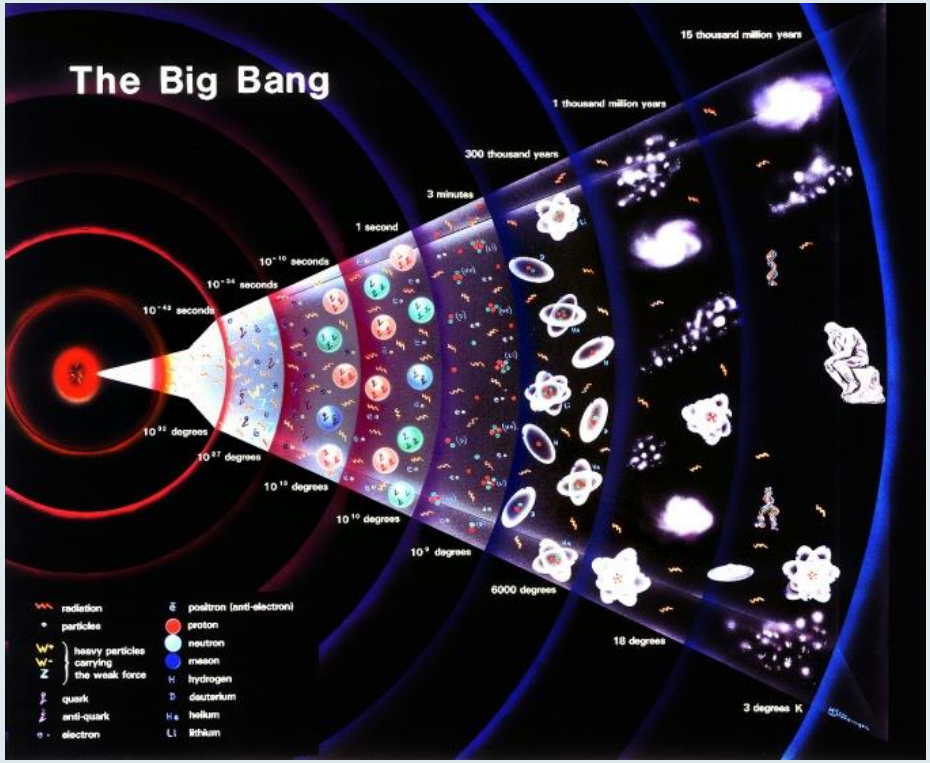
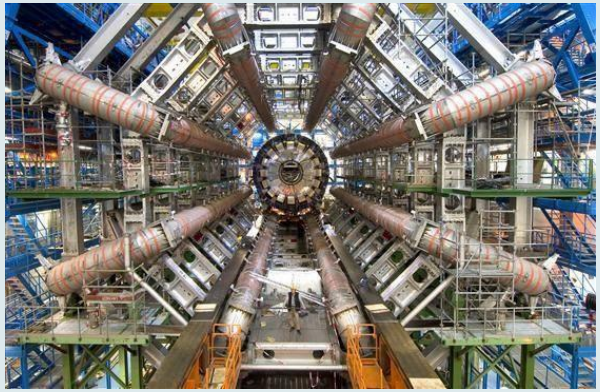
Varför forskar vi om elementarpartiklar?



Large Hadron Collider LHC vid CERN i Genève startades upp 2010



Världens mest högenergetiska protonkrockare med en kollisionsenergi på 13 TeV = $13*10^{12}$ eV = 13 biljoner elektronvolt

Varför hög energi?

- Enligt kvantmekaniken medger hög energi att man kan studera små detaljer i materien - ju högre energi desto mindre detaljer
- Enligt relativitetsteorin medger hög energi att man kan skapa materiepartiklar - ju högre energi desto massivare partiklar.
- Enligt relativistisk kvantfältteori är vakuum uppfyllt av olika elementarfält ur vilka hittills okända elementarpartiklar kan materialiseras, förutsatt att vi kan åstadkomma en tillräckligt hög energitäthet.

Hur små detaljer har kunnat studeras?

- I LHC accelereras två strålar av protoner i motsatt riktning till en energi motsvarande ca 7000 gånger protonens vilomassa - varefter man bringade strålarna att kollidera.

- Protonen innehåller vardera 3 kvarkar. Den energi som omsätts när två av dessa kvarkar, en i vardera strålen, kollidera är tillräcklig för att studera elementarpartiklarnas struktur ner till 10^{-19} meter = en tiondels miljardels miljarddels millimeter = en tiondels nano-nano-meter.

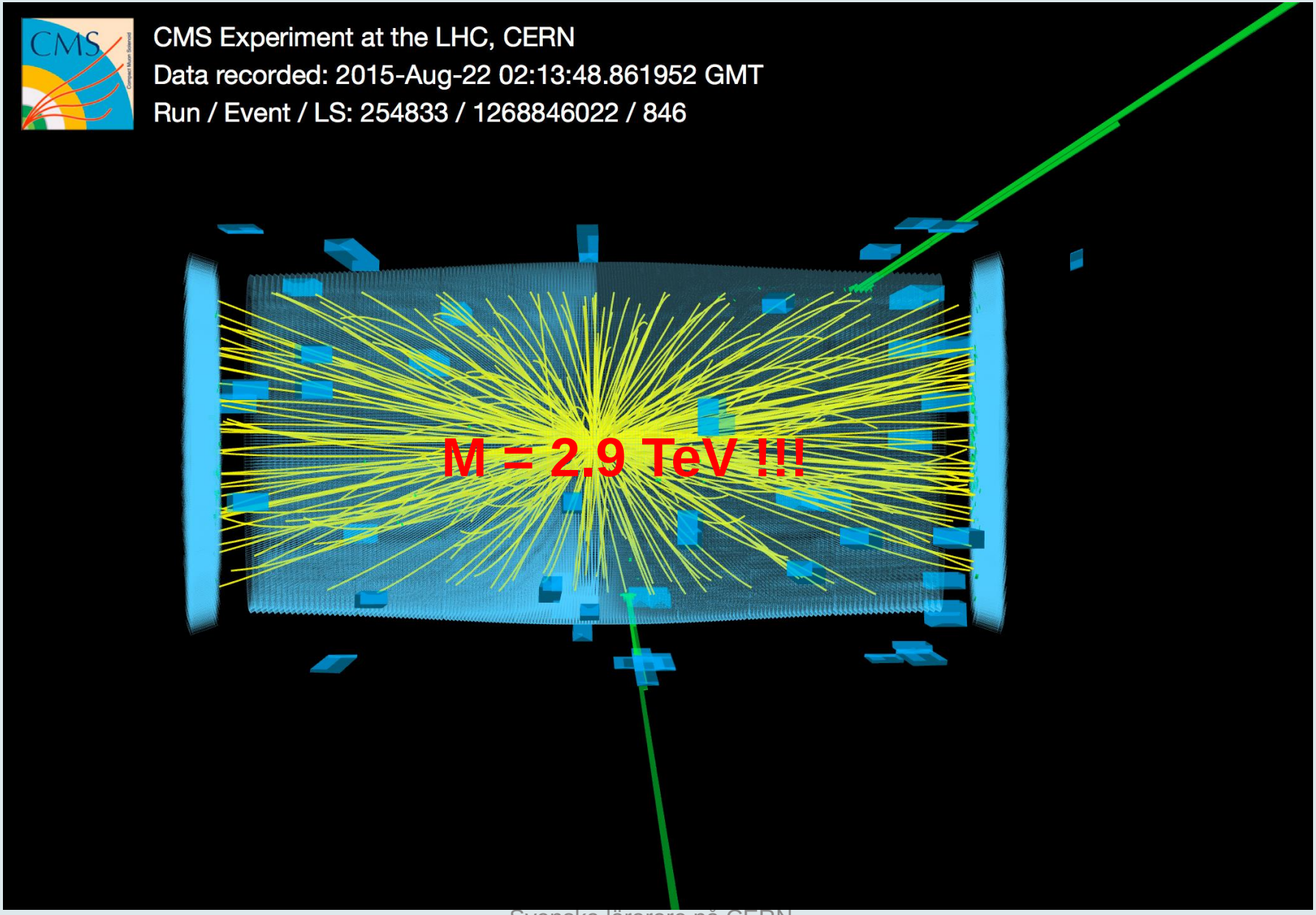
- Vid dessa mätningar har hittills inte någon utsträckning eller inre struktur hos elementarpartiklarna uppdagas. Om elementarpartiklarna har en utsträckning måste den därför vara mindre än en tiondels nano-nano-meter.

Hur tunga partiklar har kunnat upptäckas?

- När två kvarkar kolliderade i LHC omsätts deras kinetiska energi ibland till kollisionsenergi inom en volym av en tiondels nano-nano-meters storlek

- Den åstadkomna energitätheten är tillräcklig för att materialsera elementarpartiklar med massor som motsvarar massan hos flera tusen protoner – vid LHC har det varit möjligt att studera många miljontals sådana kollisioner.

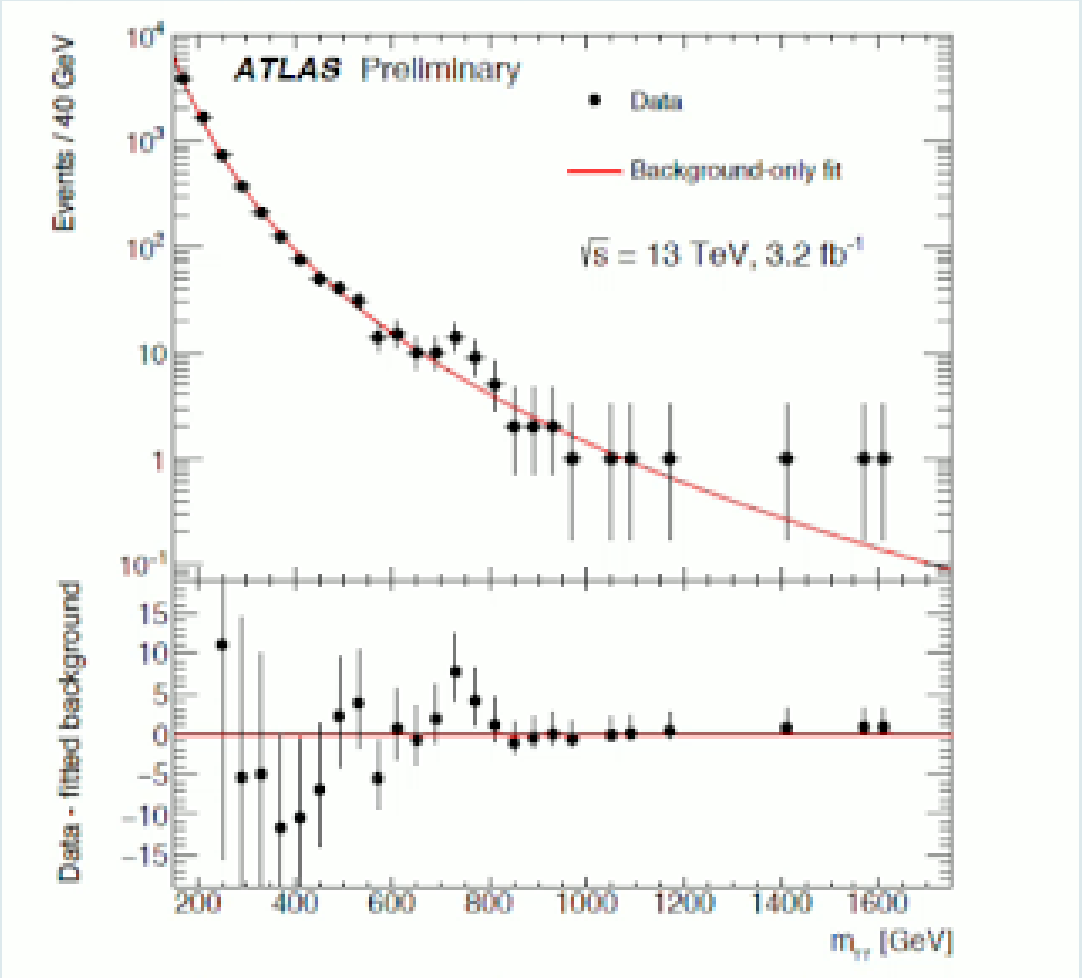
- På detta sätt upptäcktes 1995 vid Tevatronen i USA, LHCs föregångare, den hittills tyngsta kända elementarpartikeln, topp-kvarken, som har en massa på ca 190 protonmassor. Och 2012 upptäcktes 2012 Higgsbosonen, som har en massa ca 135 protonmassor. Men efter detta har inga nya, tunga partiklar upptäckts trots att det numera skulle vara möjligt att producera partiklar med en massa på flera tusen protonmassor.


CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2015-Aug-22 02:13:48.861952 GMT
Run / Event / LS: 254833 / 1268846022 / 846
M = 2.9 TeV !!!

Tuesday, 15 December 2015

A new boson at 750 GeV!

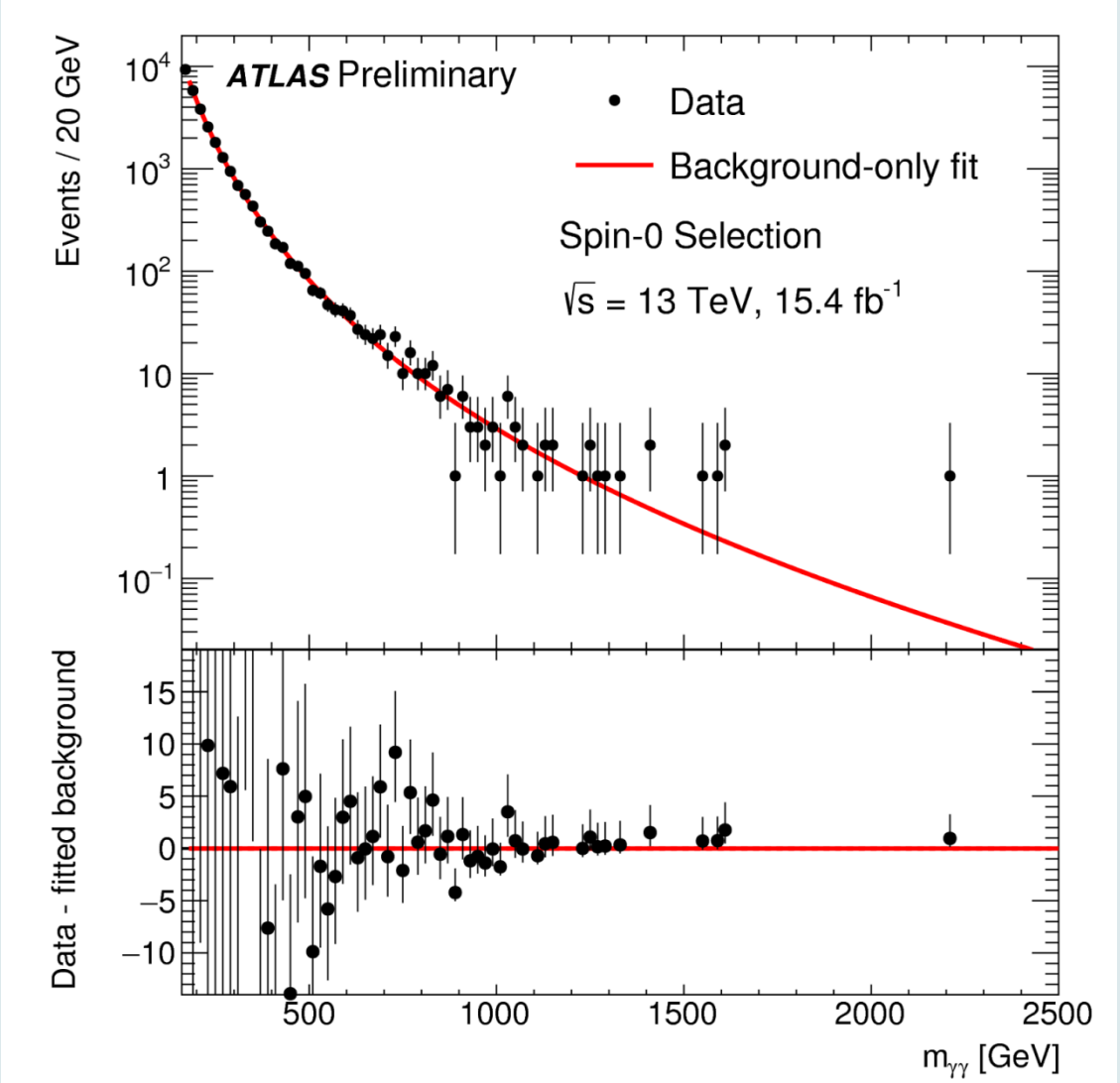
ATLAS and CMS presented today a summary of the first LHC results obtained from proton collisions with 13 TeV center-of-mass energy. The most exciting news was of course the 3.6 sigma bump at 750 GeV in the ATLAS diphoton spectrum, roughly coinciding with a 2.6 sigma excess in CMS.



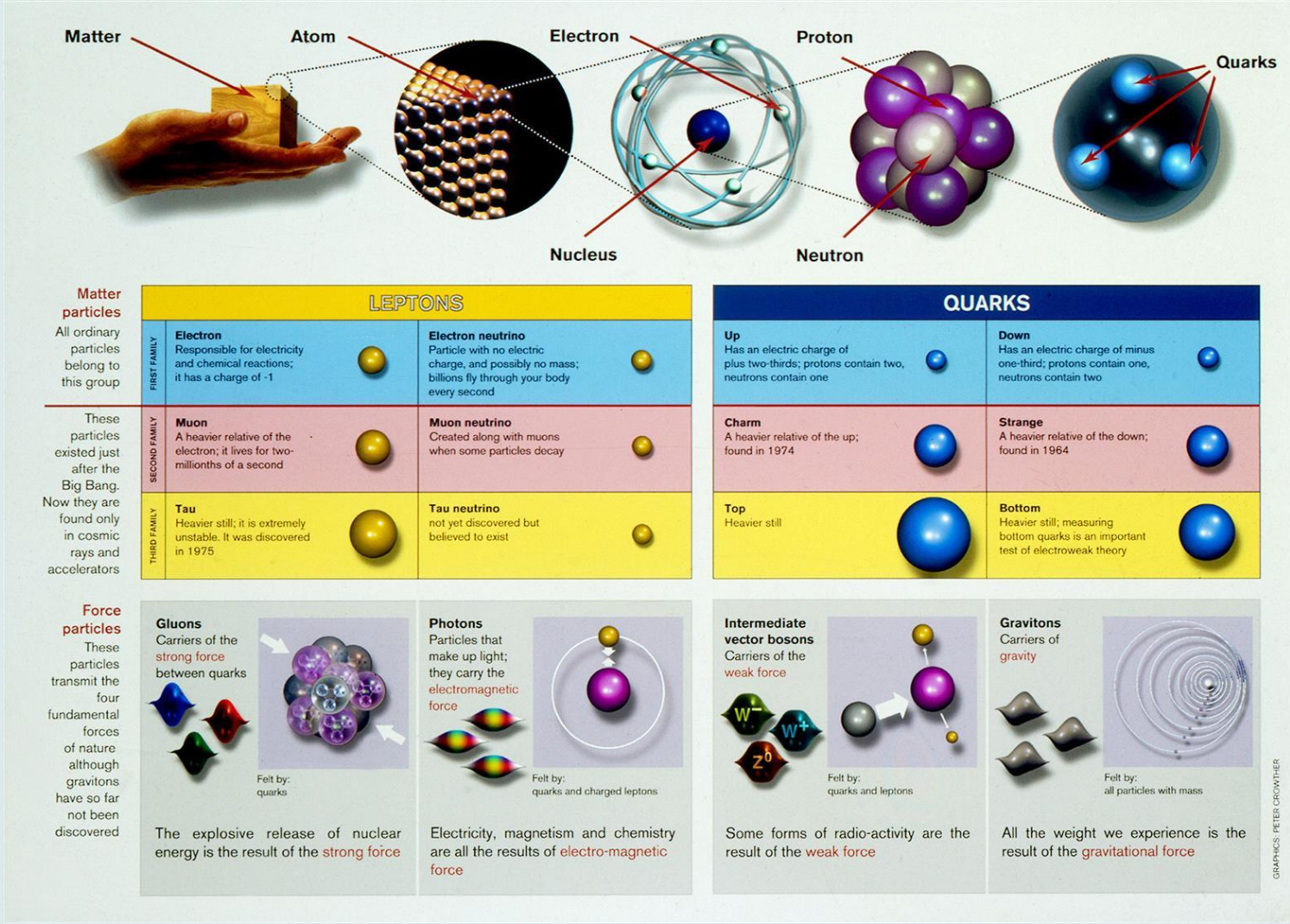
Friday 5 August 2016

No new boson at 750 GeV!

The data is consisten with the Standard Model Background. The global Of the excesses is less than one standard deviation.

