

En analys av flödet hos kvark-gluon-plasman

Den Stora smällen, Big Bang, är den teori som beskriver universums födelse och utveckling fram till idag. Hela universum; galaxer, planeter och liv härstammar från denna smäll. För att förstå denna utveckling kan man studera de förhållanden som anses var rådande några bråkdelar av en sekund efter Big Bang. Så snart efter smällen är det som ska bli universum extremt tätt och varmt. Hittills existerar inte atomer som utgör den kända materien, eftersom de protoner och neutroner som tillsammans bygger atomkärnor är upplösta. Protoner och neutroner består i sin tur av kvarkar, de minsta beståndsdelarna, som hålls samman av den så kallade starka kraften som förmedlas av den starka kraftens förmedlare, gluonerna. Den starka kraften ingår i samma kategori krafter som ljuset, den elektromagnetiska kraften, men har speciella egenskaper såsom mycket kort räckvidd. Den korta räckvidden resulterar i att kvarkar alltid binds hårt i sammansatta partiklar som protoner och neutroner, och motverkar existensen av fria kvarkar. Men i begynnelsen av universums utveckling, i detta högenergetiska tillstånd med hög partikeldensitet, tillåts existensen av fria kvarkar och gluoner i ett så kallat kvark-gluon-plasma (QGP). Detta tillstånd av fria kvarkar och gluoner anses var bibehållet under en bråkdel av en sekund innan universum expanderar och svalnar och de fria beståndsdelarna bildar sammansatta partiklar och den kända materien. De förhållanden som var rådande under denna epok av universums utveckling kan studeras genom att efterlikna detta högenergetiska och täta tillstånd. På det världsledande partikelfysiklaboratoriet CERN kan dessa förhållanden återskapas i mindre skala genom att accelerera och kollidera tunga atomkärnor i acceleratoren LHC (Large Hadron Collider). De höga energierna som kan erhållas i LHC är tillräckliga för att möjligen producera kvark-gluon plasma. Den eventuella existensen av ett kvark-gluon-plasma som producerats i en kollision kan påvisas genom att studera de partiklar som produceras då plasmat svalnat. Det har föreslagits att kvark-gluon-plasmat har egenskaper som liknar de fluiddynamiska, vilket betyder att plasmat kan antas bete sig som en vätska.

I denna uppsats studeras kvark-gluon-plasma som producerats vid kollisioner av blykärnor i ALICE-detektorn (A Large Ion Collider Experiment) vid CERN. Antagande att de fluiddynamiska egenskaperna hos kvark-gluon-plasmat gäller kan man tillskriva plasmat ett flöde, eller flow. Genom att analysera de detekterade partiklarna kan flödet hos plasmat bestämmas som det kollektiva beteendet hos kvarkarna och gluonerna. I den här uppsatsen har två metoder använts för analysen och resultaten har påvisat existensen av ett kollektivt beteende, ett flöde, hos kvark-gluon-plasmat.

Handledare: Peter Christiansen
Examensarbete 15 hp i fysik
Fysiska institutionen, Lunds Universitet