

Antistofteorien, en ny teori om universets skabelse.

Hvad er mørk energi?

Big Bang har længe været en anerkendt model for universets skabelse. Den har imidlertid mange mangler. For at forklare universets udvidelse har det været nødvendigt at indføre en teoretisk konstruktion, den mørke energi Λ (lambda). Λ tænkes at være jævnt fordelt overalt i universet og tænkes at indeholde en uhyre stærk frastødende energi. Λ er usynlig og er aldrig blevet observeret. Den mørke energi kan beregnes at udgøre 70% af universets energi. Det er imidlertid unødvendigt at indføre Λ . Universets udvidelse kan forklares ved hjælp af de kendte fysiske love i Antistofteorien.

Hvordan skabes nukleoner?

I atomkerner findes nukleoner (protoner og neutroner), og de holdes sammen af en såkaldt *gluonsuppe*. Ved hjælp af kollisionsforsøg med partikler med høj energi har vi fået en viden om partiklerne, og hvordan de dannes. Ved tilførelse af høj energi til en atomkerne kan der dannes nye nukleoner. Hver nukleon består af tre bestemte kvarker, og kvarkerne må dannes før nukleonerne. Kvarker er bundet til en gluonsuppe, og de kan kun dannes i en gluonsuppe. For at universets nukleoner skal dannes, må der altså have været en gluonsuppe.

Hvordan var gluonsuppen?

I Big Bang regner man med, at universet på et tidligt tidspunkt bestod af en suppe af gluoner, kvarker og antikvarker. Denne gluonsuppe eksisterede kun i et mikrosekund. Temperaturen var høj, hvilket vil sige, at kvarkerne og antikvarkerne havde høj energi. Derfor blev kvarkerne lynhurtigt omdannet til nukleoner og antinukleoner, og gluonsuppen blev omdannet til en plasma af elektrisk ladede partikler og antipartikler. Her har Big Bang så et problem med at forklare, hvor antistoffet er blevet af. I Antistofteoriens gluonsuppe foregår der en langsom sortering af kvarker og antikvarker. Ved overgangen til plasma dannes der lige mange partikler og antipartikler, men stof og antistof findes i forskellige områder af universet.

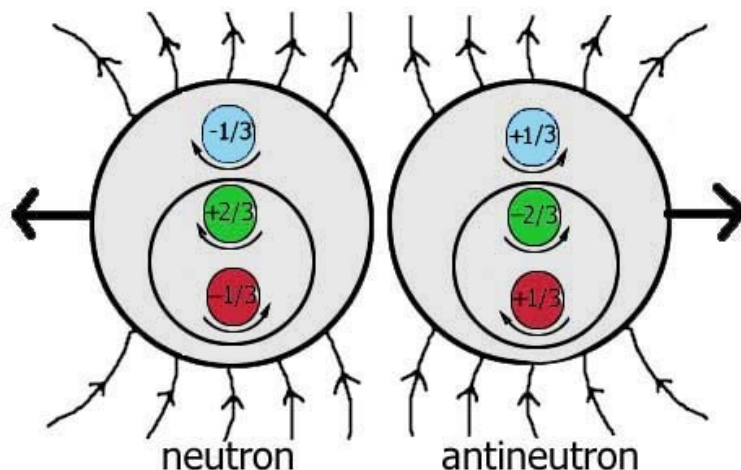
Universet er måske ubegrænset

Ifølge Big Bang begynder Λ at virke, når universet har en radius på ca. 10^{-27} m og skaber i løbet af ca. 10^{-34} sek hele universet. Når vi ser bort fra Big Bang og Λ , er der ingen tegn på, at universet er begrænset i rummet, eller at det er skabt på et bestemt tidspunkt. Ifølge Antistofteorien har universet bestået af en gluonsuppe med kvarker og antikvarker, og denne suppe kan have været ubegrænset og kan have eksisteret i ubegrænset tid.

Gluonsuppen kan betragtes som et kvantemekanisk felt. Gluonfeltet vil ofte kortvarigt manifestere sig som en kvark og en antikvark. Disse har modsat elektrisk ladning og tiltrækker hinanden. I gluonsuppen vil de hurtigt annihilere og blive til gluoner igen. Der vil lejlighedsvis være flere kvarker af forskellig type på samme sted, og de kan fusionere og danne partikler. De elektrisk ladede partikler, der opstår, vil straks forsvinde. Men neutroner og antineutroner er neutrale, og de vil derfor findes i stort tal i gluonsuppen.

