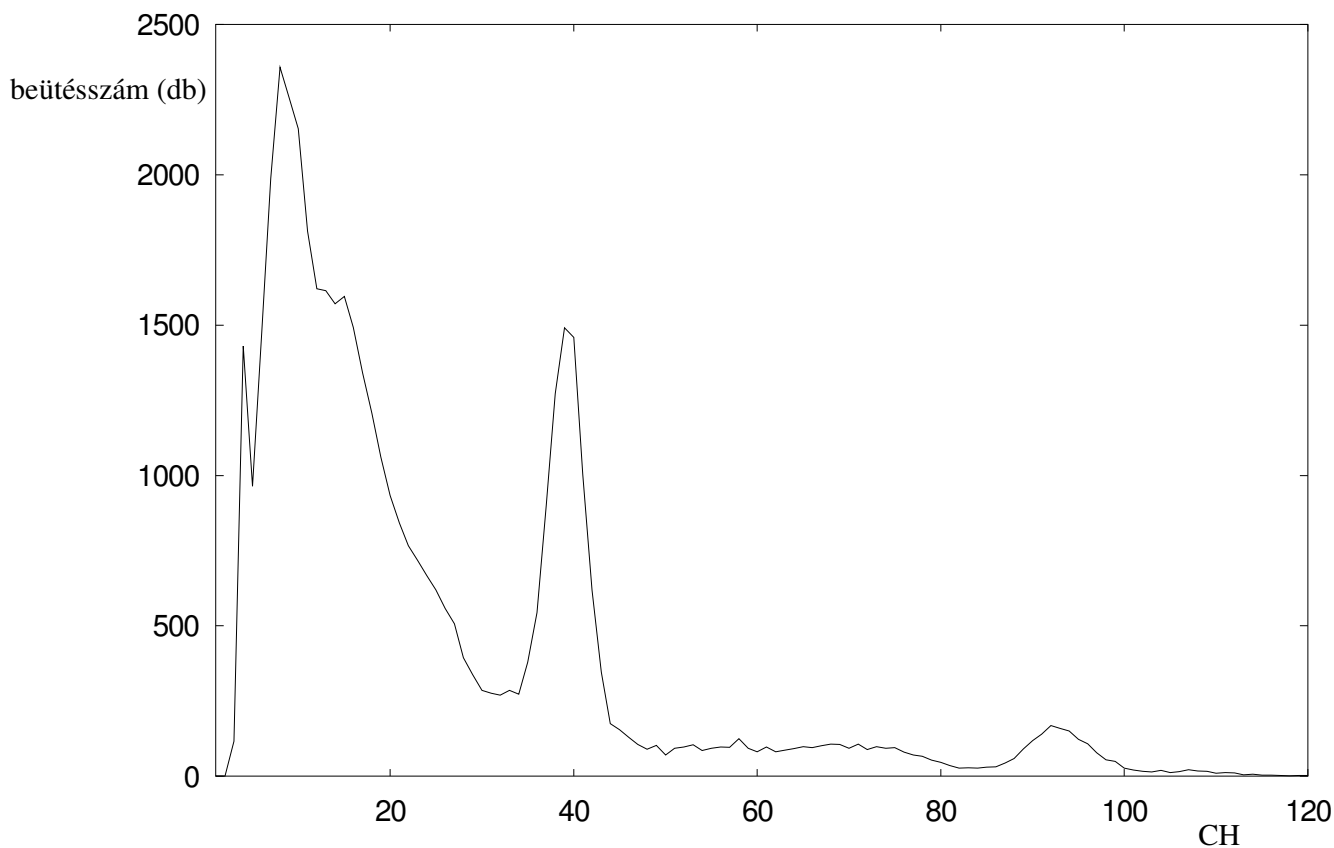
elem	fotoenergia	csúcs helye(csatorna)
Cs-137	662keV	50,8
Co-60	1,173MeV	86,7
Co-60	1,333MeV	98,0

Ezekből kiválasztottuk a két legtávolabbit, a 662keV-est és az 1,33MeV-est, és ezekre egyenest illesztettünk:

$$E = -65,07 + 14,25 \cdot CH$$

amiből az energiát keV-ben kapjuk meg.

