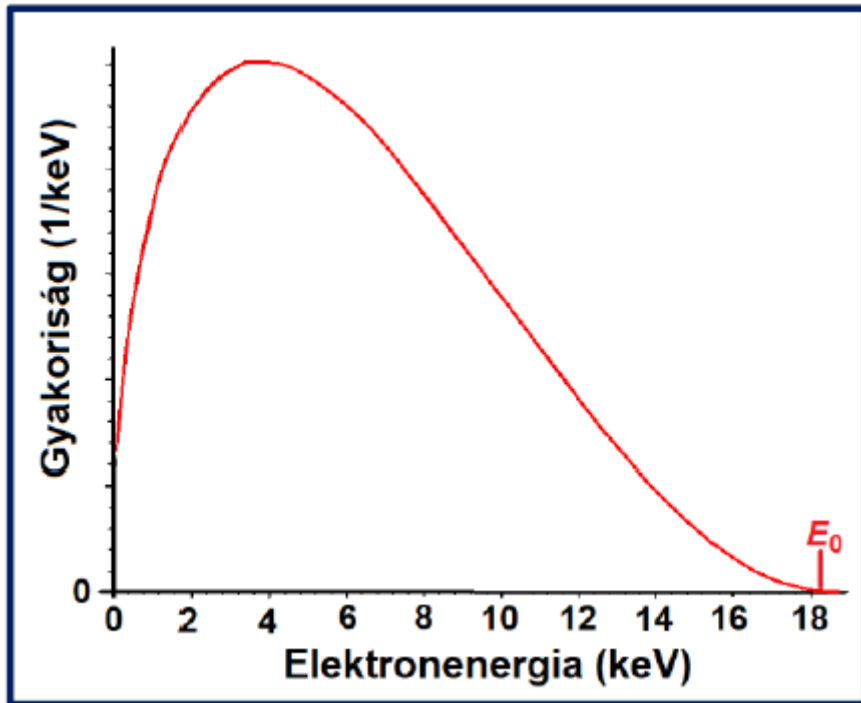


Hogyan kellett megoldani
Szimuláció

Béta-sugárzás spektrumának mérése Wien-szűrő segítségével

Béta-spektrum:



Beütésszám:

$$\Delta N = N_0 \cdot f(E) \cdot \Delta E \quad \Rightarrow \quad f(E) = \frac{1}{N_0} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta E}$$

Wien-szűrő:

$$q\vec{\mathcal{E}} - q[\vec{v} \times \vec{B}] = 0$$

$$v = \frac{\mathcal{E}}{B}$$

A szimulációs program

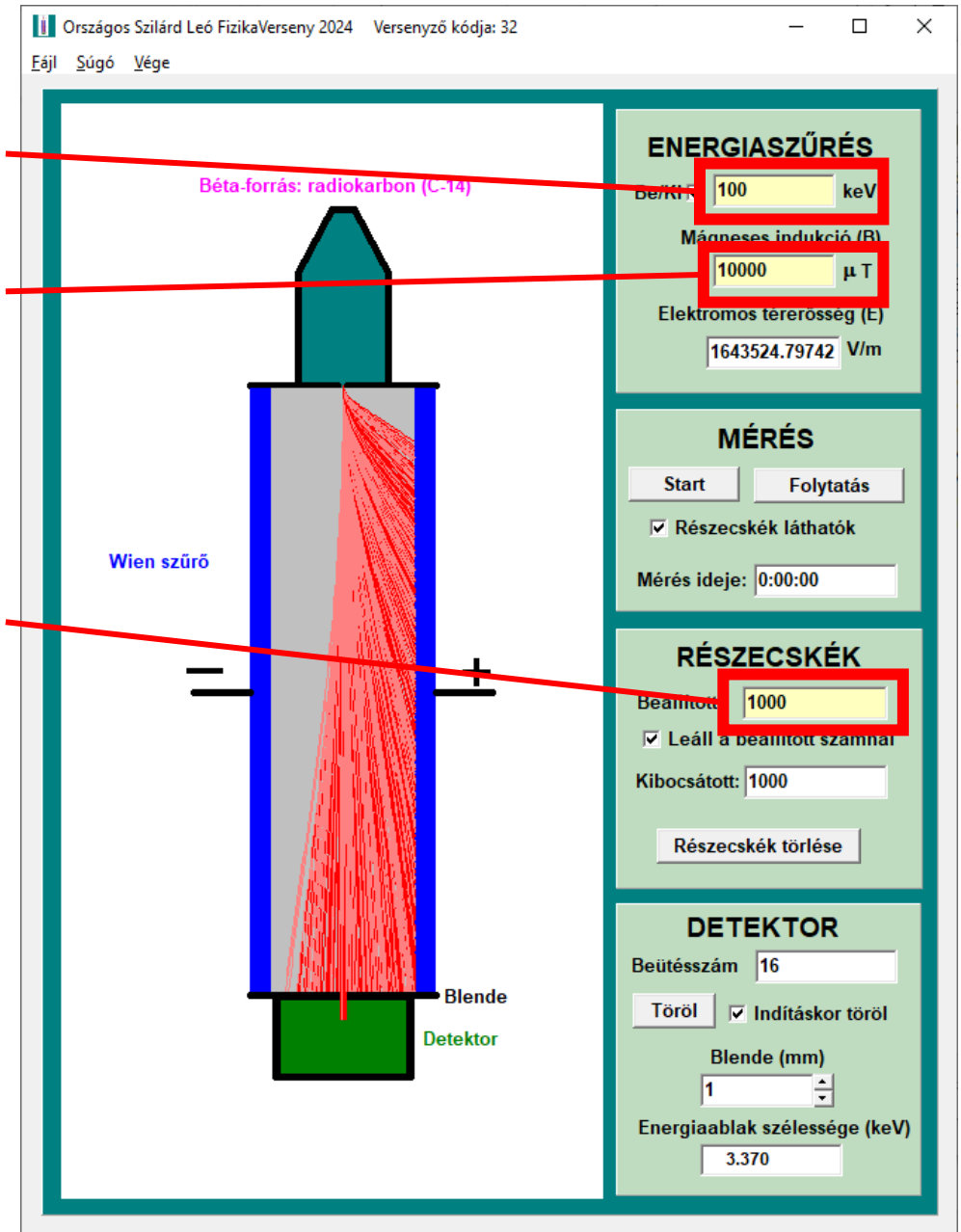
A program működése:

- A szűrőbe a tetején lévő sugárforrásból lépnek be a kibocsátott elektronok
- Az elektromos térerősséget a program számolja ki
- A szűrő alján lévő kilépő rés mérete (blende) állítható
- Az energiaablak szélességét a program meghatározza
- A részecskék pályája megjeleníthető, illetve elrejthető

Átengedett energia

Mágneses indukció

Részecskeszám



Feladatok

1. feladat: (0 pont)

Olvassuk el az elméleti összefoglaló és a mérési utasítást! Ismerkedjünk meg a programmal!

2. feladat: (6 pont)

4,17 ± 1,36

Állítsunk be 5000 μT mágneses indukciót, és 10 keV energiától indulva keressük meg, hogy mekkora az a maximális béta-energia, ami még bejuthat a detektorba! Figyeljük meg a béta-részecskék pályáját (ehhez alacsony beállított részecskeszám is elegendő). Válaszoljunk arra a kérdésre, hogy milyen módon térülnek el azok a részecskék, amelyek energiája nagyobb, mint az éppen beállított energia, és azok, amelyek energiája kisebb? Írjuk le a tapasztalatainkat!

Feladatok

1. feladat: (0 pont)

Olvassuk el az elméleti összefoglaló és a mérési utasítást! Ismerkedjünk meg a programmal!