Neutroner og antineutroner vandrede i gluonsuppen

For at danne en neutron i gluonsuppen kræves der tre bestemte kvarker, som tilsammen har energien eller massen 12 MeV. En almindelig fri neutron har massen 940 MeV. Temperaturen i antistofteoriens gluonsuppe var ikke høj nok til at der umiddelbart kunne frembringes frie neutroner.



Figur 1

Figuren viser pardannelsen af en neutron og en antineutron. Kvarkernes spin og ladning er markeret og det fremgår af figuren at den samlede ladning for de tre kvarker i neutronen er nul. To kvarker på samme sted kan ikke have samme spin og ladning, og de tre kvarker i nukleonen er derfor forskellige, hvilket markeres med farver, (Quantum Chromo Dynamics). En cirkel i nukleonen markerer, at to af kvarkerne har dannet et par. De har modsat spin og modsat fortegn for den elektriske ladning. Parrets spin er nul, og ladningen er positiv. Vi ved ikke hvor i neutronen, kvarkerne er placeret. Man kan forestille sig, at den enlige negative kvark kredser om det positive par. Det svarer til, at elektroner i et atom kredser om atomkernen. Neutronens spin er bestemt af den enlige negative kvarks spin. Dermed bliver neutronens magnetiske moment modsat rettet neutronens spin. Forskerne troede, at det magnetiske dipolmoment af den elektrisk neutrale neutron måtte være nul, men blev nødt til at anerkende eksperimenterne, der viser, at det magnetiske dipolmoment er $m = -9,66 \cdot 10^{-27} \text{ J/T}$ og negativt.

Vi ser nu på den antineutron, der dannes samtidig med neutronen. Det fremgår, at dens antikvarker har modsat spin og modsat ladning af kvarkerne i neutronen. Her er den enlige kvark positiv, og derfor får antineutronens magnetiske moment samme retning som spindet, hvad eksperimenter også viser. De magnetiske momenter er markeret med magnetiske feltlinier. Neutronen og antineutronen har magnetisk moment i samme retning og frastøder derfor hinanden. Den magnetiske kraft virker kun, medens de to partikler er tæt på hinanden, men den får alligevel partiklerne til at bevæge sig væk fra hinanden med en lille hastighed. Hastighederne er markeret med pile på figuren. På grund af den magnetiske frastødning og den lave hastighed vil neutroner og antineutroner aldrig komme så tæt, at de kan annihilere. Det er bemærkelsesværdigt, at man i laboratorier ikke har observeret annihilation af frie neutroner og antineutroner med lave hastigheder.

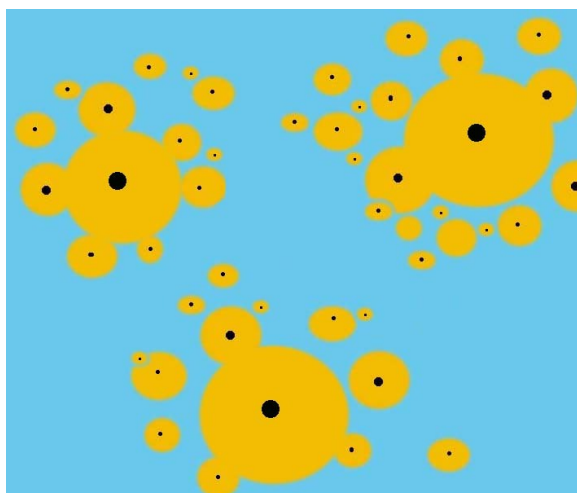
En mekanisme, der kan adskille stof og antistof

Kollisionsforsøg tyder på, at gluonsuppe er en ideal væske. Neutroner og antineutroner kan derfor bevæge sig uden modstand i gluonsuppen. Neutronen bevæger sig med konstant lille hastighed, indtil den et sted møder tre passende antikvarer. Så vil kvarker og antikvarer annihilere og blive til gluoner, og neutronen bliver opløst i suppen.

