

En introduktion till kosmologi

Del 2

Av Staffan Skogby

Det kosmiska landskapet

I denna artikel återkommer jag till en av de grundläggande principerna i den moderna kosmologin - den antropiska principen - som jag introducerade i min förra artikel. Artiklarna bygger till stora delar på ett referat av några kapitel som jag tycker är speciellt intressanta ur en bok av strängteoriens grundare Leonard Susskind. Jag har försökt förenkla resonemangen så långt som möjligt för förståelsens skull.

Leonard Susskind beskriver på ett intressant och välbalanserat sätt strängteoriens utveckling under nära ett kvartssekel. I bokens inledning beskrivs kvantfysiken på ett populärvetenskapligt sätt och inkluderar både kvantelektrodynamiken och kvantkromodynamiken. I kapitel 2 berörs problem med den kosmologiska konstanten λ som "mother of all physic problems". Den kosmologiska konstanten är av grundläggande betydelse och intimt förknippad med vakuumenergi.

Steven Weinberg, som gjorde banbrytande forskning, föreslog 1987 att den kosmologiska konstanten hade ett värde som inte bestämdes av strängteori. Den kosmologiska konstanten bestämdes istället av att vi befann oss i ett universum med 3 dimensioner och med naturkonstanter som var anpassade till att hysa mänskligt liv. Den kosmologiska konstanten måste därför enligt teorin vara mindre än 10^{-120} . En kosmologisk konstant som skulle vara några magnituder större än denna gräns skulle dock inte kunna påverka den molekylära kemin, men för att galaxer ska kunna bildas i vårt universum

krävs det infinitesimala variationer i tätheten i samband med Big Bang, vilka inte får avvika mer än upp till ett gränsvärde. Om avvikelserna är mer än en eller två magnituder så skulle varken galaxer, stjärnor eller planeter kunna bildas. Ett universum med en negativ kosmologisk konstant skulle inte heller kunna härbärgera liv.

Slutfrågan i kapitel 2 i boken summerar mycket väl det stora frågetecknet inom forskningen idag: Hur kan vakuumenergin balansera den kosmologiska konstanten så precist att liv kan uppstå med en precision som balanserar på de första 119 decimalerna?

Vidare i kapitel 3 diskuteras hur fysikens lagar kan se annorlunda ut i andra universum, men jag avstår att nämna mer om det här.

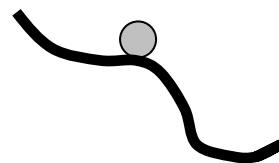
Ett bubbelbads-universum

Flera av bokens kapitel har fyndiga namn som t.ex. "Myten om unikheter och elegans", "Om frusen fisk och kokt fisk", "En gummi-bandsdriven värld", "Reinkarnation", "Svarta-hål-kriget", och "Bubbelbads-universum". Jag har här valt att kort beskriva några delar av kapitlet om bubbelbads-universum eftersom det beskriver principerna för det kosmiska landskapet.

Vårt universum kan beskrivas som ett objekt - en bubbla - som rör sig längs en kurva av vakuumenergi.

Om den bubblan rör sig väldigt snabbt längs kurvan får man en s.k. inflation, dvs. en mycket snabb "upplåsning" av rummets

storlek. Det skedde strax efter att bubblan skapades vid Big Bang. Därefter kommer bubblan - vårt



universum - in i ett jämviktstillstånd med stabilitet och en mycket låg vakuumenergi vilket ger en mera "normal" expansionstakt.

Sammanfattning

I det sista kapitlet summeras bokens delar. Ett tema som återkommer i boken är att vårt eget universum verkar vara fantastiskt väl designat för vår egen existens. Denna speciella situation är inget som man bara kan hänföra till ren tur och denna tillfällighet måste få en förklaring. En vanlig förklaring är att det måste vara en superarkitekt av något slag inblandad.

Om man skulle sammanfatta detta i en enda mening skulle den lyda "Ett landskap av möjligheter befolkat med ett megaversum av verkligheter".

