

**Crafoordpriset 2005:**

# Världsalltets storskaliga struktur

av Gunnar Welin

Crafoordpriset delas sedan 1982 årligen ut av Kungl. Vetenskapsakademien, på samma villkor som nobelpriset men i andra ämnen, enligt ett löpande schema i matematik, geovetenskaper, biovetenskaper och astronomi. Tidigare astronomipriser har gått till Lyman Spitzer Jr 1985, James Van Allen 1989, Allan Sandage 1991 samt Fred Hoyle och Edwin Salpeter 1997. I samband med Crafoorddagen i september hålls även symposier i Lund och Stockholm; i år handlar det om *From Galaxies to Large-Scale Structures* i Lund 19 september och om *The Structure of the Universe and the Future of Cosmology* i Stockholm 20–21 september.

Som Populär Astronomi kunde meddela i nummer 1, 2005 har årets Crafoordpris – som i år avser astronomiska rön – tilldelats James E. Gunn och P. James E. Peebles från Princeton, USA, samt sir Martin J. Rees från Cambridge, England. Alla tre är välkända och nyskapande kosmologer, och Kungl. Vetenskapsakademien motiverar priset med ”deras bidrag till förståelsen av universums storskaliga struktur”. Här kommer en lite fylligare presentation av pristagarna, som den 21 september får dela lika på 500 000 dollar, och deras insatser.



James Gunn – som sitt namn till trots inte är identisk med den välkände science fiction-författaren – är 66 år gammal och Eugene Higgins-professor i astronomi vid Princetonuniversitetet. Han ägnade sig först åt teoretiska undersökningar av galax-

bildning, mörk materia i galaxer och intergalaktisk gas. Senare kom han att spela drivande roller inom stora observationsprojekt med Hubbleteleskopet och Sloan Digital Sky Survey, en kartläggning av en miljon galaxer och deras egenskaper.



James Peebles, 69 år, var till sin pensionering Albert Einstein-professor i naturvetenskap vid Princetonuniversitetet. Redan på 1960-talet förutsåg han en del av de viktigaste egenskaperna hos den kosmiska mikrovågsbakgrundens fluktuationer. Han och hans forskargrupp lär ha funderat över hur man skulle kunna observera bakgrundsstrålningen innan de fick veta att Penzias och Wilson redan snubblat över den. Peebles lade grunden till en statistisk beskrivning av världsalltets struktur och har länge hävdats att denna uppkommit hierarkiskt, dvs. successivt byggts upp av allt större enheter.

Den mest namnkunnige och för allmänheten välkände av de tre är sir Martin Rees, 63 år, Astronomer Royal sedan 1995 och professor i kosmologi och astrofysik



vid Cambridgeuniversitetet. Han är författare till flera utmärkta populärböcker om astronomi och kosmologi. Hans viktigaste forskningsområde är galaxbildning, där han tidigt insåg betydelsen av den mörka materian. Han har också föreslagit olika sätt att påvisa tidig stjärn- och galaxbildning. För sina vetenskapliga insatser adlades han 1992, och i år har han även fått plats i det brittiska överhuset.

Det måste ha funnits små variationer i strålningsdensiteten redan i det allra tidigaste universum, innan det alls hade hunnit bildas någon materia – kosmologerna räknar med att de fanns där redan  $10^{-35}$  sekunder efter skapelsen, innan den vildsinta expansionsfas som kallas inflationen hade kommit igång. Annars hade det över huvud taget aldrig uppkommit någon struktur senare, inga stjärnor och galaxer hade bildats – och vi skulle inte finnas här och fundera över hur världsalltet fungerar.