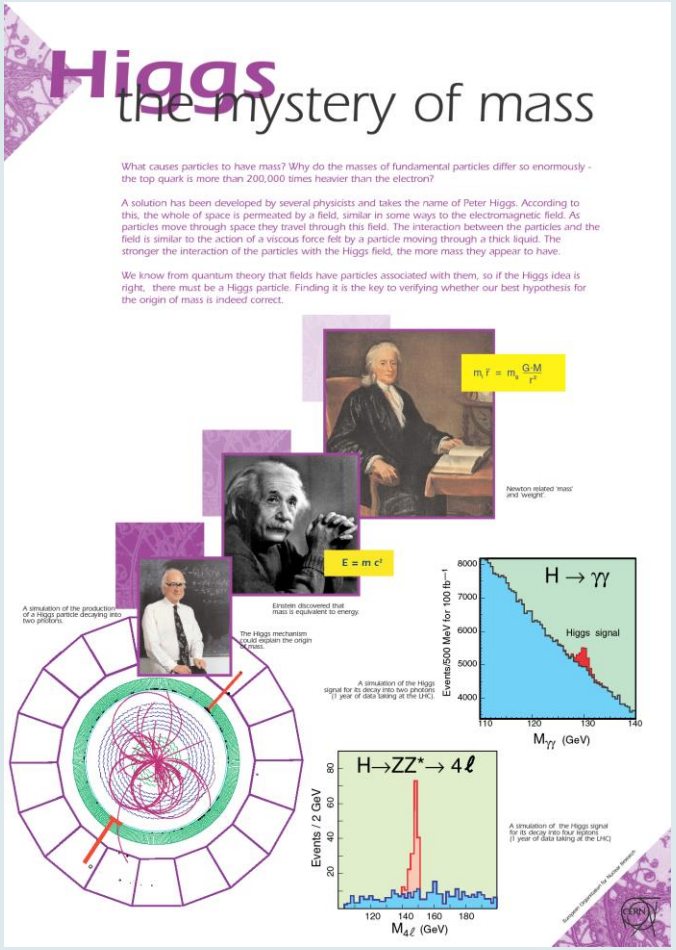


Vad har etablerats hittills? Standardmodellen

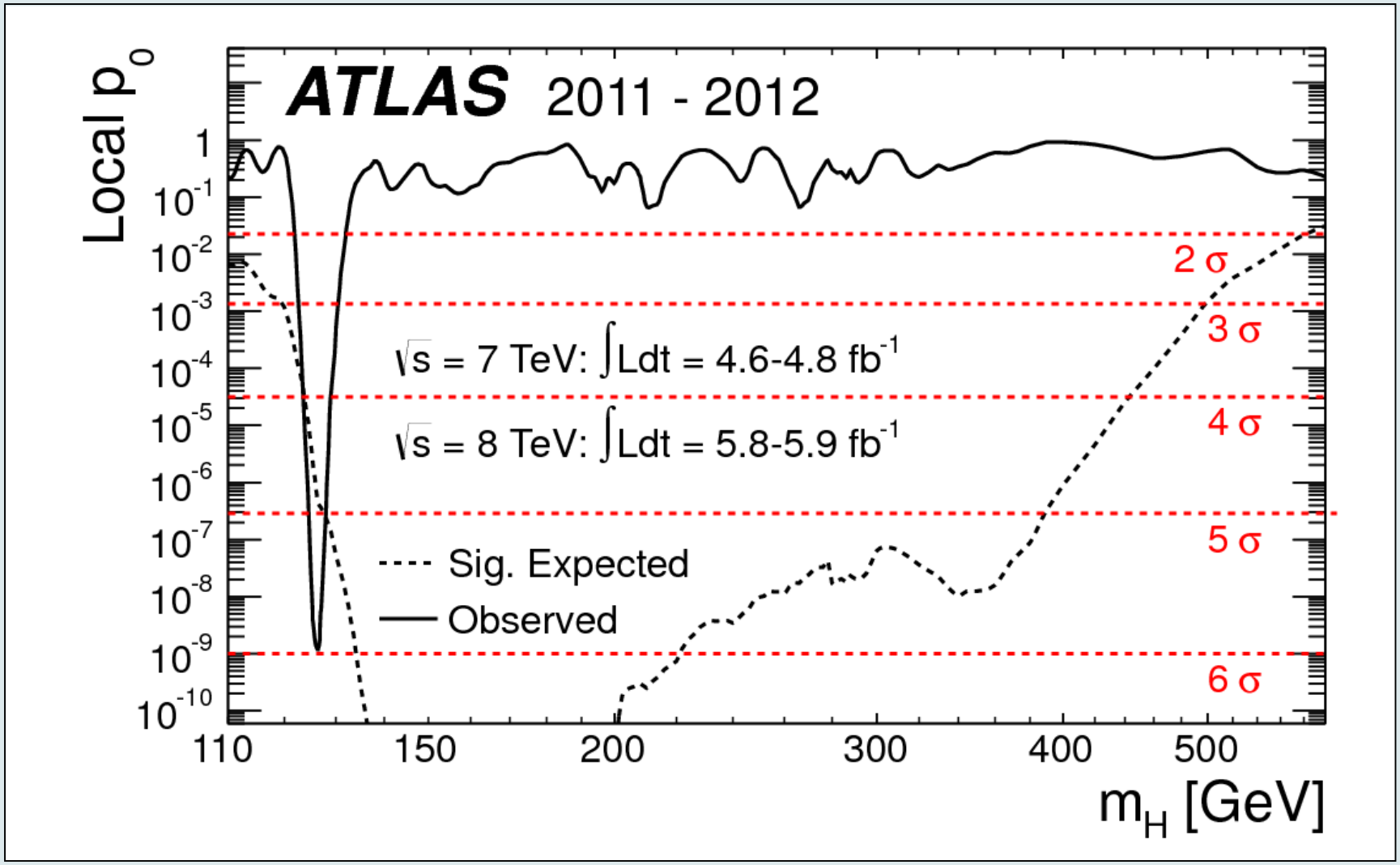


Higgs-bosonens förutsägelse 1962…

- Kvantfältteorin i sin ursprungliga form (Yan-Mills) förutsätter att kraftpartiklarna är masslösa.
- Den svaga kraftens kraftpartiklar (W^+, W^- och Z^0) har emellertid befunnits vara mycket massiva.
- Det blev därför nödvändigt att finna ett sätt att tilldela dessa kraftpartiklar - men inte den elektromagnetiska kraftpartikeln (fotonen) - massa.
- Detta kunde åstadkommas genom att införa Higgs-fältet

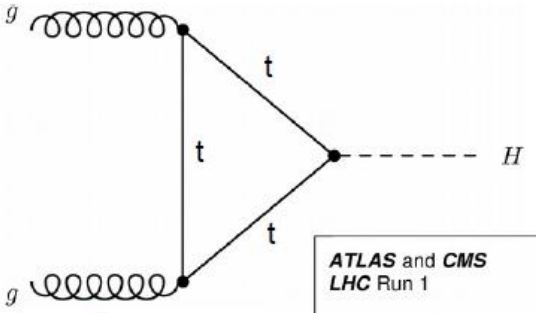


…och upptäckt 2012

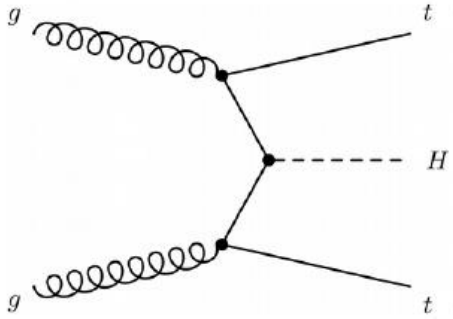


Latest News ttH coupling

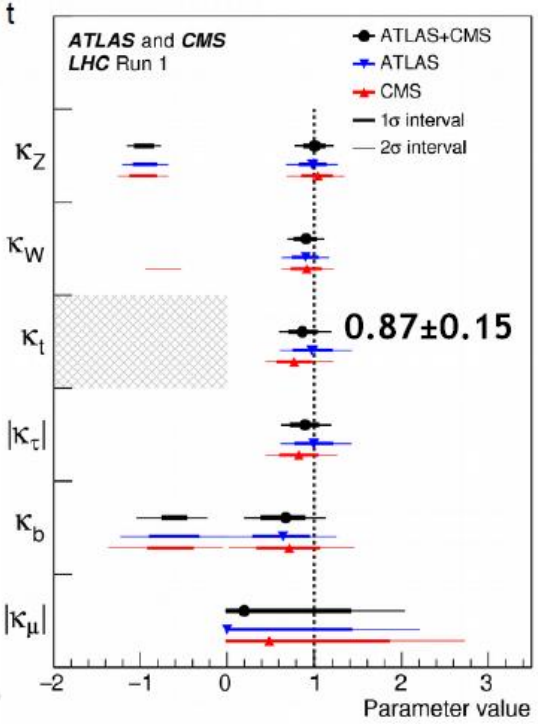
While we were confident of the ttH vertex from the production cross-section, this is model-dependent, and the direct observation was missing



VS.



Plot assumes SM loop structures and no BSM decays



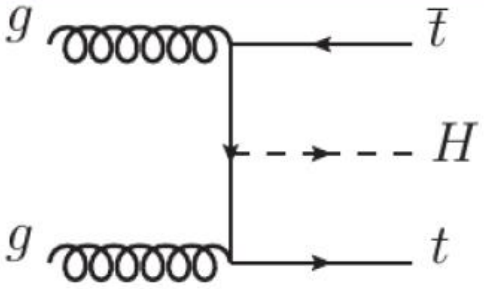
JHEP 08 (2016) 045

Dave Charlton LHPC2018

Latest News $t\bar{t}H$ observation

5σ observation of $t\bar{t}H$ from CMS and ATLAS

Very sophisticated analyses, pushing detector performance very far, many channels, MVAs...



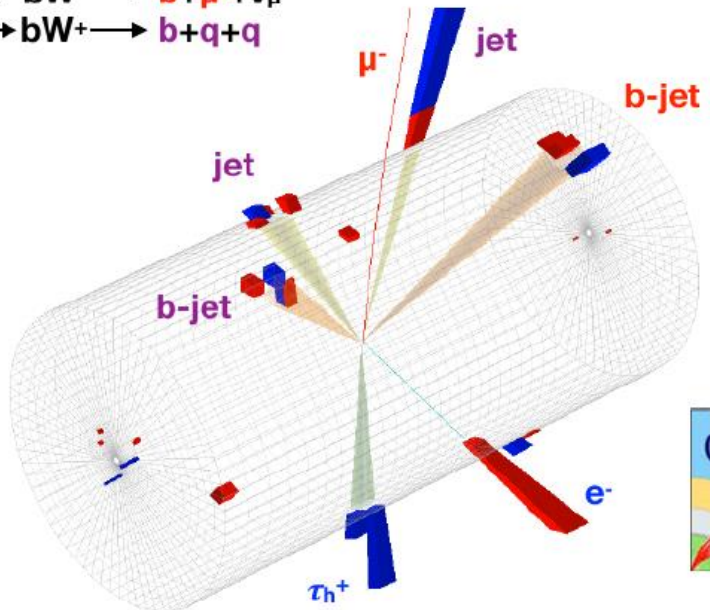
$pp \longrightarrow t\bar{t}H$

$\tau\bar{\tau} \longrightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\tau + \tau_h^+ + \bar{\nu}_\tau$

$\bar{b}W^- \longrightarrow \bar{b} + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$

$bW^+ \longrightarrow b + q + q$

CMS $t\bar{t}H$ candidate event



D Charlton / Birmingham - LH

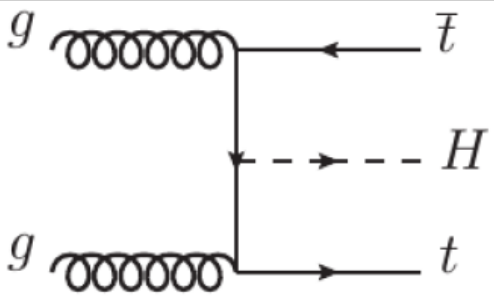
Dave Charlton LHPC2018

16

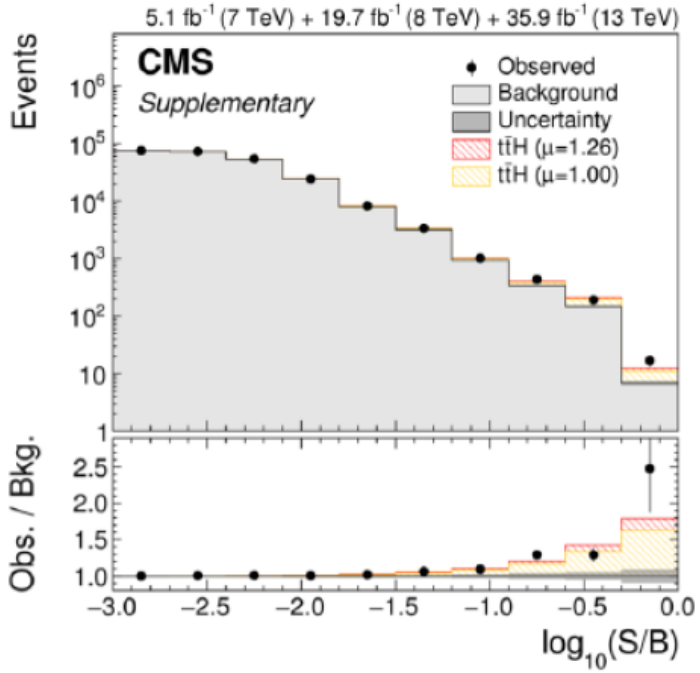
Latest News $t\bar{t}H$ observation

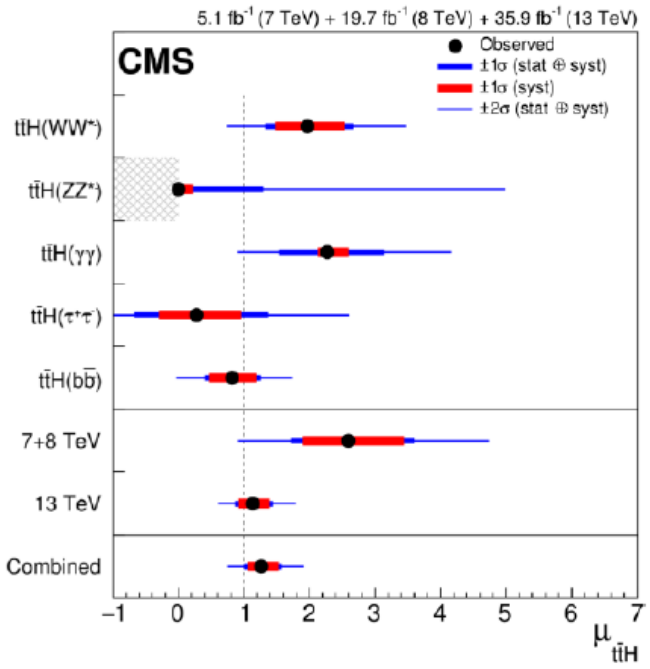
5σ observation of $t\bar{t}H$ from CMS and ATLAS

Very sophisticated analyses, pushing detector performance very far, many channels, MVAs...



