

Szilárd Leó Fizikaverseny 2006. Számítógépes feladat

A feladat során ^{10}B atommagok gerjesztett állapotának (rövid) élettartamát fogjuk megmérni. Egy gyorsító-berendezéssel ^{10}B ionokat (atommagokat) gyorsítunk, amelyek protonokat tartalmazó céltárgyra (pl. vékony polietilén fólia) esnek. A nagy sebességű ^{10}B atommagok a céltárgyon rugalmatlanul szóródnak és egyesek közülük gerjesztett állapotba kerülnek. A detektor felé repülő atommagok egy része repülés közben elbomlik, és gamma-sugarakat bocsát ki. Ezek a gamma-fotonok a Doppler jelenség miatt megváltozott energiával érkeznek a detektorba. Vannak olyan atommagok is, amelyek csak az után bomlanak el, hogy a repülési csőben (változtatható távolságra) elhelyezett lemezben lefékeződnek. A (szcintillációs) detektor a kibocsátott gamma sugarakat észleli, és azok spektrumát fel tudjuk venni.

Feladatok:

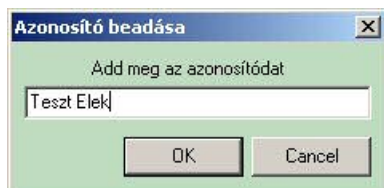
- 1) A gyorsító kikapcsolt állapotában „kalibráljuk” a detektorunkat standard sugárforrások segítségével (^{137}Cs – 662 keV, ^{60}Co – 1170 keV, 1333 keV)
- 2) Vegyük fel a spektrumot a gyorsító bekapcsolt állapota mellett, különböző repülési utak esetén.
- 3) A felvett spektrumok alapján határozzuk meg a következőket:
 - a. A ^{10}B atommagok gerjesztett állapotának energiáját
 - b. A rugalmatlanul szóródott ^{10}B atommagok mozgási energiáját
 - c. A gerjesztett állapot élettartamát

Segítség: A relativisztikus Doppler effektus képlete:
$$E_{\gamma}' = E_{\gamma} \frac{\sqrt{1 + \frac{v}{c}}}{\sqrt{1 - \frac{v}{c}}}$$

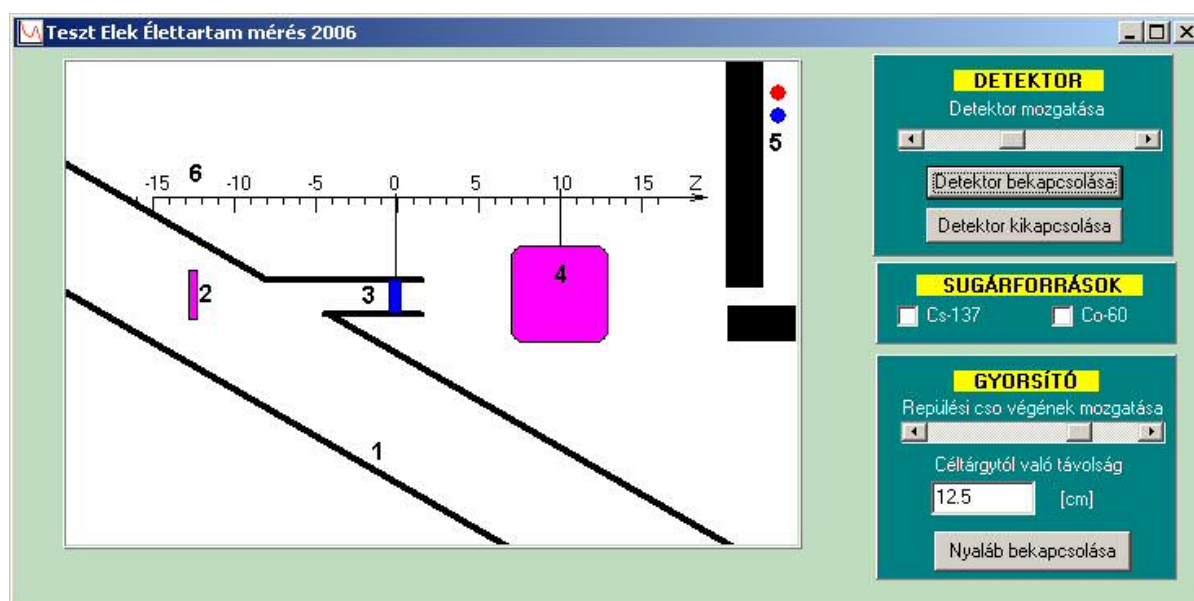
Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2006