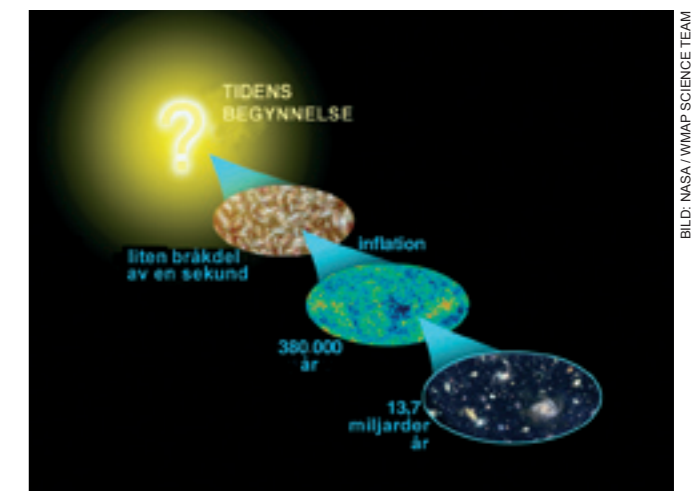
Vi ser spåren av dessa urfluktuationer i den kosmiska bakgrundsstrålningen, som nu är mycket noggrant kartlagd av satellitobservatorier som COBE och WMAP. Men den uppkom först långt senare än fluktuationerna själva, först omkring 380 000 år efter ursmällen. Universums expansion ledde också till att även fluktuationerna växte i storlek. Så småningom gjorde det att gravitationsfältet på vissa ställen med mycket mörk materia bildade ”gravitationsbrunnar”, där mer och mer materia ansamlades. Där föddes så de första stjärnorna, som efterhand samlade ihop sig till små galaxer. Dessa slog sig samman dels i större galaxer, dels i grupper, hopar och till sist superhopar. Fördelningen av den synliga materien blev allt ojämnare, och till sist såg universum ut som en tvätt-svamp, med stora håligheter omgivna av tunna väggar – detta har styrkts av nyligen gjorda simuleringar, som

redovisas på nyhetssidan 4. Årets tre Crafoordpristagare har alla lämnat viktiga bidrag till vår förståelse av hur detta gått till.

Ett kvarstående problem är vad som egentligen utgör den s. k. mörka materien, som det tycks finnas fem gånger mer av än den materia vi kan se. Det är i stort sett bara genom gravitationen som den mörka materien växelverkar med den vanliga. Den nu vanligaste tanken är att det handlar om s. k. supersymmetriska partiklar, motsvarigheter till de vanliga materiepartiklarna men med den skillnaden att deras massor nu är mycket större och att deras spinn, en kvantegenskap, skiljer sig med en halv enhet från de vanligas.

Supersymmetrin är något som dyker upp i teoretiska försök att jämka ihop Einsteins relativitetsteori med kvantfysiken, och där har varje fermion med halvtals-spinn, som t. ex. kvarkar och elektroner, en motsvarande heltalsspinnande boson, medan de vanliga bosonerna, bl. a. fotoner och mesoner, har sina fermionmotsvarigheter. Från början borde både fermionen och bosonen i ett sammanhängande par ha haft samma massa, men på något vis skedde ett symmetribrott tidigt i universums expansion (troligen vid inflationen) som ledde till att de supersymmetriska partiklarna fick mycket större massor, så stora att de ännu inte kunnat upptäckas med våra partikelacceleratorer.

Jämförelser mellan observationer och datorsimuleringar av universums struktur tyder på att den mörka materien bör ha större delen av sitt energiinnehåll i form av massa och inte som rörelseenergi, ”kall mörk materia”; bara på så vis får vi den gradvisa uppbyggnaden av allt större strukturer. Annars borde det ha blivit stora strukturer som splittras till mindre. ♦



En bild av universums utveckling under de 13,7 miljarder år som gått sedan ursmällen. Redan innan inflationen satte i gång fanns det små variationer i densiteten, fluktuationer som växte efterhand och avspeglas i den kosmiska mikrovågsbakgrunden – den uppkom efter 380 000 år och har kartlagts i detalj av satelliten WMAP. Inte långt därefter började de första stjärnorna bildas och forma små galaxer, som sedan samlades i hopar och superhopar och emellanåt kolliderade med varandra för att bygga upp större galaxer.