2. feladat: (6 pont)

4,17 ± 1,36

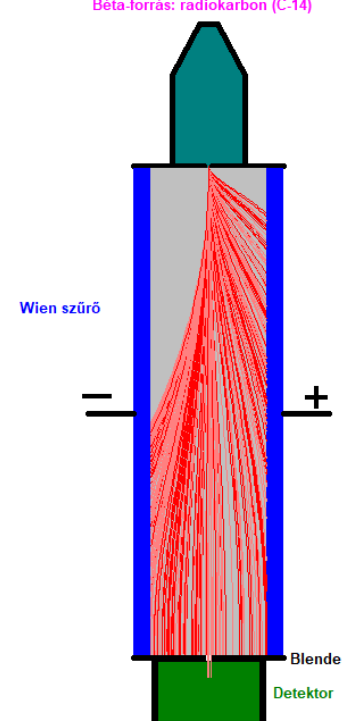
Állítsunk be 5000 μT mágneses indukciót, és 10 keV energiától indulva keressük meg, hogy mekkora az a maximális béta-energia, ami még bejuthat a detektorba! Figyeljük meg a béta-részecskék pályáját (ehhez alacsony beállított részecskeszám is elegendő). Válaszoljunk arra a kérdésre, hogy milyen módon térülnek el azok a részecskék, amelyek energiája nagyobb, mint az éppen beállított energia, és azok, amelyek energiája kisebb? Írjuk le a tapasztalatainkat!

2. feladat

- $E = 10 \text{ keV}$

Országos Szilárd Leó FizikaVerseny 2024 Versenyző kódja: 31
Fájl Súgó Vége

Béta-forrás: radiokarbon (C-14)



ENERGIASZŰRÉS

Be/Ki ☒ 10 keV

Mágneses indukció (B) μT

Elektromos térerősség (E) V/m

MÉRÉS

☒ Részecskék láthatók

Mérés ideje:

RÉSZECSKÉK

Beállított

☒ Leáll a beállított számnál

Kibocsátott:

DETEKTOR

Beütésszám

☒ Indításkor töröl

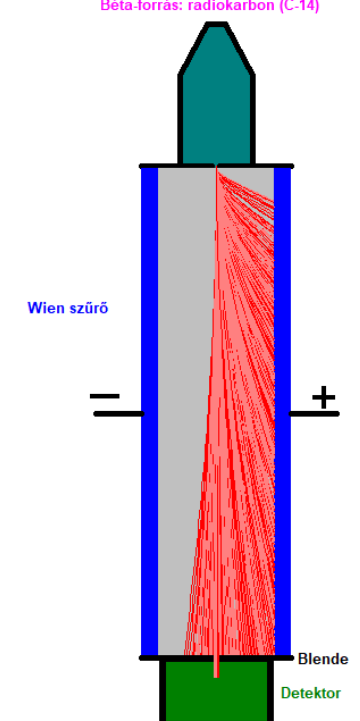
Blende (mm)

Energiaablak szélessége (keV)

- $E = 100 \text{ keV}$

Országos Szilárd Leó FizikaVerseny 2024 Versenyző kódja: 31
Fájl Súgó Vége

Béta-forrás: radiokarbon (C-14)



ENERGIASZŰRÉS

Be/Ki ☒ 100 keV

Mágneses indukció (B) μT

Elektromos térerősség (E) V/m

MÉRÉS

☒ Részecskék láthatók

Mérés ideje:

RÉSZECSKÉK

Beállított

☒ Leáll a beállított számnál

Kibocsátott:

DETEKTOR

Beütésszám

☒ Indításkor töröl

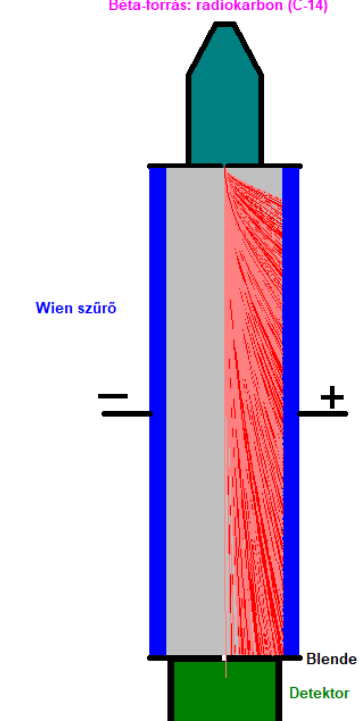
Blende (mm)

Energiaablak szélessége (keV)

- $E = 150 \text{ keV}$

Országos Szilárd Leó FizikaVerseny 2024 Versenyző kódja: 31
Fájl Súgó Vége

Béta-forrás: radiokarbon (C-14)



ENERGIASZŰRÉS

Be/Ki ☒ 150 keV

Mágneses indukció (B) μT

Elektromos térerősség (E) V/m

MÉRÉS

☒ Részecskék láthatók

Mérés ideje:

RÉSZECSKÉK

Beállított

☒ Leáll a beállított számnál

Kibocsátott:

DETEKTOR

Beütésszám

☒ Indításkor töröl

Blende (mm)

Energiaablak szélessége (keV)

Feladatok

3. feladat: (2 pont)

1,48 ± 0,63

Mi az előnye, és mi a hátránya annak, ha keskeny, illetve, ha széles az energiaablak?

