

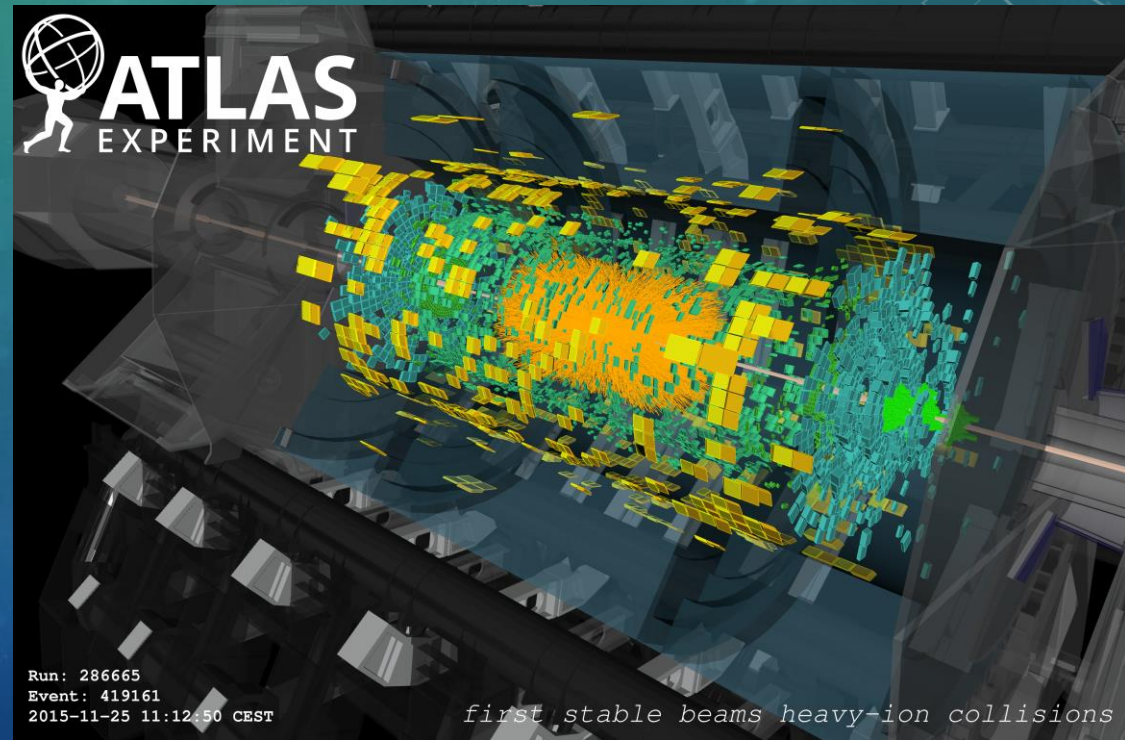
OUTREACH IN THE ATLAS EXPERIMENT

SCOTT GREEN, HSSIP STUDENT CERN



WHAT IS THE ATLAS EXPERIMENT

- CERN's largest experiment
- Tracking detector
- Electromagnetic calorimeter
- Hadronic calorimeter
- Muon spectrometer



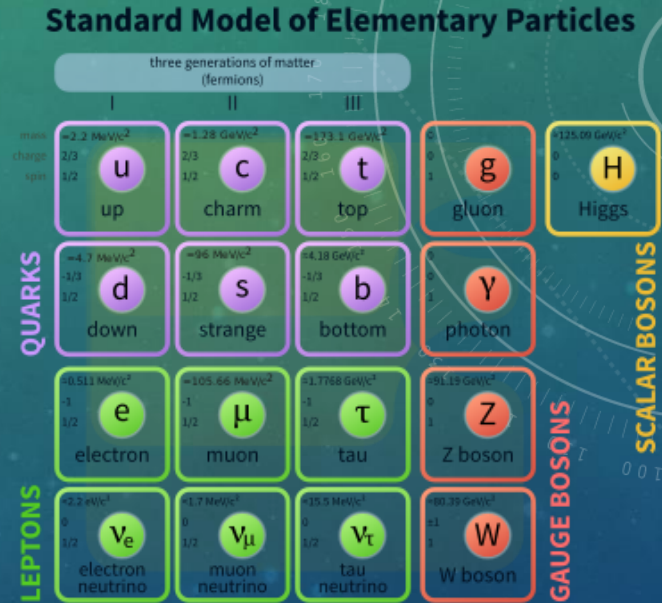
OUTREACH IN SWEDEN IN THE ATLAS EXPERIMENT

- Information "kiosk" for students and everyone else at Uppsala University, Sweden
- Two screens that show LHC status and collision data
- SCT detector, part of the inner tracking detector



WHAT HAS MY JOB BEEN?

