

Modern Fizika Labor

Fizika BSc

A mérés dátuma: 2011. nov. 15.	A mérés száma és címe: 21. PET (Pozitron Annihiláció vizsgálata)	Értékelés:
A beadás dátuma: 2011. nov. 30.	A mérést végezte: Németh Gergely Szőke Kálmán Benjamin Domokos Zoltán	

1. Bevezetés

1.1. A mérés célja

A mérés célja a pozitron annihiláció megismerése volt egy orvosi diagnosztikai módszer (PET - pozitronemissziós tomográfia) segítségével. A feladat abból állt, hogy a béta-bomló izotópokat kellett feltérképeznünk egy próbatest belsejében.

1.2. A mérési leírás

1.2.1. Mérőeszközök

- Pozitív béta-bomló ^{22}Na -izotóp
- Próbatest
- Detektoregységek
 - Szcintillátor
 - Fotonelektron-sokszorozó
 - Erősítő
 - Differenciál diszkriminátor
 - Koincidencia-egység
 - Számláló
- Számítógép

1.2.2. Beállítások

Mérőlánc

Kötések

HV hátlapról a két detektorba (1 p.); detektortáp hátlapról (1 p.)
bal detektor: bal TC246 inp.(1 p.); bal TC246 SCA: TC404-A, és bal TC512 CH1(1 p.)
jobb detektor: jobb TC246 inp.(1 p.); jobbTC246 SCA: bal TC512 CH2 és LC222 főlső START (1 p.)
LC222: főlső START: OUT/DEL -> alsó START(1 p.): OUT/TTL: TC404 B inp.(1 p.);
TC404: F out: jobb TC512 CH2(1 p.);

Fix beállítások

HV
31020 model, 0,82 kV (helip:4,05) positive(1 p.)
Amp:

bal TC246: Au=20*5,9; jobb TC246: Au=20*6,1
Koincidencia:
LC222: 1,0 us mind a kettőben; TC404: 250*2, COINC: *5

Mérésfüggő beállítások

Mérőlánc

Spektrum-felvétel: DD: dV=0,1; V=0,4-3,0; ASYM WINDOW; mérési idő 12s

Szögfüggés:

dV=0,4; V=0,8; ASYM WINDOW/INTGR; mérési idő 1 min

Maci:

140-220 öt fokonként, 3 különböző állásban

Scaler

Jobb oldali TENNELEC 512

- MODE
- PROG PRESET, megjelenik az "Std Tmr A" felirat
- ENTER, idő beállítható a nyilas gombokkal (12 s, 1 min)
- ENTER
- SCROLL
- SCROLL
- SCROLL, megjelenik az "EXIT"
- ENTER

