

Original title: The Hot and Energetic Universe

Title of translated show: Vårt Energirika Universum

Translated by: Tim Olsson and Anna S. Arnadottir / The Lund University Planetarium

Contact for Swedish translation: Anna S. Arnadottir (anna@astro.lu.se)

Universum har alltid varit den sista gränsen när det gäller människans strävan efter kunskap.

Genom alla tider har vi observerat natthimlen och försökt förstå det oändliga ovanför och utanför vår egen planet.

Nu, äntligen, har allt vårt hårda arbete lönat sig.

Detta är visningen om

Vårt Energirika Universum

Vi vet nu att vår Sol är en ganska vanlig stjärna, som inte skiljer sig särskilt mycket från Vintergatans övriga stjärnor. Den är medelstor och medel varm.

Vi har upptäckt och undersökt både planeterna och de mindre dvärgplaneter som kretsar runt Solen. Till vissa har vi även skickat rymdsonder.

Både asteroider och kometer är fosiler från när Solsystemet bildades för 4,5 miljarder år sedan. Genom att studera dessa lär vi oss om solsystemets förflutna.

Nu förstår vi de grundläggande principer som styr hur natthimlens avlägsna stjärnor bildas, utvecklas och dör.

Vi har dessutom upptäckt myriader av exoplaneter kretsande kring Vintergatans andra stjärnor.

Vi har studerat gigantiska stjärnhopar.

Vi har upptäckt täta moln av gas och stoft, där nya stjärnor håller på att bildas.

Vi har lyckats beskriva den gigantiska samling av stjärnor som vi tillhör, vår egen galax: Vintergatan.

Vi har insett att vår galax inte är den enda stjärnsamlingen i vårt Universum, utan att det finns hundratals miljarder andra där ute.

Vi har upptäckt att vårt Universum, fyllt av galaxer, är en våldsam plats i ständig rörelse.

Slutligen har vi upptäckt att hela Universum expanderar, samt att expansionens takt ökar med tiden. Astronomer har benämnt orsaken till denna ökande expansion "mörk energi"; men frågan återstår: Vad är mörk energi för något?

Det är denna strävan efter kunskap som driver oss framåt. Vetenskapen är en episk resa och definierar vad det innebär att vara människa.

Tekniken bakom vår kunskapsresa kallas för teleskop. På observatorier runt om i världen riktar vi våra teleskop uppåt mot Universum och samlar in universums signaler.

De flesta av våra teleskop samlar in ljus av olika slag. Hur mycket ljus de kan fånga beror på hur stor lins eller spegel teleskopet har.

Nu för tiden finns det gigantiska optiska teleskop med spegeldiameter på upp till 10 meter.

De bästa platserna för sådana observatorier är högst uppe på avlägsna bergstoppar. Där är natten som mörkast; långt borta från storstäder där ljusförorening dränker ut natthimlens ljussvagare stjärnor.

Europeiska Sydobservatoriet ska nu bygga ett ännu större stort teleskop med spegeldiameter på 40 meter. När det står färdigt kommer vi att kunna studera hur vårt Universum har utvecklats ända sedan den Stora Smällen.

Ett av de största framstegen när det gäller utforskandet av Universum kom när vi började skicka teleskop till rymden, som till exempel Hubble-teleskopet. Dessa kan studera Universum utan att Jordens atmosfär kommer i vägen.

Ljus är nämnlingen så mycket mer än vad våra ögon kan se.

Ljus, som egentligen kallas för elektromagnetisk strålning, består av många olika frekvenser, och de flesta av dessa är osynliga för oss människor.

Det finns radiovågor, mikrovågor, infraröd strålning, synligt ljus, ultraviolet strålning, röntgenstrålning och gammastrålning. Tillsammans utgör dessa det elektromagnetiska spektrumet.

Vi människor kan bara se en liten bit av detta spektrum, men våra teleskop kan se så mycket mer.

Himlakroppar, så som t.ex. stjärnor, planeter eller galaxer, strålar ofta ut ljus i många olika våglängder. Deras temperatur styr vilken typ av elektromagnetisk strålning det är som dominerar.

De hetaste och mest våldsamma processerna i vårt Universum strålar ut ljus med korta våglängder, så som röntgen- och gammastrålning, medan

kalla och lugna processer strålar ut ljus med längre våglängder, som infraröd strålning och radiovågor.

Vi behöver därför olika typer av teleskop för att studera Universums olika fenomen. Stora antenner som dessa observerar radiovågor. Radioteleskop är fantastiska. De har förmågan att studera hela himlavalvet, dygnet runt och i alla väder.