- Rewrite and update relevant information in the kiosk (detectors, discovered particles...)
- Develop and design new information pages => broader background
- Find similarities between astronomy and particle physics
- Learn about elementary particles, particles physics and try to understand all of Richard's explanations of the micro cosmos!!



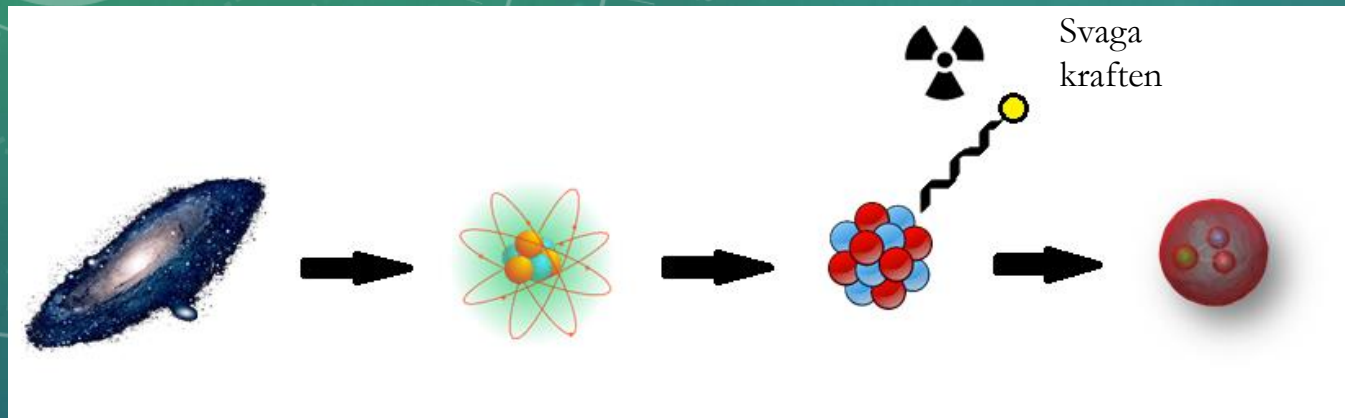
Universums historia

Tidens början från två olika perspektiv



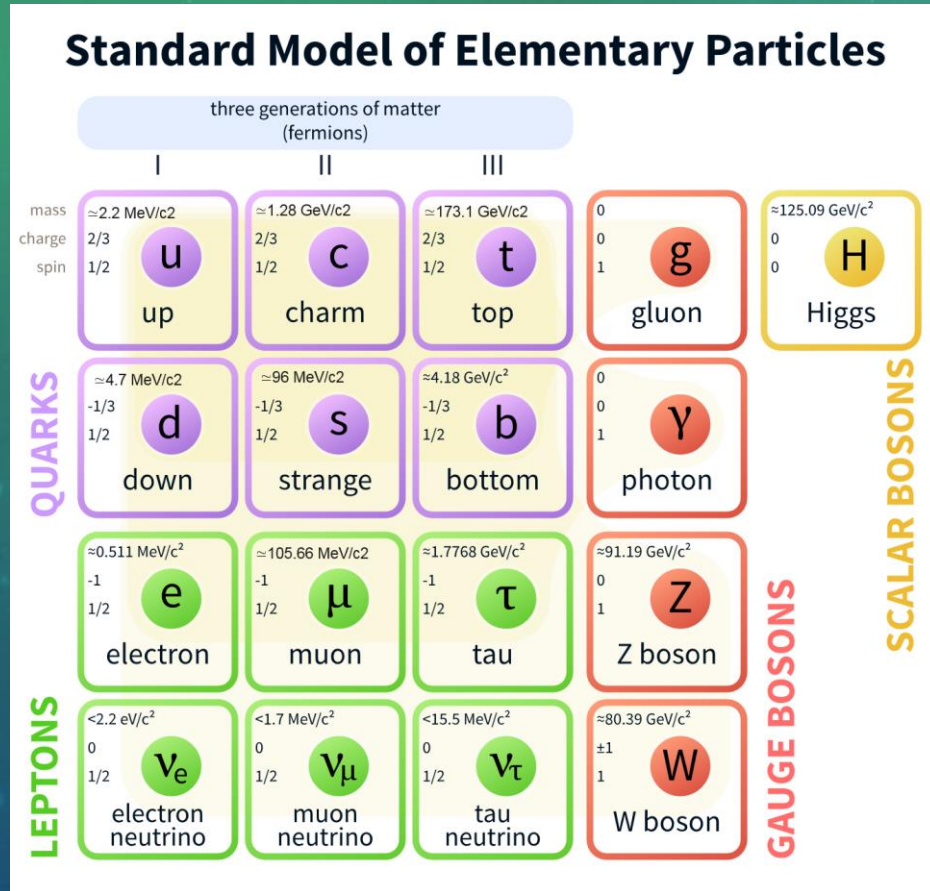
Image credit: NASA

FRÅN MATERIA TILL ELEMENTÄRA PARTIKLAR



Materia är det som bygger upp vårt universum. Det innefattar allt vi kan se, allt vi fysisk kan känna och allt som kan detekteras. Tidigare trodde vi att atomerna var de minsta byggstenarna men idag vet vi att även atomerna