

ORSZÁGOS SZILÁRD LEÓ FIZIKAVERSENY

Országos döntő

Paks, 2010. április 23-25.

Számítógépes feladat

Bevezetés

A részecskegyorsítók egyik fontos típusa a lineáris részecskegyorsító. Ebben egy ionforrásból származó ionokat elektromos mezővel gyorsítjuk. A fémből készült, üreges gyorsító-elektrodok (gyorsítóüregek) belsejében az elektromos térerősség nulla, a gyorsítás az elektrodok közötti térben zajlik. Természetesen az egész gyorsítócsőben vákuum van, hogy a részecskék ne szóródjanak szét a levegő molekuláin. A gyorsítóüregekre periodikusan váltakozó feszültséget kapcsolunk. A gyorsítóüregek méretét, a közöttük lévő távolságot, a gyorsítófeszültség amplitúdóját és frekvenciáját úgy kell összehangolnunk, hogy az egyre gyorsuló részecskék az egymást követő gyorsítóüregek közé mindig megfelelő időpontban érkezzenek ahhoz, hogy ott tovább tudjanak gyorsulni.

Fontos az is, hogy az ionforrásból csak a gyorsítófeszültség meghatározott időtartományában engedjünk be részecskéket a gyorsítóba. A „rossz” időpillanatokban beengedett részecskék össze-vissza bolyonganak a gyorsítóban, egyesek még visszafelé is tudnak gyorsulni.

A lineáris gyorsítóból gyakran egy másik gyorsítóba „lövik be” a részecskéket (ez történik pl. a CERN-ben is). Ezért nagyon fontos, hogy az előállított részecskenyaláb energiája minél pontosabban a megadott értékű és minél kisebb szórású legyen, valamint az is, hogy a nyaláb időbeli szórása is kicsi legyen, azaz a nyalábban lévő részecskék a gyorsítási periódus jól meghatározott időpillanatában lépjenek ki a gyorsítóból.

A szimulációs feladatban egy lineáris gyorsítót fogunk vizsgálni. A szimulált gyorsítón a fent említett valamennyi paramétert változtatni lehet, és azok hatását meg lehet figyelni.

Szimuláció

A feladat egy lineáris gyorsító beállítása lesz, méghozzá úgy, hogy a felhasználók „igényeinek” megfelelő részecskenyalábokat állítsa elő. A szimulációban szereplő lineáris gyorsító egy „képzelt” berendezés, nincs a valóságban ilyen paraméterekkel rendelkező gyorsító. A kijelzett értékek a program saját egységrendszerében vannak, ne keressük ezeknek a szokásos SI egységekben a megfelelőjét.

A bejelentkezés után egy három régióra osztott képernyő látható. A legnagyobb, bal felső régióban egy lineáris gyorsító vázlatos rajza látható, a képernyő alján pedig azok a beviteli mezők, amelyekkel az egyes üzemi paraméterek beállíthatók. A képernyő jobb oldalán két grafikon helyezkedik el. Ezek közül a felső a céltárgyba becsapódó részecskéknek az energiájából készít hisztogramot, az alsó pedig a részecskék becsapódási idejét gyűjti (a gyorsító feszültség 0 fázisának időpontjához képest).

Céltárgy

A céltárgyat az egérrel „megfoghatjuk”, és a gyorsító bármely pontjára húzhatjuk (még a gyorsítóüregek „belsejébe” is). Mivel a jobb oldali grafikonok a céltárgyba becsapódó részecskék adatait dolgozzák fel, így a gyorsító bármely pontját vizsgálhatjuk.

Beviteli mezők leírása

Gyorsító

Ebben a beviteli mezőben a gyorsító működési paramétereit lehet állítani.

Az **Új gyorsítóüreg** gomb megnyomásával új gyorsítóüregeket lehet „beépíteni” a gyorsítónkba. Egyszerre mindig két üreg kerül beépítésre. Ezek közül az első rá lesz kapcsolva a periodikusan váltakozó gyorsítófeszültségre (ezt egy kör alakú „generátor” , valamint az üreg kékkel történő kirajzolása is jelzi), a második üreg pedig mindig földpotenciálra lesz (ezt az üreg fekete színnel történő rajza jelzi). A két gyorsítóüreg geometriai méretét és az előző üregtől való távolságát egy – a gombra kattintáskor felugró – beviteli ablakban adhatjuk meg. Az új gyorsítóüregek mindig a meglévő üregek UTÁN kerülnek beépítésre.

Ha valamelyik már létező gyorsítóüreg méretét meg szeretnénk változtatni, vagy az üreget törölni szeretnénk, akkor a hozzá tartozó „generátorra” kattinthatunk az egér jobb gombjával, és akkor ugyancsak felugrik a gyorsítóüregek beviteli ablaka, és a változásokat itt tehetjük meg.