Phys. Rev. Lett. 120, 231801 (2018)





$$\mu_{t\bar{t}H} = 1.26^{+0.31}_{-0.26} = 1.26^{+0.16}_{-0.16}(\text{stat.})\,^{+0.17}_{-0.15}(\text{exp.})\,^{+0.14}_{-0.13}(\text{bkg.th.})\,^{+0.15}_{-0.07}(\text{sig.th.})$$

5.2σ (4.2σ exp)

D Charlton / Birmingham - LHCP 2018

Dave Charlton LHPC2018

17

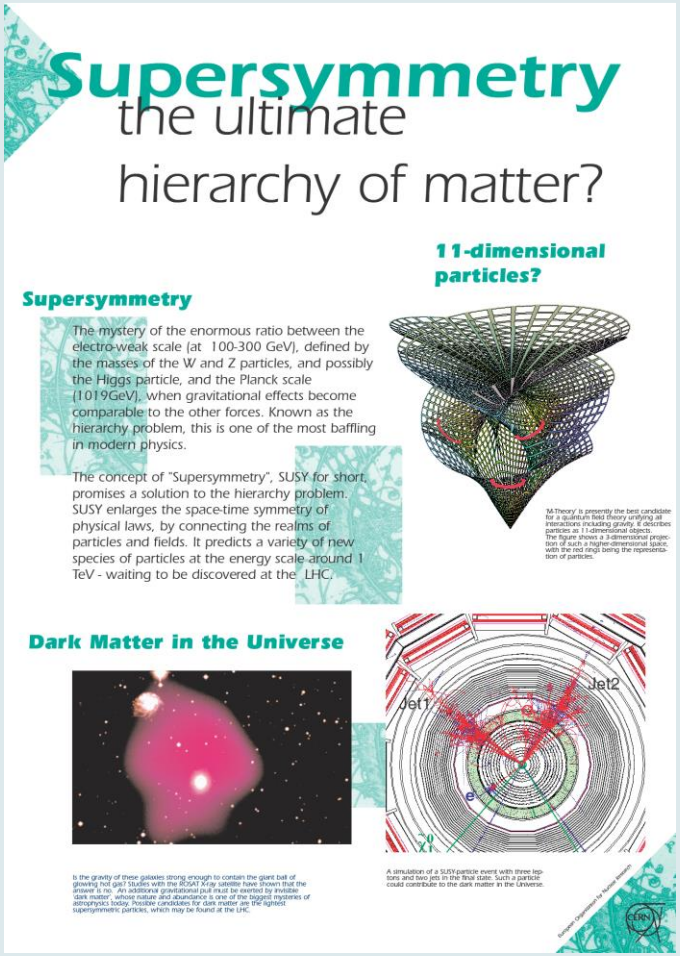
Frågor som inte besvaras av Standardmodellen

- Varför finns det i universum bara materia och ingen antimateria?
- Hur får neutrinerna sin massa?
- Hur kan vi finna förena den elektrosvaga och den starka kraften?
- Vad består den mörka materien av?
- Vår beskrivning av den elektrosvara och starka kraften bygger på kvantiserade fält i vakuum och vår beskrivning av gravitationen bygger på att rumstiden är krökt - hur kan vi finna en gemensam beskrivning för alla naturens krafter med så skilda utgångspunkter?

Hypoteser:
Supersymmetri och Strängar

- Den drivande kraften bakom strävan att finna en generellare beskrivning att ersätta Standardmodellens är frågan om hur gravitationen skall kunna inbegripas.

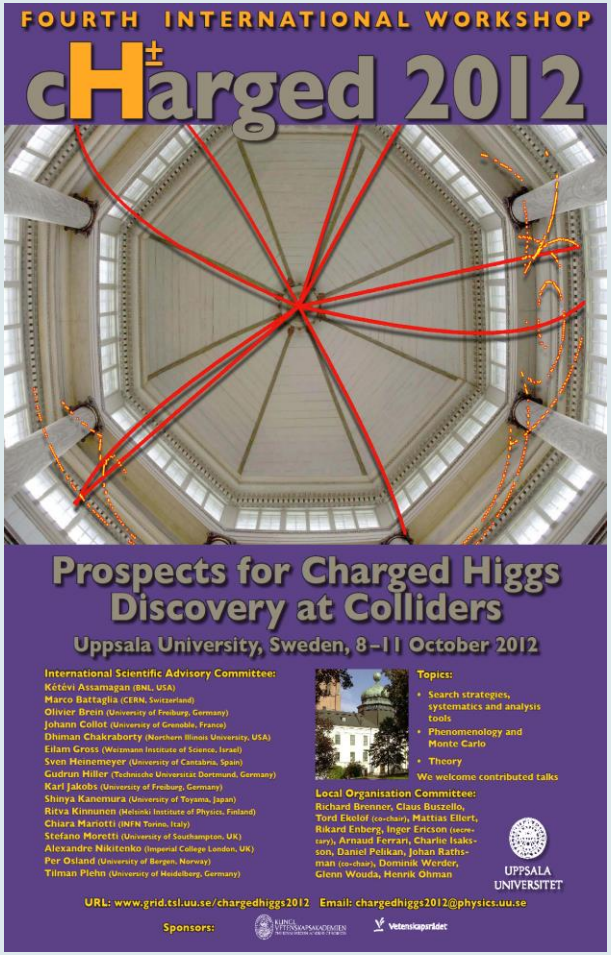
- I detta syfte postuleras att det finns en ny symmetrier i naturen, supersymmetri, att det finns fler rumsdimensioner än de tre vi känner och att materiens minsta enheter inte är partiklar utan strängar eller membran.



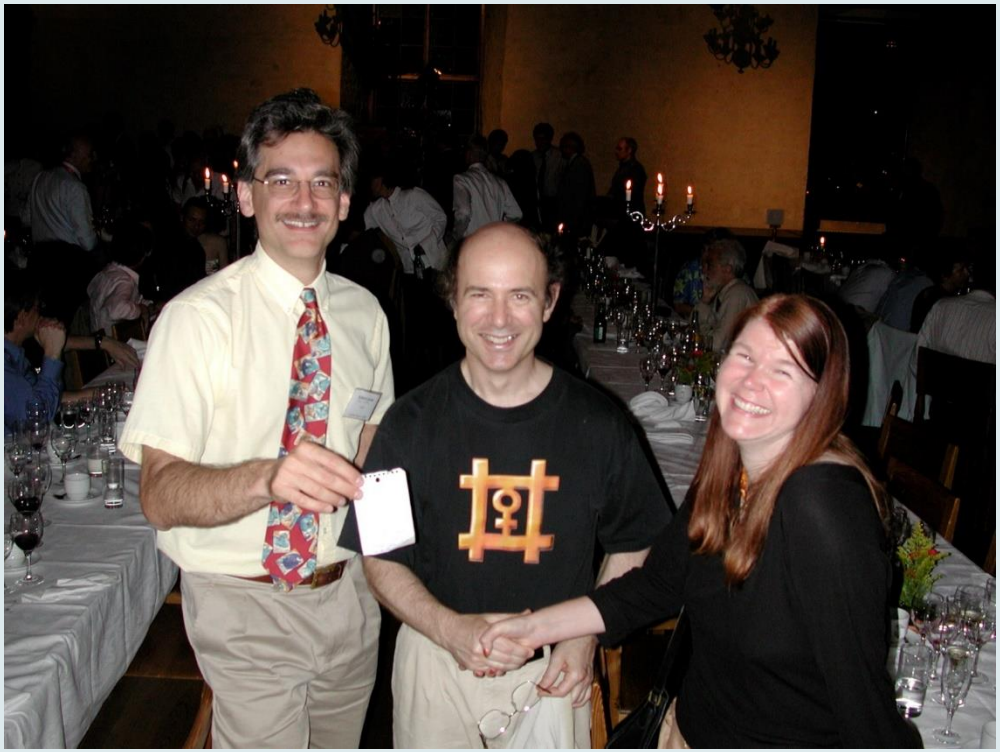
Charged Higgs

- En av konsekvenserna av antagandet om supesymmetri är att det skulle finnas inte bara neutrala Higgs-bosoner utan även elektriskt laddade sådana

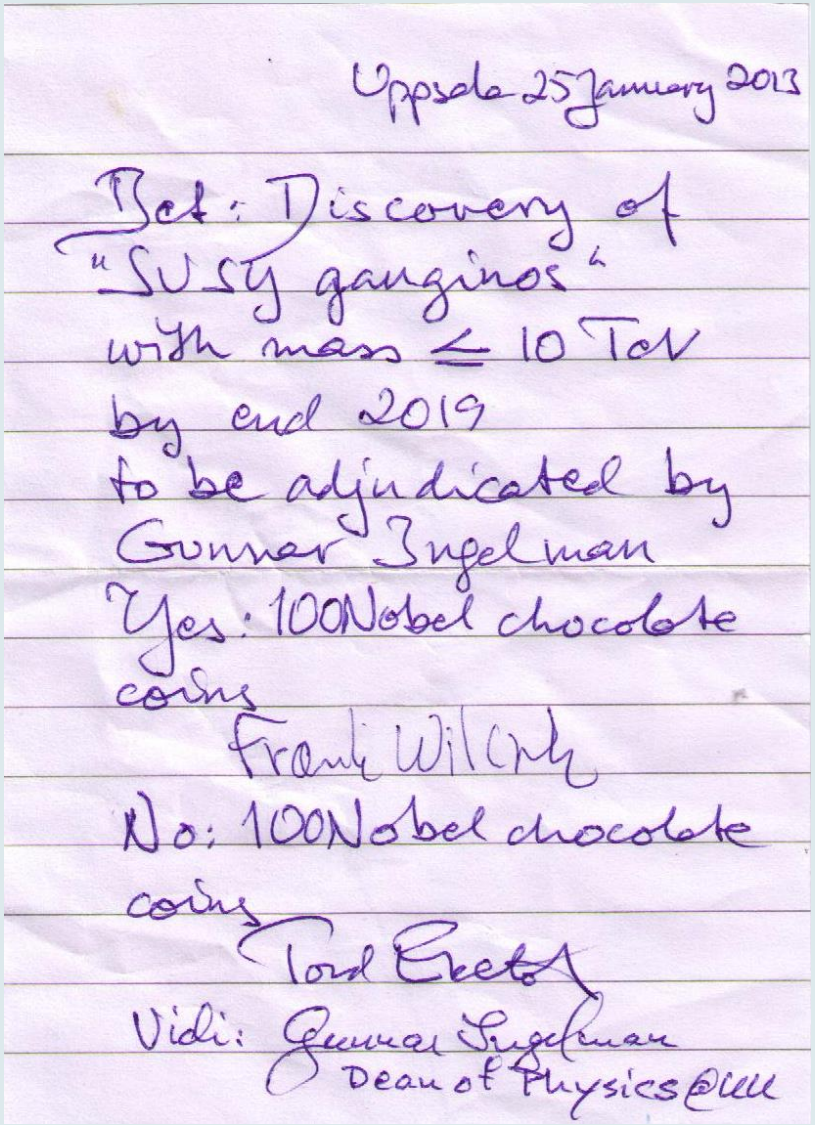
- Ett huvudtema inom Uppsalas CERN-forskning har varit att söka efter laddade Higgsbosoner vid LHC



