

# KOSMOS

## DEN OÄNDLIGA RESAN

**COSMONOVA**



# INLEDNING

## Kosmos – den oändliga resan

Eftersom människan är nyfiken till sin natur har hon alltid velat utforska världen och vår tid är inget undantag. Förr i tiden hade hon bara sina ögon att undersöka jorden och himlen med. Så småningom har hon emellertid fått alltmer avancerad teknik till sin hjälp, och därför sker idag de vetenskapliga upptäckterna med accelererad fart.

I filmen *"Kosmos – den oändliga resan"*, får vi följa med på en svindlande upptäcktsresa såväl ut i rymden som in i materien. Det är intressant att notera att ur ren storlekssynpunkt befinner sig människan ungefär mitt emellan en röd jättestjärna (den största materiella kroppen i universum) och en kvark (den minsta av de kända fysiska partiklarna). Därför är det inte heller så förvånande att naturens största hemligheter gömmer sig just i de områden som är mest avlägsna från oss själva, hemligheter som framtida forskare får fortsätta att söka svaren på. Vår kosmiska resa avslutas med en tidsresa som innebär att vi strävar efter att besvara ytterligare frågor: när levde de första människorna? När bildades jorden? Hur bildades universum och hur länge har det funnits?

Trots sina 10 år på nacken finns det många pedagogiska fördelar med att se filmen. Kosmos fantasi-egande bilder hjälper oss att binda ihop de stora avstånden och sammanhangen mellan mikrokosmos och makrokosmos.

### Fakta om filmen

"Kosmos – den oändliga resan" (originaltitel *Cosmic Voyage*) är en film av Smithsonian Institution's National Air and Space Museum och Motorola Foundation. Filmen är producerad av Jeffrey Marvin och Bayley Silleck. Svensk ljudbearbetning är gjord av Cosmonova. Översättning av Lena Öberg. Svensk berättare är Björn Granath.

### Om Cosmonova

Cosmonova på Naturhistoriska riksmuseet är en plats fylld av upplevelser - spännande, unika, förbluffande och lärorika. Cosmonova vill väcka intresse för naturens mysterier, vår jord och vårt universum. Ett besök på Cosmonova är en kombination av upplevelse, underhållning och kunskap.

Med Cosmonovas filmer och planetarieföreställningar kommer du till platser du annars bara når i fantasin. Res ut bland stjärnor och galaxer, dyk ner i djuphaven eller åk med på spännande expeditioner till avlägsna platser! En föreställning på Cosmonova liknar inget annat.

Cosmonova är Sveriges enda IMAX®-biograf och visar filmer i världens största filmformat. Filmduken är enorm, 760 kvm stor, och formad som en kupol. Det stora filmformatet kombinerat med kupolens utformning och vår digitala ljudanläggning på mer än 15 000 watt, gör att du sitter i händelsernas centrum, omsluten av ljud och bild. En upplevelse så intensiv att ingen lämnas oberörd.

Cosmonova är också Sveriges största planetarium med föreställningar inom astronomi. Planetarieföreställningarna produceras av Cosmonova. Genom vår planetarieteknik kan du uppleva och utforska platser som ingen människa tidigare sett eller besökt.



# Ut i rymden

Vi är nu klara att starta vår svindlande resa bort från jorden och dess närhet för att färdas allt längre ut i universums vidsträckta domäner.