Det finns stora förhoppningar att den s.k. LHC (Large Hadron Collider) ska bringa klarhet kring Higgs partikel - en partikel som krävs att för den s.k. "Standardmodellen" ska fungera och som har gäckat forskarna hittills. Det var för att hitta denna partikel som den stora partikelacceleratoren LHC (Large Hadron Collider) i CERN projekterades för några år sedan. Fysikerna hoppas att man ska kunna bestämma det s.k. Higgs-fältet -

ett fält varur alla partiklar får sin massa enligt teorin för Standardmodellen. Planen för LHC har dock försenats något och det blir därför först i mitten på 2008 som man kommer att göra de högenergetiska experimenten som förhoppningsvis ska påvisa om Higgs partikel existerar.

Om ett megaversum är tillräckligt stort finns det med stor sannolikhet en bubbla med en Higgskonstant som är tillräckligt liten för att kunna ge upphov till naturlagar och en värld där liv kan uppträda. Dock får vi komma ihåg att teorin med ett kosmiskt landskap i ett megaversum är fortfarande en teori i sin linda.

Enligt författaren finns flera principiella paralleller till Darwins teorier och boken presenterar två av dessa. Den första är just tanken om ett Megaversum. Den kände författaren Richard Dawkins har refererat till det s.k. "Landskapet" i sin bok från 1991 "Darwin Tri-

umphant". Enligt denna skulle man kunna numrera varje universum som en del av en DNA-molekyl. En mänsklig DNA har ungefär en miljard baspar och det är fyra kombinationer på varje baspar. Det finns alltså totalt $4^{1000000000}$, eller $10^{600000000}$ möjliga kombinationer. Detta är alltså mycket större än 10^{500} dalar i landskapet som strängteoretikerna har i sina teorier för det kosmiska landskapet. Å andra sidan är dessa 10^{500} ändå ofattbart stora mängder. Hur som helst är dessa siffror så stora att de inte går att visualisera.

Den andra principiella parallellen till Darwins teorier är den s.k. superprofil-mekanismen som förändrar en blåkopia av ett designat universum till att bli en reell företeelse. Darwins mekanism involverar kopiering, konkurrens, och massvis med syre, kol och väte i detta universum. Detta motsvaras av mekanismer på megaversumnivå som verkar för en evig expan-

sion och som involverar en exponentiell reproduktion av rummet.

Biologisk evolution sker längs en given linje i nedåttigande led genom ytterst små förändringar från generation till generation. Men i detta sammanhang sker nedåttigandet genom en serie av bubbelkärne-universum, vilka för varje steg ger förändringar av vakuumenergin, partikelmassan, och resten av fysikens lagar. Biologiskt sett, om endast stora förändringar var tillåtna, skulle Darwinistisk evolution vara omöjlig. De muterade monster som eventuellt skulle finnas, skulle ha så många och svåra nackdelar i sin existens jämfört med normala avkommor att deras överlevnad i en tuff värld skulle vara omöjlig. Det betyder i vårt sammanhang att ett bubbelkärne-universum som har de rätta fysikaliska egenskaperna överlever och kan utvecklas vidare.

Leonard Susskind är teoretisk fysiker och innehar Felix Bloch-professuren i teoretisk fysik vid Stanford University i Kalifornien. Boken heter "The Cosmic Landscape – String theory and the illusion of intelligent design". Den är skriven år 2005.

Några förklaringar:

Kvantfysik: Gemensam benämning för de fysikaliska teorier som generellt beskriver mycket små system, som t.ex. atomer och elementarpartiklar och deras växelverkan.

Kvantelektrodynamik: En fysikalisk teori grundad på kvantfysik och elektrodynamik och som kan sägas vara en tillämpning av kvantfältteori på elektromagnetiska fält.

Kvantkromodynamik: En teoretisk beskrivning av den starka växelverkan inom atomkärnan. Den starka kraften binder samman kvarkar till protoner, neutroner och andra hadroner och den håller också samman atomkärnorna som protonerna och neutronerna bygger upp.

Vakuumentergi: Energi som förekommer även i det skenbart tomma rummet. Den har den egenartade egenskapen att dess närvaro, i motsats till närvaro av materia, skulle få universums utvidgning att accelerera.

Den antropiska principen: Definieras som att universums egenskaper måste vara sådana att de tillåter observatörer att existera.

Infinitesimal: Symboliskt hjälpmedel som används vid integrering och derivivering för att beräkna areor, volymer, flöden, m.m. genom att utgå från "jättesmå" element, som sedan summeras i hop för att få en helhetsbild.