Útmutató a szimulációs program kezeléséhez

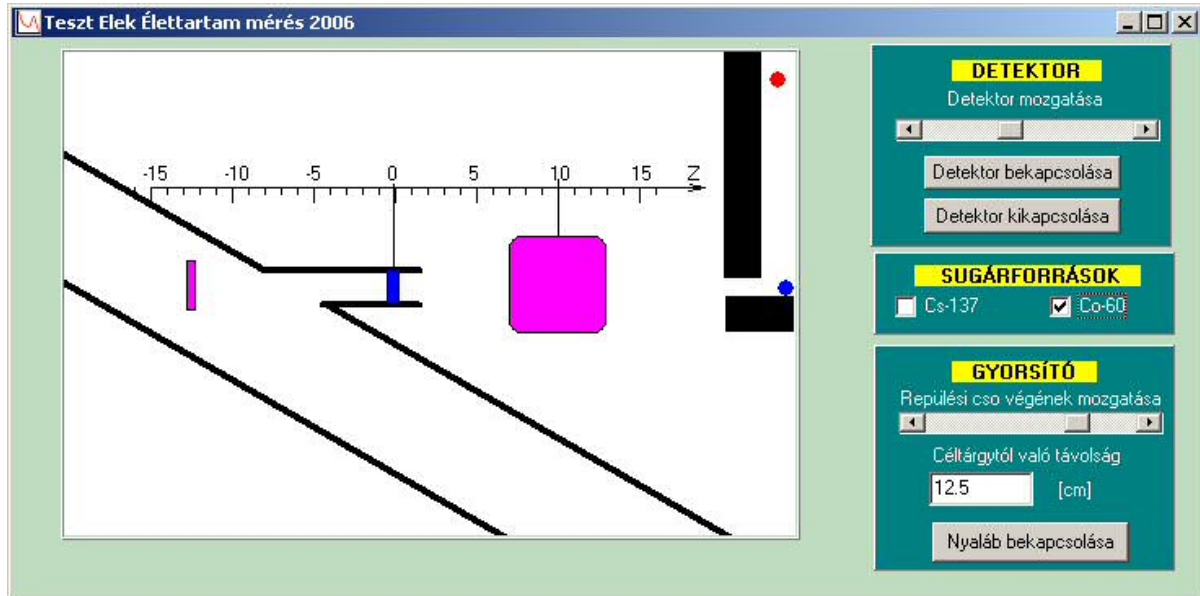
1. A program indítása a Windows asztalon (desktop) található Szilard2006.exe parancsikonnal történik.
2. Indítás után a program kéri a verseny során használt azonosítót, add meg a felugró ablakban (példánkban ez Teszt Elek):