A részecskékre gyorsító elektromos mező csak a gyorsító elektródok között hat. Az ionforrás, a céltárgy, valamint minden feketével rajzolt gyorsító elektród földpotenciálra van. A gyorsító feszültség **frekvenciáját** és **amplitúdóját** a beviteli mezőkben lehet megadni. Az elektromos potenciál pillanatnyi értékét (a földhöz képest) a gyorsító rajza alatti grafikon mutatja.

Ionforrás

Ebben a beviteli részben található az ionforrásból kijövő részecskékre vonatkozó információk. Itt adhatjuk meg azt, hogy az ionforrásból a gyorsítófeszültség mely fázisstartományában bocsátunk be részecskéket a gyorsítóba. Azt is bejelölhetjük, hogy megengedett-e több részecske indítása, vagy sem. Egyetlen részecske indítása a berendezéssel való ismerkedés időszakában indokolt. Ilyenkor pontosabban megfigyelhetjük a részecske mozgását.

Szimuláció

Itt a szimulációt vezérelhetjük. Öt fokozatban változtathatjuk a szimuláció sebességét. A megfigyelések alatt célszerű lassabb sebességet választani. Az igazi „mérés” során pedig a leggyorsabbat. A megfigyelést könnyebbé teszi az „**Egy lépés**” gomb használata is. Ezzel a szimulációt lényegében a saját tetszésünk szerint lépésenként hajthatjuk végre. Az „**Újraindít**” gomb törli az előző futás eredményeit is, és úgy indítja újra a szimulációt, míg a „**Folytatás**” gomb – a nevéből következően – folytatja a korábban megszakított szimulációt.

Tájékoztató adatok

Ebben a mezőben néhány tájékoztató adatot látunk. Egyrészt látjuk a céltárgyra éppen beérkezett részecske energia és idő paramétereit, valamint az éppen futó részecskék közül annak az energiáját, amelyé maximális. A program kijelzi továbbá az összes indított, és az összes céltárgyra beérkezett részecskék számát.

Eredmények

A képernyő jobb oldalán két, nagyon hasonló grafikon-ablak van. Mindkettő a céltárgyra beérkezett részecskékről gyűjt információkat. Az egyik a részecskék energia szerinti eloszlását, a másik pedig az idő szerint eloszlását mutatja. Az energia és az idő is a program által meghatározott egységekben van. A függőleges tengely maximumát a program automatikusan is meg tudja határozni, ha az „*Auto*” négyzet be van jelölve, de mi is megadhatjuk a megfelelő mezőbe történő beírással. A program az eloszlásokat „csatornába” gyűjti. Azt, hogy egy csatorna mekkora energiának, ill. időnek fele meg, a grafikon-ablakok jobb felső részén található „*Csat.*” mező segítségével adhatjuk meg. **FONTOS:** ha szükséges, ide nemcsak egész számokat, sőt egynél kisebb értékeket is beírhatunk! A vízszintes tengely ábrázolásának szélső értékeit (csatornában) a tengely alatt lévő mezőkben adhatjuk meg. A program ide csak nem negatív egész számokat fogad el, és figyelni, hogy a felső és az alsó érték között legalább 20 különbségnek lennie kell. A bevitt értékeket az ENTER gomb lenyomásakor fogadja el a program. Az elfogadott értékek a szokásos színekkel jelennek meg. Ha a mező kiválasztva marad (kék háttér), azt jelenti, hogy a program nem fogadta el valamilyen oknál fogva a bevitt értéket.

A program további szolgáltatása, hogy meghatározza a gyűjtött adatok középértékét és szórását. Ezt az ábrára jobb egérgombbal történő klikkeléssel lehet előhívni.

Az ábrán egy sárga színű **kurzor** is látható. A kurzort a billentyűzeten lévő jobbra-balra nyilakkal lehet mozgatni, az „Alt” gomb egyidejű lenyomása mellett. A kurzor helyzetét, és az abban a csatornában lévő tartalmat az ábra alatt kijelzi a program.

FELADAT

Állítsunk elő kb. 200 egységnyi energiájú részecskenyalábot 5 percen keresztül!

FONTOS! A grafikonok alatt lévő „*teszt üzemmód*” kikapcsolása után indított szimuláció során már nem avatkozhatunk be a gyorsító paramétereibe. Az „Újraindítás” gomb megnyomása után a szimuláció elindul, és az 5 perc leteltével a szimuláció eredménye elmentésre kerül.

Annál több pontot kap egy versenyző, minél

- pontosabban megközelíti a 200 egységnyi energiát a nyaláb átlagértékével
- kisebb lesz a nyaláb energiájának a szórása
- kisebb lesz a nyaláb időbeli szórása
- nagyobb hányada jut a kibocsátott részecskéknek a céltárgyra
- több részecske érkezik a céltárgyra addig, amíg le nem jár a rendelkezésre álló idő.