kan sönderdelas i mindre partiklar (protoner, neutroner och elektroner). Till och med atomens byggstenar kan sönderdelas i mindre partiklar så kallade kvarker. På samma elementära nivå som kvarkarna finns även andra partiklar som inte kan sönderdelas ytterligare men som bygger upp vårt universum och förmedlar de krafterna som finns.

STANDARDMODELLEN

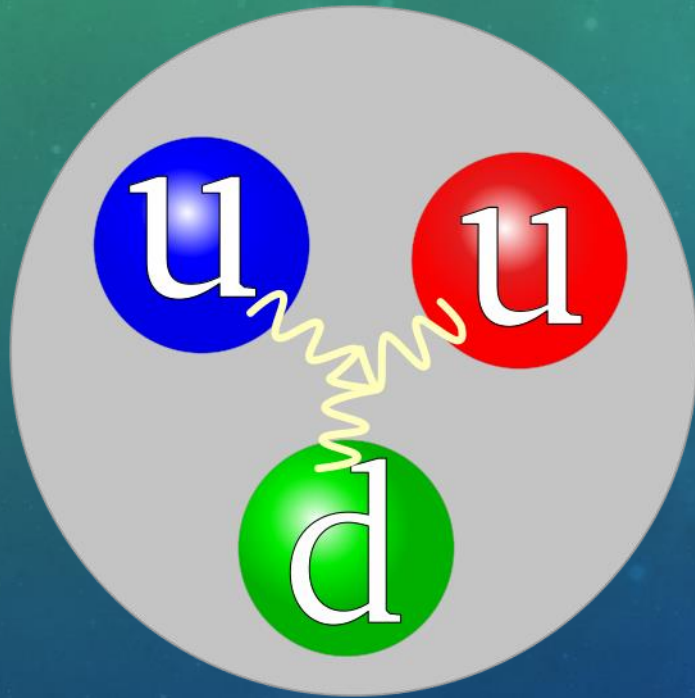


Standardmodellen är ett teoretiskt ramverk som beskriver universums minsta beståndsdelar, elementarpartiklarna och ur dessa interagerar genom utbyte av kraftbärare

Bara de partiklarna som finns i den första kolumnen (längst till vänster) finns i det universum som vi ser idag, dem andra fanns vid universums födelse och har sedan dess sönderfallit till de in den första kolumnen.

