

Original title: Phantom of the Universe

Title of translated show: Universums mörka hemlighet

Translated by: Tim Olsson / The Lund University Planetarium

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

Vi har alltid fascinerats av natthimlen och dess ljuskällor.

Stjärnor, planeter, galaxer och vår måne.

Men när våra instrument blev mer avancerade började astronomerna misstänka att det fanns något mer där ute. Något som gömde sig i den mörka rymden.

Vi kan inte se, känna eller röra vid det. Men det finns där.

Det avger inget ljus, och reflekterar det inte heller. Det är en substans så mystisk att det bara finns ett sätt att beskriva den: **Mörk Materia**.

Den är så massiv att dess tyngdkraft påverkar rymdens ljusaste och mest gigantiska objekt.

Dess gravitation är så stark att den kan ändra själva ljusets kurs.

Det är en påminnelse om att det finns mer i detta Universum än vad ögat kan se.

För att försöka förstå vad denna substans är så jagar fysiker en mycket svårfångad partikel som de tror finns i den subatomära världen.

Det här är CERN, europeiska organisationen för kärnforskning. Här finns världens största partikelaccelerator, Large Hadron Collider. Dold djupt ner under marken, är "the Large Hadron Collider", som vi även kallar för LHC, den enda platsen på Jorden som är kraftfull nog för att få denna mystiska partikel att visa sig. Med sina 27 kilometer i omkrets sträcker partikelacceleratorn sig över gränsen mellan Frankrike och Schweiz. När vi kommer in i acceleratortunneln får vi uppleva på första parkett den snabbaste jakten i hela världen.

Här, inuti strålningsröret, tvingar man partiklar som kallas protoner, upp till hastigheter som närmar sig ljusets.

Vissa av dem kommer att krocka med andra protoner som kommer rusande rakt emot dem.

Det här är en del i jakten på de partiklar som mörk materia består av.

Large Hadron Collider har redan gjort en otroligt värdefull upptäckt.

För inte så länge sedan sköts det fyrverkerier kring CERN, när forskarna meddelade upptäckten av en partikel som kallas Higgs-bosonen. Fysikforskare hade sökt efter denna partikel under 50 år, sedan teoretiker hade kommit fram till att källan till alla partiklars massa kräver närvaron av Higgs-bosonen. Partiklar som elektroner och kvarkar får sin massa när de passerar genom Higgs-fältet, och det kanske även partikeln som utgör mörk materia gör. Nu strävar forskningen vid Large Hadron Collider efter att hitta själva den mörka materia-partikeln.

Astrofysiker har kommit fram till att över 80 procent av massan i hela kosmos består av mörk materia.

Det här är den fantastiska historien om hur vi upptäckte att det mesta av Universums materia är av en märklig, osynlig sort.

Mörkt materia är **Universum Mörka Hemlighet**.

Mörk materia har funnits sedan tidernas begynnelse, från den Stora Smällen. Vårt Universum föddes i form av het och sammanpressad energi, som expanderade i en otrolig hastighet. Bara en bråkdel av en sekund senare omvandlades energin till de första partiklarna i vårt Universum. Små partiklar som kallas kvarkar bildade protoner och neutroner. Dessa skapade, i kombination med elektroner, de första atomerna. Atomerna i sin tur utgör den vanliga materian, det som alla fysiska objekt är gjorda av. När Universum kyldes ned och rymden utvidgades samlades mörk materia i strängar. Dessa strängar bildade ett gigantiskt osynligt skelett i rymden.

Under hundratals miljoner år var tyngdkraften från den mörka materian så kraftfull att den drog till sig den vanliga materian, som muskler till revben, och formade största strukturerna i Universum.

De första galaxerna växte där dessa strängar möttes.

Galaxer kolliderade med andra galaxer, och slogs samman för att bilda superkluster med galaxer. Otaliga galaxer drogs samman av den mörka materians dragningskraft, och därifrån växte de till den struktur i Universum som vi ser idag. Utan mörk materia skulle det inte finnas några stjärnor, inga galaxer, inga planeter, inget liv. Utan mörk materia skulle vi själva inte existera.

Den mörka materian var dold för mänskliga ögon under miljontals år, tills spåren av dess påverkan slutligen uppenbarades för astronomerna. Först var Fritz Zwicky, en Schweizisk astronom som arbetade på CalTech på trettioalet. Zwicky riktade sitt teleskop mot en grupp galaxer, inte långt från vår egen Vintergata. Detta myllrande nätverk med tusentals galaxer, kallas Comahopen, och Zwickys uppdrag var att bestämma dess massa. Han kunde göra detta genom att mäta ljusstyrkan...