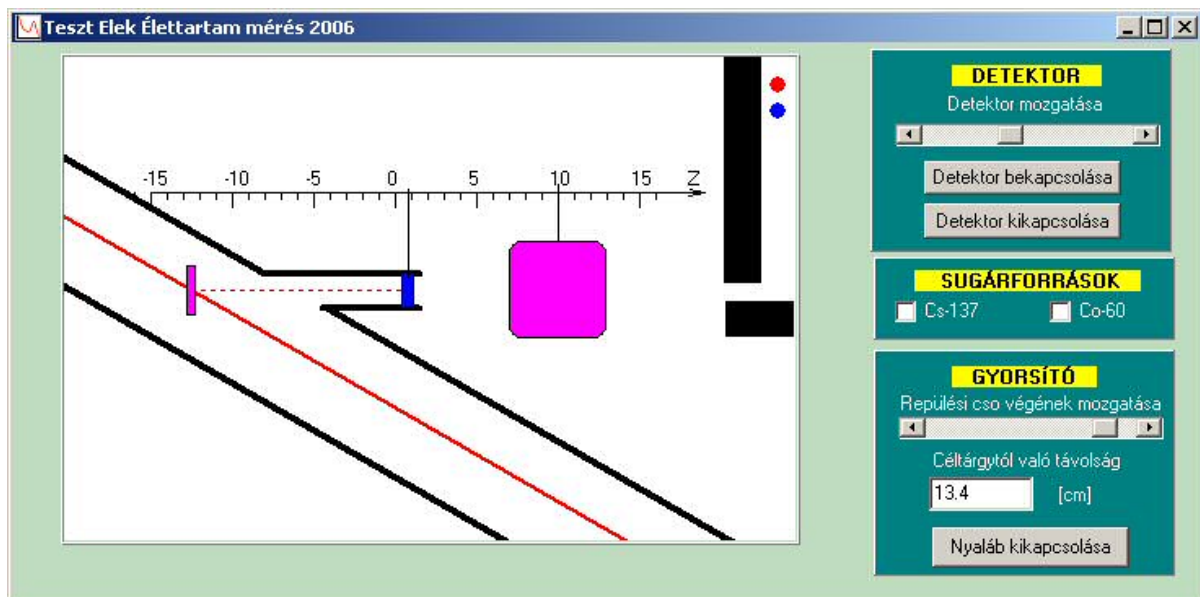
3. Ezután a program főablaka jelenik meg. Itt áttekintheted a fő funkciókat:
 - A detektor vezérlése
 - A kalibráló sugárforrások elhelyezése
 - A gyorsító vezérlése
 - a képernyő bal oldalán látható a kísérleti elrendezés vázlata. Itt figyelemmel követheted, éppen mi zajlik a kísérletben. A jobb oldali paneleken elvégzett beállítások után az ábra automatikusan frissül. A kísérlethez a következők kellene (a sorszámok az ábra megfelelő sorszámokkal jelölt részeire utalnak):
 1. a nyalábcső
 2. a céltárgy (vékony lila téglalap a nyalábcsőben)
 3. a repülési cső végét lezáró lemez (kék téglalap)
 4. a detektor (nagy lila téglalap)
 5. a kalibráló sugárforrások (kék és piros pont) és azok árnyékolása
 6. egy cm skála a mérési elrendezés helyzetének könnyű leolvasásához



4. A detektor kalibrálásához használható kalibráló sugárforrásokat (1 db ^{137}Cs és 1 db ^{60}Co forrás) a „Sugárforrások” feliratú panelen tudod kezelni. A választott forrás előtti jelölő négyzet bejelölésével a forrás kivethető az árnyékolás mögül, ekkor olyan helyzetbe kerül, hogy a detektor érzékeli a kibocsátott, ismert energiájú gamma-fotonokat. A következő ábrán például a ^{60}Co forrást helyeztük a detektor elé:



5. A gyorsítót a „Gyorsító” feliratú panelen tudod kezelni.
- A „Repülési cső végének mozgataása” csúszkával tudod állítani a repülési cső végének helyzetét. A beállított távolság megjelenik a csúszka alatti szövegdobozban.
 - A részecskenyaláb a „Nyaláb bekapcsolása” gombbal indítható. Ekkor a nyaláb-csőben megjelenik a nyaláb, és a céltárgyon szóródott részecskék pedig elindulnak a repülési csőben, és becsapódnak a kékkel jelölt lezáró lemezbe. A nyaláb a bekapcsoló gomb helyén megjelenő „Nyaláb kikapcsolása” gombbal állítható le.