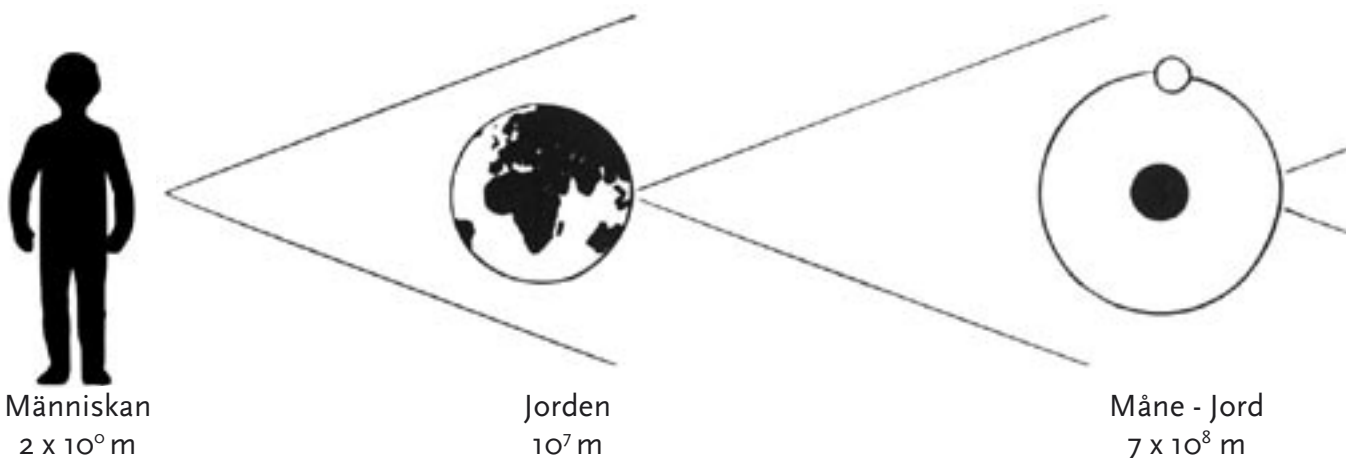
## Månen

På vår rymdresa kommer vi att färdas med ljusets hastighet. På ett sätt kan det vara obekvämt att resa så fort, för ljuset rör sig fortare än allt annat vi känner till i universum, 300 000 km/sek, och därför hinner vi knappt blinka förrän vi har rusat förbi den första anhalten - månen. Efter endast 1,3 sekunder kommer vi fram till vår måne, trots att avståndet är 385 000 kilometer, men som vi snart kommer att upptäcka ligger månen mycket nära i den kosmiska skalan. Månen har redan besökts av amerikanska astronauter, men för dem tog resan nästa tre dygn och dessutom var det ett riskfyllt äventyr. Det var tidigt på morgonen den 21 juli 1969 som Neil Armstrong och Buzz Aldrin landsteg på Stillhetens hav, den första gången som människor någonsin satte sin fot på en främmande himlakropp. Sedan dess har ytterligare tio astronauter besökt månen och placerat ut vetenskaplig utrustning, samtidigt som de har tagit sten och grus med sig tillbaka till jorden, sammanlagt ett halvt ton.

Månen är mindre och lättare än jorden, vilket innebär att även månens gravitation är mindre än jordens. Därför har månen inte haft någon möjlighet att hålla kvar en atmosfär, eftersom den består av snabba, lätta molekyler. Utan atmosfär finns inget syre och därmed inget skyddande ozonskikt, ingen vind, inga moln, inget vatten - trots att det finns mörka lavaslätter som fortfarande felaktigt kallas för "hav".

## Pluto

Det tar cirka fem timmar att nå Pluto, och på väg mot den f.d.planeten (sedan augusti 2006 räknas Pluto som en dvärgplanet) passerar vi ett antal andra planetbanor men troligen ingen planet, eftersom alla planeter befinner sig på olika ställen i sina banor runt solen. Varför är Pluto inte längre än planet? Det främsta skälet är att man på senare år har påträffat ett antal nästan lika stora himlakroppar utanför Neptunus bana. Dessutom har man upptäckt en som är ännu större än Pluto. Den fick nyligen namnet Eris (2003 UB 313), och med den tidigare kulturella definitionen på en planet borde denna nyupptäckta himlakropp också ha blivit en planet. Ett av problemen är att det troligen finns ännu fler stora klot där ute, och det skulle på sikt innebära att vi skulle få allt fler planeter.



Därför beslutade den Internationella Astronomiska Unionen, IAU, att införa en ny strikt vetenskaplig definition. Den nya planetdefinitionen innebär att ett objekt ska klassas som planet om det rör sig runt en stjärna, är klotformat, och dessutom ganska ensamt i sitt område. Det innebär att Pluto, som ingår i en större grupp av objekt, inte längre definieras som en planet utan en dvärgplanet. Dessutom klassas även asteroiden Ceres och Eris numera som dvärgplaneter.