Alla partiklar i standardmodellen har en motsvarande antipartikel där higgsbosonen är sin egen antipartikel. Skillnaden mellan partiklarna är sin elektrisk laddning.

KVARKAR – DE ENKLASTE BYGGSTENARNA



Kvarkarna har partiell laddning där u-, c- och t-kvarkarna har laddningen $2/3$ och d-, s- och b-kvarkarna har $-1/3$. Kvarkar är de enda partiklarna som interagerar genom alla fundamentala krafter. Kvarkarna finns i tre färger, röd, blå och grön, men alla protoner och neutroner är vita vilket betyder att det måste alltid finnas en av varje färg i en proton/neutron då teorin säger att dessa skall vara färglösa. Kvarkar kombineras och bildar **hadroner**. De mest stabila är protoner och neutroner. Kvarkar bildar antingen **baryoner**, tre kvarkar (t.ex protoner och neutroner) eller **mesoner**, en kvark och sin motsatt antikvark.

NEUTRINER KAN BYTA DRÄKT!

Neutriner utgör den vanligaste partikeln i universum och de flesta bildades vid tidens början vid Big Bang, däremot bildas de konstant inuti solen, andra stjärnor, supernovaexplosioner, radioaktivt sönderfall, kosmisk strålning mm. Det finns tre typer av neutrino: electronneutrino, myonneutrino och tauonneutrino. Tidigare ansåg man att neutriner inte hade någon massa men Nobelpriset 2015 tilldelades för beviset av att neutriner måste ha en massa, även om den är oerhört liten.



Illustration: © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

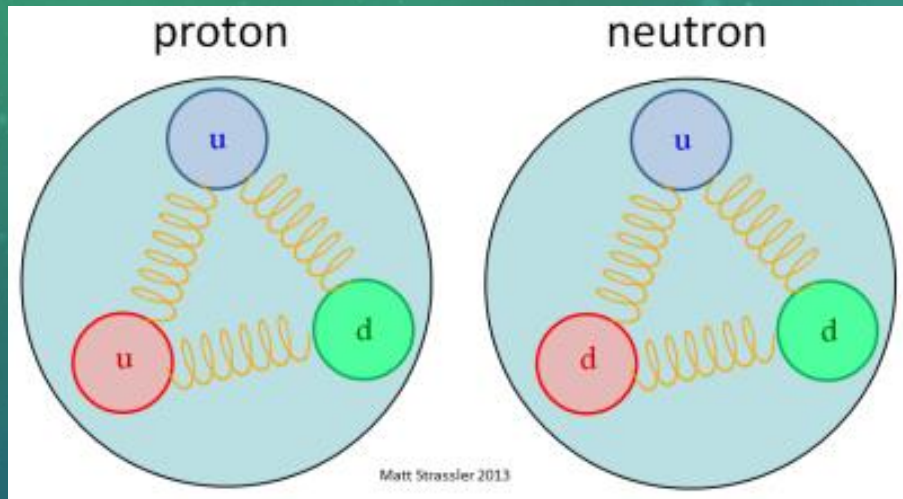
Illustration av ideen att neutriner kan "byta sin dräkt"

Neutriner är speciella och skiljer sig från de andra partiklarna i universum då de ändrar sin "smak" när de färdas genom rymden, exempel på detta finns när mätningar från Solen görs. Det var länge ett mysterium till varför mätningarna visade så få elektronneutrinerna från Solen men detta har nu förklarats genom upptäckten av att electronneutrinerna ändrade sin dräkt på vägen till Jorden så att de blir till antingen myonneutrinor eller tauonneutrinor. Neutriner, till skillnad från de andra leptonerna, växelverkar i huvudsak endast genom den svaga kraften.

<https://www.pbs.org/newshour/science/years-nobel-prize-physics-might-let-send-text-message-earth>

FUN FACT: "Inside our bodies an average of 5,000 neutrinos per second is released when an isotope of potassium decays."