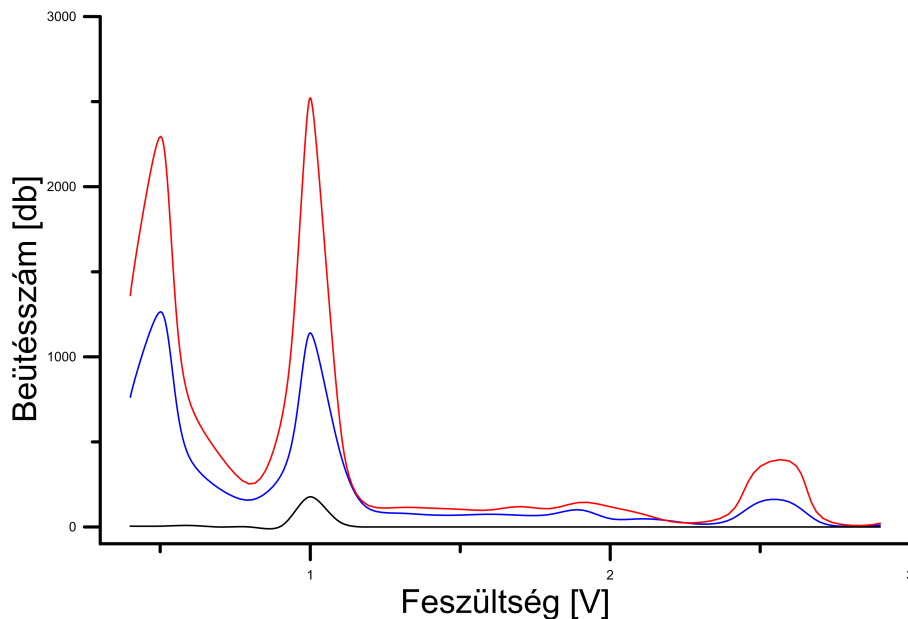
2. Kiértékelés

2.1. A fotonenergia-spektrum felvétele

Első lépésként a ^{22}Na fotonenergia-spektrumát kellett megmérnünk a későbbi mérési beállítások meghatározásához. Itt a differenciál diszkriminátor alapszintjét változtattuk 0.1 V-os lépéssel a $[0.4\text{ V}; 3\text{ V}]$ feszültségtartományon belül. Az ábrán látható a mért két csúcs. A második, a 511 keV energiájú annihilációs csúcs, a harmadik a kevesebb beütésszámú 1280 keV energiájú fotonokhoz tartozó csúcs. A ^{22}Na bomlása során három foton keletkezik. Két 511 keV-os a mérés során vizsgált annihilációból, a harmadik 1280 keV-os pedig a gerjesztett mag által kibocsátott foton, mert a mag alapállapotba kerül a foton kibocsátás során. A mérésünk során a két detektor alapszintjének energia-tartományát az 511 keV-os energiájú fotonokra állítottuk be.

Alapvonal [V]	Detektor 1. [db]	Detektor 2. [db]	Koincidencia [db]
0.4	763	1361	5
0.5	1265	2295	5
0.6	399	726	9
0.7	222	419	0
0.8	158	252	0
0.9	296	598	2
1	1141	2523	178
1.1	435	1131	28
1.2	103	122	0
1.3	81	115	0
1.4	71	111	0
1.5	70	104	0
1.6	75	100	0
1.7	69	120	0
1.8	74	108	0
1.9	101	145	0
2	49	119	0
2.1	48	80	0
2.2	36	33	0
2.3	17	27	0
2.4	43	83	0
2.5	149	356	0
2.6	145	386	0
2.7	28	64	0
2.8	3	10	0
2.9	11	22	0

1. táblázat. A fotonenergia-spektrum



1. ábra. A fotonenergia-spektrum

2.2. A sugárforrás helyének meghatározása

A mérésnek ezen részén a próbatestbe helyezett radioaktív forrás válaszegyeneseit határozzuk meg, majd ebből a sugárforrás helyét. Ehhez a detektor szögének függvényében mértük a koincidenziák számát. A mért értékekre $g(x)$ Gauss görbékét illesztettünk, amivel már pontosabban megállapíthatóak voltak az annihilációs csúcsok. A maximumoknál mért szögeknél húztuk meg a válaszegyeneseket, majd újjabbakat mértünk. Az így kapott válaszegyenések metszéspontja pedig meghatározta a sugárforrás elhelyezkedését.

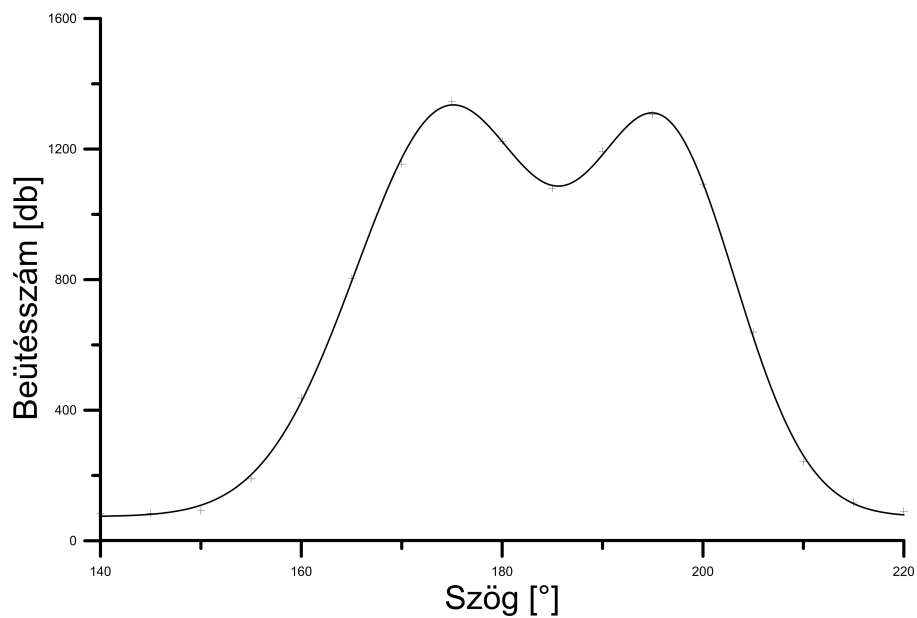
A mérések során két egybeolvadt Gauss görbét mértünk, tehát ebből egyből arra is következtettünk, hogy két sugárforrást kell találnunk.