Men alla är inte så glada åt degraderingen av Pluto. Pluto upptäcktes 1930 och är den enda planet som hittats av en amerikan. Det kan vara en anledning till att känslorna svallar i USA.

Dessutom är rymdsonden New Horizon, på väg till Pluto, som hittills inte har fått besök av en sond. När New Horizon kommer fram till Pluto 2015 verkar det nu som om den bara är en dvärgplanet. Å andra sidan är den fortfarande lika intressant ur vetenskaplig synpunkt.

## Kometer

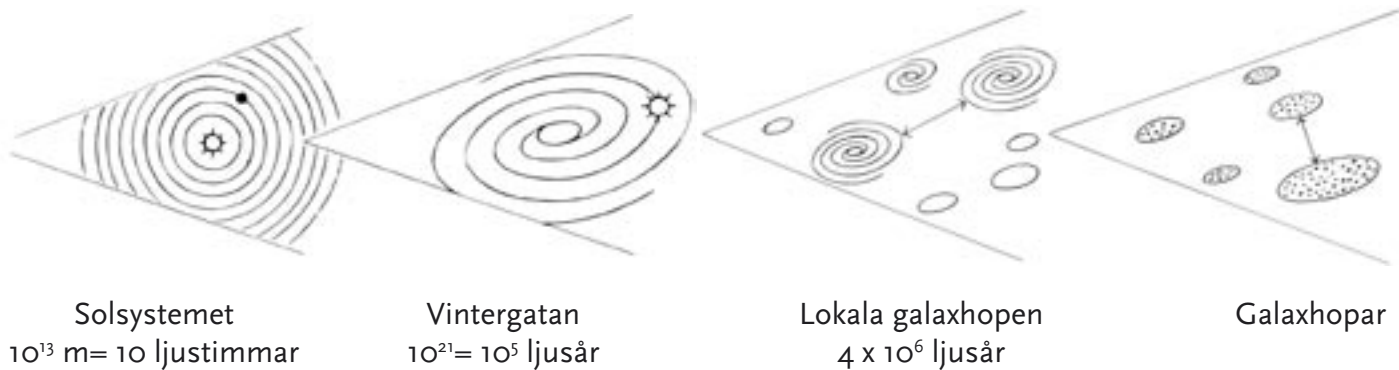
Efter ungefär ett års resa passerar vi ett vidsträckt moln med miljarder frusna isklumpar, det s k Oorts moln. Enligt dagens teorier är det ursprunget till många av de kometer som passerar så nära solen att vi kan se dem från jorden. Kometerna Hyakutake, som syntes på himlen våren 1996, och Hale-Bopp som passerade jorden våren 1997, har kanske tidigare varit medlemmar i Oorts moln. Däremot bör Halleys komet komma från området strax utanför Pluto, ett område som ofta går under namnet Kuiperbältet. När vi nu blickar tillbaka på vårt solsystem ser vi att de åtta planeterna rör sig runt solen i ett och samma plan. Runt alla planeter – utom Merkurius och Venus – ser vi månar; en runt jorden, två runt Mars medan vi hittills har upptäckt allt från 13 till 63 månar som rör sig runt jätteplaneterna Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus. Dessutom känner vi till tre månar runt dvärgplaneten Pluto.

## Proxima Centauri

Vi lämnar solsystemet och solen bakom oss men långt, långt framför oss anar vi en annan stjärna, Proxima Centauri på 4,2 ljusårs avstånd. Det vore egentligen bättre att säga Proxima Centauri-systemet eftersom vår närmaste grannstjärna inte är en ensam stjärna utan tre stycken. Detta stjärnsystem är inte synligt från Sverige, utan den närmaste stjärnan vi kan se på kvällshimlen är Sirius som befinner sig ungefär dubbelt så långt bort, på 8,6 ljusårs avstånd. Tack vare det korta avståndet är Sirius himlens ljusaste stjärna, trots att den inte är särskilt stor och ljus i sig själv. Sirius som ligger i stjärnbilden Stora Hunden, är synlig på vinterkvällarna.