4. feladat: (6 pont)

3,97 ± 1,27

A fenti „B-optimum” grafikon mutatja a mágneses indukció olyan értékeit, amelyekkel az adott energián a minimális nagyságú ΔE energiaablakot lehet elérni. Válasszunk 100 keV-es energiát, és először nézzük meg, hogy a grafikon alapján meghatározott mágneses indukciónál mekkora az energiaablak minimális szélessége ($\Delta E_{\min}$). Ezt követően keressük meg azt a mágneses indukciót mindkét irányban, amelynél ΔE legalább négyszer akkora nem lesz, mint $\Delta E_{\min}$. A részecskepályák megfigyelésével adjunk magyarázatot arra, hogy miért alakul ki minimum (azaz melyek lehetnek az okai annak, hogy ΔE növekszik a minimum egyik, illetve másik oldalán).

Feladatok

3. feladat: (2 pont)

1,48 ± 0,63

Mi az előnye, és mi a hátránya annak, ha keskeny, illetve, ha széles az energiaablak?

4. feladat: (6 pont)

3,97 ± 1,27

A fenti „B-optimum” grafikon mutatja a mágneses indukció olyan értékeit, amelyekkel az adott energián a minimális nagyságú ΔE energiaablakot lehet elérni. Válasszunk 100 keV-es energiát, és először nézzük meg, hogy a grafikon alapján meghatározott mágneses indukciónál mekkora az energiaablak minimális szélessége ($\Delta E_{\min}$). Ezt követően keressük meg azt a mágneses indukciót mindkét irányban, amelynél ΔE legalább négyszer akkora nem lesz, mint $\Delta E_{\min}$. A részecskepályák megfigyelésével adjunk magyarázatot arra, hogy miért alakul ki minimum (azaz melyek lehetnek az okai annak, hogy ΔE növekszik a minimum egyik, illetve másik oldalán).

4. feladat

Országos Szilárd Leó FizikaVerseny 2024 Versenyző kódja: 31

Fájl Súgó Vége

Béta-forrás: radiokarbon (C-14)