Lad der nu tilfældigvis være et område A, hvor der er overskud af kvarker, og ved siden af et område B, hvor der er overskud af antikvarer. Der dannes par af neutroner og antineutroner overalt i gluonsuppen. Af de neutroner, der dannes mellem A og B, vil nær ved halvdelen bevæge sig mod A og den anden halvdel mod B. De, der bevæger sig mod A vil have en længere middelvejlængde end de der bevæger sig mod B, fordi de ikke så tit møder antikvarer. Resultatet bliver en transport af neutroner fra B til A. Når disse neutroner opløses i A, tilfører de kvarker til A og forøger derved overskuddet af kvarker i A. Tilsvarende vil transporten af antineutroner fra A til B forøge overskuddet af antikvarer i B. Antistofteorien forklarer med denne mekanisme, at der kan dannes et stort område A i gluonsuppen, hvor der er overskud af kvarker, og et tilstødende stort område B med overskud af antikvarer.

Neutroner samler sig i kerner

Laboratorieforsøg har vist at neutroner tiltrækker hinanden og fusionerer. Man kalder samlingen neutronium. Som nævnt har neutroner et magnetisk dipolmoment. To neutroner med modsat rettede magnetiske dipoler vil tiltrække hinanden og fusionere, hvis de kommer i nærheden af hinanden. Sådanne magnetisk neutrale par vil også fusionere i gluonsuppen. Der samles efterhånden flere og flere neutroner i *neutroniumkerner*. Neutronerne i neutroniumkernerne er beskyttet mod opløsning, fordi de er bundet til kernen af de stærke gluonkræfter.



Figur 2. Gluonsuppe

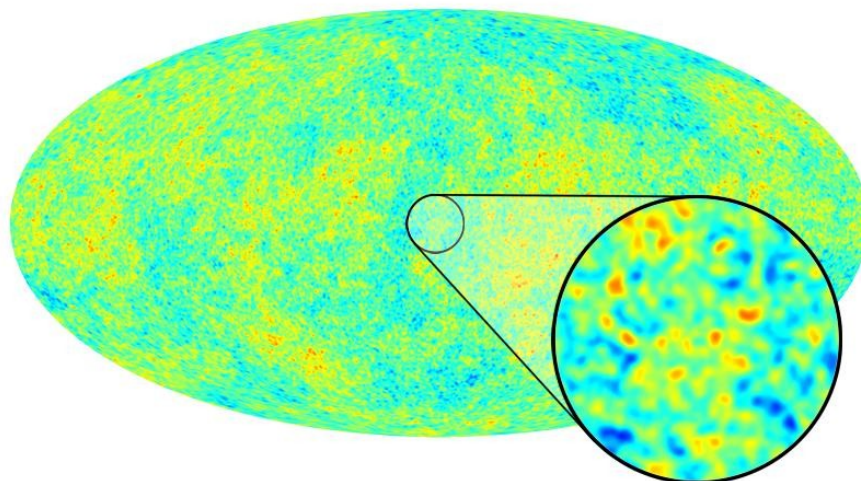
Figuren viser en del af gluonsuppen i et område, hvor der er et lille overskud af neutroner. Derved er der dannet tre neutroniumkerner, (tegnet sorte). Rundt om neutroniumkernen er der i første omgang et overskud af antineutroner, men de vil bevæge sig væk fra kernen, så der bliver et område nærmest kernen med overskud af neutroner (tegnet gult). Længere væk fra kernen dannes et område, (tegnet blå), med overskud af antineutroner. Ved hjælp af

den mekanisme, vi før omtalte (med A og B), vil de gule og blå områder langsomt vokse, indtil de fylder det samme rumfang. Med tiden vokser neutrontætheden i gluonsuppen, og der dannes nu flere neutroniumkerner i nærheden af de første. De første neutroniumkerner har eksisteret i længere tid og har vokset sig større, som vist på figur 2.

Hvordan omdannedes gluonsuppen til plasma?

Neutroniumkernernes masse voksede, fordi kernen tilførtes neutroner, og fordi der frigøres energi fra gluonerne, når neutroner fusionerer. Gravitationskraften fra neutroniumkernen tiltrak de neutroner og antineutroner, der blev dannet i suppen. Da de blev opløst, blev deres kinetiske energi afgivet til suppen, hvorved temperaturen af suppen steg. Temperaturen tæt ved neutroniumkernen blev så høj, at de dannede nukleoner blev til frie partikler. Omkring mange neutroniumkerner opstod ildkugler af plasma. De frie partikler i plasmaen fik tilført energi af gravitationskraften og temperaturen voksede yderligere. Ildkuglerne blev dannet i de gule områder på figur 2.