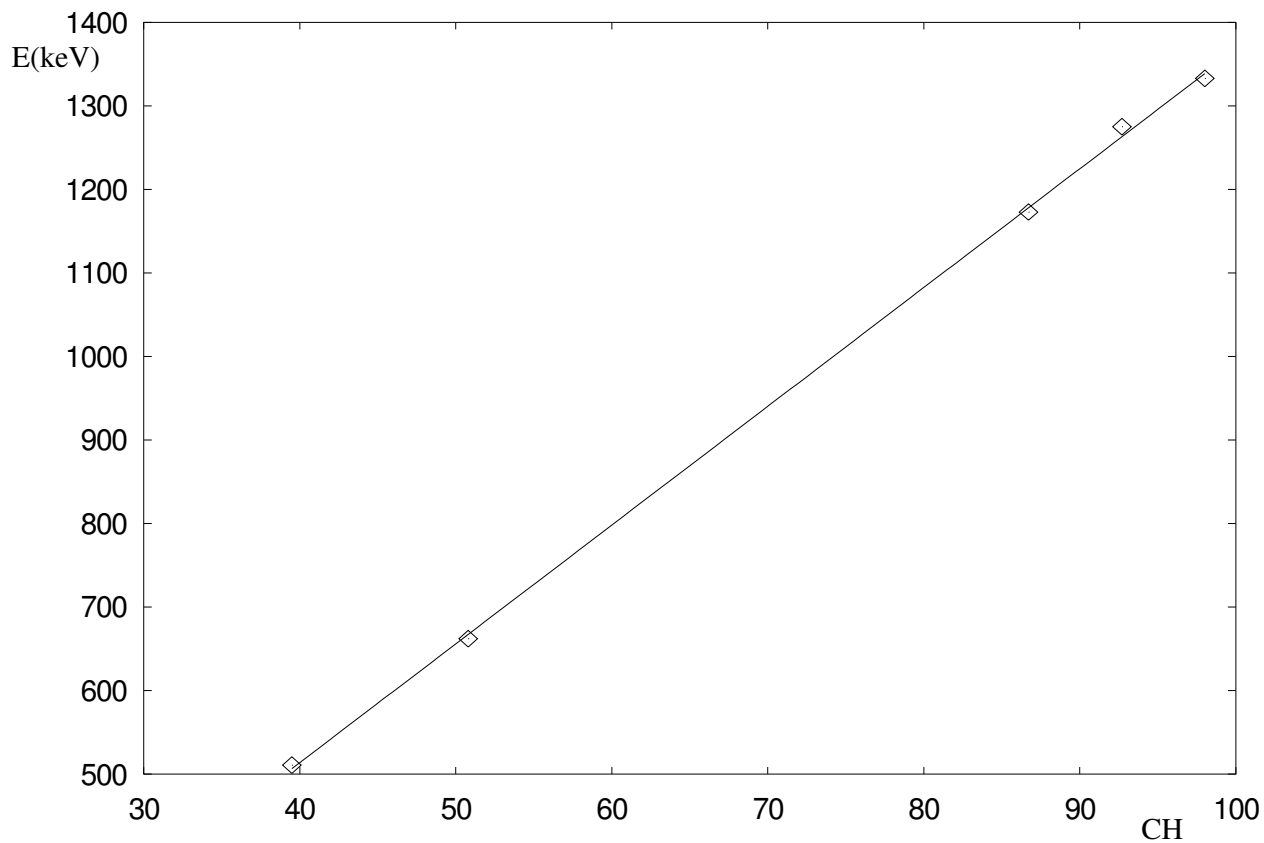
Később ezekhez hozzáértük a ^{22}Na spektrumát szintén 5perces mérési idővel:



Ebből két csúcsot kaptunk, amik közül az egyik a párkeltés 511keV-es csúcsa:

elem	fotoenergia	csúcs helye(csatorna)
Na-22	1275keV	92,7
Na-22	511keV	39,5

Ebből az öt csúcsadatból már egy pontosabb, ötpontos kalibrációt lehet készíteni. A pontok, valamint a rájuk illesztett $a \cdot CH + b$ egyenes:



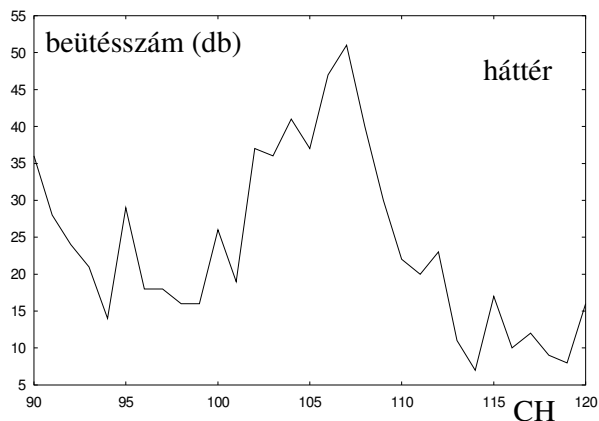
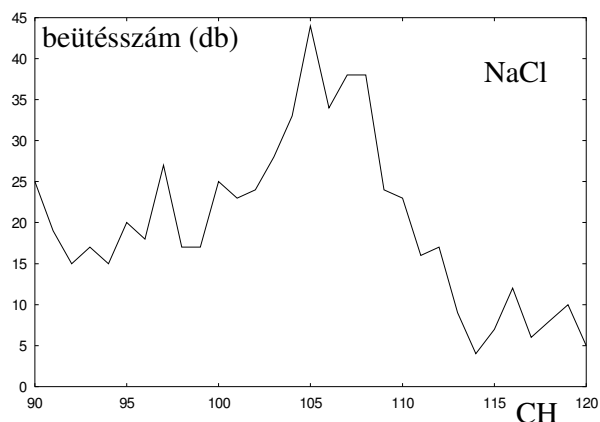
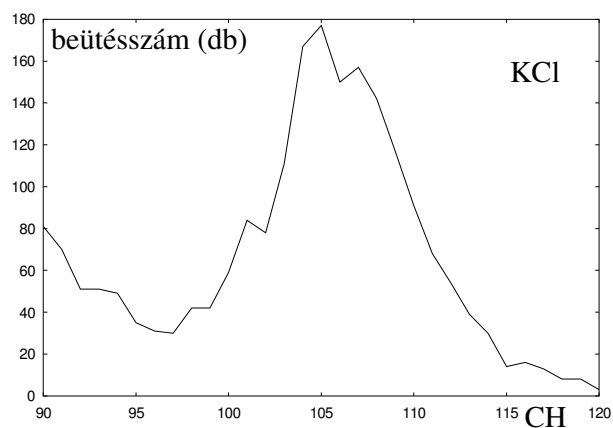
ahol
 $a = (14,2 \pm 0,1) \text{ keV/CH}$
 $b = (-50 \pm 10) \text{ keV}$

Azaz:

$$E = 14,2 \cdot CH - 50$$

Ahol az energiát keV-ben kapjuk meg.

3 A mérés következő részében három mintát mértünk ki tíz-tíz percig: KCl-el „dúsított” konyhasót, sima NaCl-ot, valamint a háttér, vagyis semmit sem tettünk a mérőfejhez. Ennek a három spektrumnak a fotocsőcs körül kinagyított részletét mutatja a következő három ábra:



Az első spektrumrészleten szépen kirajzolódik a ^{40}K fotocsőcsa. Viszont a másik kettőn is megjelenik, ahol pedig nem volt kálium, sőt amikor semmi sem volt ott, akkor még több beütést mérünk.

Számszerűsítve a csúcsok alatti területet a 98-114 csatornák között:

