

Nobelpriset i astronomi ...

... förlåt, fysik ska det naturligtvis vara, för år 2006 går till John C. Mather och George F. Smoot "för upptäckten av den kosmiska bakgrundsstrålningens svartkroppsform och anisotropi".

**av Jesper Sollerman
och Edvard Mörtzell**

Hurra, ett nobelpris till astronomi. Det är alltid roligt när astronomiska upptäckter uppmärksammas, och John Mathers och George Smoots upptäckt har nog legat på väntelistan för ett nobelpris ganska länge. Ett välförtjänt pris för en viktig upptäckt, tycker vi.

Vad betyder då allt det där; den kosmiska bakgrundsstrålningen, dess svartkroppsform och anisotropi?

Den kosmiska bakgrundsstrålningen

Upptäckten av den kosmiska bakgrundsstrålningen 1964 är en av vetenskapshistoriens moderna klassiker. Det är berättelsen om hur Robert Wilson och Arno Penzias försökte begripa varför det brusade i deras hornantenn, och hur de så småningom insåg att de faktiskt funnit resterna av universums kolossalt heta barndom. Penzias och Wilson fick nobelpriset 1978. De hade – utan att de egentligen letat – funnit den falnande glöden från stora smällen – det vi kallar den kosmiska bakgrundsstrålningen. Faktum är att vi kan se samma brus i "myrornas krig" mellan kanalerna på en vanlig TV-apparat; ungefär en procent av dessa störningar orsakas av bakgrundstrålningen.

För årets nobelpristagare var situationen annorlunda. De deltog i ett mycket systematiskt experiment med syfte att göra noggranna mätningar av bakgrundsstrålningens egenskaper för att få en bättre och mer detaljerad bild av universums barndom.

Bakgrundsstrålningens svartkroppsform

De teoretiska förutsägelseerna var mycket precisa när det gäller strålningens form; den kosmiska bakgrundsstrålningen måste bete sig som en så kallad svartkropp. Svartkroppstrålning är ett välbekant begrepp inom fysiken. De flesta föremål strålar mer eller mindre som

svartkroppar. Poängen med en svartkropp är att strålningen helt bestäms av föremålets temperatur. En människa med en temperatur på 37 °C skiner mest i det infraröda området. Solen som är knappt 6 000 °C varm på ytan skiner istället mest i synligt ljus. Vet man temperaturen vet man inte bara var kroppen skiner mest, utan exakt hur mycket energi som strålar ut vid alla våglängder – från röntgenstrålning till radiostrålning.

Det unga universum var varmt, mycket varmt, och bestod av en tät, ogenomskinlig materiesoppa i vilken strålningen studsade omkring utan att kunna färdas fritt. Eftersom universum expanderar kyls det också av med tiden och efter ungefär 380 000 år var universum så pass avkyllt att det blev genomskinligt.

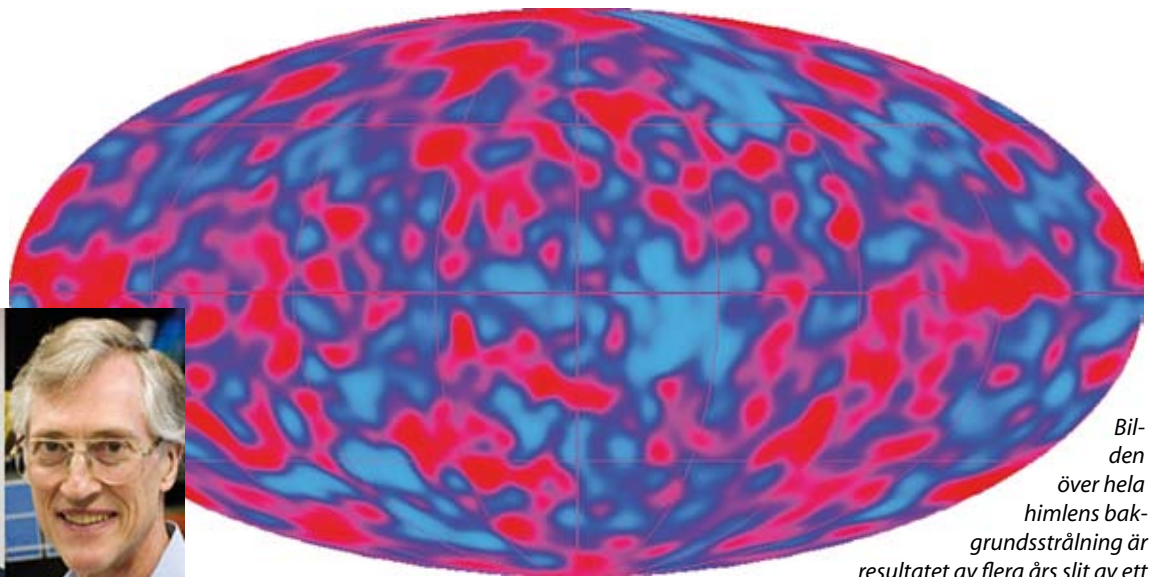
Dimman skingrades, strålningen släpptes fri och har sedan dess färdats ostört genom universum. Genom att fånga in strålningen kan vi därför få en bild av hur universum såg ut för knappt 13,7 miljarder år sedan. Dimman lättade då rymdens vanligaste ämne, väteatomer, kunde formas. Det gör de vid en temperatur av ungefär 3 000 grader. Bakgrundsstrålningen skickades alltså ut överallt i rymden med denna temperatur. Sedan dess har rymden expanderat tusenfalt och temperaturen på strålningen har minskat med samma faktor.