En væsentlig del af de frie nukleoner var antineutroner. Ved den høje temperatur annihilerede de med neutroner, og den tabte masse blev til energirige neutrinoer og fotoner. Disse masseløse partikler, der bevæger sig med lyshastighed, bevirkede at den høje temperatur i ildkuglerne bredte sig til gluonsuppen mellem ildkuglerne. Suppen blev varmet op ved absorption af disse partikler og blev omdannet til plasma. Hele den del af universet, hvor der blev dannet ildkugler, blev omdannet til plasma bestående af frie protoner og elektroner.



Figur 3. Mikrobølgebaggrunden <http://planck.cf.ac.uk/science/cmb>

Fra hele himlen bag stjernerne modtages mikrobølger, der stammer fra det tidspunkt hvor temperaturen af plasmaen var faldet så meget at protoner indfangede elektroner og dannede neutrale atomer. Mikrobølgebaggrunden giver et billede af plasmatilstandens afslutning. Med Planck satellitten har det været muligt at få en høj opløsning af billederne, der viser temperaturforskellene i plasmaen. På figuren er de blå områder de koldeste. Udsnittet på figuren viser varme områder med diameter af samme størrelsesorden som diameteren af galaksehobe i vores nærhed. Galaksehobene må være udviklet af de grupper af gule områder, som vi så på

figur 2.

Universets udvidelse kan forklares uden den mørke energi Λ

Ifølge Antistofteorien er universets udvidelse begyndt i plasmafasen. Plasmaen i ildkuglerne indeholdt en enorm varmeenergi, der hidrørte fra gravitation fra neutroniumkernerne, men også fra annihilation af nukleoner. Temperaturen i en ildkugle stiger indtil udvidelsen begynder. Forsøg med bombardement af atomkerner viser, hvor stor energi, der skal til at danne nye nukleoner i en gluonsuppe. Dermed kan vi skønne over den temperatur ildkuglerne opnåede.

Ifølge antistofteorien var neutrontætheden mindre i den del af gluonsuppen, der senere blev til ydre dele af galakseuniverset. I plasmaen blev nukleontætheden derfor mindre i de ydre dele end i de centrale dele, og man kan skønne over det relative fald i nukleontæthed. I plasmaen var trykket af nukleoner derfor aftagende ud mod de ydre områder. Ved hjælp af en værdi for temperaturen i ildkuglerne og en værdi for det relative fald i nukleontæthed, kan man beregne udvidelseshastigheden for universet, relativistisk. Den beregnede hastighed har den rigtige størrelsesorden, i forhold til den udvidelseshastighed vi kender i dag.

Hvordan udvider universet sig?

Big Bang modellen betragter udvidelsen som en bekræftelse på eksistensen af Λ . I takt med udvidelsen falder temperaturen. Man kan derved forklare hvilke kerneprocesser, der sker i plasmafasen, og f.eks. hvorfor der dannes Helium. Man kan også forklare, hvordan *mikrobølgebaggrunden* er opstået ved slutningen af plasmafasen. Antistofteorien har nøjagtigt det samme temperaturfald og regner derfor med de samme processer i plasmafasen.

Man kan regne med et skøn for galakseverdenens samlede masse og dermed beregne den gravitationskraft, der udøves af galakseverdenens samlede masse på de yderste dele af galakseverdenen. Disse yderste dele udsættes for en bremsende kraft, og man kan beregne, hvor meget deres kinetiske energi bliver mindre. Bevægelsen bremses, men beregningen viser, at bevægelsen ikke kan bremses helt. Universets udvidelse fortsætter altså i det uendelige.

Hvordan dannedes spiralgalakserne?

I Big Bang modellen er den mørke energi Λ den eneste kraft, der styrer universets bevægelse. Plasmaen er derfor ensartet og uden struktur. Men netop derfor har Big Bang ikke kunnet forklare, hvordan galakserne blev dannet. I Antistofteorien er materialet til galakserne samlet allerede i gluonsuppen. Mange neutroniumkerner levede videre, og vor tids galaksekerner er netop nogle af dem. Se figur 2. De gule områder i suppen omkring neutroniumkernerne blev til ildkugler i plasmafasen, og ildkuglerne var forstadier til galakserne. De blå områder mellem ildkuglerne indeholdt antistof. De var forstadiet til den intergalaktiske gas.