KCl 1570 ± 30

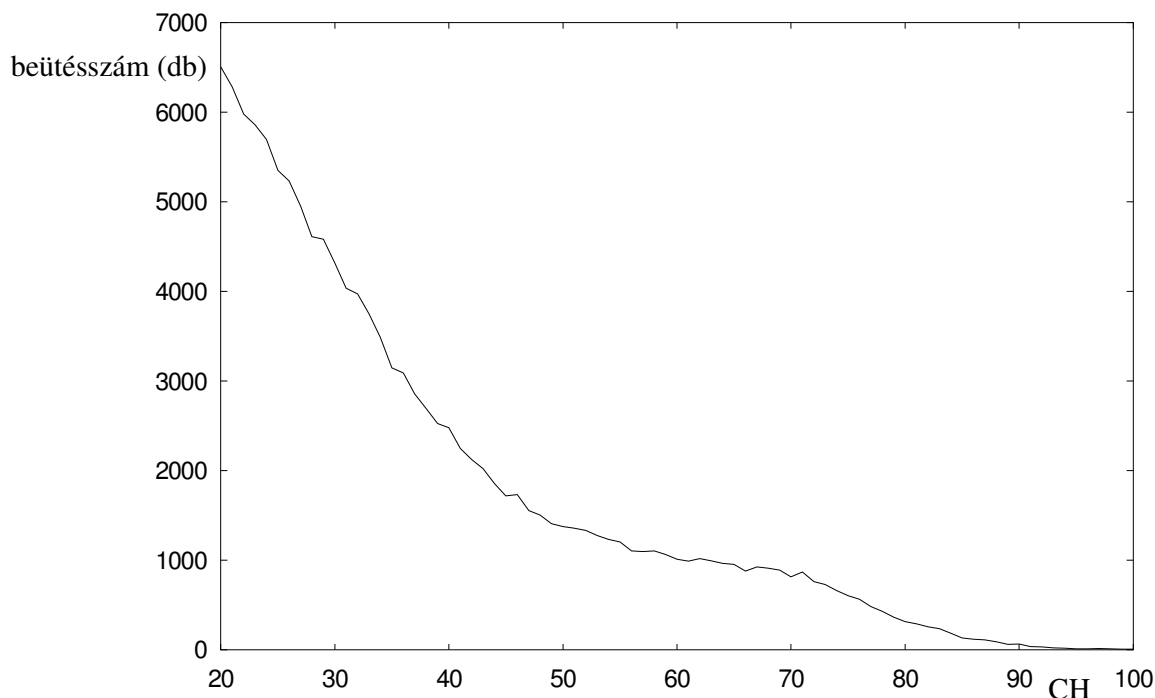
NaCl 420 ± 10

háttér 480 ± 10

Hogy lehet ez? Az oka ennek az, hogy a légkörben is van radioaktív kálium. Ezeket a bomló magokat látjuk, és ha odateszünk sima sót, az leárnyékolja a levegőt, ezért mértünk ebben az esetben kisebb aktivitást.

4.

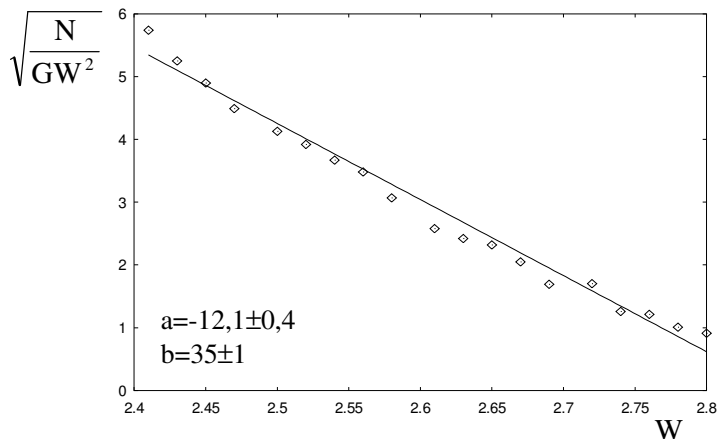
Ezután következett a β -spektrumok kimérése. A kalibrálást újra el kellett végezni, amihez a ^{137}Cs béta-spektrumát vettük fel:



Itt egy eléggé folytonos vonalat kaptunk, amin viszont van egy lapos szakasz. Ezen a részen ül rá a vonalra a ^{137}Ba 662keV-es, gerjesztett állapotból kibocsátott konverziós elektronok jele. Ennek a kicsi csúcsnak kellett a maximumát meghatározni, ami a 69. csatornánál volt. Ehhez a csatornához tehát a $E_{\text{gerjesztett állapot}} - E_{\text{kötési}} = 662 - 30 = 632\text{keV}$ tartozik. A másik pontnak a 13. csatornát vettük kb. 0,1keV energiával. A két pontra „illesztett” egyenes (az energia keV-ben):

$$E = -146,17 + 11,24 \cdot \text{CH}$$

A cézium belső konverzióból adódó spektrumrészét átranzformálok, az $a \cdot W + b$ egyenest illesztem rá, majd levonom a spektrumból:

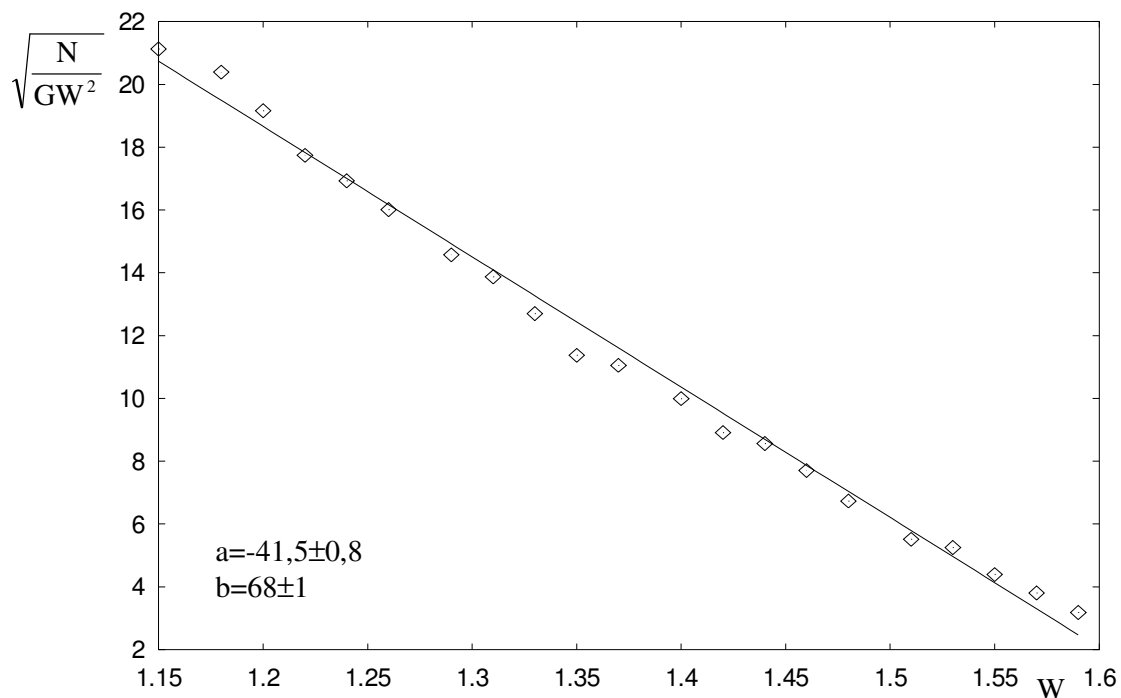


A $-12,1 \cdot W + 35 = 0$ egyenletet megoldva:

$$W = 2,9 \pm 0,2$$

$$E = (970 \pm 60)\text{keV}$$

A ^{137}Cs maradék spektrumára is illeszttem az $a*W+b$ egyenest:

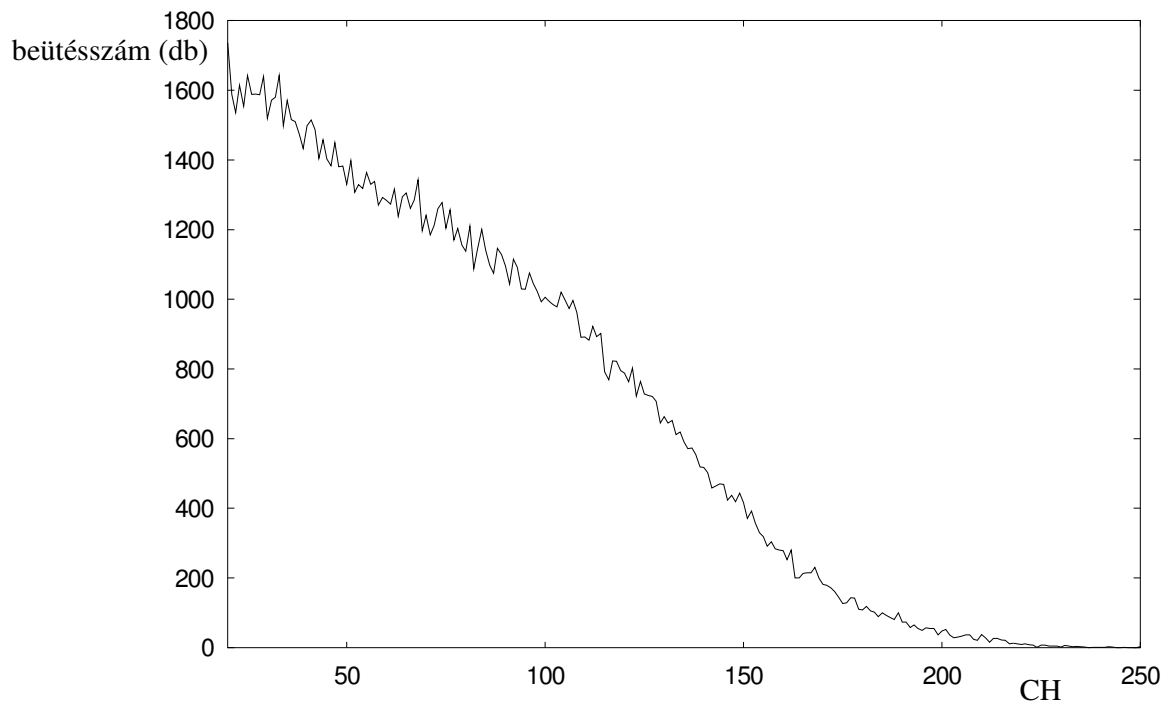


A $-41,5*W+68=0$ egyenletet megoldva:

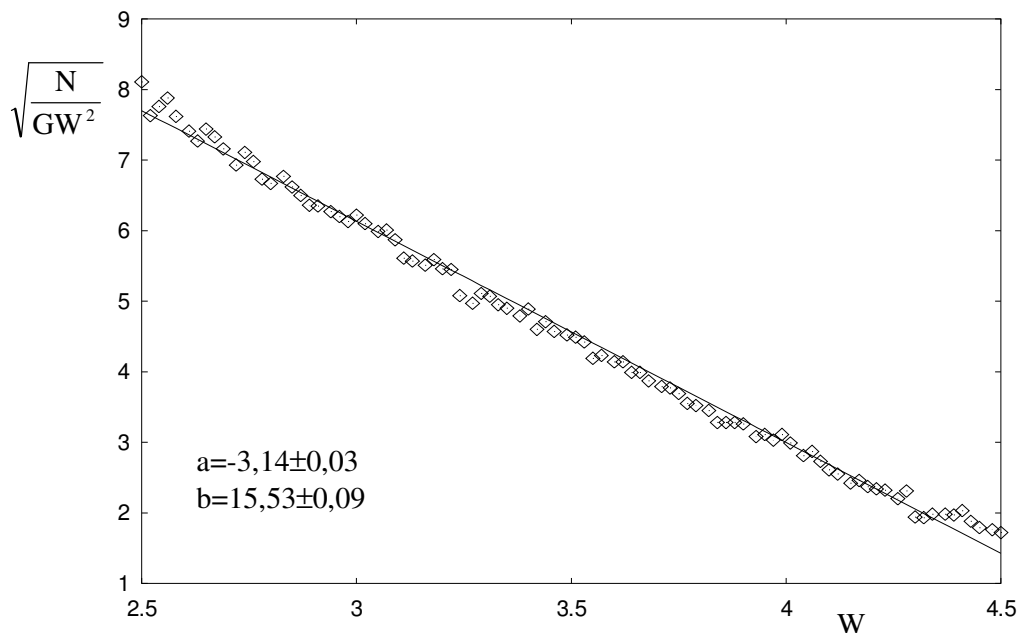
$$W_m = 1,64 \pm 0,06$$

$E_m = (330 \pm 10) \text{keV}$ a maximális kinetikus energiájú részecske energiája.

