

## Monte Carlo módszerek „Vizsgakiváló” házfeladat – NaI detektor

A programnak képesnek kell lennie egy adott pontból izotróp irányeloszlással induló monoenergetikus  $\gamma$ -fotonok útjának követésére egy NaI henger (detektor) belsejében. A henger középpontja illeszkedjen az origóra, forgástengelye pedig legyen a z-koordinátatengellyel párhuzamos!

I. A programmal szemben támasztott elvárások a következők:

1. Felhasználói inputként (fájlból vagy billentyűzetről) a következő adatokat kell fogadnia:
  - a) a NaI henger magassága és sugara;
  - b) a NaI sűrűsége;
  - c) a forrás (x, y, z) koordinátái;
  - d) forrásenergia;
  - e) félértékszélesség (FWHM) csatornaszámban vagy energiában.
2. A hatáskeresztmetszeteket az XCOM programmal lehet elkészíteni, amelyeket azután vagy fájlból kell beolvasnia a programnak, vagy az adatok beépíthetők a forrásnyelvi programba is.
3. A detektorban lejátszódó, töltéshordozó keltésével járó reakciók energia-leadásának regisztrálásával időről-időre frissülő (fix magasságra normált) 1024 energiacsatornás  $\gamma$ -spektrumot kell megjeleníteni, amelynek rendelkeznie kell a valós spektrumok főbb jellemzőivel (teljesenergia-csúcs, Compton-él, kiszökési csúcs, félértékszélesség) – az alkalmazott közelítés mellett elvárható pontossággal.

A csatornaszám-energia megfeleltetését úgy kell alakítani, hogy a teljesenergia-csúcs még teljes egészében látszódjon a spektrum végén.

A dokumentálhatóság érdekében a spektrumot a számítás végén szöveges fájlba is ki kell írni.
4. Ki kell számolni az alábbi hányadossal definiált hatásfokot:

$$\eta = \frac{\text{Töltött részecskéknek átadott összenergia a detektorban}}{\text{A forrás által a } 4\pi \text{ térszögben kisugárzott összenergia}}$$

5. Fenti hatásfokhoz hasonlóan meg kell határozni a detektorból kiszóródott fotonok összenergiáját a detektortérfogatba belépett fotonok összenergiájának arányában.

II. A programmal az alábbi vizsgálatokat kell elvégezni:

1. Vegyünk fel egy spektrumot a következő bemeneti adatokkal:

- a) detektor sugara: 2,5 cm, magassága: 3,0 cm;
- b) NaI sűrűsége: 3,67 g/cm<sup>3</sup>;
- c) forrás koordinátái: (3; -3; 2) cm;
- d) forrás energiája: 0,662 MeV;
- e) félértékszélesség: 6 keV.

A Compton-szórás elmélete szerint a kilépő elektron maximális energiája:

$$\varepsilon_{max} = \frac{\alpha}{1 + \frac{1}{2\alpha}},$$

ahol  $\alpha$  a belépő foton energiája 511 keV-es egységben.

- a) Vizsgálja meg, hogy valóban itt van-e a Compton-él kezdete!
  - b) Mivel magyarázható, hogy a Compton-él és a teljesenergia-csúcs között is tapasztalunk beütéseket?
2. Miként változik a hatásfok miközben a forrást a (1; 4; -2) és a (-4; -1; -2) pontok között mozgatjuk? (10 db köztes pont, grafikon)
3. Tanulmányozza a következőket:
- a) Miként változik a hatásfok, miközben a forrás energiáját 0,40 MeV-ről 2,4 MeV-re növeljük? (10 db köztes pont, grafikon)
  - b) Milyen új csúcs(ok) alakulnak ki 1,022 MeV feletti forrásenergia esetében, és mi a jelenség magyarázata?
4. Legyen a forrás energiája 2 MeV. Miként változik a kiszökési csúcsok relatív magassága a teljesenergia csúcsához képest, miközben a NaI sűrűségét 3,67 g/cm<sup>3</sup>-ről 0,01 g/cm<sup>3</sup>-re csökkentjük? (10 db köztes pont, grafikon)