KVARKAR



- **Upp (u):** Uppkvarken tillhör tillsammans med d-kvarken den första familjen och är den lättaste av kvarkarna. Kvarken observerades första gången 1968. Uppkvarken är en viktig byggsten i både protoner och neutroner.
- **Ner (d):** Nerkvarken är den näst lättaste av kvarkarna och lik uppkvarken, bygger upp protoner och neutroner. Kvarken observerades första gången 1968.
- **Strange (s):** Strangekvarken tillhör, precis som charmkvarken, den andra generationen av kvarkar och är den tredje lättast av kvarkarna och den tyngsta av kvarkarna som ingick i den första teorin om kvarkarna som förklarade den experimentella upptäckten av Kaonen år 1947.

<https://profmattstrassler.com/articles-and-posts/particle-physics-basics/the-structure-of-matter/protons-and-neutrons/>

SNABBFAKTA: Massan hos kvarkarna i den första familjen har inte bestämts experimentellt utan den har beräknats med hjälp av precisa teoretiska mätningar.

LEPTONERNA



GETTY
IMAGESDE
AGOSTINI
PICTURE
LIBRARY

Här ser man spår av elektroner som har bildats i en bubbelkammare.



Cheopspyramiden

<http://www.sharm-club.com/assets/images/cities/cairo/pharaonic/the-great-pyramid-excursion.jpg>

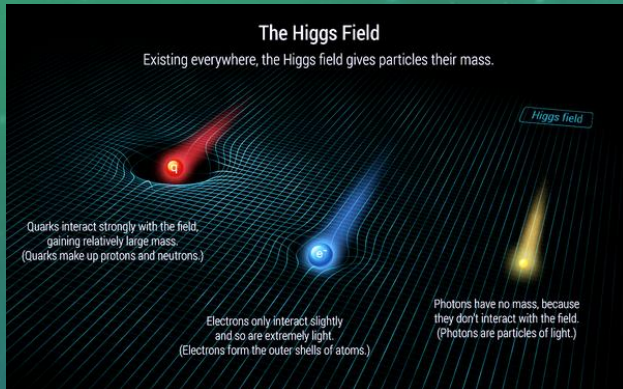
Elektron (e): Elektroner tillhör gruppen av elementarpartiklarna som tillsammans med up/downkvarkar bygger upp atomerna och därmed det synliga universum. De har en negativ laddning och svävar runt atomkärnor. Elektronen upptäcktes redan 1897 men år 2008 lyckades forskare i Sverige filma, för första gången en elektron vid Lunds Tekniska Högskola.

Myon (μ): Myoner är som stora och tunga elektroner, ca 200 gånger tyngre, de har en förhållandevis lång livstid att de går att observeras. Myoner skapas bara vid högenegetiska kollisioner såsom i accelerators eller när protoner från rymden träffar atmosfären och därmed bidrar till den största del av den kosmiska strålningen, som bombarderar Jorden från rymden vilket upptäcktes redan 1936. Eftersom myoner flyger i stort sett opåverkade av någonting annat kan man med denna information använda myoner för att utforska platser och saker som man inte vill förstöra som till exempel Cheopspyramiden i Cairo där tomrummen i pyramiden utforskades med hjälp av myondetektion.

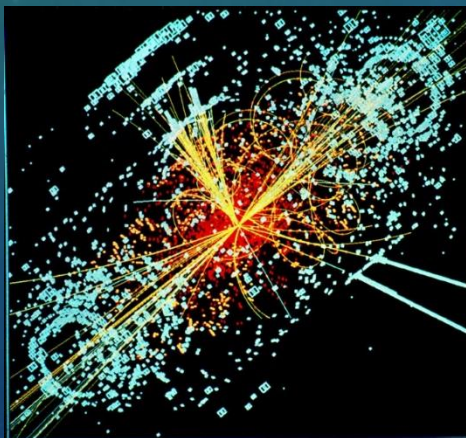
Tauon (τ): Tauoner tillhör familjen leptoner och liknar till mesta dels elektronen, däremot är den ca 3000 gånger tyngre än elektronen! Dem förekommer inte naturligt i universum längre men kan skapas vid högenegetiska kollisioner, precis som myonerna, såsom i kosmisk strålning eller i accelerators vid CERN.

HIGGSBOSON OCH HIGGSFÄLTET

<https://qh.ec.quora.com/main-qimg-1d64a9fdfa41a34bb52070e50633ec0a.webp>



Partiklar interagerar med Higgsfältet olika olika mycket och därför får olika massor.