Wien szűrő

Blende

Detektor

ENERGIASZŰRÉS

Be/Ki ☒ 100 keV

Mágneses indukció (B) 10000 μ T

Elektromos térerősség (E) 1643524.79742 V/m

MÉRÉS

Start Folytatás

☒ Részecskék láthatók

Mérés ideje: 0:00:00

RÉSZECSKÉK

Beállított 1000

☒ Leáll a beállított számnál

Kibocsátott: 1000

Részecskék törlése

DETEKTOR

Beütésszám 12

Töröl ☒ Indításkor töröl

Blende (mm) 1

Energiaablak szélessége (keV) 3.370

DETEKTOR

Beütésszám 12

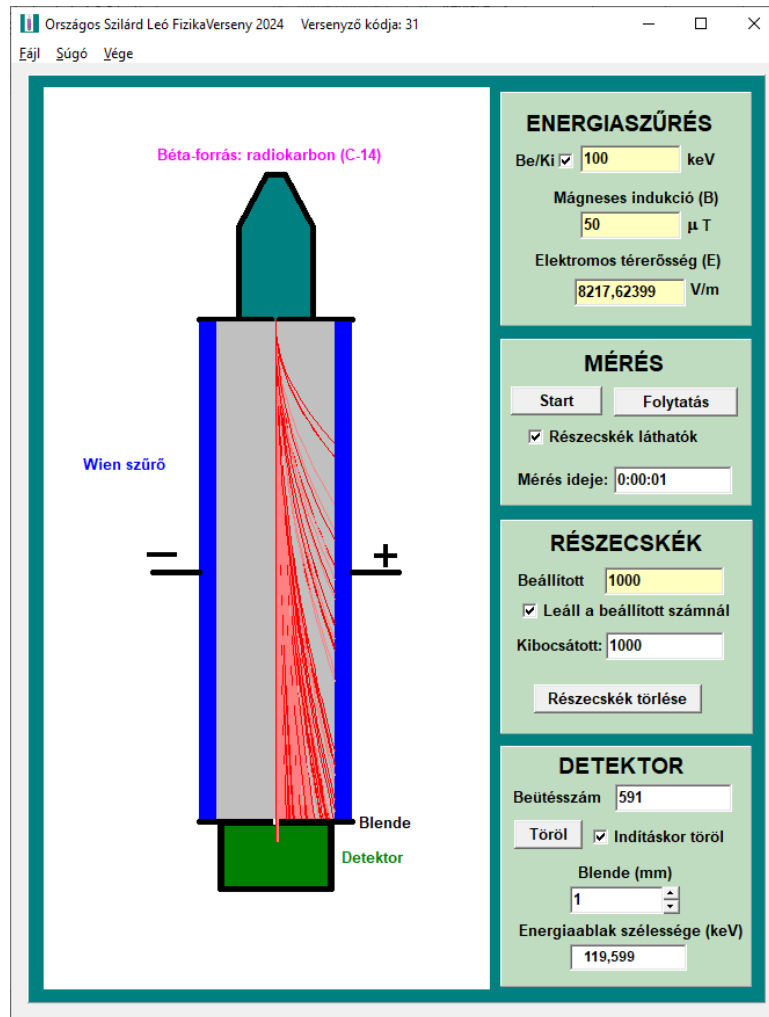
Töröl ☒ Indításkor töröl

Blende (mm) 1

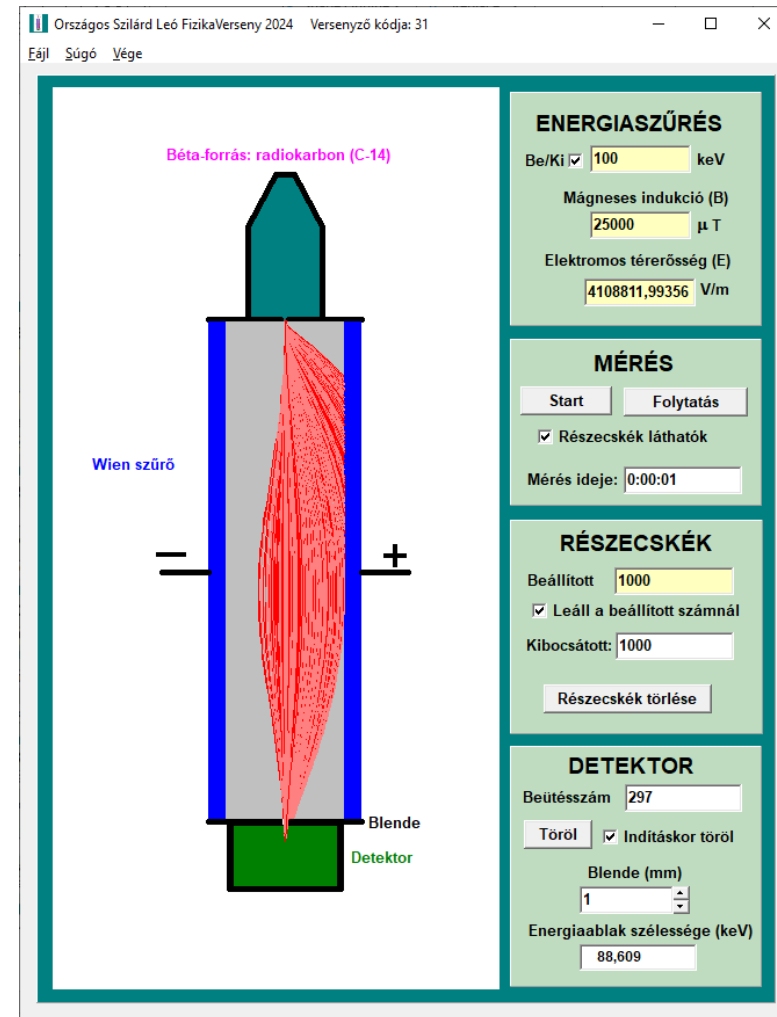
Energiaablak szélessége (keV) 3.370

4. feladat

- B kicsi



- B nagy



Feladatok

5. feladat: (8 pont)