Men majoriteten av ljuset från Universum, speciellt det mest energirika ljuset, kan inte tränga igenom Jordens atmosfär. För att studera denna strålning behöver vi därför rymdbaserade teleskop

Det är just denna röntgen- och gammastrålning som låter oss studera Universums mest våldsamma och imponerande fenomen. Titta nu på natthimlen så som våra ögon betraktar den. Natthimlen ser helt annorlunda ut när vi tittar på dess röntgenstrålning istället.

Det bästa sättet att förstå t.ex. exploderande stjärnor och andra heta, våldsamma händelser är att använda våra rymdteleskop.

Tack vare modern teknik kan vi nu observera *så mycket mer* än bara det som våra ögon kan se.

Röntgenstrålning är uppkallad efter den tyska fysikern Wilhelm Röntgen, som studerade den år 1895. Eftersom röntgenstrålning kan tränga igenom människokroppen har den länge använts för medicinsk diagnostik.

Gammastrålar upptäcktes år 1900 av den franske fysikern Paul Villard. Dessa är mest kända för den skadliga effekt de har på levande varelser.

Amerikanska forskare lyckades observera Solens röntgenstrålning år 1948 med hjälp av speciella detektorer på tyska V-2 raketer.

År 1962 lyckades forskare, under ledning av Ricardo Giacconi, för första gången observera röntgenstrålar från något som låg utanför vårt solsystem, i riktning mot stjärnbilden Skorpionen.

Ett år tidigare hade även rymdsonden Explorer 11 lyckats observera gammastrålning från rymden.

Första amerikanska rymdstationen, Skylab, bidrog ytterligare till utforskandet av detta högenergetiska ljus. Skylab skickades upp år 1973 och observerade Solens röntgenstrålning i sex år.

Sedan dess har tiotals rymbaserade observatorier observerat Universum, med ständigt ökad känslighet, genom både röntgen- och gammastrålning. Dessa observationer har gett oss en alltmer detaljerad bild av Universums mest våldsamma händelser.

Ett av våra mest framgångsrika rymdteleskop är Chandra X-ray Teleskopet, som sköts upp i rymden med rymdfärjan Columbia år 1999.

I nästan 20 år har Chandra observerat exploderande stjärnor och avlägsna galaxer. //

I över 20 år har Chandra observerat exploderande stjärnor och avlägsna galaxer. //

Chandra observerade exploderande stjärnor och avlägsna galaxer i över 20 år, men har nu slutat fungera.

Rymdteleskopet XMM-Newton fick sitt namn efter den berömda Isaac Newton. Det sköts upp med hjälp av Europeiska rymdorganisationens raket Ariane 5 år 1999.

Dess uppdrag var bland annat

- att observera röntgenstrålning från himlakroppar i Solsystemet,
- att studera hur stjärnor bildas,
- att forska på hur galaxer formas och utvecklas,
- att studera miljön runt supermassiva svarta hål,
- och att kartlägga Universums mystiska mörka materia.

Nustar är ett annat ryldbaserat röntgenteleskop. Detta skickades upp år 2012. Dess huvuduppdrag är att observera supermassiva svarta hål som är dolda bakom stora mängder stoft och gas.

Men för att undersöka den mest energirika strålningen behövs rymdteleskopen Fermi, från USA, och INTEGRAL, från Europa. Dessa observerar nämligen gammastrålning.

Deras observationer hjälper forskare att förstå t.ex. aktiviteten på Solens yta, samt varför Solens yttersta atmosfär, den som kallas för Koronan, är så mycket hetare än Solens yta.

Med all denna moderna teknik kan vi nu observera hur stjärnor bildas från interstellära nebulosor. Små instabiliteter leder till att gravitationen kan orsaka kollapser där nya stjärnor och planeter bildas.

Vi kan också studera hur de allra tyngsta stjärnornas slutar sina liv i våldsamma supernovaexplosioner.

Under supernovaexplosionen omvandlas kärnorna hos dessa tunga stjärnor till så kallade svarta hål. Vad som än kommer för nära dessa stjärnrester kan aldrig ta sig därifrån. Till och med ljuset fångas, vilket gör svarta hål helt osynliga. Gravitationsfältet omkring dem är så starkt att rumtiden förvrängs.

Svarta hål slukar allt som kommer innanför deras så kallade Händelsehorisont, vilket leder till att deras massa ökar. Den materia som kollapsar mot ett svart hål bildar en skiva runt omkring det. Inuti skivan är temperaturen och rörelseenergin så höga att gamma- och röntgenstrålning bildas. Samtidigt skapar det starka gravitationsfältet jetstrålar av joniserade atomer. Jonerna rör sig nära ljusets hastighet, och reagerar våldsamt med materia runt omkring dem.