På vår fortsatta resa passerar vi miljarder stjärnor där det flesta är mindre än solen (solens diameter är  $1,4 \times 10^9$  meter) men det finns även stjärnor som är betydligt större, s k röda jättestjärnor. De är gamla, döende stjärnor där gasförrådet av väte och andra ämnen som producerar energi har sinat. Dessa jättestjärnor är de största objekt vi känner till i universum, och den största vi hittills observerat är så stor att om vi placerade den på solens plats skulle den sträcka sig utanför Saturnus bana, d v s den har en diameter på  $3 \times 10^{12}$  meter.

*(se förklaringar på hur tal anges på sidan 11)*



## Vintergatan

Alla stjärnor vi hittills passerat befinner sig i galaxen Vintergatan, där solen med sina planeter ligger på 27 000 ljusårs avstånd från centrum. Under vår färd genom Vintergatan passerar vi en mängd stjärnor där medelavståndet mellan stjärnorna är 5 ljusår, och beräkningar visar att det totala antalet stjärnor är ungefär 500 miljarder. Alla stjärnor i galaxen är på ständig resa runt, runt som i ett hjul, och vår sol behöver 200 miljoner år för att resa ett varv i detta stjärnhjul och den tiden kallar vi för ett kosmiskt år. Mellan stjärnorna, i det insterstellära mediet, passerar vi gas och stoft som på vissa ställen bildar tätare gasmoln, så kallade nebulosor, där nya stjärnor kontinuerligt föds. Vintergatan är en spiralgalax även om vi inte exakt vet hur den ser ut eftersom vi bor inuti den, men observationer från vår position i kombination med observationer av andra galaxer i universum, talar för att vi bor i en spiralgalax som är 100 000 ljusår tvärs över,  $10^{21}$  meter.

## Galaxhopar

När vi kommer utanför Vintergatan och styr mot andra galaxer, händer det inte mycket eftersom avstånden med mänskliga mått är ofattbart stora. Lilla och Stora Magellanska molnen är de närmaste galaxerna, på cirka 180 000 ljusår, och därefter passerar vi Andromedagalaxen på 2,7 miljoner ljusårs avstånd. Alla de nämnda galaxerna, tillsammans med ett tjugotal mindre, bildar en liten grupp för sig i rymden, det vi kallar för den Lokala hopen. Den är 4-5 miljoner ljusår tvärs över, vilket är en liten hop i kosmiska sammanhang. När vi fortsätter färden bort från vår egen hop blir det ännu mer händelselöst, för först efter 70 miljoner år kommer vi fram till nästa galaxhop, Virgohopen. Den är betydligt större än den Lokala hopen och består av tusentals galaxer.

Astronomer strävar idag efter att observera alltmer avlägsna galaxer, eftersom det är synonymt med att se långt tillbaka i tiden, för att därigenom bättre förstå hur galaxer har bildats och utvecklats. De mest avlägsna galaxer vi hittills har sett tycks vara mer energirika än de som ligger närmare oss, dvs galaxerna var mer energirika i universums barndom. Varför? Vi vet också att det finns olika typer av ordinära galaxer; elliptiska, oregelbundna och spiralgalaxer, men frågorna om deras uppkomst och utveckling är många. Är t ex galaxerna olika redan när de bildas eller utvecklas de från en sort till en annan? Hubble-teleskopet (sid. 9) kan förhoppningsvis bidra med värdefull information.

Hur långt ut kan vi resa? Ingen vet, men dagens teorier säger att vi skulle kunna passera miljarder och åter miljarder galaxer och att vi efter 13,7 miljarder år närmar oss den yttre gränsen i universum, vilket är synonymt med att universum skulle vara 13,7 miljarder år gammalt.

# ...in i materien

Med mikroskopets hjälp reser vi nu in i oss själva för att söka efter naturens minsta byggstenar.

## Cellen

Människokroppen är, liksom alla levande organismer, uppbyggd av celler. Det finns visserligen encelliga organismer men de flesta är flercelliga och människokroppen består av många miljarder,  $10^{12}$ , celler. Cellen består av en cellkärna omgiven av cellplasma som omsluts av ett cellmembran.