Vadhållning om Higgsbosonen och om Supersymmetri

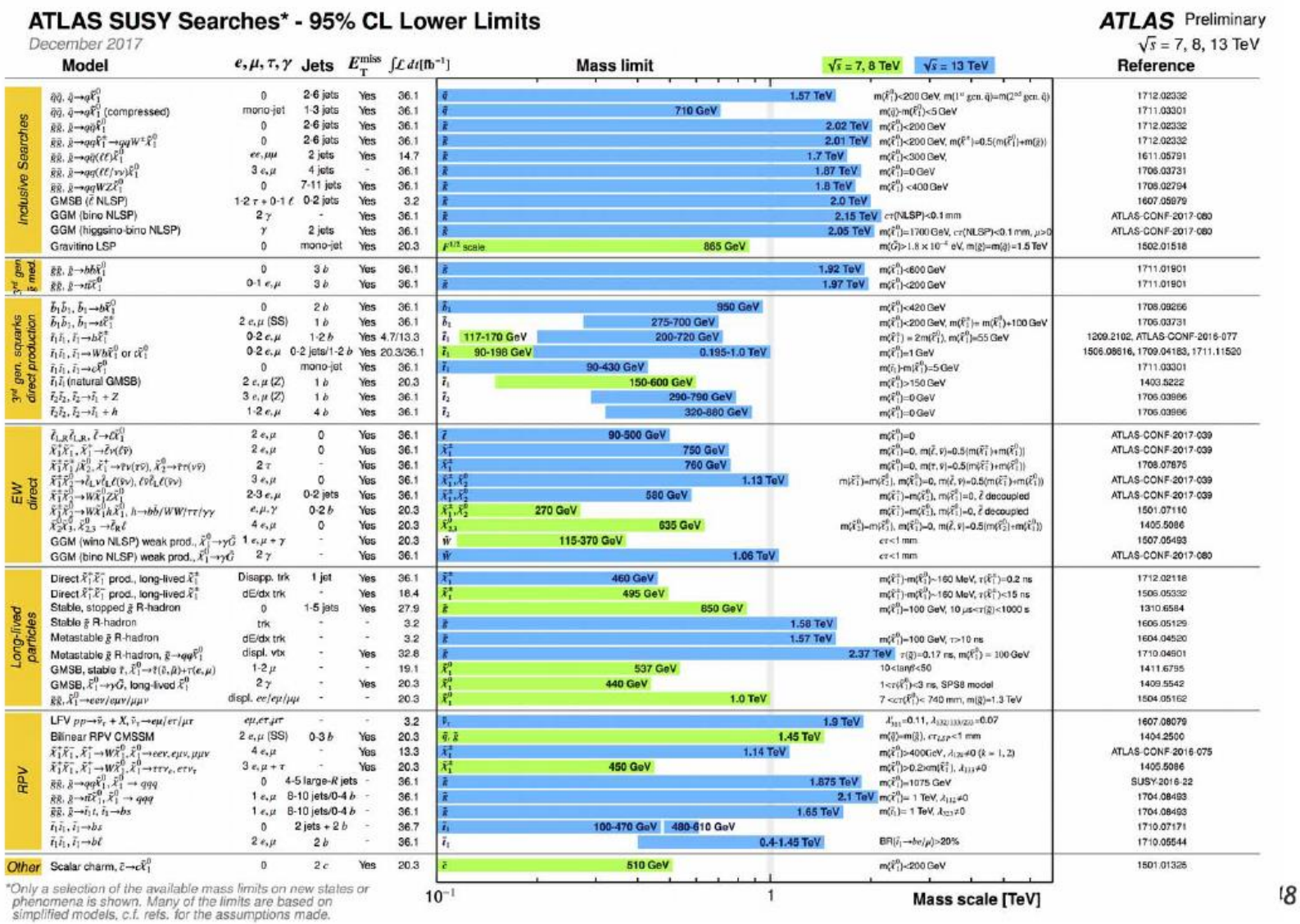


Wilczek - Conrad 2012 om Higgsbosonen



Wilczek – Ekelöf 2019 om gauginos

Latest Searching widely and deeply News

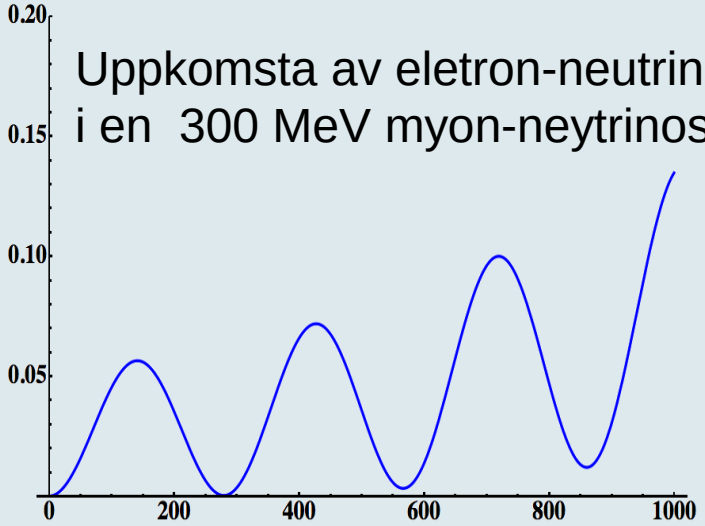


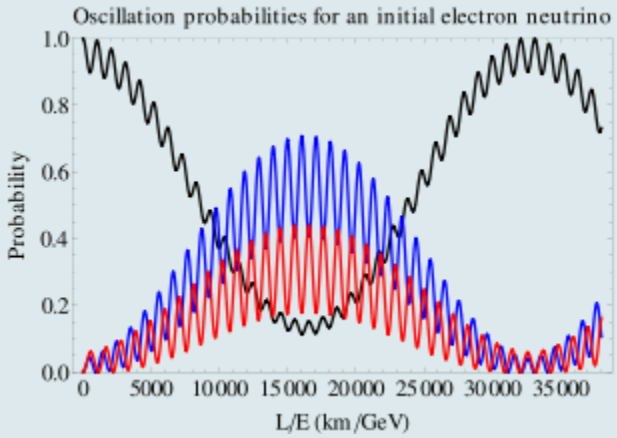
Big Bang

Undersökningen av de minsta partiklarna och strävan mot en global beskrivning av alla fysikaliska krafter har direkt anknytning till vår förståelse av hur universum skapades i Big Bang.

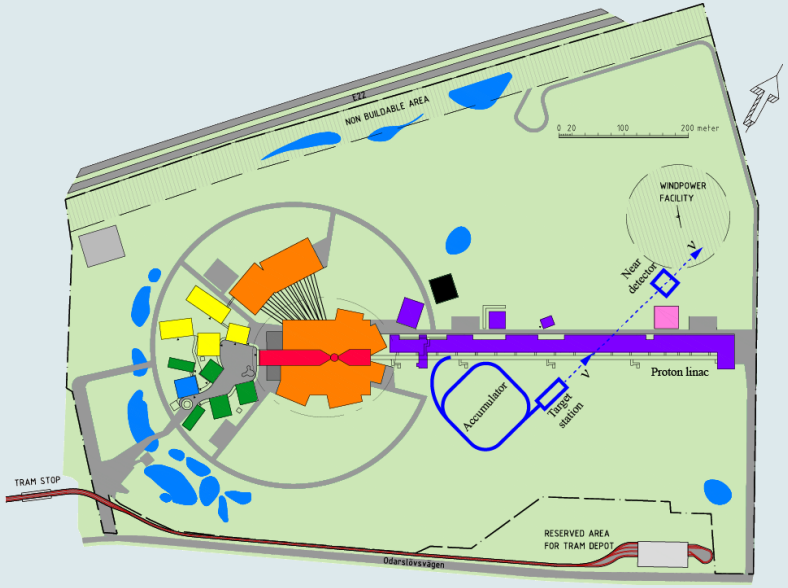
10^{-43} s Inflation
10^{-34} s Fria kvarkar
10^{-10} s Hadroner formas
1 s - 3 min Heliumkärnor formas
300 10^{3} år Atomer formas – ljustransport möjlig
10^{9} år Gravitationen drar samman atomer till moln
15 10^{9} år Idag

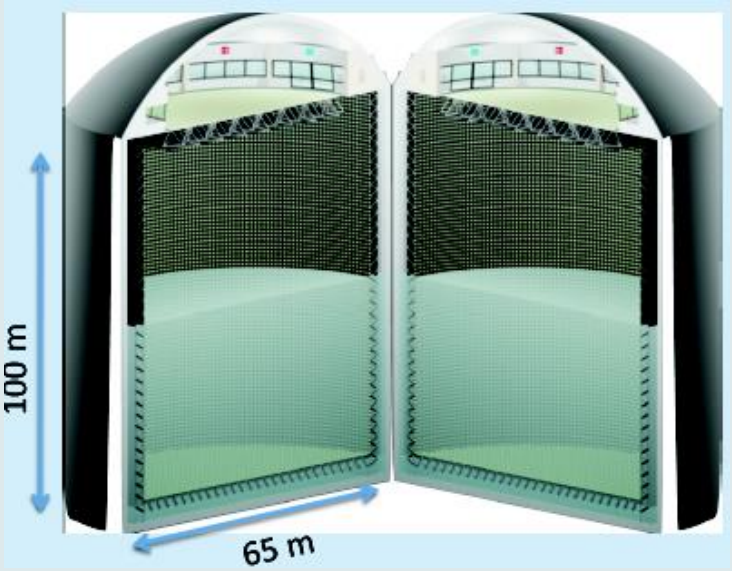
Genom den enorma energikoncentrationen i Big Bang skapades ur vakuumfälten exakt lika stora mängder materia och anti-materia. Idag ser vi bara materia omkring oss, ingen anti-materia. Detta kan inte förklaras av Standardmodellen. För 20 år sedan upptäcktes att neutriner oscillerar och att de därmed har massa vilket belönats med 1915 års Nobel-pris. Inte heller det kan föklaras med standardmodellen.





