

Szilárd Leó Fizikaverseny 2007.
Számítógépes feladat

Ismert, hogy egy pontszerű sugárforrástól R távolságra lévő detektor által érzékelt gamma-fotonok száma a detektor távolságának négyzetével fordítottan arányos. $N \sim 1/R^2$. Egy kiterjedt detektornál azonban kérdéses az, hogy a detektor mely részétől kell mérni az R -et? A detektor geometriai homlokfelületétől (a forráshoz legközelebb lévő felülettől)? A detektor közepétől? Vagy valahonnan máshonnan?

A mérés célja

A szimuláció segítségével egy kiterjedt (6 cm átmérőjű és 6 cm magas), henger alakú szcintillációs detektor „effektív homlokfelületének” helyzetét kell meghatározni különböző energiájú gamma-fotonokra vonatkozólag. A detektor egy radioaktív forrás által kibocsátott gamma sugarakat észleli, és azok spektrumát fel tudjuk venni.

A pontszerű radioaktív forrás „kevert” radioaktív izotópokat tartalmaz, és a következő energiájú gamma-fotonokat bocsátja ki: **662 keV**, **2560 keV** és **3750 keV**.

A detektort a sugárforrástól 3 cm és 40 cm közötti tartományban tudjuk mozgatni. A program a detektor geometriai homlokfelületének a távolságát megadja a sugárforrástól.

Legyen az effektív homlokfelület „ d ” cm-rel mélyebben a detektor belsejében, a geometriai homlokfelület mögött. Ez azt jelenti, hogy a detektor által érzékelt N beütésszám

$$N = \text{konst.}/(R+d)^2, \quad (1)$$

ahol R a detektor geometriai homlokfelületének távolsága a sugárforrástól.

Több, különböző R távolságban való méréssel a d távolság meghatározható.

Segítség: vegyük az (1) egyenlet reciprokát, és vonjunk mindkét oldalból négyzetgyököket (SQRT). Ekkor látható, hogy $\text{SQRT}(1/N)$ az R függvényében ábrázolva egyenest ad. Az egyenes paramétereiből a „ d ” meghatározható (pl. a mérési pontokra történő egyenes illesztéssel).

Konkrét feladatok:

- 1) Először „kalibráljuk” a detektorunkat, azaz a fentebb felsorolt, három ismert gamma-energia segítségével tájékozódjunk arról, hogy melyik gamma-foton melyik „csatorna” környékére ad „teljes-energia” csúcsot. (A csatornaszám az energia lineáris függvénye.)
- 2) Vegyük fel a spektrumot több különböző detektor-távolság mellett, és jegyezzük fel a három „teljes-energia” csúcsban talált nettó beütésszámokat azonos mérési idők mellett (Lásd a „program használata” c. útmutató „csúcsterület meghatározása” c. pontját).
- 3) A kapott beütésszámok alapján határozzuk meg a detektor „effektív homlokfelületének” helyzetét a három gamma-energiára vonatkozólag. Adjuk meg az eredmények bizonytalanságát (hibáját) is. (Ehhez akár milliméter-papíros egyenes-illesztést, akár az Excel programot, akár más, egyéni módszert és segédeszközt is használhatunk.) Minden esetben dokumentáljuk azonban, hogy a nyers mérési eredményekből hogyan jutottunk el a végeredményig!
- 4) Próbáljunk magyarázatot adni, hogy miért függ a megfigyelt módon az effektív homlokfelület helyzete a gamma-fotonok energiájától !
- 5) „Szorgalmi” feladat: adjunk magyarázatot arra, hogy miért látunk háromnál több csúcsot. (Ez nem szerves része a feladatnak, de többletpontot lehet érte kapni. Tehát, ha nem sikerül gyorsan választ adni erre, ne töltsünk el vele sok időt.)

FONTOS !

Beadandó a „*Mérési jegyzőkönyv*”, amely tartalmazza

- a mérést végző azonosítóját,
- a mérések minden fontos paraméterét,
- a mért nyers adatokat,
- az eljárást (lépésenként), amellyel a végeredményhez eljutottunk,
- a végeredmény(ek)e)t,
- a végeredmény(ek) hibáját és a hiba kiszámítási vagy becslési módját,
- az eredmények diszkutálását,
- valamint minden olyan információt, amely a mérés reprodukáláshoz szükséges.

A mérési jegyzőkönyvnek olyannak kell lenni, hogy annak alapján bárki a mérést megismételhesse, és (a statisztikus hibákon belül) hasonló eredményt kaphasson.