## Cellkärnan

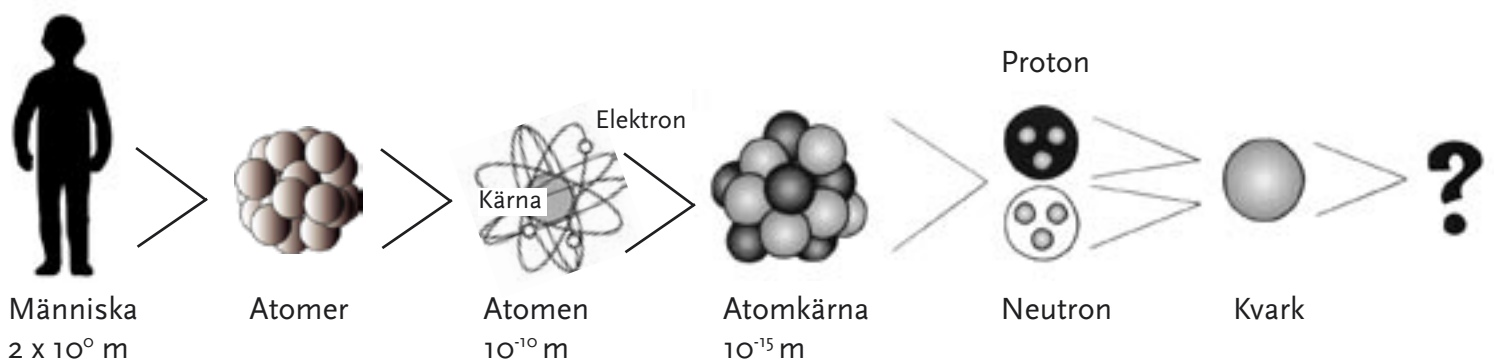
Inne i cellkärnan finns cellens arvsanlag, generna som består av deoxiribonukleinsyra, DNA. DNA-molekylen är byggd ungefär som en stege med två sidosträngar och ett antal stegpinnar där stegen är vridna så att sidosträngarna går i spiral runt varandra. Tack vare DNA-molekylens förmåga att dela sig, dels bygga upp en exakt kopia av sig själv, kan organismen föröka sig, leva och växa.

## Atomen

En DNA-molekyl innehåller miljoner atomer, och de är så små att det får plats flera miljoner av dem i punkten som avslutar denna mening. Redan vissa antika tänkare ansåg att allting består av odelbara partiklar - som kallades atomer efter det grekiska ordet för odelbar - men i mer än 2000 år förblev atomerna enbart spekulationer. Beviset för dess existens kom på 1800-talet, men 1911 visade de sig vara delbara!

## Atomkärnan

Fysikerna Ernest Rutherfords modell av atomen, som några år senare vidareutvecklades av Niels Bohr, består av en positivt laddad kärna omgiven av ett antal negativt laddade elektroner, en atommodell som i stora drag gäller än i dag. När vi reser in i atomen ser vi att kärnan och elektronerna enbart utgör en liten, liten del, för atomen består mest av tomrum. Om hela atomen vore lika stor som Cosmonovas salong, skulle kärnan inte vara större än ett knäppnålshuvud.



## Protoner och neutroner

Atomens massa är koncentrerad till kärnan som är uppbyggd av ännu mindre enheter - protoner och neutroner. På 1970-talet kunde man visa att även neutroner och protoner är delbara!

## Kvarkar

Experimentellt kom man fram till att protoner och neutroner är uppbyggda av s k kvarkar, som förekommer tre och tre. Elektronen däremot har inte visat sig delbar, och därför räknas idag kvarkar och elektroner som elementarpartiklar. Kvarkar kan registreras genom att slå sönder protoner och neutroner i en s k partikelaccelerator, en ringformad underjordisk tunnel som tillför enorma energimängder. När partiklarna kommer upp i närheten av ljusets hastighet får de frontalkollidera med varandra. Under ett extremt kort ögonblick kan kvarkarna spåras i samband med att energi omvandlas till massa enligt Einsteins samband  $E = mc^2$ , där E står för energi, m för massa och c för ljushastigheten. Detta händelseförlopp ger även en möjlighet att bedöma massan, men inte storleken, eftersom kvarkarna aldrig förekommer naturligt i fri form. Sammanlagt har forskarna identifierat sex olika kvarkar.