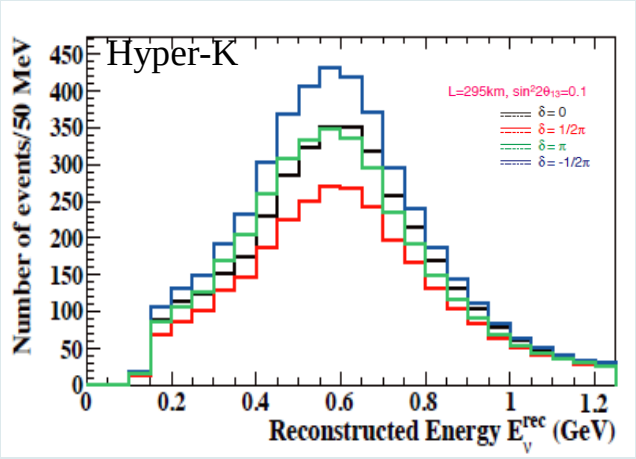
Jag har föreslagit att ESS' kraftfulla linjäraccelerator i Lund skall användas för att generera en världsunikt intensiv neutrinoström för experiment som skulle kunna sprida ljus över frågan om materiens dominans över anti-materian i universum. Neurino-strålen skall riktas från Lund mot en 1 miljon kubikmeter stor vatten-Cherenkov-detektor i Garpeneberg-gruvan i dalarna , 1 km under jord.

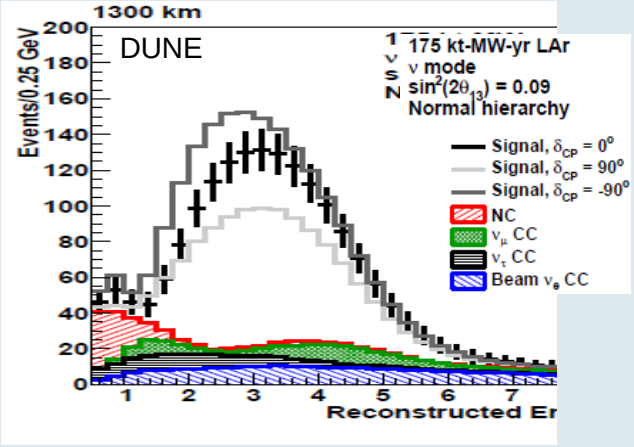


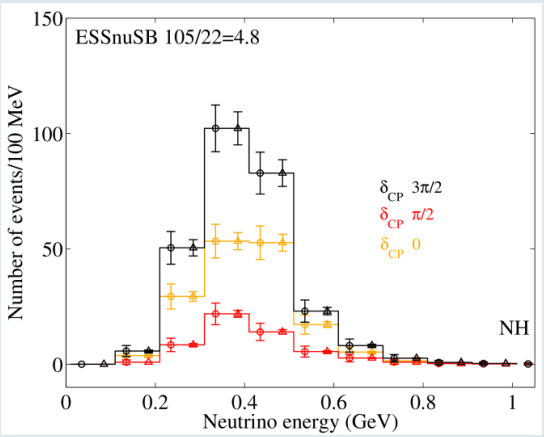


The sensitivity to δ_{CP} of the neutrino energy distribution

Hyper-K first maximum DUNE first maximum **ESSnuSB second maximum**







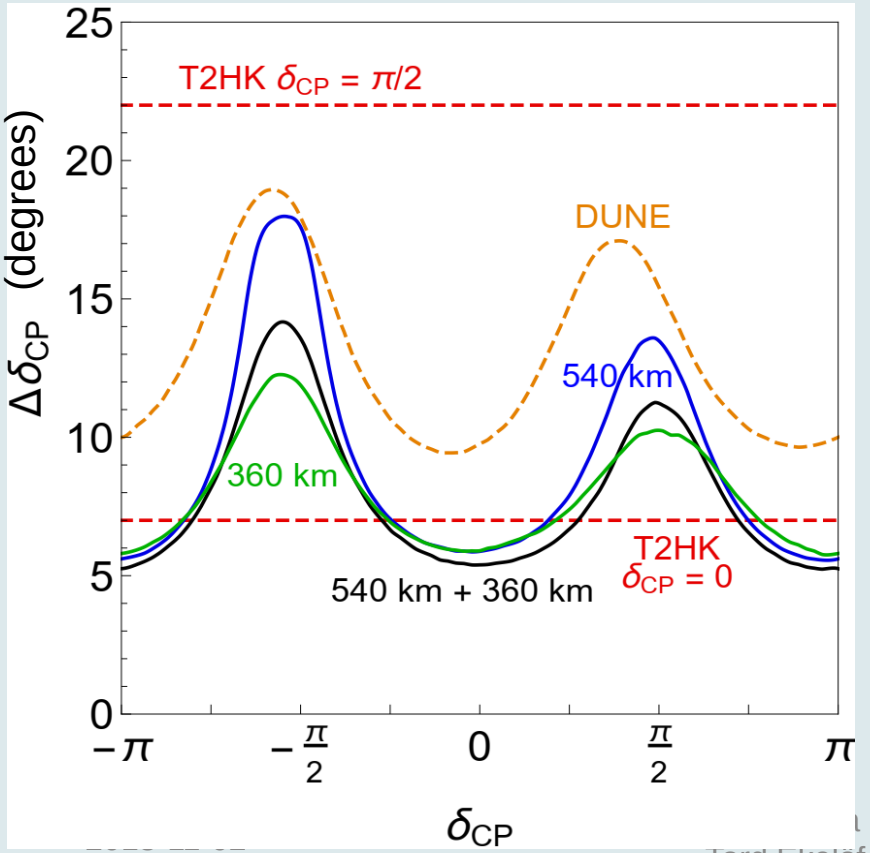
Relative difference in counts at maximum between $\delta_{CP} = 3\pi/2$ and $\pi/2$:

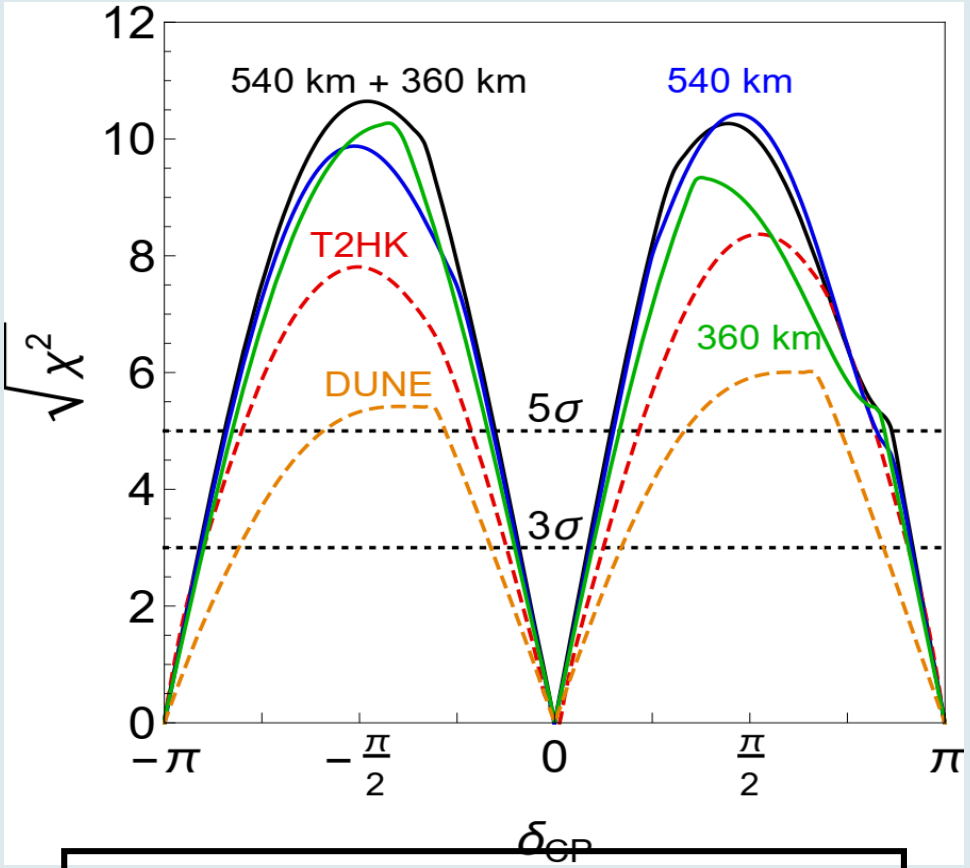
430/275 = 1.6 150/100 = 1.5 105/22 = 4.8

CPV performance comparison between ESSnuSB, DUNE and Hyper-K assuming 3% systematic errors for ESSnuSB in line with the other two.

ESSvSB 500 kt tank at 540 km.

ESSvSB 500 kt tank at 360 km.





ESSvSB 250 kt tank at 540 km and 250 kt tank at 360 km.

Jiga ställer ut på Linnés kammare

Jiga design i Stora Skedvi som består av konstnärerna Forshaga Gabriella Hjalmarsson och Jimmy Persson ska visa sina konstföremål av återvunnen metall på Linnés kammare i Jumkil utanför Uppsala. De ingår i utställningen Fyra kullor och en mas som kan ses i galleriet vid Wallhofs säteri just nu. Jiga design, med mottot "in rust we trust" gör allt från stora fågelburar, bord stolar, trädgårdsinstallationer till ljushållare och takkronor.

Pengar att söka

Nu är det dags att söka stipendier och priser som delas ut varje år i Säters kommun. Bland annat kan elever från Stora Skedvi som gick ut nian i våras söka pengar från Lisa Jansdotters stiftelse. Kommunens pris Ung Grokraft finns också att söka, för ungdomar mellan 12-20 år som agerat som förebild under året.

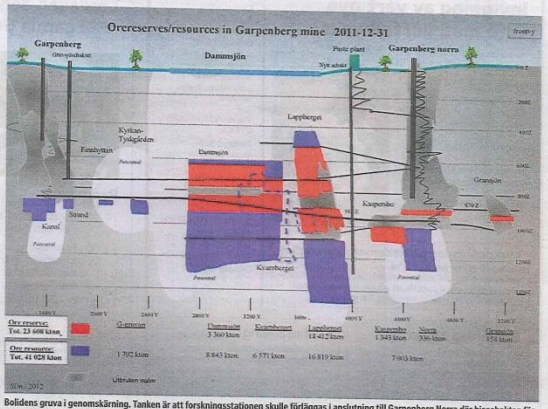
Lantbruksstuderande från Stora Skedvi kan söka pengar från Stora Skedvi magasinkassa och Hedda och Albert Lindgrens stiftelse delar varje år ut pengar till unga från Gustafs som utbildar sig inom lantbruk, samt till "semestervila åt husmödrar i jordbrukarhem". Det är också dags att nominera årets miljöpristagare och ungdomsledarstipendiat.

Gorschelnik ställer ut

I utställningen Färgstänk på Säters bibliotek visar Konstnären Monica Gorschelnik från Stjärnsund målningar i blandteknik samt skulpturer. Under vernissagen förra lördagen framförde konstnären improviserad dans till världsmusik. Monica Gorschelnik som har bott i Stjärnsund i över 25 år flyttar inom kort till Stockholm så det här blir sista tillfället inom överskådlig tid att se hennes verk i södra Dalarna. Utställningen hänger till 26 september.

Forskning om Big Bang k

GARPENBERG ▮ En forskningsanläggning i Garpenberg som ska ge svar på frågor kring universums uppkomst kan bli verklighet inom det närmaste decenniet. Investeringskostnaden beräknas till sju miljarder kronor och den färdiga anläggningen väntas skapa närmare tusen nya jobb om den blir av.



Boldens gruva i genomskärning. Tanken är att forskningsstationen skulle förläggas i anslutning till Garpenberg Norra där hisschakten för malm och personal inom några år blir tillgängliga för annan verksamhet.