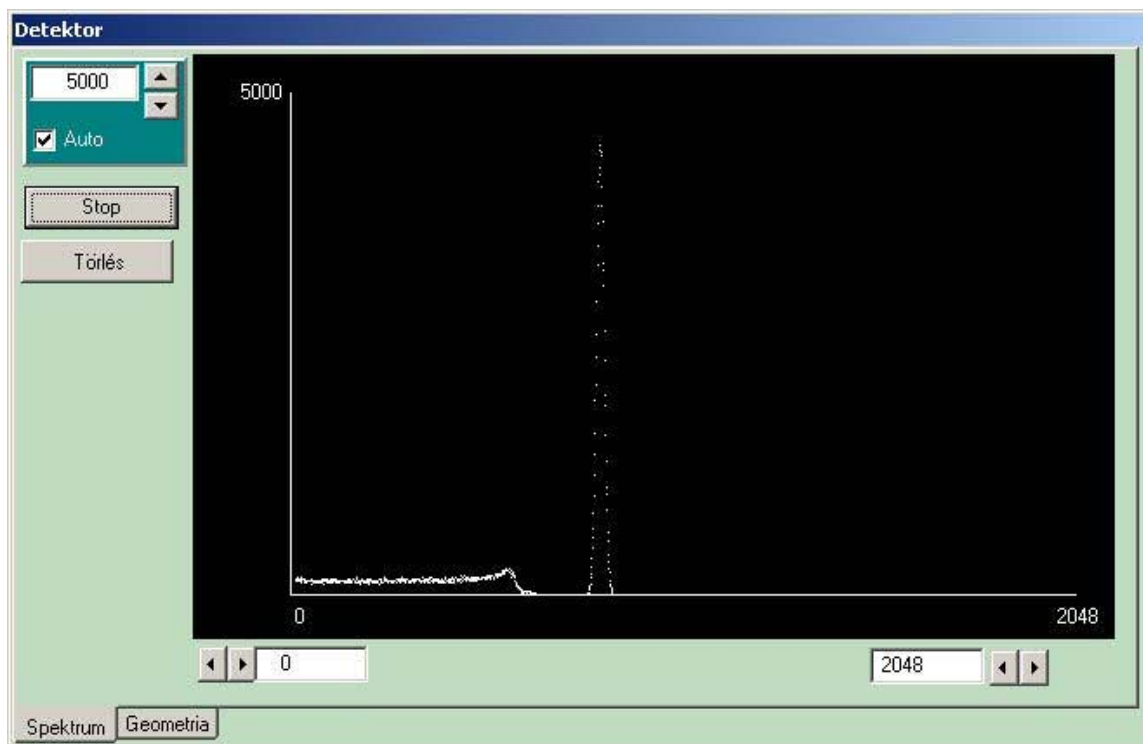


6. A detektor kezelésére a „Detektor” feliratú panel szolgál.

- a „Detektor mozgatása” csúszka segítségével tudod változtatni a detektor pozícióját
- a „Detektor bekapcsolása” és „Detektor kikapcsolása” gombok szolgálnak a detektorablak megjelenítésére, illetve kikapcsolására