Medeltunga stjärnor, och nu pratar vi om stjärnor som är 10-30 gånger tyngre än Solen, lämnar efter sig så kallade neutronstjärnor när de dör. Dessa objekt roterar med mycket höga hastigheter. Om en neutronstjärna befinner sig så i rymden att den råkar rikta en ljusstråle hitåt då och då så kan vi se den blinka till med en jämn frekvens. Neutronstjärnor som gör så kallar vi för pulsarer.

Pulsarer kan också ha skivor och jetstrålar, men dessa är mindre än de som bildas kring svarta hål.

Med våra rymdteleskop kan vi även studera dubbelstjärnor som ligger väldigt nära varandra och därmed påverkar varandra starkt.

Ibland är en av dessa stjärnor mycket kompakt, som en neutronstjärna eller ett svart hål.

I dessa specialfall överförs ibland massa från den vanliga stjärnan till det mer kompakta objektet, dvs. neutronstjärnan eller det svarta hålet. Om detta pågår tillräckligt länge resulterar det till slut i en våldsam supernovaexplosion.

Vi har lyckats observera vad som händer när två vanliga stjärnor smälter samman, och även den mer våldsamma sammansmältningen av två neutronstjärnor.

Dessa sammansmältningar, som vi kallar för Gammablixtar, slutar alltid i de våldsammaste explosioner vi känner till. De producerar röntgenstrålning, gammastrålning och gravitationsvågor.

Gammablixtar är bland de mest energirika händelserna vi känner till i Universum. Den italienska satelliten BeppoSAX, som skickades upp år 1996, spelade en avgörande roll i att hjälpa oss förstå vad gammablixtar är för något. Den amerikanska satelliten Swift har sedan år 2004 hjälpt oss hitta och studera ännu fler gammablixtar.

En mer ovanlig händelse är när två svarta hål smälter samman. Detta är det mest våldsamma fenomenet i Universum.

Gravitationsobservatorier, så som LIGO och VIRGO, har nu lyckats observera gravitationsvågor från såna händelser.

När vi riktar våra instrument mot Vintergatans centrum hittar vi ännu ett intressant fenomen. Där finns ett supermassivt svart hål.

Genom att studera hur stjärnorna i galaxens centrum rör sig, d.v.s. hur de kretsar kring det svarta hålet, har vi nu räknat ut att detta supermassiva svarta hål är 4 miljoner gånger tyngre än Solen.

Observationer från Fermi-teleskopet har visat att två stora lober av gammastrålning expanderar ut till 25000 ljusår från galaxens centrum. Dessa lober skapades när partiklar från skivan runt det svarta hålet i galaxens centrum slungades ut i nära ljusets hastighet.

Vi kan nu noggrannt studera andra galaxer, och se att många utstrålar enorma mängder energi från sina kärnor. Dessa fenomen kallar vi radiogalaxer, kvasarer och blasarer. Med sina aktiva galaxkärnor och högenergetiska strålning misstänker vi nu det kan finnas supermassiva svarta hål även i deras kärnor.

Dessa galaxer har supermassiva svarta hål i sina centra, som är en miljon eller rent av en miljard gånger tyngre än Solen. Enorma mängder materia samlas i skivor kring dessa svarta hål, och bildar jetstrålar som sträcker sig ut mellan galaxerna.

Långt ute i rymden kan vi ibland observera interaktioner, kollisioner och sammansmältningar av hela galaxer; händelser som spelar en avgörande roll i deras utveckling.

Ju längre bort våra teleskop tittar, desto längre tillbaka i tiden kan vi se. Vi kan nu observera Universum i sin barndom. I det unga Universum krockade galaxer oftare med varandra och där kan vi även se hur de allra första stjärnornas död var våldsammare än vad som förekommer idag.

Alla dessa observationer hjälper oss förstå Universums utveckling, och de fysikaliska lagar som styr det.

År 2028 kommer Europeiska rymdorganisationen att skicka upp satelliten ATHENA. Den kommer att bära med sig det största röntgenteleskopet som någonsin byggts.

ATHENA kommer att revolutionera vår kunskap om de mest energirika fenomenen i vårt Universum. Den kommer att observera de första svarta hålen i det unga Universum. Vi vill försöka förstå hur dessa interagerar och påverkar utvecklingen av galaxerna de hör till.

Det Universum vi ser genom röntgen- och gammastrålning är en ogästvänlig och våldsam plats. Som tur är lever vi under Jordens atmosfär som skyddar oss från denna strålning. Det är inte förrän vi sträcker oss ut i

rymden och placerar våra teleskop ovanför atmosfären som vi märker alla de fantastiska fenomen som fyller *Vårt Energirika Universum*.