Idén till anläggningen, som ska detektera elementarpartiklar kallade neutriner i ett gigantiskt bergrum på 1000 meters djup, kommer från Tord Ekelöf, professor i fysik vid Uppsala universitet. Han har i hela sitt yrkesverksamma liv sökt svaret på frågor om vad som hände efter Big Bang för 14 miljarder år sedan då universum började expandera. Han är en av de många internationella forskare som är verksamma vid världens största partikelfysiklaboratorium, CERN, i Genève i Schweiz.

En så gigantisk investering skulle naturligtvis få enorm betydelse för utvecklingen och sysselsättningen i Hedemora och grannkommunerna, i södra Dalarna och hela Bergslagsregionen. Hedemora Näringsliv AB har hoppat på tåget och ansökt och fått ett bidrag på 85 000 kronor från kommunstyrelsen för att göra en förstudie för projektet som kallas GRIPnu. Man hoppas nu att Region Dalarna och Tillväxtverket ska bidra med motsvarande summor.

Om de säger ja har ni totalt 655 000 kronor. Vad kan ni göra med de pengarna?

– En forskningsanläggning med en beräknad driftbudget på nära en halv miljard per år skulle naturligtvis betyda enormt mycket för sysselsättningen och utvecklingen i Hedemora kommun och hela regionen, säger Inger Wilstrand, vd på Hedemora Näringsliv.

– Vi vill visa att vi i Hedemora är beredda om och när projektet blir av.

> "Forskare från hela världen vill komma till Lund och genomföra sina experiment."
> Tord Ekelöf

I Boldens gruva i Garpenberg finns den infrastruktur som neutrinoprojektet behöver, bland annat hisschakten ner till 1000-metersnivån. Strukturer som successivt blir tillgängliga för annat när alla transporter överförs till den nya gruvan som invigdes för ett år sedan. FOTO: PRIVAT

Vi vill mobilisera det lokala näringslivet och ta reda på vad det behövs för kompetens för att göra det här, förklarar hon.

Driftskostnaden för GRIPnu beräknas bli omkring en halv miljard kronor. Enligt Tord Ekelöf kommer det att skapa ett tusental jobb för företag inom IT, elektronik och mekanik samt serviceföretag som sköter ventilation, drift och underhåll av neutrinodetektron samt rening av vattnet i bergrummet. Ska ett tusental gästforskare per år arbeta i omgångar vid GRIPnu kommer de att ha högt ställda krav på service i form av boende, matställen, transporter och kulturutbud.

Miljardprojektet GRIPnu bygger på existensen av den redan beslutade jättesatsningen på forskningslaboratoriet ESS (European Spallation Source) i Lund som beskrivs som världens mest kraftfulla protonaccelerator. Anläggningen, som beräknas kosta 18 miljarder kronor, varav Sverige svarar för 35 procent, har börjat byggas och 2019 ska EES börja producera de första neutronerna. Anläggningen har helt andra egenskaper än neutronerna. De växelverkar till exempel oerhört svagt med omgivningen vilket gör att vi kan sända en stråle av dessa neutriner 54 mil genom jordskorpan till Garpenberg och detektera dem där. Enkelt kan man säga att jag och många fysiker med mig vill ta reda på varför det överhuvudtaget finns materia i universum när det enligt alla hittills upprättade fysikaliska lagar inte borde finnas någon materia alls efter Big Bang, säger Tord Ekelöf.

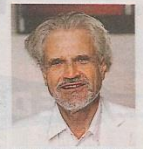
– Hur uppstod denna asymmetri? Det är svaret på den frågan vi aka försöka hitta vid den framtida forskningsanläggningen i Garpenberg, säger Tord Ekelöf.

ROLF SUNDBLAD

Garpenberg kan ge svar på universums gåta

GARPENBERG ▮ För att närma sig en förklaring till Tord Ekelöfs idéer måste man gå in på Einsteins svårtillgängliga teorier om att all materia kan omvandlas till energi och vice versa. Det vill säga att all energi också kan omvandlas till materia. När det sker så bildas lika mängder materia och antimateria vilket ska skett vid Big Bang.

– I den här processen bildas elementarpartiklar som elektroner och positroner. Elektroner är materia och positroner är antimateria, en slags spegelbild av materia. När en elektron och positron kolliderar med varandra förintas de och övergår i energi, det vill säga ljus, säger professor Tord Ekelöf.



Tord Ekelöf, professor i fysik vid Uppsala universitet. FOTO: PRIVAT

Detta kan låta teoretiskt, men ett mycket konkret exempel på användningen av elektron-positron-förintelse är den diagnosmetod som kallas Positron Emissions Tomografi, PET, som används vid våra sjukhus bland annat för att diagnostisera cancer.

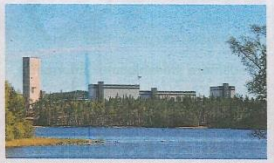
Enligt hittills kända teorier skulle alla partiklar och antipartiklar som släpptes lösa vid Big Bang ha kolliderat och övergått i ljus. Stämde det skulle det nu inte finnas någon materia eller antimateria alls kvar i universum utan enbart ljus.

– Men så ser inte universum ut. Det är något som inte stämmer. Universum är i stället fullt av stjärnor och planeter som solen och jorden som liksom du och jag och allt annat på vår jord består av materia, förklarar fysikprofessorn.

Ingenstans finns det någon antimateria. Någonting måste ha hänt efter Big Bang som ledde till att det uppstod obalans, asymmetri, mellan materia och antimateria. Det blev materia över när all antimateria hade förintats genom att kollidera med materia.

an hamna i Garpenberg

"Vi vill visa att vi i Hedemora är beredda om och när projektet blir av", säger Inger Wilstrand vd på Hedemora Näringsliv.



Boldens nya gruvanläggning, invigd sommaren 2014, är en förutsättningen för att den gigantiska forskningsstationen GRIPnu ska kunna bli av.

Gruvan Garpenberg Norra ligger nordost om Boldens nya gruv- och anrikningsanläggning.

När Boliden successivt överför alla transporter av malm från Garpenberg Norra till hissarna i den nya gruvan så blir infrastrukturen där tillgänglig för andra verksamheter, till exempel forskningsanläggningen GRIPnu. FOTO: ROLF SUNDBLAD

beskrivs som ett gigantiskt mikroskop, där neutroner används för att analysera prover på atom- och molekylnivå.

– Det är unikt att ett litet land som Sverige gör en så enorm forskningssatsning. Resultatet kommer att bli världsunikt och forskare från hela världen vill komma till Lund och genomföra sina experiment, säger Tord Ekelöf.

> "Det är unikt att ett litet land som Sverige gör en så enorm forskningssatsning."
> Tord Ekelöf

Forskningen vid ESS beskriver han som nyttoinriktad där man med neutronernas hjälp kan undersöka nya material på atom- och molekylnivå. Material som kommer att kunna framställas industriellt och få stor betydelse inom områden som medicin, elektronik och energiproduktion. Till exempel kommer de forskare som arbetar med att få fram molekyler som likt växterna kan spjälka vatten till vätgas och syre kommer att få enorm nytta av ESS.

– Min egen forskning är en mer nyfikenhetsinriktad grundforskning som bygger på produktionen av neutriner med hjälp av ESS-acceleratorn. Neutrinerna

Ska miljardsatsningen i Garpenberg bli av krävs att många länder i Europa går samman om finansieringen och att världsledet Sverige, liksom med ESS, står för upp till en inte oväsentlig del av kostnaden. Då kommer det också att bli en dragkamp om var anläggningen ska byggas. I USA och Japan finns också planer på likartade projekt.

– Europa har fördelen av att vi kommer att ha ESS-acceleratorn i Lund. Den är världsunik, vill man detektera neutriner i USA och Japan måste man först investera i något som motsvarar ESS, säger Tord Ekelöf.

Enligt honom har Garpenberg unika fördelar som lokaliseringsort för neutrinoprojektet.

– Avståndet från ESS i Lund på 54 mil är det rätta. Vi behöver tillgång till en aktiv gruva som vi har här i Garpenberg för att kunna utnyttja befintlig i infrastruktur i form av hisschakt, vägar, elförsörjning med mera. Och berggrunden invid gruvan är stark nog för att klara trycket när vi bygger ett bergrum på en miljon kubikmeter.

Polska saltgruvor finns på rätt avstånd men berggrunden där är för dålig. Den gruva i Norge som ligger på rätt avstånd är inte längre i drift. I Finland finns gruvor som ligger för långt bort. Att Uppsala universitet och Arlanda flygplats ligger på en dryg timmes avstånd talar också för Garpenberg.

Projektet befinner sig ännu i sin linda. Om beslut skulle tas inom de närmaste åren skulle anläggningen tidigast kunna vara i drift 2025 men troligen inte förrän 2030.

ROLF SUNDBLAD

Enormt lyft för Hedemora

HEDEMORA ▮ – Självklart skulle en sådan här jätteinvestering betyda ett enormt lyft för Hedemora och hela regionen. Det rör sig om en nästan dubbelt så stor investering som bygget av nya Boliden gruvan. Den kostade 3,9 miljarder kronor och gav många nya jobb, säger kommunalrådet Ulf Hansson (S).

Han har hört talas om planerna på att förlägga forskningsstationen GRIPnu till ett bergrum i Garpenberg i ett par år nu. Det var då professor Tord Ekelöf, Uppsala, och en brittisk kollega inom samma forskningsfält besökte Garpenberg första gången.

– Då tyckte jag att det låt för fantastiskt för att vara möjligt. Nu är jag övertygad om att det är ett mycket seriöst projekt. ESS i Lund som många tvivlade på är på gång nu så varför skulle inte den här satsningen i Garpenberg kunna bli av, säger Hansson.

Genom att stödja förstudien som Hedemora Näringsliv AB ska genomföra vill Hedemora kommun visa att den står beredd om och när ett beslut tas om att den gigantiska neutrinodetektorn ska anläggas i berget i Garpenberg.

ROLF SUNDBLAD
rolf.sundblad@annonsbladet.com

Kommunalrådet Ulf Hansson (S) tror att forskningsstationen i Garpenberg blir av.

Lingonpaj bäst på fest

FOLKÄRNA ▮ Sofie Jutner från Husby var den som mest triggade smaklökarna hos juryn för pajtävlingen på årets Skördefest som avgjordes på Folkärna Gammelgård.

"Mycket vacker paj med tydliga råvaror. Fint presenterad. Härlig balans mellan sötma och syrlighet", är jurymedlemmarnas lyriska beskrivning av hennes Lingonpaj med maränglufft som tog hem första priset. Andra pris gick till Gertrud Rignell, Kryltbo, som hade bakat en Skördepaj med rödbetor och squasch. Lennart Engdahl, Folkärna, belönades med tredjepris för en Äppelpaj som juryn tyckte hade en hemligt utseende. I juryn ingick bland andra kommunpolitikerna Lea Malmivirta, Avesta, Ulf Hansson, Hedemora och Maud Jones Jans, Säter.

ROLF SUNDBLAD
rolf.sundblad@annonsbladet.com

The Wall på Folkan

Måndagen den 21 september visas en unik förhandsvisnig av Roger Waters The Wall på Folkan i Säter.

Den spektakulära multimediaföreställningen filmades under turnén 2010-2013, och får sin Världspremiär på Folkets Hus den 29 september.

På gång!

14-20 september

14 september
Kursstart för fortsättningsgrupper i Bugg. Nybo Bygdegård, Säters Kommun.

17 september
Dans i Dalen till HIGHLIGHTS. Säterdalen, Säter.

19 september
Invigning av vandringsleden runt Tyllingen. Bengtsgården, Långshyttan, Hedemora.
Embrace, Mina Carlsen & Mariel Roxendal - Vernissage. Fridhem, Stjärnsund, Hedemora.
Grand Finale med Micke Svahn och Camilla Last. Teaterladan, Hedemora.