Är kvarkarna i sin tur delbara? Svaret är att ingen vet. Ännu.

Det märkliga med kvarkarna är att kunskapen om dem, naturens minsta byggstenar, ser ut att öka kunskapen om det störst vi känner till - universum.



# Tidsresan

Innan tidsresan börjar är all universums massa samlad i en punkt.

## 1. tid: 0

Big bang

## 2. tid: $10^{-43}$ sekunder

Nu har universum blivit en kaotisk soppa som är  $10^{32}$  grader het. Det finns inga atomer, inga stjärnor, inga galaxer, inget liv – enbart ett tomrum som sjuder av energi.

## 3. tid: $10^{-32}$ sekunder

Universum expanderar extremt snabbt samtidigt som det kyls av och de första elementarpartiklarna bildas. En soppa av elementarpartiklarna kvarkar och elektroner samt ljus väller fram i ett "hav" av energi.

## 4. tid: $10^{-6}$ sekunder

Universum avkyls och allt mer komplexa strukturer uppstår, då kvarkarna förenar sig tre och tre och bildar de större byggstenarna protoner och neutroner.

## 5. tid: 3 minuter

Protoner och neutroner har nu förenats och format väte- (en proton) och heliumkärnor (två protoner och två neutroner).

## 6. tid: 380 000 år

Kärnorna fångar in en respektive två elektroner och bildar atomerna väte och helium. Det innebär att det nu finns byggmaterial till stjärnor och galaxer. Sedan dess har inga atomer försvunnit och inga nya atomer har heller skapats, men de ursprungliga har kontinuerligt bilda nya ämnen. Först vid denna tidpunkt blir universum genomskinligt så att strålningen kan strömma fritt i rymden.

## 7. tid: Två – tre miljarder år

Galaxer bildas i form av stora gas- och stoftsamlingar. Nya observationer med Hubbleteleskoper (sid.9) antyder att vissa galaxer eventuellt kan ha bildats ännu tidigare i universums historia. Gravitationskraften drar samman gasen i allt tätare områden, så som nebulosor, och stjärnor kan bildas.

## 8. tid: Nio miljarder år

Solen och solsystemet bildas, inklusive jorden och övriga planeter.



## 9. tid: Tio miljarder år

Livet uppstår på jorden i form av enskilda celler.

## 10. tid: 13,5 miljarder år

De första små däggdjuren.

## 11. tid: 13,69 miljarder år

### *Människan*

När vårt universum var ungt existerade enbart de två lätta grundämnena väte och helium, och nebulosorna liksom stjärnorna består än idag huvudsakligen av dessa två ämnen. Å andra sidan vet vi att även andra grundämnen existerar såväl på jorden som ute i rymden - trots att det är små mängder jämfört med väte och helium. Många av de övriga ämnena är dessutom livsviktiga för oss människor, till exempel kol, kväve, syre och järn. Men var kommer de ifrån? Jo, de har bildats som restprodukter inuti massiva stjärnor. I Vintergatan, precis som i andra galaxer, föds och dör stjärnorna kontinuerligt, varvid nya grundämnen bildas.

Vid stjärnornas kärnreaktioner produceras en del av grundämnena medan de övriga bildas i samband med supernovautbrott, en explosion hos en döende, stor stjärna. Vid supernovaexplosionen slungar stjärnan ut all sin gas i rymden, bestående av alla grundämnena vi känner till, och med tiden hamnar de i olika nebulosor, dvs födelseplatser för nya stjärnor. Det utkastade materialet återanvänds således om och om igen i nya stjärnor. Tala om kretslopp! Solen är en tredje generationens stjärna, och innehåller därmed tyngre grundämnen från tidigare supernovor vilka nu har blivit byggstenar till solen, jorden - och livet. De bildade ämnena har gett möjlighet till liv på planeter runt vissa stjärnor.

