

ELTE TTK Fizika MSc Alkalmazott Fizikai Módszerek Labor

Folyadékszcintillációs spektroszkópia

Mérési jegyzőkönyv

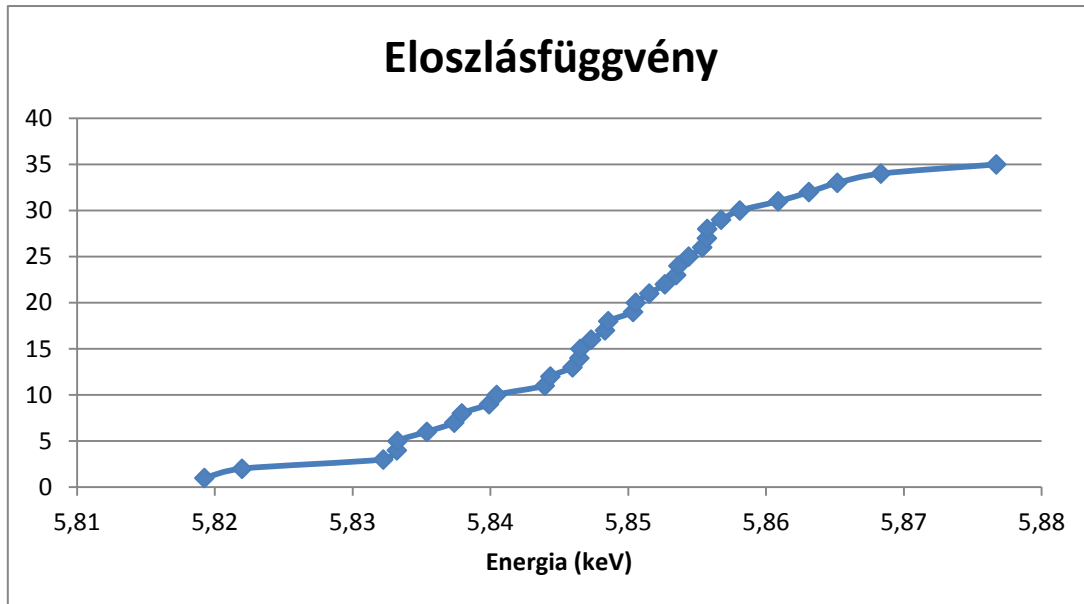
Balázs Boldizsár E csoport (mérőtársak: Nyáry Pál, Surányi
Olivér)



2014.

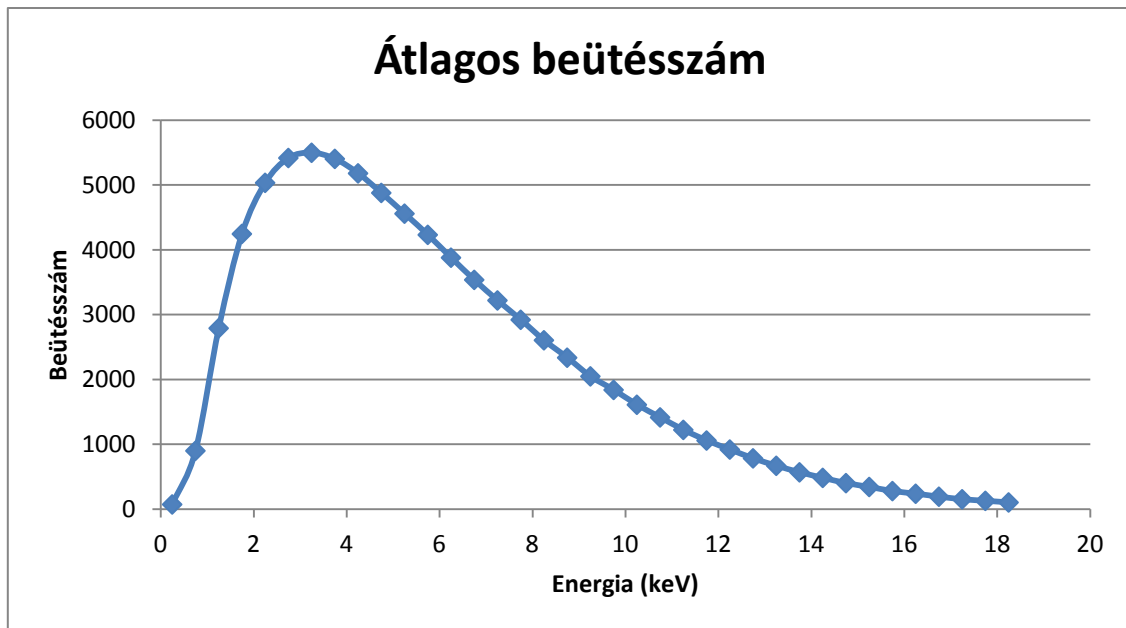
Kiértékelés

A mérés során készítettünk 35 darab, egyenként egy perc hosszú felvételt a trícium mintáról szcintillációs detektorral. Ezen 35 mérésre egyenként kiszámítottam az átlagenergiákat. Az így kapott energiaértékeket növekvő sorrendbe állítva mindegyikhez eggyel nagyobb pozitív egész számot rendeltem, egytől kezdve. Így kaptam az átlagenergiák eloszlásfüggvényét:



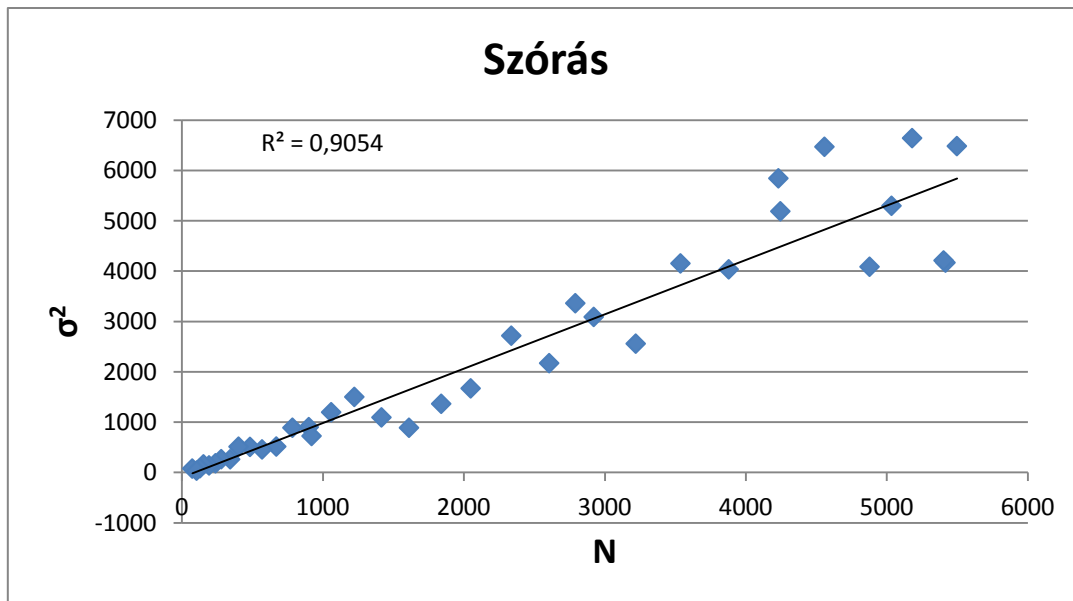
Minden eloszlás átlaga centralizálva és szórásnégyzetével normálva egy 0 várható értékű, 1 szórású normális eloszláshoz közelít, ha az átlagolás elemszáma elég nagy (ilyen szempontból 35 egy többé-kevésbé nagy szám, sztochasztikus körökben 100-at szokták jó szívvel elég nagynak mondani, de praktikus szempontokból 35 is elegendően nagy). Ezért erre a görbére $y = \text{erf}((x-m)/w^2)$ alakú hibafüggvényt illetve illesztett paraméterként kapnák egy jó becslést az átlagenergiák szórására, illetve várható értékére. Erre sajnos azonban egyik általam ismert, bejáratott és használt matematikai program sem képes (legnagyobb esélyesként az Origin is elbukott a teszten). Megpróbálkoztam még a függvény numerikus deriválásával, hogy így kapva egy Gauss-sűrűségfüggvényt tudjak illeszteni, de ez is sikertelennek bizonyult, a deriválás eredményeképpen egy haranggörbére legkevésbé sem emlékeztető alak jött ki, ebben a függvényillesztő is egyetértett, értelmetlen lett az illesztés végeredménye. Egyetlen speciális illesztés kedvéért dőreségnek tűnik egy másik program haladó szintű elsajátítása, ezért az átlagot egyszerű átlagolással kaptam, a szórás becsléséhez pedig az empirikus szórási formulát használtam. Így kaptam az $5,848 \pm 0,012$ keV-os átlagértéket.

Az átlagos beütésszámokat érdemes ábrázolni az energia függvényében, hogy lássuk, pontosan miről is beszélünk. Természetesen az egyes mérések görbéi igen hasonlóan festenek.



Mivel mind az átlagolás, mind az integrálás lineáris művelet, ennek a görbének az integrálja normálva a beütésszámok összegével éppen az átlagenergiák átlagát, 5,848 keV adná ki. Az elmélet szerint ennek az értéknek 6,2 keV-nek kéne lennie, aminek az eltérése több mint 30-szorosa a szórásnak. Ez elvi hibát sejtet, amivel nem is járunk messze az igazságtól, mivel elég sok túlságosan nagyvonalú elhanyagolást tettünk, de az én feladatomban a detektor eltérésbe adódó járulékok felderítése. Erről azt lehet mondani, hogy a detektor levágása miatt az első pár csatorna nem pontos, ezek adhatnak eltérést, illetve, hogy bizonyos elektronok nem adják le a szcintilláló anyagnak a teljes energiájukat, hanem később egy kisebb energiás elektronként detektálódnak, így azok túl vannak reprezentálva, ezért az integrál értéke kevesebb lesz. Persze ezzel együtt is meggyőződésem, hogy az elvi hiba, amit vétettünk az elhanyagolásokkal sokkal súlyosabb.

Tudjuk, hogy a radioaktív bomlást statisztikusan egy Poisson-folyamattal írhatjuk le. Ennek alapján a várható érték (beütésszám) gyökének meg kell egyeznie a szórással. A csatornához tartozó szórás az empirikus szórás képletével számítva tudjuk ábrázolni a szórásnégyzeteket a beütésszámok függvényében. Elméletileg ezeknek egyenest kéne kirajzolniuk.



Látható, hogy az illesztett egyenes R^2 értéke megnyugtatóan 1-he közeli szám, tehát valóban Poisson-folyamattal van dolgunk.

Ennek megfelelően a csatornához tartozó beütésszámok szórásai elég közel vannak az átlagok gyökeihez. De nem pontosan egyeznek meg velük. Érdekes ezért vizsgálni a szórások \sqrt{N} -es várható értéktől való relatív szórását. Ezeknek a dimenziótlan számoknak a szórását tovább számolva 0,070246-et kapunk eredményül. A szóráspirálban ennél is lejjebb lehet szédülni, de a szórás szórásának a szórásának a szórását anyanyelvünk is, és képzelőerőnk is nehezen tudja kezelni - természetesen az Excel szó nélkül végezné a műveleteket.