20 september
Fotbollsmatch Långshyttan - S/S Lima. Klosterfälden, Hedemora.
Dans till Drifters. Hedemora Folkets Park.

Högenergifysikens Omedelbara tillämpningar

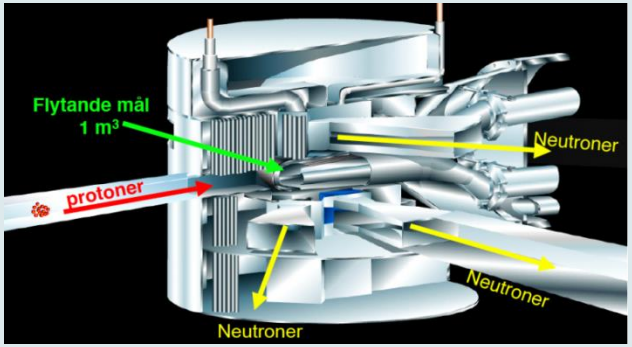
De teknologier vi utvecklar inom högenergifysikenspelar ett successivt ökande, viktig roll också för

- andra vetenskaper, t.ex. för synkrotronljus-forskning (MAXLAB, SESAME) och spallations-neutronforskning (ESS) inom materialvetenskap och biologi

- medicinsk diagnos och behandling i våra sjukhus, t.ex. För PET-kameror och protonterapi (SKANDION) av cancer,

- kvalitetskontroll och processmetoder inom industrin, t.ex. för strålgenomlysning för detektion av sprickor i stora mekaniska strukturer och elektronstrålesvetsning samt

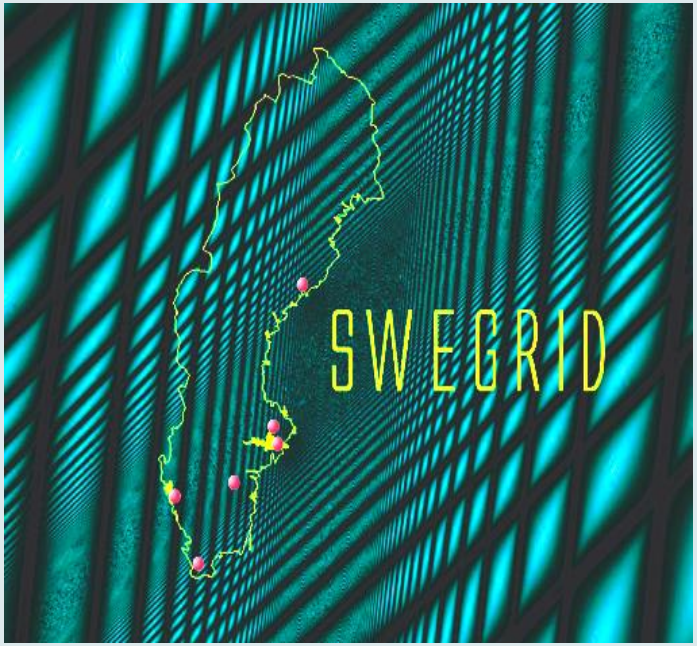
SESAME I MELLANÖSTERN



ESS I LUND

SKANDION I UPPSALA

-tillämpningar i samhället i stort,
t.ex. World Wide Web och,
nu senast,
GRID-teknologin



Varför gör vi allt detta?

- Det konventionella svaret är: av *nyfikenhet* .
- Grundforskning kallas ofta för just ”nyfikenhetsforskning”.
- Men inge forskning kan bedrivas utan nyfikenhet.
- Nyfikenhet är en förutsättning för *all* forskning, för såväl grundforskning som tillämpad forskning.
- Man kan alltså inte karaktärisera högenerifysik-forskningen i förhållande till annan tillämpad forskning genom att kalla den för ”nyfikenhetsforskning” med mindre än att man menar att den bedrivs med det *enda* motivet, ändamålet och syftet att tillfredsställa nyfikenhet.

Vilket är högenergifysikens ändamål?

- Med tanke på de omfattande personliga, materiella och ekonomiska resurser som investeras i högenergifysikforskningen är det inte rimligt att tänka sig att det enda motivet, ändamålet och syftet med verksamheten skulle vara att tillfredsställa nyfikenhet.

- Frågan blir då vilket högenergifysikens motiv, ändamål och syfte är?

Vid fronten mot det okända

- Den experimentella högenergifysikforskningen syftar till att upptäcka helt nya fysikaliska fenomen vilka kan leda till en förståelse av ett gemensamt ursprung för den elektrosvaga och starka kraften och, ytterst, även för gravitationen.

- Forskningen sker i mikrokosmos vid fronten mot det helt okända och därmed, genom den nuvarande teorin om universums uppkomst ur Big Bang, även till makrokosmos.

- En sådan front mot det helt okända har funnits inom den moderna empiriskt baserade fysikforskningen sedan dess begynnelse.

Innan Kopernikus, Galilei och Kepler

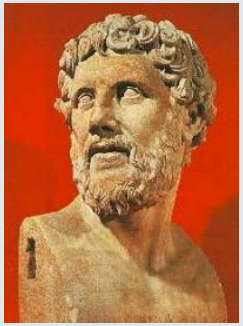
- Innan den moderna, empirsikt baserade fysiken ansågs källan till kunskap on den fysikaliska verkligheten vara

- - intuitiva spekulationer baserade på vad man såg omkring sig i världen, utan krav på reproducibla experiment och kvantitativa mätningar (observationer inom astronomin utgjorde ett tidigt och viktigt undantag)

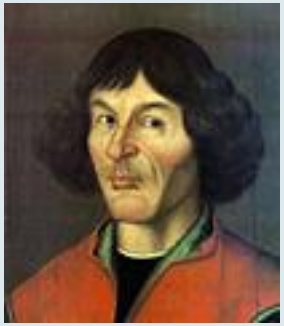
- - tolkning av auktoritativa skrifter (i västerlandet Aristoteles och Bibeln)

- Dessa föreställningar fick fr.o.m. renässansen svårbemästrad konkurrans av nya idéer framförda av fysiker som Kopernikus, Galilei, Kepler m.fl.

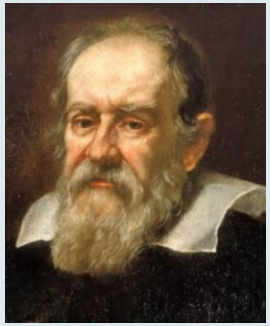
Framtiden…



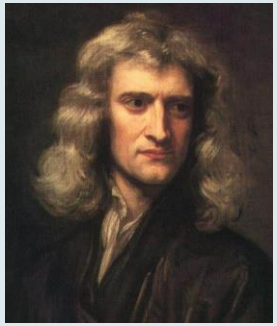
Demokritos



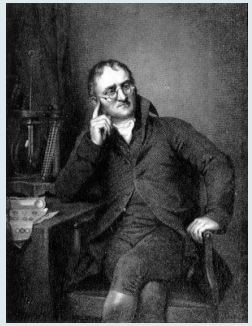
Kopernikus



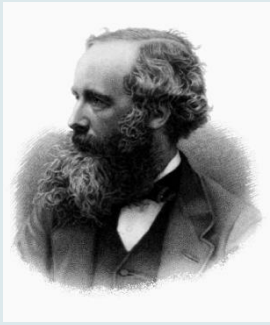
Galileo



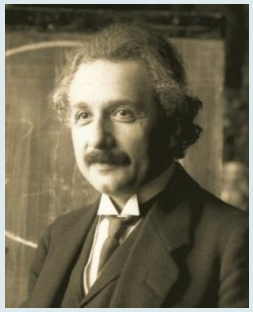
Newton



Dalton

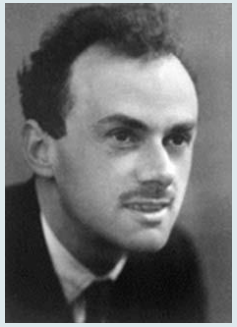


Maxwell



Einstein

Schrödinger



Dirac

Feynman

Salam

Nambu

Nya paradigmer

- Högenergifysiken utgör alltså i viss mening fortsättningen på det hittills mycket fruktbara projekt som består i att utvidga vår kunskap om den fysikaliska verkligheten inom domäner där vi hittills inte kunnat göra några direkta mätningar alls.

- Den egentliga förhoppningen är inte att bekräfta Standardmodellen utan att kunna visa var den inte stämmer. Det intressant är att finna ut hur avvikelserna ser ut för att därur kunna ställa upp nya grundläggande paradigmer för/beskrivningar av den fysikaliska verkligheten.

- Fysiken har, som vi såg, sedan renässansen genomgått ett antal paradigmskift/omvälvningar

Newton och den franska revolutionen

- Dessa fysikens paradigmskift/omvälvningar har utövat stark påverkan, inte bara på de materiella förutsättningarna för vårt samhälle, utan även i högsta grad de allmänintellektuella och kulturella.

- T.ex. gjorde Newtons teori intryck på hela sin samtid. Bl.a. förstärkte den idén att människan med sitt förnuft kan förstå och förutse vad som skall ske och därmed att hon kan också forma den värld hon lever i. I vissa fall ledde denna ökade tro på människans förmåga till övertro, t.ex. vad avser förmågan att snabbt omforma vårt samhälle på till synes rationella grunder. Den franska revolutionen kan sägas vara ett uttryck för en sådan övertro.

Naturvetenskapen och samhällslivet

- Arternas uppkomst i Darwins evolutionsteori,
- relativiteten i Einsteins gravitationsteori,
- Heisenbergs osäkerhetsrelationen i kvantmekaniken och
- arvsmassans kodning i DNA

  är andra naturvetenskapligt framsteg som haft omvälvande inflytande på våra föreställningar om människans villkor och därmed på samhällslivet

- På liknande sätt kan framtida upptäckter av högre symmetrier i naturen, extra rumsdimensioner och ett gemensamt ursprung för naturkrafternas tänkas utveckla vår syn på verkligheten och därmed påverka vårt samhällsliv.

Den teknologiska utvecklingen

- Till detta kommer att utvecklingen av all modern teknologi har, via den tillämpade forskningen eller direkt, sina rötter i den naturvetenskapliga grundforskningen landvinningar.

- Den teknologiska utvecklingen, är liksom den intellektuella kulturella utvecklingen, på gott och ont.

- Men vem kan egentligen föreställa sig att gå tillbaka, eller ens hålla tillbaka, denna utveckling?

- Naturvetenskapens historia visar oss vikten av i att delta vid forskningens frontlinjen mot det helt okända. Det berikar vår kultur. Det ger oss också bättre möjligheten att förstå helt nya forskningsresultat på ett tidigt stadium och att därmed kunna bidra till att de nya upptäckterna i sin förlängning tillämpas på ett konstruktivt sätt.

FREIA-laboratoriet vid Uppsala universitet utvecklar och testar ny acceleratorutrustning för ESS och CERN I samarbete med svensk industri – i detta samrbete uppstår nya innovationer med tillämpningar inom hälsovård, energiteknik, radiokommunikation m.m.

Varför forskar vi i grundläggande fysik?

- **Äventyret** …för att utöka och vidareutveckla vår kunskap om den värld vi lever i
- **Innovationerna** …för att i nutid (inom 5-20 år) utveckla och tillämpa helt nya teknologier och innovationer att användas i vårt vardagsliv
- **Framtiden** …för att lägga grunden för och stimulera den långsiktiga materiella och intellektuella utvecklingen av den mänskliga kulturen

Kunskapens äpple