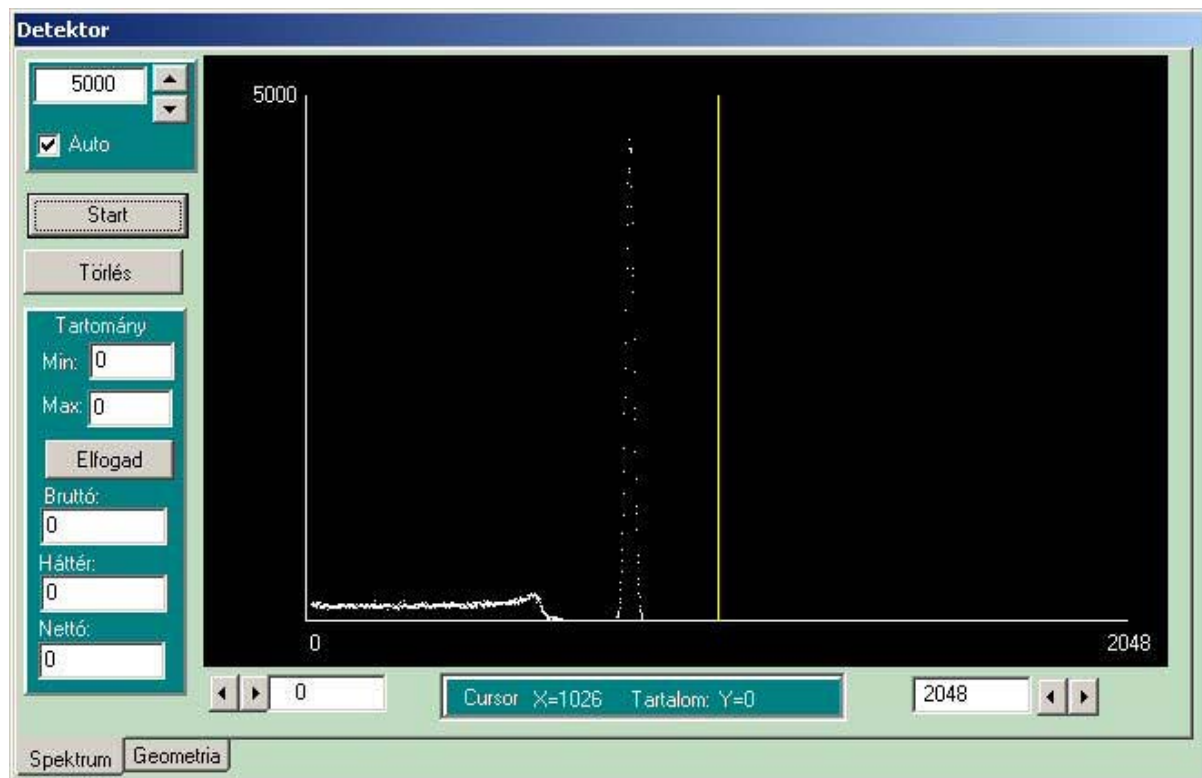
7. A „Detektor bekapcsolása” gomb megnyomására a detektor kezelőablaka jelenik meg: A képernyő legnagyobb részét a spektrum ábrázolására szolgáló fekete terület foglalja el. A detektorból kijövő feszültségimpulzusok amplitúdóját egy analóg-digitális konverter (ADC) egész számokká alakítja. A vízszintes tengelyen ezek a számok (ún. csatornák) láthatók, a függőleges tengelyen pedig az, hogy adott csatornában hány darab fotont érzékelt a detektor. A detektor jeleinek amplitúdója függ a bejövő gamma foton energiájától. Azt azonban, hogy ezt az ADC milyen számokká alakítja, nem tudjuk előre. Ezért a mérőrendszerünket **kalibrálni kell**: ismert gammafoton-energiájú sugárforrásokot kell a detektor elé helyezni, felvenni a gamma-spektrumukat, majd meghatározni, hogy a sugárforrások ismert energiájú gamma-vonalai mely koordináta-értékhez tartoznak (ehhez a detektált csúcs maximumának vízszintes koordinátáját kell meghatároznod. Ennek módját ld. alább, a kurzor leírásánál). A felvett koordináta – energia pontpárokat ábrázold milliméter-papíron, és fektess rájuk egyenest! Ezzel bármely koordináta-értékről meg tudod majd határozni, hogy az milyen energiának felel meg. (A kalibrációhoz használt milliméter-papírt csatold a jegyzőkönyvhöz!)

A „Start” gomb megnyomásával indul a mérés (a detektor elé a ^{137}Cs forrást tettük):



A „Törlés” gomb minden esetben törli a spektrumot, a „Stop” gomb megnyomása leállítja a mérést.

A mérés megállítása után a újra a detektor kezelőablak jelenik meg:

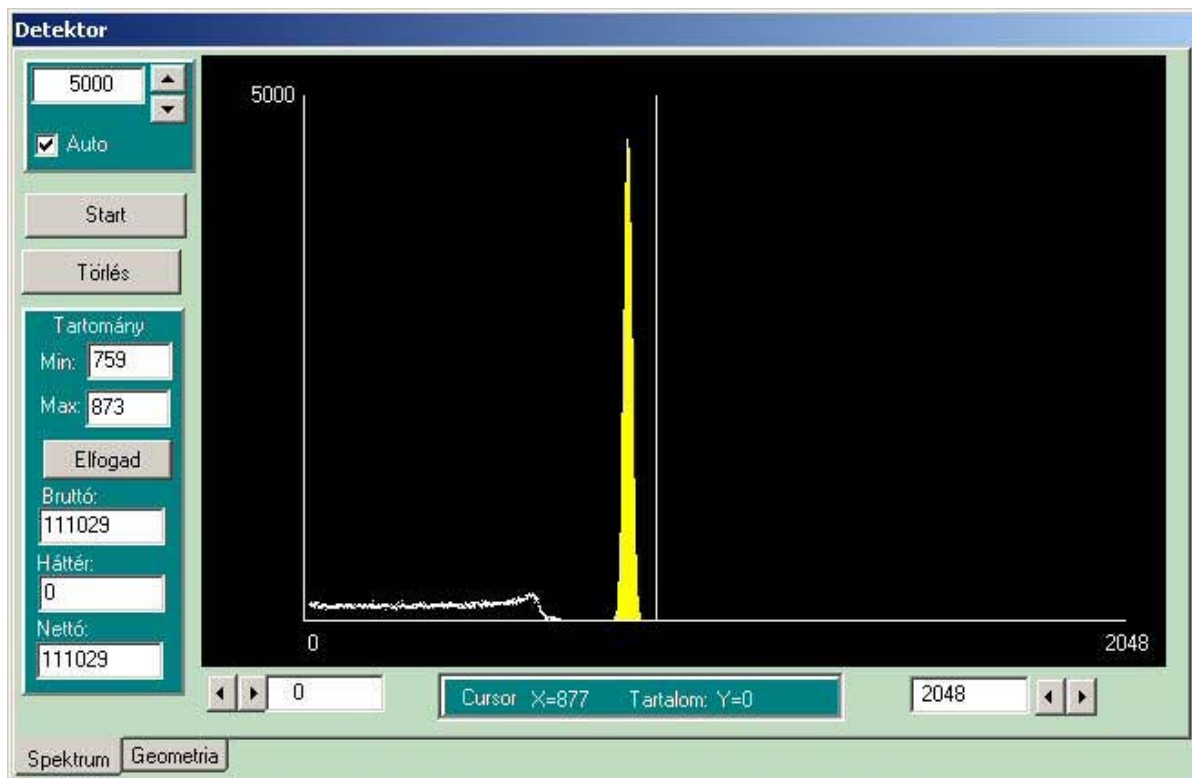


A függőleges tengely maximumát a bal felső sarokban lévő panelen lehet beállítani, az ablak kinyitásakor alapértelmezett értéke 100.

A vízszintes tengely minimumát és maximumát a tengely alatti panel bal- és jobb oldalán lehet beállítani, alapértelmezett értékük 0, illetve 2048.

A sárga vonallal jelölt *kurzor* az Alt gomb és a jobb vagy bal nyíl billentyű egyidejű lenyomásával mozgatható jobbra vagy balra. A vízszintes tengely alatti sötétebb csíkban a program kiírja a kurzor koordinátáit: X (ezt a kalibráció segítségével át kell számolnod a gamma foton energiájába, pl. keV-be), Y pedig, hogy az adott energiájú fotonból hány darabot számlált meg a detektor.

A spektrumban egy *csúcs alatti terület* meghatározásához ki kell jelölni a vizsgált csúcsot. Ehhez a kurzort mozgasd a csúcs egyik szélére, majd a Ctrl és Alt billentyűk lenyomása mellett a megfelelő irányú nyíl folyamatos nyomva tartásával vidd a kurzort a csúcs másik széléhez. **Fontos, hogy közben a billentyűt ne engedd fel, mert a program ezt új csúcskijelölés megkezdéseként értelmezi, így láthatóan hibás eredményt fogsz kapni!** A terület kijelölést pontosíthatod, ha a bal oldali, Tartomány feliratú panelen megadod a kijelölni kívánt terület legkisebb és legnagyobb X koordinátáját, majd megnyomod az „Elfogad” gombot. A panelen a „Bruttó” szövegdobozból leolvasható a kijelölt tartományban regisztrált összes beütésszám. A program a kijelölt terület első és utolsó pontja közé egyenest húz be, és az az alatti területet „háttérként” értelmezi. Ezt a „Háttér” dobozban láthatod, a „Nettó” dobozban pedig a teljes csúcsterület és a meghatározott háttér-terület különbségét..



A „Geometria” lapon megadhatod a detektor magasságát, sugarát, valamint pozícióját a Z tengely mentén (ez utóbbi egyenértékű a főablak „detektor mozgatása” csúszkájával).