$$g(x) = A \exp\left(-\frac{(x - m_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) + B \exp\left(-\frac{(x - m_2)^2}{2\sigma_2^2}\right) + y_0$$

A válaszegyenések metszéspontja a képről leolvasható. Az első a próbatest fejében volt található, a második pedig a próbatest mellkasán. A mérési hiba itt a detektor szögbeállításának pontatlanságából volt megadható, ami $\pm 0.5^\circ$ volt. De észrevehető, hogy a válaszegyenések metszeteivel kijelölt háromszögek területe jóval kisebb, mint a sugárforrások kiterjedése. Ebből állíthatjuk azt, hogy a mérésünk elég pontos lett.

Szög [°]	Detektor 1. [db]	Detektor 2. [db]	Koincidencia [db]
140	12552	22821	85
145	12390	22754	84
150	12401	22777	92
155	12010	22727	189
160	12062	22980	437
165	12306	22792	804
170	12395	22702	1154
175	12210	22605	1346
180	12308	22913	1224
185	12286	22594	1080
190	12397	22700	1193
195	12468	24759	1305
200	12539	23036	1093
205	12647	22785	639
210	13034	22947	242
215	13195	23222	118
220	13561	22862	90

2. táblázat. Az első mérés



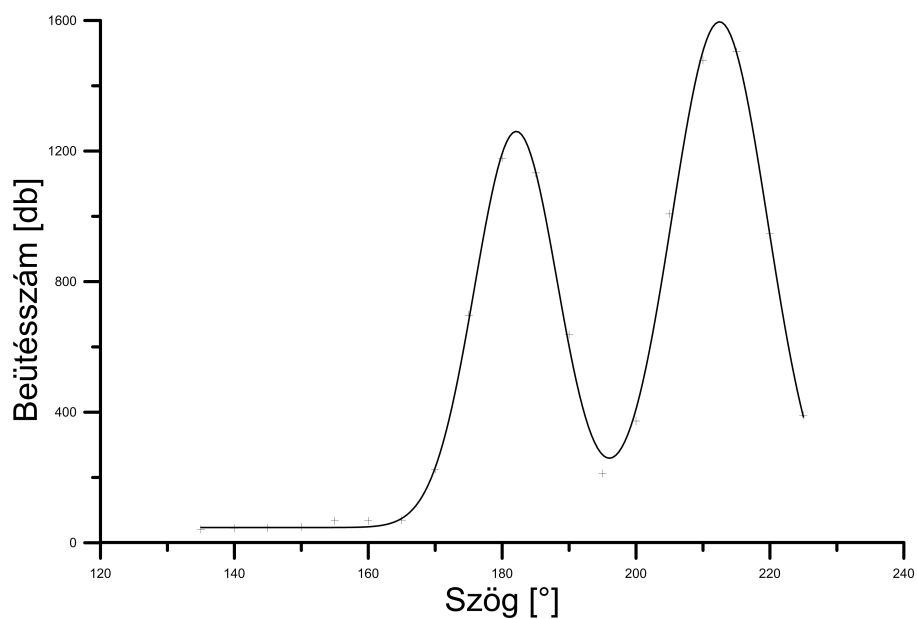
2. ábra. Az első mérés

$$\begin{aligned}
A &= (1245 \pm 27) [db] & C &= (1142 \pm 27) [db] \\
m_1 &= (174.6 \pm 0.23) [^\circ] & m_2 &= (196.1 \pm 0.24) [^\circ] \\
\sigma_1^2 &= 9.2 \pm 0.17 & \sigma_2^2 &= 7.2 \pm 0.17 \\
y_0 &= (74 \pm 15) [db]
\end{aligned}$$

Szög [°]	Detektor 1. [db]	Detektor 2. [db]	Koincidencia [db]
135	13106	15432	41
140	13571	15464	44
145	13953	15686	45
150	14449	15365	48
155	14463	15448	67
160	14940	15530	67
165	15308	15628	69
170	15202	15478	225
175	15480	15220	697
180	15850	15548	1178
185	15982	15576	1133
190	16463	15092	638
195	16747	15309	213
200	17038	15366	373
205	17263	15534	1007
210	17561	15407	1478
215	17999	15456	1504
220	18236	15503	946
225	18690	15338	390