... eller genom att mäta galaxernas hastighet när de kretsade inuti galaxhopen.

Zwicky upptäckte att galaxerna rörde sig mycket snabbare än vad han hade förväntat sig. Särskilt med tanke på den massa som ljusstyrkan antydde att galaxerna hade. Vid dessa hastigheter var den synliga massan inte stor nog att hålla samman hopen. Zwicky tänkte sig att det måste finnas någon osynlig substans vars tyngdkraft höll kvar de snabba galaxerna.

Han kallade substansen för **mörk materia**.

Men vissa idéer är före sin tid. Zwickys revolutionära upptäckter uppmärksammades i stort sett inte förrän 40 år senare, när astronomen Vera Rubin började studera stjärnors omloppshastigheter i olika galaxer. Det hon observerade överraskade och förbryllade henne.

Enligt Newtons gravitationsteori skapar Solens stora massa en gravitationskraft som gör att de inre planeterna rör sig med en högre hastighet än planeterna som befinner sig längre ut.

Eftersom stjärnorna kretsar kring centrum i en galax, mycket på samma sätt som planeternas banor kring Solen, förväntade sig Rubin att hon skulle få se ett liknande hastighetsmönster när hon observerade den närliggande Andromedagalaxen. Men det hon såg var något helt annat. Stjärnor som befann sig i omlopp långt ifrån galaxens centrum svishade fram i höga hastigheter, lika snabbt som stjärnor som låg mycket närmare. Det här var inte alls som planeterna i vårt solsystem, där de inre planeterna rör sig mycket snabbare än de yttre planeterna gör. Vid dessa otroliga hastigheter skulle stjärnorna, utan tillräcklig tyngdkraft från något massivt förlora sina omloppsbanor...

... och kastas ut i rymden.

Det fanns något som höll samman galaxen. Vad kunde det vara?

Rubin och hennes team drog slutsatsen att det måste finnas någon märklig, osynlig massa som sträckte sig ut till galaxens yttre kanter, och vidare.

Det var som om ett osynligt moln höll ihop stjärnorna med varandra, som ett slags lim. Vi kan även se synliga bevis på dessa moln av mörk materia i andra delar av Universum.

De mest dramatiska bevisen för mörk materia kan vi se i en himmelsk struktur som astronomerna kallar Gevärskulehopen. När astronomerna noga betraktade galaxerna i hopen såg de små deformationer som orsakades av något osynligt. Huvudmisstänkt: den mörka materian.

Astronomerna använde sig av ett röntgenteleskop i rymden för att se stora moln av gas vars kulformer har gett klustret dess namn. Gevärskulehopen bildades när två mindre galaxhoper kolliderade. Om vi kunde resa tillbaka i tiden till innan kollisionen skulle vi se två separata hoper som var omslutna i sina egna moln av mörk materia. När de två galaxklustren kolliderade passerade de två molnen med mörk materia rakt igenom varandra. De täta molnen av gas och damm, som syns i rosa, kraschade däremot rakt in i varandra.

Vad är detta mörka materia, som kan passera rakt igenom en galaktisk kollision utan att påverka någonting? Denna unika egenskap gör att en partikel av mörk materia kan resa genom rymden utan att något kan stå i dess väg.

Mörk materia finns inte bara ute i rymden..

... den finns överallt!

Mörk materia finns runt omkring oss just nu. Om du håller upp din hand så kommer miljontals partiklar av mörk materia att passera genom den varje minut. Partiklar som du inte kan se, eller känna. Faktum är att det finns miljardtals små partiklar som flyger genom rummet precis nu.

Det här är ingången till Homestake-gruvan i South Dakota. En perfekt plats om man vill kunna filtrera fram de mörka-materie-partiklarna. För att isolera dessa utför fysikerna experiment djupt under markytan dit få vanliga partiklar kan nå. Men de mörka-materie-partiklarna når dit utan problem.

Varje morgon åker dussintals forskare ner i ett gigantiskt hisschakt, 1500 meter under markytan, för att arbeta med den känsligaste detektorn av mörk materia i hela världen. Det de hittar i den här underjordiska labyrinten med övergivna gruvtunnlar kan förändra hur vi ser på hela Universum.

Det här var en gång en blomstrande guldgruva, men i stället för gruvarbetare som gräver efter guld finns nu här fysiker som jagar efter en ännu mer svårfunnen substans: mörk materia.

Det här är "Sanford Underground Research Facility". Här finns "the Large Underground Xenon Dark Matter Experiment", som förkortas till LUX. Den här tanken är fylld med flytande xenon. Den kommer att vara den perfekta platsen för att för första gången kunna bevittna en partikel av mörk materia.

