

Populärvetenskaplig sammanfattning av examensarbete

Karaktärisering av Högre Ordningars Moder i de Aktiva 100 MHz-kaviteterna på MAX IV

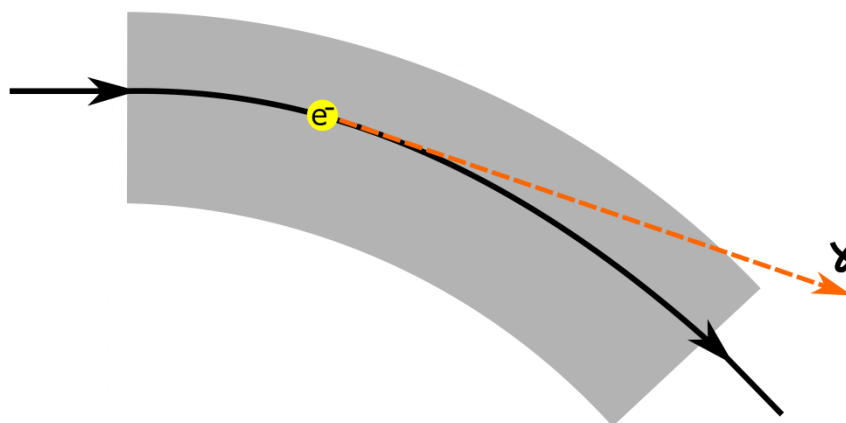
Författare: Jonas Björklund Svensson

Handledare: Åke Andersson och Anders Karlsson

MAX IV är en forskningsanläggning i världsklass som just nu håller på att färdigställas i utkanten av Lund, Sverige. Anläggningen innehåller bland annat en elektronaccelerator och för att allt ska fungera som det är tänkt måste elektronstrålen hållas väldigt stabil. Mitt examensarbete har gått ut på att undersöka några källor till instabilitet och att ta reda på hur dessa påverkar elektronstrålen.

I cirkulära accelerators, och särskilt i lagringsringar, hålls laddade partiklar, som exempelvis elektroner, fångna i en sluten bana med hjälp av en uppsättning magneter. När laddade partiklars bana böjs av sänder de ut elektromagnetisk strålning, alltså ljus - ju lättare partikel desto mer sänds ut. Detta ljus kallas synkrotronljus eller synkrotronstrålning. Vid synkrotronljuskällor som MAX IV använder man elektroner med mycket hög hastighet för att skapa röntgenstrålning, som alltså inte är annat än ljus (om än med högre energi och kortare våglängd än det vi ser med våra ögon). Detta ljus används sedan av forskargrupper för att bedriva till exempel material- eller läkemedelsforskning. Den korta våglängden hos ljuset gör att man kan undersöka betydligt mindre objekt än med synligt ljus.

När partiklarna sänder ut strålningen, vilket de gör bland annat i böjmagneterna (så kallade dipolmagneter) som ger upphov till den nästan cirkulära partikelbanan, förlorar de själva rörelseenergi, se Figur 1. Eftersom banans radie beror av rörelseenergin, måste man återställa energin för att partiklarna efter några varv i maskinen inte ska spiralisera inåt och krocka med vakuumkammaren och gå förlorade. Energin återställer man i lagringsringar med hjälp av så kallade radiofrekvenskaviteter (RF-kaviteter) där man håller ett oscillerande elektromagnetiskt fält inneslutet. Dessa RF-kaviteter har man på minst ett ställe i en lagringsring. Varje gång partiklarna passerar en av kaviteterna får de en liten "knuff" och alla kaviteternas samlade knuff ska ganska precis uppväga partiklarnas energiförlust. Det gäller att knuffa lagom mycket - om man knuffar för mycket spiraliserar partiklarna utåt istället.



Figur 1 – Elektron åker genom en böjmagnet, varvid dess bana böjs och den avger strålning

Det oscillerade elektromagnetiska fältet som används för att accelerera partiklarna har ett visst utbredningsmönster inuti kaviteterna och en därtill hörande frekvens med vilken det oscillerar, eller resonerar. Detta brukar kallas en resonansmod och det finns alltid många olika moder med stigande resonansfrekvens, precis som det i en akustisk gitarr finns många olika moder och frekvenser som tillsammans bygger upp gitarrens slutgiltiga klang. Grundmoden, alltså det utbredningsmönster med lägst resonansfrekvens (ca 100 MHz i MAX IV), är den mod som används för att återställa partiklarnas energi varje varv. Partikelstrålen själv inducerar dock många högre ordningars moder, med högre resonansfrekvenser och andra utbredningsmönster än grundmoden, när den passerar genom kaviteterna. RF-kaviteternas totala fält, eller deras slutgiltiga "klang", består alltså av en summa av grundmoden och många högre ordningars moder. Detta kan ge upphov till en situation där dessa högre ordningars moder ger partiklarna ytterligare "knuffar" så att partiklarna får antingen för mycket eller för lite energi. Detta kan alltså leda till att man förlorar sin partikelstråle.

Mer exakt har alltså detta examensarbete som mål att fastställa de olika högre ordningarnas moder i de aktiva 100 MHz-kaviteterna i MAX IV-lagringsringarna och även undersöka tillväxttiden för olika instabiliteter, eller svängningar, i elektronstrålen som dessa moder kan ge upphov till.