4,28 ± 2,19

Mérjük ki az adott béta-forrás energiaspektrumát legalább 12 mérési pontban úgy, hogy minden pontban a statisztikus bizonytalanság lehetőleg 5% alatt maradjon! Az adatokat a kapott EXCEL-táblázat fehér mezőibe írjuk be! Jellemezzük a kapott energiaspektrum alakját!

Az EXCEL táblázat automatikusan elkészíti a megmért energiaspektrum Fermi-Kurie diagramját is. Ennek segítségével határozzuk meg a bomláskor felszabaduló energiát!

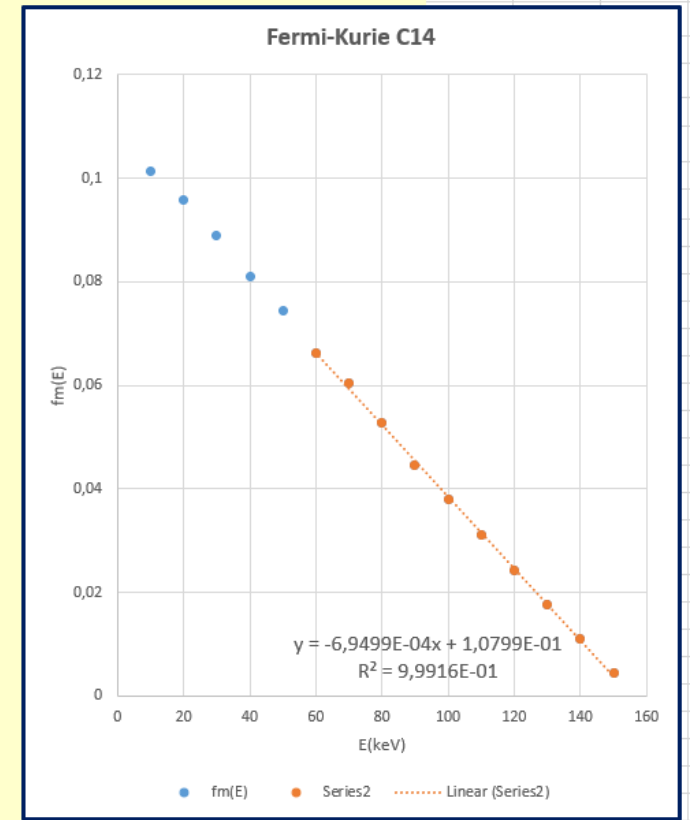
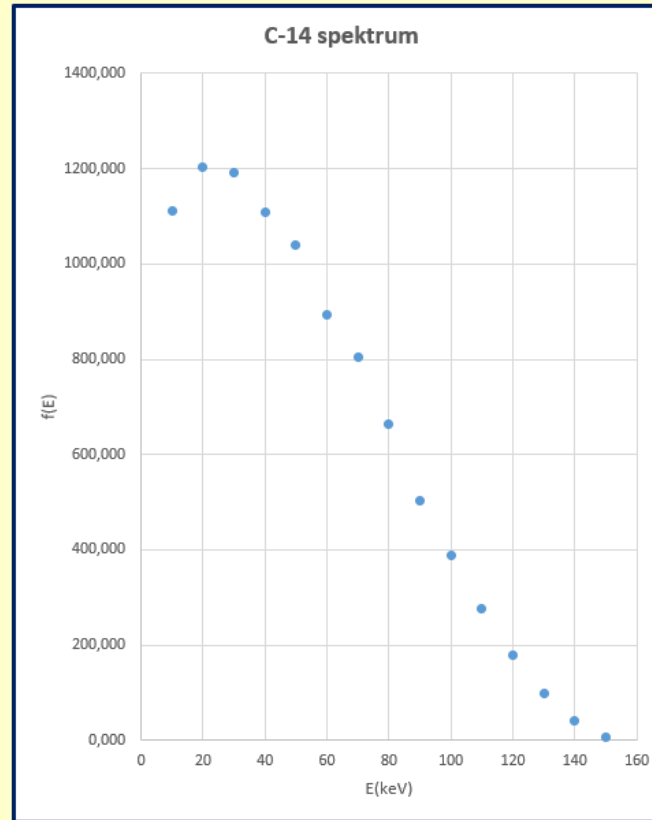
6. feladat: (3 pont)

