



– den moderna skapelseberättelsen

Det är lätt att se med skepsis på uttalanden om Universums "skapelse". Ämnet ser ut att kräva så allomfattande kunskaper att det är svårt att vi med några anspråk på vetenskaplighet kan säga något meningsfullt om saken. trots detta har under de senaste 20 åren en bred (om än inte enhällig) enighet nåtts bland astronomer och fysiker om en beskrivning av Universums utveckling. Man "tror" på den s.k. Big Bang modellen. Avsikten med denna artikel är att ange några av de skäl som lett till modellens popularitet.

Låt mig från början göra klart att utgångspunkten är en viss naivitet. Man antar att frågan om denna utveckling kan behandlas på samma sätt som mera närliggande frågor: som en tillämpning av de av fysikens lagar som är kända. Antagandet är ingalunda självklart. Man kan t.e.x. tänka sig antingen att vi saknar någon viktig ingrediens eller att dessa lagar ändrats under utvecklingens gång, men så länge som direkta skäl saknas för sådana modifieringar är det rimligast att utgå från kända lagar.

I stora drag säger Big Bang modellen följande: För 10-20 miljarder år sedan var materien starkt förtätad och hade en hög temperatur. Exempelvis var temperaturen 1 sekund efter "skapelsen" ca 10 miljarder grader. Universum utvidgade sig snabbt och i och med det sjönk temperaturen. Efter några minuter var situationen sådan att lätta grundämnen kunde bildas i kärnreaktioner utan att omedelbart slås sönder igen. Från denna period kommer huvuddelen av det helium som finns idag. Ungefär 100 000 år senare hade temperaturen sjunkit så mycket att atomkärnor och elektroner kunde kombinera till atomer och så småningom bildades stjärnor och galaxer. Under hela detta händelseförlopp utvidgade sig universum och gör så än idag. Beroende på hur mycket materia det finns kommer denna expansion antingen att fortsätta eller upphöra och ersättas med en kontraktion.

Varför skall vi nu tro på denna berättelse? Låt oss börja med att se på vad det finns för skäl att tro på en ålder av 10-20 miljarder år. Det finns två oberoende sätt att komma fram till en sådan ålder. Det ena är den rättframma metoden att försöka hitta så gamla objekt som möjligt. Jorden och solsystemet är bra exempel på gamla objekt. Genom att studera förekomsten av radioaktiva ämnen har man kommit fram till en ålder för dessa av 4-5 miljarder år. liknande ideer kan användas för att bestämma åldern för de äldsta stjärnorna i vår galax och det är här man finner resultatet 10-20 miljarder år. Några äldre objekt har man inte hittat.

Den andra metoden att åldersbestämma universum har att göra med dess expansion. Under 1920-talet upptäcktes att ljuset från avlägsna galaxer visar en förskjutning åt rött. En motsvarighet till effekten är att ljudet från t.ex. en ambulanssiren har lägre tonhöjd när den avlägsnar sig än när den närmar sig. På detta sätt kan rödförskjutningen naturligt tolkas som om att dessa stjärnsystem avlägsnar sig från oss och detta gäller inte enbart galaxer i en viss riktning utan i alla riktningar. Om man kombinerar detta med det rimliga antagandet att vår galax är en "typisk" galax så leder det till slutsatsen att avståndet mellan två "typiska" galaxer hela tiden växer. Det är denna effekt som kallas "universums expansion". Om vi nu följer processen bakåt i tiden kommer vi naivt till en tidpunkt när all materia var samlad i ett tillstånd med oändlig täthet. För att rättfärdiga resonemanget måste man naturligtvis känna till de lagar som styr expansionen. Einsteins teori för gravitation ger oss sådana lagar och man kan räkna ut när det oändligt täta tillståndet inträffade. Sådana beräkningar ger resultat att det var för 10-20 miljarder år sedan. Osäkerheten beror på svårigheten att bestämma dagens expansionstakt och detta i sin tur på att det är mycket svårt att bestämma avståndet till avlägsna galaxer.

Vi ser alltså att två oberoende sätt att bestämma en ålder för universum ger ungefär samma resultat. Denna överensstämmelse ger påståendet "universums ålder är 10-20 miljarder år" en viss trovärdighet, men bevisföringen är knappast bindande. Det vore mer

övertygande om vi hade något som mer direkt talade om för oss t.ex. att tätheten verkligen varit mycket större tidigare i historien. Ett tecken på det upptäcktes av A.Penzias och R.Wilson 1965.

För att förstå betydelsen av den upptäckt de gjorde måste vi se på vad vi kan vänta oss om materien befunnit sig i ett komprimerat tillstånd. En sak man kan vänta sig är att materien hade en temperatur som var högre ju mer det hela var sammanpressat, en effekt som är välkänd för alla som använt en cykelpump. Det borde också ha funnits strålning (en het platta glöder) och den kommer att ha samma temperatur (genom att studera ljuset från en het platta kan man avgöra hur het den är). Om vi nu låter det hela expandera så kyls systemet av och det blir strålning över. Med andra ord, om Universum har varit mycket komprimerat så kan vi vänta oss att det idag ska finnas strålning kvar av mycket bestämd typ. Penzias och Wilson observerade 1965 strålning med rätt egenskaper för att ha ett sådant kosmologiskt ursprung. (För denna upptäckt belönades de med Nobelpriset 1978.)

Det är nu möjligt att räkna ut hur temperaturen varierat och när och i vilken mängd olika grundämnen bildats i kärnreaktioner i det tidiga Universum. Sådana beräkningar visar att det bildas mest helium och detta i samma mängd som observerats. Eftersom denna mängd helium är svår att förklara på andra sätt måste det räknas som en triumf för modellen. Upp-
täckten av den ovan nämnda strålningen och den goda överensstämmelsen mellan beräknade och observerade mät-

ngder av helium och andra lätta grundämnen är vad som lett till den breda enighet som råder kring Big Bang idag.

Är då sista ordet sagt om "skapelsen"? Definitivt inte. Dels förbättras hela tiden modellen. Under de sista 10 åren har astrofysiker och elementarpartikelfysiker samarbetat på att dels använda partikelfysik för att bättre förstå vad som hände under den första sekunden, dels att använda det faktum att modellen fungerar för att utesluta annars tänkbara teorier för elementarpartiklar. Arbete pågår också på att bättre förstå senare skeden i utvecklingen. Galaxbildningen är idag inte särskilt väl förstådd och möjligen spelar elementarpartikelfysik en viktig roll också här. Slutligen får vi inte glömma att ju mer teorin preciseras desto större är 'risken' att den faller. Förbättrade observationer inom astronomi eller nya experiment inom fysik kan leda till resultat som gör att dagens tillfredställande överensstämmelse mellan modell och observationer förbyts i motsägelse. Om ett sådant resultat leder till att modellen förkastas eller enbart till smärre modifieringar är omöjligt att avgöra på förhand. Newtons gravitationslag överlevde allvarliga avvikelser under tidigt 1800-tal. Dessa fick sin förklaring genom upptäckten av planeten Neptunus. Betydligt mindre avvikelser för Merkurius bana fick en tillfredsställande förklaring först i en radikalt annorlunda teori: Einsteins teori för gravitationen – den allmänna relativitetsteorin.

Johan Grundberg

Johan Grundberg är doktor i teoretisk fysik. Han är verksam vid NORDITA i Köpenhamn och Stockholms universitet.