Teorierna förutspådde alltså en svartkroppsstrålning med en temperatur av ungefär 3 kelvin (–270 °C, dvs. några få grader över den absoluta nollpunkten).

För att verkligen kunna kontrollera att det handlar om svartkroppsstrålning var det nödvändigt att studera bakgrundsstrålningen vid många våglängder. Eftersom jordens atmosfär inte släpper igenom allt ljus man var intresserad av insåg man tidigt att det var nödvändigt att observera från en satellit. När amerikanska NASA lovat att stå för pengarna kunde arbetet börja.



John C. Mather till vänster och George F. Smoot till höger



Bilden över hela himlens bakgrundsstrålning är resultatet av flera års slit av ett stort antal personer. De olika färgerna representerar de ytterst små temperaturvariationerna mellan olika delar delar av himlen, bara några hundratusendels graders skillnad jämfört med de 2,73 kelvin som uppmäts i genomsnitt.

Efter 15 års tänkande och byggande – vanliga tidsrymder inom rymdindustrin – skickades satelliten COBE (*Cosmic Background Explorer*) ut i rymden 1989. Ett gigantiskt projekt med över tusen medarbetare och med John Mather som frontfigur och ytterst ansvarig. De första resultaten kom redan efter nio minuter. Mätningarna visade en perfekt svartkroppstrålning med en temperatur av 2,73 grader över den absoluta nollpunkten. Precisionen av denna mätning kom att slå forskarvärlden med häpnad. Fördelningen av strålning på olika våglängder passade så bra in på ett svartkroppsspektrum att man aldrig sett dess like. Ingenstans avvek temperaturen från förutsägelserna med mer än 0,03 %. Man kunde bestämma temperaturen på stora smällens kvardröjande strålning bra mycket noggrannare än temperaturen på solen eller någon annan närbelägen stjärna. Den ena halvan av nobelpriset i fysik 2006 delas ut med anledning av denna precisionsmätning av svartkroppens formen.

Och anisotropi

Även om precisionsmätningen av svartkroppens formen på bakgrundsstrålningen är väl värd sitt nobelpris är det kanske allra mest spännande med resultaten från COBE-satelliten något annat. Det visade sig nämligen att temperaturen på strålningen varierade med några hundratusendels grader beroende på i vilken riktning man tittade. Vi säger att strålningen är anisotropisk, riktningens beroende.

Skillnaderna i temperatur är ett avtryck av de små variationer i temperatur och täthet som fanns i universum då strålningen släpptes fri 380 000 år efter stora smällen. Det är tur att ojämnheterna fanns där eftersom de – under inverkan av tyngdkraften – växte sig större och större och så småningom skapade de galaxer, galaxhoppar och hoppar av galaxhoppar vi har i universum idag.

Idag tror man att variationerna i täthet har sitt ursprung i mikroskopiska fluktuationer på kvantnivå i ursoppan när universum bara var bråkdelen av en sekund gammalt. Från det mikroskopiska till det gigantiska alltså.

Att mäta de ytterst små variationerna i temperatur mellan olika platser på himlen med COBE var en fenomenal utmaning som George Smoot ansvarade för. Här fanns inte plats för snabba resultat. Det krävdes hårt och tidskrävande arbete att sila fram de små variationerna ur mätningarna. Först måste man subtrahera bort bidrag från många sorters brus som var långt starkare än de ojämnheter man var ute efter, till exempel störningar från detektorerna, från Vintergatans struktur och vår egen rörelse genom bakgrundsstrålningen.

Den andra halvan av årets nobelpriset i fysik delas ut med anledning av denna mätning av bakgrundsstrålningens temperaturvariationer, eller anisotropi.

År 2003 – 10 år efter COBE – har satelliten WMAP presenterat en ännu detaljrikare karta över variationerna i bakgrundsstrålningen. Dagens kosmologer lusläser dessa data för att skapa bättre och bättre modeller av universum. Kanske kan man ändå säga att det var med COBE som kosmologin, läran om universums barndom och storskaliga struktur, tog steget från vetenskapligt grundad spekulation till experimentellt genomförbara precisionsmätningar.

Amerikanerna George Smoot och John Mather var som sagt väntade vinnare. Båda har även marknadsfört sina upptäckter i bokform. Smoots bok finns även översatt till svenska och heter *Krusningar i tiden* (Forum, 1994).

EDVARD MÖRTSELL arbetar vid Stockholms observatorium i AlbaNova och **JESPER SOLLERMAN** vid Dark Cosmology Center i Köpenhamn.