3. táblázat. A második mérés

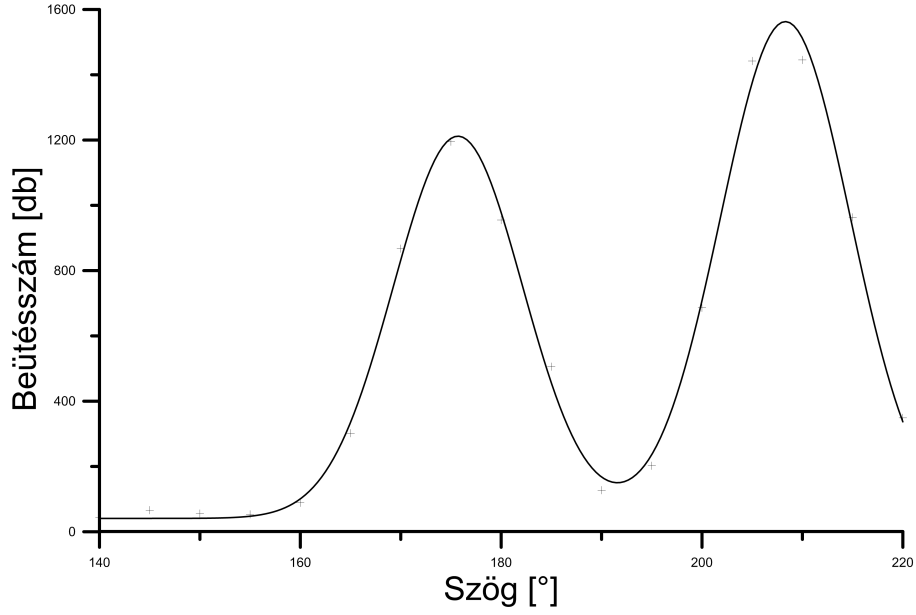
$$\begin{aligned}
A &= (1213 \pm 37) [db] & C &= (1549 \pm 37) [db] \\
m_1 &= (182.1 \pm 0.25) [^\circ] & m_2 &= (212.4 \pm 0.18) [^\circ] \\
\sigma_1^2 &= 6.2 \pm 0.16 & \sigma_2^2 &= 7.1 \pm 0.16 \\
y_0 &= (46 \pm 18) [db]
\end{aligned}$$



3. ábra. A második mérés

Szög [°]	Detektor 1. [db]	Detektor 2. [db]	Koincidencia [db]
140	15473	13404	43
145	15777	13449	66
150	16044	13445	56
155	16197	13455	53
160	16371	13504	89
165	16707	13428	302
170	17108	13545	867
175	17356	13420	1195
180	17492	13597	955
185	18279	13316	506
190	18426	13353	127
195	18651	13611	202
200	19185	13354	686
205	19546	13512	1442
210	19770	13420	1445
215	20334	13296	963
220	20672	13357	349

4. táblázat. A harmadik mérés



4. ábra. A harmadik mérés

$$\begin{aligned}
 A &= (1171 \pm 35) [db] & C &= (1522 \pm 35) [db] \\
 m_1 &= (175.6 \pm 0.21) [^\circ] & m_2 &= (208.3 \pm 0.1687) [^\circ] \\
 \sigma_1^2 &= 6.4 \pm 0.16 & \sigma_2^2 &= 6.4 \pm 0.16 \\
 y_0 &= (40 \pm 19) [db]
 \end{aligned}$$

A fejnél talált sugárforrás koordinátái: $(x; y)_{fej} = (52 \pm 5; 114 \pm 5) [mm]$