2,48 ± 0,69

Dokumentáljuk a munkánkat papír alapú vagy elektronikus jegyzőkönyvben, írjuk le a gondolatmenetünket és az eredményeket! Mentsük el az EXCEL-fájlt is n.xlsx néven, ahol n a versenyzői kód. Amennyiben Wordben írjuk, a jegyzőkönyvet mentsük el n.docx néven!

5. feladat

	A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2024																									
2	Szimulációs feladat kiértékelése																									
3																										
4	Csak a fehéren hagyott mezőkbe írjunk!																									
5																										
6	Leányelem rendszáma																									
7	Versenyző kódja: Z=																									
8	Ssz	E (keV)	B (uT)	Blende	ΔE (keV)	N _{max}	ΔN	f(E)	f _m (E)	Illeszt.adat																
9	1	10	4000	1	0,268	500000	1490	1111,940	0,101492577	0,101492577																
10	2	20	5000	1	0,544	500000	3270	1202,206	0,09593553	0,09593553																
11	3	30	6000	1	0,84	500000	5004	1191,429	0,08893723	0,08893723																
12	4	40	7000	1	1,15	500000	6370	1107,826	0,080919677	0,080919677																
13	5	50	7500	1	1,48	100000	1537	1038,514	0,074545148	0,074545148																
14	6	60	8000	1	1,824	100000	1632	894,737	0,066219257	0,066219257																
15	7	70	8500	1	2,188	100000	1760	804,388	0,060348805	0,060348805																
16	8	80	9000	1	2,564	100000	1704	664,587	0,052901301	0,052901301																
17	9	90	9500	1	2,96	100000	1493	504,392	0,044565236	0,044565236																
18	10	100	10000	1	3,37	100000	1313	389,614	0,037958729	0,037958729																
19	11	110	10500	1	3,802	100000	1048	275,644	0,030999736	0,030999736																
20	12	120	11000	1	4,254	100000	755	177,480	0,024190066	0,024190066																
21	13	130	11250	1	4,72	100000	463	98,093	0,017512923	0,017512923																
22	14	140	11500	1	5,208	200000	425	40,803	0,011012461	0,011012461																
23	15	150	11750	1	5,714	1000000	391	6,843	0,004401744	0,004401744																
24	16							0,000	0	0																
25	17							0,000	0	0																
26	18							0,000	0	0																
27	19							0,000	0	0																
28	20							0,000	0	0																
29	21							0,000	0	0																
30	22							0,000	0	0																
31	23							0,000	0	0																



$$f_m(E) = \text{konst} \cdot (E_0 - E) \quad E_0 = \frac{1,0799 \cdot 10^{-1}}{6,9499 \cdot 10^{-4}} = 155,38 \text{ keV} \quad (\text{irodalmi: } 156,5 \text{ keV})$$

Feladatok

5. feladat: (8 pont)

4,28 ± 2,19

Mérjük ki az adott béta-forrás energiaspektrumát legalább 12 mérési pontban úgy, hogy minden pontban a statisztikus bizonytalanság lehetőleg 5% alatt maradjon! Az adatokat a kapott EXCEL-táblázat fehér mezőibe írjuk be! Jellemezzük a kapott energiaspektrum alakját!

Az EXCEL táblázat automatikusan elkészíti a megmért energiaspektrum Fermi-Kurie diagramját is. Ennek segítségével határozzuk meg a bomláskor felszabaduló energiát!

6. feladat: (3 pont)

2,48 ± 0,69

Dokumentáljuk a munkánkat papír alapú vagy elektronikus jegyzőkönyvben, írjuk le a gondolatmenetünket és az eredményeket! Mentsük el az EXCEL-fájlt is n.xlsx néven, ahol n a versenyzői kód. Amennyiben Wordben írjuk, a jegyzőkönyvet mentsük el n.docx néven!