

# POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

JOHAN THORÉN

Partikelfysiken är den gren av den moderna fysiken som beskriver universums allra minsta beståndsdelar. I dagsläget utgör Large Hadron Collider (LHC) världens största experiment inom området, och förväntas generera många nya upptäckter inom de närmaste åren. Denna gigantiska partikelaccelerator, som har en omkrets på 27 km, är gjord för att utforska hur världen beter sig på otroligt korta avstånd. Idag har vi en oförskämt välfungerande teori för energierna vi har tillgång till genom partikelacceleratorer. Men om man extrapolerar denna teori till ofantliga energier så får den problem. Den beskriver heller inte gravitation, vilket en fullständig teori för fysiken borde.

Nyligen, sommaren 2012, så hittades en förutspådd partikel, Higgspartikeln, på CERN. Men den ser tyvärr ut som den borde i den enklaste modellen, så den skvallrar inte om hur världen fungerar på extremt korta avstånd. Det man söker efter nu med LHC, är partiklar som hittills varit för tunga för att ha kunnat ha skapats tidigare eller som växelverkar så svagt med vanlig materia att de skapas extremt sällan.

För att se de tunga partiklarna så ökar man energin som partiklarna som kolliderar har, så att det ska finnas tillräckligt med energi för att skapa dessa. Detta innebär också att vanliga partiklar, elektroner, kvarkar och neutrinos, skapas i mängder, då många av de är väldigt lätta. För att hitta partiklar som växelverkar svagt så ökar man antalet partiklar som kollideras. Detta kräver sofistikerade metoder för urskilja de sällsynta intressanta kollisionerna. För att hitta ny fysik, så krävs en bra förståelse för hur modellen vi har, standard modellen för partikelfysik, förutsäger att kollisionerna ska bete sig. Med högre

energi och partikelantal så blir detta en allt större utmaning.

Uppsatsen som jag skrivit behandlar hur en del av standardmodellen, teorin för starka kraften, som håller samman kärnan i atomer, förutsäger sannolikheten för olika kollisioner. I denna teori, som kallas kvantkromodynamik, beräknas sannolikheter för kollisioner genom att summera över alla olika sätt som kollisionen kan ske på. Summeringen sker då experimenten inte undersöker exakt hur en kollision gick till, utan vad man började med för partiklar och vilka som finns strax efter kollisionen. I kvantmekanik så är summerings steget icke-intuitivt, interferens kan uppstå. Kvantmekanisk interferens innebär att sannolikheten för olika sätt som en kollision kan ske påverkar varandra. Till exempel så kan sannolikheten<sup>1</sup> för två olika sätt som kollisionen kan ske på interferera destruktivt, så att den totala sannolikhet att kollisionen skall ske blir väldigt liten.

För kvantkromodynamiken så är interferensen väldigt komplicerad om det finns många partiklar efter en kollision. Istället för att addera tal, som görs för simplare teorier, så är den totala sannolikheten associerad med längden på en vektor. Varje sätt som en kollision kan ske på har en vektor och den totala sannolikheten är längden på vektorn som är summan av alla dessa vektorer. Uppsatsen handlar om att utnyttja symmetrier för att skriva om de enskilda vektorerna i en ortogonal bas, vilket gör att man kan utnyttja Pythagoras sats för att räkna ut den totala längden på vektorn. Till skillnad från vanliga metoder där basen inte är ortogonal, vilket gör att längden är svårare att räkna ut.

<sup>1</sup>Mer korrekt benämning är amplitud, där absolutbeloppet i kvadrat av amplituden är sannolikheten.