I den første tid af plasmafasen eksploderede ildkugler i forskellig takt. De store ildkugler har eksploderet først sammen med deres nærmeste naboer. De fandtes omkring de store neutroniumkerner, som vises eksempelvis på figur 2. De findes i dag som galaksehobe, og de ses også som varme områder i udsnittet af mikrobølgebaggrunden figur 3. Ildkuglernes tryk påvirkede bevægelsen af andre ildkugler og det intergalaktiske stof. Derved kan

galaksernes rotation forklares. I plasmaen med elektrisk ladede partikler er de magnetiske kræfter afgørende. De kan forklare, hvorfor stof og antistof holdes adskilt. De magnetiske kræfter kan også forklare, hvorfor spiralgalakserne er flade. Forklaringerne findes i Antistofteorien

Hvor er universets antistof?

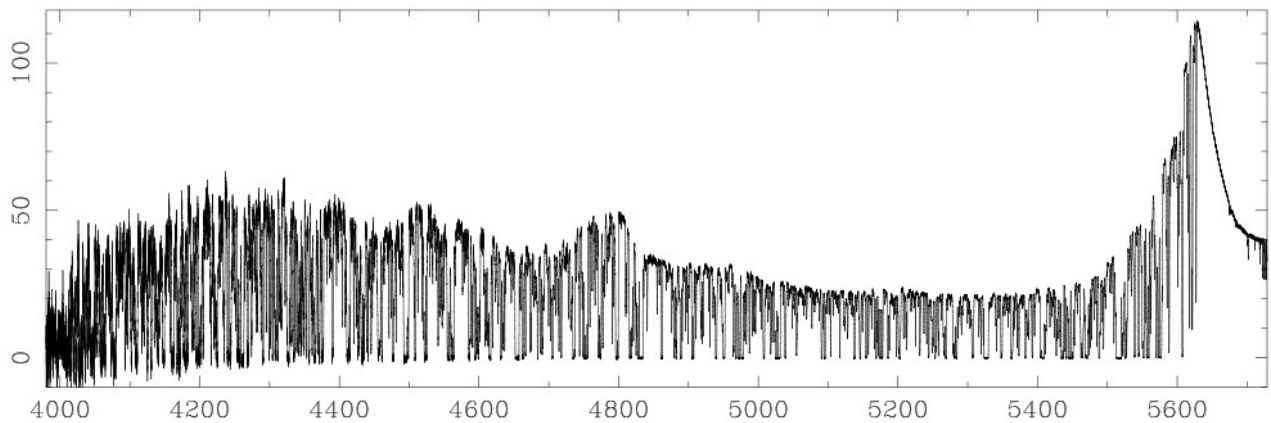
Antistofteorien forklarer, hvordan adskillelsen af stof og antistof er fremkommet. I det interstellare rum findes nu en gas af brint- og helium molekyler, der drejer rundt med spiralgalaksen. Tæt udenfor, i det intergalaktiske rum, findes en tilsvarende gas af antistof, der drejer rundt med samme hastighed. De to gasmængder er adskilt af et tyndt tomrum. Koncentrationen af antigassen er størst nær ved galaksen på grund af gravitation. Ingen af gasserne er synlige, men antistoffet viser sin eksistens på forskellige måder. Eksistensen af dette antistof er bekræftet ved observationer af højenergetiske positroner, som kommer fra det intergalaktiske rum. Disse positroner må være slået løs fra antibrintmolekyler. Der er også observeret antiprotoner, som synes at komme fra det intergalaktiske rum.

Antistoffet viser sig ved gravitationen. Det har ikke været muligt at forklare spiralarmenes hurtige rotation ud fra gravitation fra galaksens stjerner. Der må være gravitation fra andet stof ved galaksen, og det kalder man *mørkt stof*, men det er en gåde, hvad det består af. Man beregner, at det mørke stof har 6 gange så meget masse som det synlige stof i galaksen.

Antistofteorien løser denne gåde. Hvis vi betragter den kugle, der omskriver galaksen, vil gravitationspåvirkningen på en spiralarm være den samme, som hvis hele massen i kuglen var placeret i galaksens centrum. Hvis antistof var jævnt fordelt i det intergalaktiske rum, ville antistoffet i kuglen have ca samme masse som galaksen. Men da galaksen tiltrækker antistof, vil massen af antistof i kuglen være flere gange galaksens masse. Den interstellare gas, der også er usynlig, har også en betydelig masse. Størstedelen af det mørke stof må være antistoffet i kuglen, og en mindre del er den interstellare gas.

Antistofkoncentrationen er særlig stor omkring galaksehobe. Her bliver lyshastigheden mindre, da lyshastigheden aftager med større stoftæthed. Det forklarer de *gravitationelle linser*, der opstår ved, at lyset afbøjes ved galaksehoben. Årsagen til lysets bøjning er antistoffet, og gravitationsfeltet fra galaksehoben er kun indirekte årsag.