Betet för att upptäcka partikeln med mörk materia kommer att vara kärnan i en xenonatom. När en partikel med mörk materia träffar den kommer kärnan att avge en ljusblxt, eller frigöra elektroner. Dessa interaktioner registreras sedan av sensorer på undersidan och toppen av detektorn. Interaktioner med mörk materia, av något slag, är sällsynta, men fysikerna hoppas på att de kommer att få se en mycket snart.

På andra sidan Jorden arbetar en annan grupp med fysiker på att skapa sin egen mörk materia-partikel. Detta gör de här, på CERN, världens största forskningscenter för studier av partikelfysik, som ligger utanför Genève, Schweiz.

Här har tusentals forskare från många nationer gått samman för att få svar på mänsklighetens mest komplexa frågor gällande materians natur.

Gömd under CERNs två kvadratkilometer stora campus, och omgivande skog och gårdar på den europeiska landsbygden, ligger den största och mest komplicerade maskinen i världen: LHC eller "the Large Hadron Collider". Inuti den far två strålar med protoner i otroliga hastigheter runt ringen, i motsatta riktningar. Protonerna krockar med varandra inuti en av fyra gigantiska detektorer.

LHC är som en jättelik racerbana för partiklar.

Dessa subatomiska partiklar accelereras runt banan med hjälp av elektriska fält, och styrs av kraftiga magneter. Mitt i av varje detektor leder magnetfältet partiklarna mot en kollision. Den största detektorn kallas för ATLAS. Den väger 7000 ton, och tog 15 år att bygga.

ATLAS är nästan åtta våningar hög, lika stor som en katedral. Mer än 3000 forskare från 75 institutioner i 38 länder samarbetar här med olika experiment.

ATLAS är som ett enormt mikroskop, som kan se partiklar mycket mindre än atomer. Med miljarder protoner som åker runt banan i motsatta riktningar kan scenen liknas mer vid ett skrotbilsrally än en racerbana.

När två protoner kolliderar bildas hundratals nya partiklar. Kollisionens otroliga energi kan producera partiklar med mycket större massa än hos de två protoner som skapade dem. Det är precis detta som fysikerna förutsäger kommer att hända om de skapar en partikel med mörk materia med stor massa. Varje nyskapad partikel visas som en linje på en skärm efter kollisionen. Linjens krökning visar partikelns rörelsemängd, en kombination av dess massa och dess hastighet.

ATLAS upptäcker kollisionerna med hjälp av flera detektorer. Varje detektor är som en specialkamera, byggd för att upptäcka en viss typ av partiklar.

Enligt Newtons lag om rörelse måste hastigheter i motsatta riktningar balanseras, som de gör på den här skärmen. De gula fyrkanterna visar en jämn fördelning av partiklar och rörelsemängder. När det gäller en partikel med mörk materia kommer det emellertid finnas en lucka där partikeln åkte genom ATLAS utan att interagera med någonting. Hur kan en partikel med mörk materia flyga genom världens mest känsliga partikeldetektor utan att lämna spår?

En teori, som kallas supersymmetri, förutsäger existensen av en partikel som skulle agera på exakt detta sätt. Enligt denna teori finns det för varje känd partikel, som en elektron eller en kvark, finns en motsvarande superpartikel med mycket större massa.

Som du ser så skapar detta en vacker symmetri. Fysikerna tror att en av dessa förutsagda superpartiklar kan vara mörka-materie-partikeln. För att hitta den tar ATLAS bilder på de viktigaste kollisionerna 40 miljoner gånger per sekund.

Informationen lagras i ett massivt nätverk av datorer på CERN, och runt om i världen. Denna kallas "The Grid". Datorprogram skannar informationen, och letar efter mönster som

stämmer för hur en mörk-materia-partikel skulle bete sig. Mycket få kollisioner förväntas skapa partiklar av mörk materia, men om **en** skulle göra det så är det en enorm uppgift att hitta **just den** bland all data.

Lyckligtvis innebär modern vetenskap samarbete. Fysiker över hela världen arbetar dygnet runt för att analysera datan. En av CERN-ingenjörerna uppfann något som kallas World Wide Web för att kunna dela den här typen av information.

Med alla denna hjärnkraft fokuserad på sökandet efter mörk materia och utforskandet av vårt Universums innersta natur: Vem vet vad de kommer att hitta?

I slutänden är det de stora frågorna som för mänskligheten närmare varann, när vi strävar efter att förstå hur vårt enorma Universum fungerar, och vår plats i det hela.