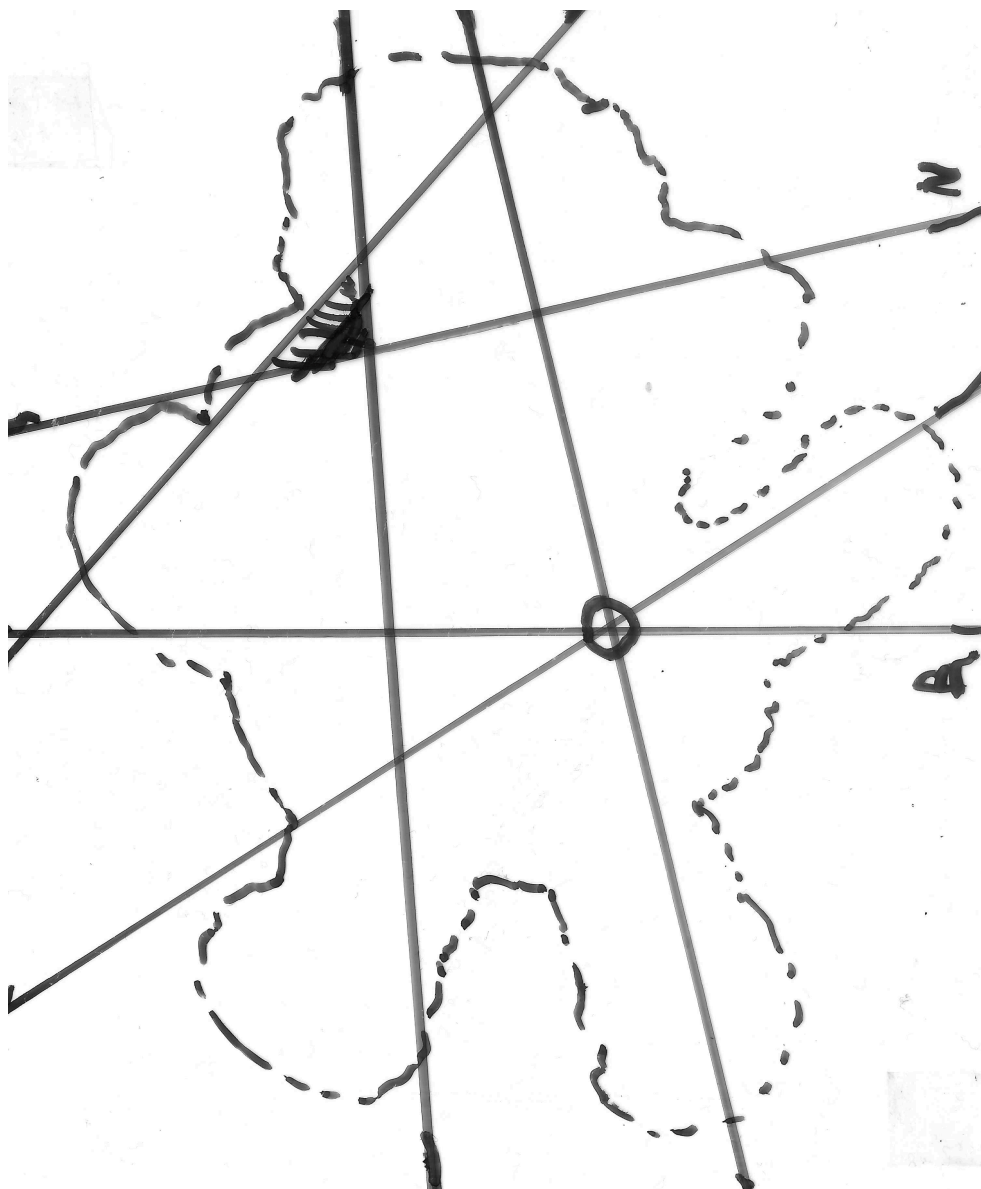
A mellkasnál talált sugárforrás koordinátái: $(x; y)_{mell} = (84 \pm 5; 77 \pm 5) [mm]$

2.3. Aktivitás-arány becslése

A felgyűlt ^{22}Na -izotópok aránya megbecsülhető a koincidenciáknál mért beütések számából. A próbatest fejében és mellkasában lévő sugárforrás aránya a táblázatban megfigyelhető. A kapott válaszegyenések metszetéből még azt is megállapíthattuk, hogy a fejben lévő sugárforrás kiterjedése nagyobb a másiknál, mert a válaszegyenések metszéspontja a kiterjedés nagyságára egyre pontatlanabbnak bizonyult.

Hely	Koincidencia [db]			Átlag [db]	Arány
	1. mérés	2. mérés	3. mérés		
Mellkas	1245 ± 27	1213 ± 37	1171 ± 35	1209	1.16
Fej	1142 ± 27	1549 ± 37	1522 ± 35	1404	

5. táblázat. A daganatok aktivitási aránya



5. ábra. A próbatest

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
1.1. A mérés célja	1
1.2. A mérési leírás	1
1.2.1. Mérőeszközök	1
1.2.2. Beállítások	1
2. Kiértékelés	2
2.1. A fotonenergia-spektrum felvétele	2
2.2. A sugárforrás helyének meghatározása	4
2.3. Aktivitás-arány becslése	8

Hivatkozások

[1] Jegyzet

<http://wigner.elte.hu/koltai/labor/parts/21pet.pdf>