Neutral brint og antibrint absorberer ultraviolet stråling af en bestemt bølgelængde, og denne stråling udsendes fra kvasarer. En sådan stråling fra fjerne kvasarer ses at være absorberet forskellige steder på strålingens vej til os. Der viser sig en hel skov af absorptionslinier med forskellig bølgelængder.



Figur 4. Lyman-Alpha-forest: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/9806286>

Til højre ses emissionslinjen fra kvasaren af ultraviolet stråling, der på grund af universets udvidelse nu modtages rødforskudt. Skoven af absorptionslinier til venstre herfor skal formentlig forklares ved absorption fra antistoffet i det intergalaktiske rum. Absorptionen er sket forskellige steder på strålingens vej til os. Lyset fra et sådant sted har bevæget sig i kortere tid end lyset fra kvasaren. I denne kortere tid har universet udvidet sig mindre, end siden kvasaren udsendte lys. Derfor er absorptionslinierne mindre rødforskudte, altså med en mindre bølgelængde.

Hvad bliver der af gluonsuppen

Mikrobølgebaggrunden er det fjerneste vi kan få lyssignaler fra. Figur 3 viser blå områder, med færre ildkugler. Det er yderområder, og længere ude er der muligvis områder helt uden ildkugler. Ifølge Antistofteorien kan den oprindelige gluonsuppe være ubegrænset. Derfor kan vi antage, at gluonsuppen stadig findes derude, hvor der ikke har været ildkugler. En slukket og afkølet ildkugle består af gas og antigas samt en neutroniumkerne, og det hele bevæger sig mod gluonsuppen med stor hastighed. Gas og antigas vil formentlig hurtigt blive absorberet og opløst i gluonsuppen. Gluonsuppen vil derved svulme op og trænge ind i det rum, der før var et partikelunivers. Stjerner og stjernestøv vil på et tidspunkt bevæge sig gennem gluonsuppen og vil smuligvis blive opløst der. Det er mere tvivlsomt, hvad der vil ske med neutroniumkernerne, (de sorte huller). Hastigheden af kernen er stor, og neutroners og antineutroners hastigheder i gluonsuppen er lille, så der vil næppe kunne dannes en ny ildkugle omkring kernen med den mekanisme, vi tidligere har set. Man må forestille sig, at det kun er neutronerne i kernen, der bevæger sig, medens de "løse" gluoner i kernen blot bliver erstattet af gluoner fra suppen. Nye antikvarer kommer således i kontakt med neutronerne i kernen og muliggør en opløsning af neutroner. Neutroniumkernen vil bevæge sig med konstant hastighed gennem gluonsuppen i meget lang tid, men bliver dog gradvist opløst. Ifølge denne tankegang vil vort partikelunivers altså igen blive til gluonsuppe. Universet vil engang vende tilbage til den oprindelige tilstand.

Gluonsuppen er oprindelsen til universet og gemmer i sig oprindelsen til alle processer i universet, herunder de mange forskellige elementarpartikler. Når gluonsuppen bliver til nukleoner, koncentrerer gluonsuppens titrækkende

energi i nukleonerne, der er små dråber gluonsuppe, og energien kaldes her masse. Med massen opstår gravitationskraften, og der er ikke givet nogen forklaring på hvordan den opstår af gluonsuppen. Hverken Newtons eller Einsteins beskrivelse af gravitationskraften fortæller hvordan den er opstået. Gravitationen er en tiltrækkende kraft ligesom gluonkræfterne. Jeg vil foreslå at man undersøger en teori, hvor gravitationsfeltet består af en rest af gluonsuppen. Denne teori er ikke udviklet endnu. Den indebærer, at det, vi kalder vakuum, ikke er helt tomt, men fyldt af en tynd usynlig rest af gluonsuppen. Muligvis kan gravitationsbølger forklares med en sådan teori.

I afhandlingen (<http://www.finse.dk/alt.pdf>) findes en mere grundig beskrivelse af Antistofteorien. I afhandlingen findes talværdier og beregninger. Fænomener som sorte huller, ellipsegalakser, små galakser, kvasarer, stjernedannelse og gammaglimt bliver omtalt. Disse fænomener, der vanskeligt forklares i Big Bang, forklares forholdsvis let i Antistofteorien.

Finn Rasmussen

Hillerød

December 2017

f@finse.dk