Credit:
CERN

- År 2013 tilldelades Nobelpriset i fysik för den teoretiska upptäckten av Higgsbosonen efter av den hade detekterats vid LHC (Large Hadron Collider) i CERN.
- Higgsbosonen är besläktad med kraftförmedlarna men verkar inte på samma sätt. Den bildas när Higgsfältet exiteras. Det är just detta fält som ”ger” vissa elementära partiklar deras massa beroende på hur mycket partiklarna interagerar med fältet. Det finns även partiklar som inte interagerar med fältet såsom gluonen och fotonen med följden att dessa är masslösa. Higgsbosonen är ett entydigt bevis på att Higgsfältet existerar och interagerar med mer eller mindre alla av universums byggstenar.

UPPBYGGNAD

Sida 1, 2: Likheter/skillnader med p-fysiken och astronomin.

Egen sida om materia, från materia till partiklar s.4. Egen sida om antimateria s.5

Partikelfysik s.3

De fundamentala krafterna som påverkar vårt universum. Sida 5

Kvarkar. Egen sida om kvarkarna s.9

Kraftförmedlarna. Egen sida om kraftförmedlarna s.8

Standardmodellen, sida 6 (interaktiv). Alla partiklar ska ha en egen sida där man kan läsa om dem => trycka på partikeln i standardmodellen!

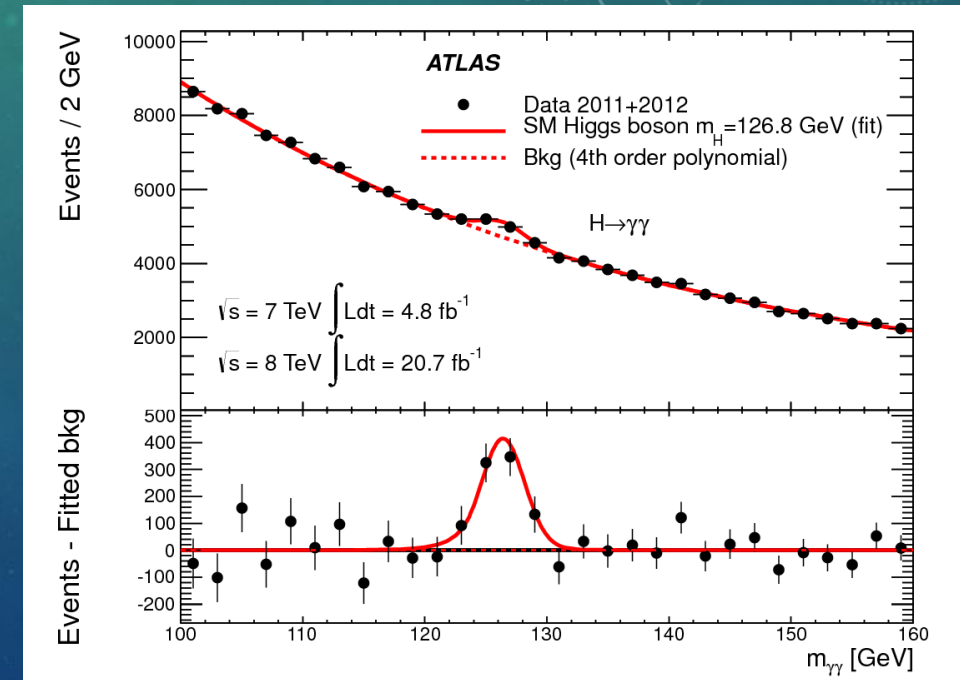
Leptoner. Egen sida om leptoner s.12

Higgs. Egen sida om higgs s.16

Neutriner. Egen sida om neutriner s.14

WHAT IS MY NEXT JOB?

- Work together with the designers to create a fresh and new design for the information pages
- Create more pages about how we can prove that elementary particles exist



ACKNOWLEDGEMENTS

- Special thanks to Prof. Richard Brenner for his supervision and instruction of the outreach projekt and to Lennart Jirden for his work in securing the HSSIP places at CERN as well planning the two week period.