

Populärvetenskaplig sammanfattning

En transferlinje är en tunnel försedd med elektromagneter som används för att transportera partiklar i en partikelaccelerator. I detta projekt utvecklades numeriska metoder för att kunna designa och testa transferlinjen mellan en accelerator, European Spallation Source (ESS), och en lagringsring som en del av projektet ESS neutrino Super Beam ESSnuSB. ESSnuSB vill skapa två starka strålar av muonneutriner respektive antimuonneutriner. Dessa strålar ska sedan få färdas en sträck 540 km från Lund till en detektor i Grapeberg. Neutriner är oladdade partiklar som tillhör familjen leptoner. Andra leptoner är exempelvis de laddade partiklarna elektronen, muonen och tauonen. Alla laddade leptoner hör ihop med en typ av neutrino som har samma "smak" eller leptonnummer, en kvantmekanisk egenskap. Neutriner kan enbart växelverka med den svaga kraften och därmed borde alltid leptonnumret bevaras. När neutriner färdas långa sträckor finns det dock en chans att leptonnumret ändras. Detta kallas för neutrinooscillation. ESSnuSB vill undersöka om det finns några skillnader i hur muonneutrino och dess antipartikel oscillerar.

Genom transferlinjen kommer det att färdas negativa vätejoner, alltså en proton med två löst bundna elektroner. Dessa ska göra en sväng och åka in i en Accumuleringsring. För att inte elektronerna ska slitas av får inga elektromagneter i tunneln vara för starka. I de numeriska beräkningarna utnyttjades det faktum att alla partiklar kan uttryckas som en vektor med sex tal, som beskriver position, vinkel, energi och tid. Alla magnetsektioner i linjen kan sedan uttryckas som matriser med 6x6 element. För att simulera hur en partikel rör sig längs med linjen så multipliceras matrisen i tur och ordning med alla matriserna. Dock var det intressant att studera strålen i sin helhet. Därför kunde enskilda partiklar ersättas med statistiska mått som beskriver strålens egenskaper.

I programmet Matlab användes denna metod för att skriva ett simuleringsprogram. Simuleringen kan sedan användas för att testa olika designar på tunnlar. Till linjen användes magneter med två poler, dipoler, för att böja av strålen och magneter med fyra poler, quadrupoler, som fokuserande och defokuserande linser. Tekniken för design som användes var att bygga FODOceller. En FODOcell består av två omväxlande fokuserande och defokuserande linser. Om strålen har rätt egenskaper går det att få strålen att röra sig i ett symmetriskt mönster. Då kan strålen transporteras långa sträckor genom många, likadana celler, som då blir billiga att tillverka.

Det behövs också sektioner av transferlinjen som har syftet anpassa strålens egenskaper när den når en ny del av experimentet. Tanken var att skriva ett program som kunde räkna ut hur sådana celler byggas. Den metod som användes visade sig dock vara instabil och lyckades inte anpassa tillräckligt många aspekter av strålens egenskaper.

Projektet kom fram till ett förslag på accelerators huvuddel, men om de matchande delarna ska kunna designas måste bättre numeriska metoder användas.