Idag känner vi visserligen bara till en sådan planet - jorden - men teoretiskt sett kan de vara vanliga i universum. Eftersom de grundämnena som har bildats i stjärnorna ingår i allting på jorden, även i oss, skulle man kunna säga att vi är stjärnornas barnbarn.

## 12. tid: 13,7 miljarder år

Rymdåldern, då vi utforskar universum mer än någonsin, dels från jorden, dels från rymden.

1990 skickades Hubbleteleskopet - uppkallat efter astronomen Edwin Hubble - ut i rymden i en bana runt jorden, men ganska snart visade det sig att den stora spegeln på 2,4 meter var felslipad. Teleskopet var närsynt och behövde glasögon. Hösten 1994 lyckades amerikanska astronauter korrigera felet, ett arbete som är det mest avancerade som någonsin utförts av astronauter i rymden. Teleskopet observerar nu längre bort i rymden och ger skarpare bilder än något teleskop på jorden, och de senaste åren har det gjorts många spännande upptäckter beträffande såväl stjärnor som galaxer.

# Big bang och universums expansion



Dagens teorier säger att universum expanderar, d v s att alla galaxhopar - men inte galaxer inom en hop - avlägsnar sig från varandra. En upptäckt som Edwin Hubble gjorde i slutet av 1920-talet. Inte heller stjärnor eller planeter inne i galaxerna avlägsnar sig från varandra, utan det är själva rymden mellan galaxhoparna som expanderar, ungefär som vi tänker oss en bulldog med russin som jäser. Russinen motsvarar galaxhoparna i universum, och när degen jäser, avlägsnar sig alla russin - galaxhopar - från varandra, men själva russin påverkas inte. Liknelsen med bulldogen förklarar också att oberoende av vilket russin vi väljer som Vintergatan så blir effekten densamma; galaxhoparna avlägsnar sig från oss. Vi befinner oss således inte i centrum, eftersom allt och ingenting är centrum.

Som en följd av Hubbles upptäckt av universums expansion, uppstod på 1930-talet frågan om vad som händer om vi spelar upp expansionen baklänges, d v s om vi går bakåt i tiden. Slutsatsen borde bli att universums massa från början var samlad i en enda punkt från vilken universum utvidgade sig, det vi kallar big bang. Punkten bestod av ren energi och innan big bang inträffade existerade varken tid, rum eller materia som vi känner till det idag. Denna teori är nu accepterad av flertalet astronomer, även om detaljerna är osäkra. I dag anser man att big bang inträffade för 13,7 miljarder år sedan. I filmen, vars speakertext gjordes till premiären 1996, anges medelvärdet 15 miljarder år.

Tidigare ansåg man att universums expansion i en avlägsen framtid borde sakta farten och så småningom avstanna eller övergå i en kontraktion och bli allt mindre igen. Men 2003 upptäckte några forskare att universum expanderar allt snabbare, det accelererar. Acceleration drivs av den oförklarade kraft som går under beteckningen mörk energi. Samma år lärde vi oss också att endast en liten bråkdel av universums materia är materia som forskarna kan få syn på, d v s materia som är synlig och sänder ut strålning. Resten av materien, ungefär fem gånger så mycket som den synliga, är en annan typ, s k mörk materia. Det handlar alltså om materia som vi inte kan få syn på, men som man ändå vet att den finns, eftersom den ger sig till känna genom sin gravitation på synliga stjärnor och galaxer. Den mörka materiens egenskaper däremot är okända. 2006 anser man att universum består av 4% vanlig materia, 23% mörk materia och 73% mörk energi.

## Ordlista och förklaringar

**Dvärgplaneter:** Enligt ett beslut av IAU i augusti 2006 innehåller solsystemet åtta äkta planeter: de inre jordliknande planeterna Merkurius, Venus, jorden och Mars, samt gasplaneterna Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus. Den Internationella Astronomiska Unionen beslutade också att införa en ny klass av himlakroppar s k dvärgplaneter. Dit hör Ceres (det största objektet i asteroidbältet), Pluto och den avlägsna Eris. Fler objekt kommer säkert att utnämnas till dvärgplaneter inom kort. Det finns redan ett dussin kandidater som aspirerar på titeln.