Ezután felvettük a Sr-90 β -spektrumát:



Ezt átranzformáltam, és a 81-172 csatornákra az $a*W+b$ egyenest illeszttem:

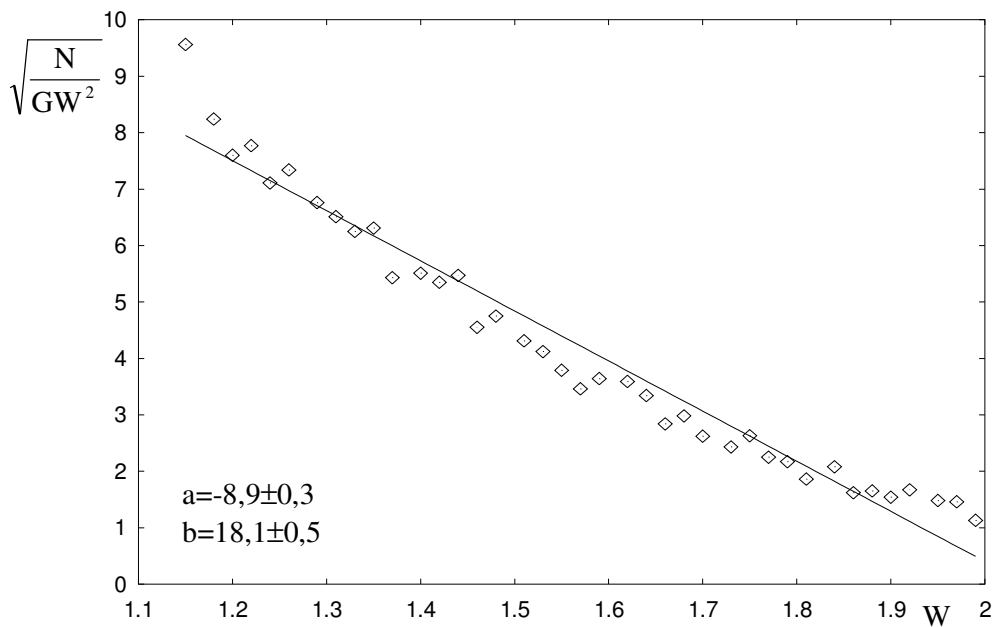


A $-3,14*W+15,53=0$ egyenletet megoldva:

$$W_m = 4,95 \pm 0,08$$

$E_m = (2010 \pm 30) \text{keV}$ a maximális kinetikus energiájú részecske energiája az egyik reakcióban.

Az egyenest visszatranzformálva beütésszámokká, ezeket levontam a spektrumból, majd a 20-58 csatornákra átranzformáltam, ábrázoltam és megint az $a*W+b$ egyenest illeszttem rá:



A $-8,9*W+18,1=0$ egyenletet megoldva:

$$W_m = 2,0 \pm 0,1$$

$E_m = (530 \pm 30) \text{keV}$ a maximális kinetikus energiájú részecske energiája a másik reakcióban.

5. A mérés végén a pécsi kőzetminta urántartalmát vizsgáltuk 4096 csatornára beállított analizátorral. Először kalibráltuk a műszert tóriummintával. A 238,6keV-es fotocúcsához 334,9-es csatorna, a 2614,5-es csúcshoz pedig a 3702-es csatorna tartozott. Ezekből az adatokból a kalibrációs egyenes:

$$E=1,6+0,7*CH$$

Ezután kimértük a gránitmintát. A „kő” henger alakúra volt alakítva, aminek az magassága 50mm volt, alapjának átmérője pedig szintén 50mm.

A kimért adatok (az energiát egyből a kalibrációs egyenessel a csatornaszámból számoltuk):

E(keV)	T	±T	I	η	A
295	12940	192	0,192	0,0216	5073
352	21537	227	0,372	0,0181	5331
609	15471	186	0,463	0,0112	4972

Ahol T a csúcsterület, ±T a terület hibája, I az intenzitásfaktor, η a detektor illetve a detektálás hatásfoka, A pedig az aktivitás.

Az aktivitást a többi adatból az

$$A = \frac{T}{\eta * t * I}$$

képletből lehetett számolni.

Az egyes aktivitások átlaga **(5125±185)Bq** lett – ennyi a kőzetben levő urán aktivitása.