**Galaxer** består av gas, stjärnor och stoft och är som ljusa stjärnöar i universum, där Vintergatan är en av hundratal miljarer andra galaxer.

**Kosmos** är idag ekvivalent med universum och kosmologi är vetenskapen om universums byggnad samt dess uppkomst och utveckling. Kosmos var ursprungligen benämningen på den ordning som ansågs råda i världen, i motsats till ett tillstånd som kännetecknas av kaos.

**Ljusår:** Avstånden i universum är så stora att det är opraktiskt att mäta dem i kilometer eller mil. Därför mäter astronomerna avstånden med hjälp av ljusets hastighet i enheten ljusår. Ett ljusår är den sträcka som en ljusstråle färdas under ett år, vilket är det samma som 9 460 800 000 000 kilometer, d v s ungefär  $10^{13}$  kilometer. Dessutom förekommer den större enheten parsec, där  $1 \text{ parsec} = 3,26 \text{ ljusår}$ .

**Mikroskopet** i sin enklaste form uppfanns troligen på 1400-talet, men det var först i slutet på 1600-talet som Antoni van Leeuwenhoek utvecklade konsten att slipa linser till den tidens fulländning, vilket medförde revolutionerande biologiska upptäckter. Idag finns olika typer av mikroskop för att studera olika våglängder och i ett s k tunnelmikroskop är det t o m möjligt att observera enskilda atomer.

**Månar** rör sig runt planeter och de lyser därför att de reflekterar solens ljus.

**Planeter** rör sig runt stjärnor och är kalla bollar av sten eller gas, vilka lyser därför att de reflekterar solens ljus. Den Internationella Astronomiska Unionen, IAU, beslutade i augusti 2006 att definiera en planet som ett himmelsobjekt som i grova drag är klotformat och som kretsar runt solen. Dessutom har en planet rensat rent sin bana från andra himlakroppar.

**Små och stora tal** återges vanligtvis som tiopotenser. En atoms diameter, 0,000000001 meter uttrycks som  $10^{-10}$  meter, där exponenten  $^{-10}$  således anger antalet decimaler i bråket. På samma sätt anges stora tal. Solens massa är  $10^{30}$  kg, vilket innebär en etta följd av trettio nollor.

**Solsystemet** utgörs av solen, planeterna och dess månar, dvärgplaneter, asteroider mellan Mars och Jupiter samt kometer.

**Stjärnor** består av gas, och de är heta och lyser tack vare kärnreaktioner i stjärnans centrum. Under större delen av stjärnans liv förenar sig väteatomer och bildar helium samtidigt som stora mängder energi bildas, i stor sett samma process som när en vätebomb exploderar. Lysande stjärnor är alltid mycket större än planeter, men de ser små ut beroende på de stora avstånden från jorden.

**Teleskopet** uppfanns av en holländsk optiker i början av 1600-talet och 1609 var Galileo Galilei den första människa som vände det mot himlen. 1990 sände vi för första gången ett optiskt teleskop ut i rymden, det s k Hubbleteleskopet, vilket ser tydligare och längre bort i universum än jordbaserade teleskop, eftersom det inte besväras av jordens atmosfär.

**Vintergatan** är vår hemgalax och den innehåller hundratals miljarder stjärnor, varav solen är en.

## Läs mer

Axelsson, Maria Gunther: Big bang eller Varde ljus? Wahlström & Widstrand, 2006

Gustavsson, Bengt: Kosmisk resa, Nya Doxa 1998

Lagerkvist Claes-Ingvar och Olofsson Kjell: Astronomi, en bok om universum, Bonniers 2003

Rådbo, Marie: Härifrån till Oändligheten, Rabén & Sjögren 2003

Mer om rymden:

[www.marie.radbo.org](http://www.marie.radbo.org)

[www.nrm.se/utstallningarcosmonova/cosmonova/manadensnatthimmel](http://www.nrm.se/utstallningarcosmonova/cosmonova/manadensnatthimmel)

Utarbetad av Marie Rådbo

Illustrationer: Ingrid af Sandberg