

SÅDAN SER SPORENE UD efter de partikler, som den uhyre kortlivede Higgs-partikel henfalder til, efter at en Higgs-partikel er kommet til verden i acceleratoren LHC. Men spørgsmålet er, om selve Higgs-partiklen er elementær eller sammensat. Foto: CMS/Cern

Ny fysikteori postulerer en ekstra

Universet rummer en naturkraft mere, end man lærer i skolen. Desuden findes der en række nye elementarpartikler, og Higgs-partiklen består af to af dem. Det er hovedelementerne i en ny fundamental teori for, hvordan alting får masse.

FYSIK

Af Henrik Bendix redaktion@ing.dk

På Syddansk Universitet i Odense finder man grundforskningscentret Centre for Particle Physics Phenomenology, også kaldet CP3-Origins. Her sidder en flok teoretiske fysikere og prøver at finde ud af, hvad universet egentlig består af – sådan på det allermost fundamentale niveau. De er nemlig ret sikre på, at de nuværende teorier ikke formår at tegne det fulde billede. Der skal noget nyt til.

Det nye kunne være den teori, som centerleder Francesco Sannino netop har publiceret i samarbejde med Alessandro Strumia fra Cern i Schweiz, Andrea Tesi fra University of Chicago i USA og Elena Vigiani fra universitetet i Pisa i Italien.

Ifølge teorien, der er beskrevet i artiklen 'Fundamental partial compositeness' i det videnskabelige tidsskrift *Journal of High Energy Physics*, findes der en ekstra naturkraft ud over de fire kendte – tyngdekraften, den elektromagnetiske kraft, den stærke vekselvirkning og den svage vekselvirkning. Der eksisterer også en række nye elementarpartikler, som kan sættes sammen på måder, der giver hundredvis af nye sammensatte partikler.

»Det har længe været en udfordring at finde en teori, der kan give alle partikler masse, og hvor Higgs-partiklen er sammensat. Men nu har vi et alternativ til standardmodellen,« siger Francesco Sannino.

Standardmodellen har siden 1970'erne været en rigtig god teori for, hvad alting består af. Den beskriver alle de kendte elementarpartikler samt vekselvirkningerne mellem dem. Fysikerne kan bruge teorien til at forklare, hvordan naturens mindste dele kan kombineres, så vi kan få et univers som det, vi kan observere.

Igennem de forløbne årtier har standardmodellen fejret store triumfer, idet fysikerne har brugt den til med stor præcision at forudsige resultater af et utal af eksperimenter, og fjerer i hatten var

opdagelsen af Higgs-partiklen i 2012. Higgs-partiklen var nemlig den sidste af de elementarpartikler, som standardmodellen postulerede eksistensen af, der manglede at blive fundet. Nu er standardmodellen komplet.

Men nok er standardmodellen en fantastisk og uhyre brugbar teori, men den er ikke den endelige sandhed om naturens beskaffenhed. Der mangler noget. Den mest åbenlyse mangel er, at teorien ikke redegør for tyngdekraften, for det kniber gevaldigt med at få forenet Einsteins almene relativitetsteori, der beskriver tyngdekraft som et udtryk for rumtidens krumning,



Standardmodellen ser ud til at virke, men vi ved, at den ikke kan være den endelige teori. Så det er vigtigt at undersøge, om der er alternativer.

Francesco Sannino, centerleder, Syddansk Universitet

med kvantemekanikken, som beskriver naturens opførsel på de mindste skalaer.

Desuden har standardmodellen ikke noget godt bud på, hvad det mørke stof i universet kan være. Teorien har også problemer med at redegøre for, hvorfor vi lever i et univers med meget mere stof end antistof, og hvorfor neutrinoer har masse. Derfor er fysikerne overbeviste om, at der er en ny og mere grundlæggende teori, der venter på at blive opdaget.

En Higgs-partikel, to techni-kvarker

»Standardmodellen ser ud til at virke, men vi ved, at den ikke kan være den endelige teori. Så det er vigtigt at undersøge, om der er alternativer til standardmodellen, som dramatisk kan ændre vores opfattelse af naturen. Vi har udviklet sådan en teori, hvor vi forudsiger hundredvis af nye partikler, hvoraf nogle kan findes i løbet af de kommende 15-20 år – en teori, der er fuldt ud forenelig med alt, vi ser i dag,« fortæller Francesco Sannino.

På CP3-Origins har fysikerne længe været fans af en klasse af teorier, der går under navnet technicolor, og den nye teori fra Francesco Sannino og de tre andre forskere har da også hentet de fleste af sine

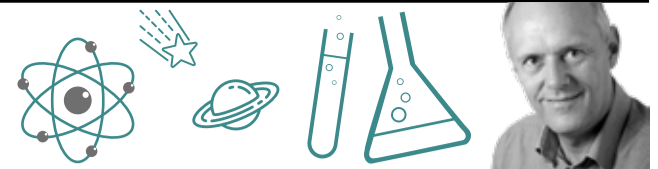
elementer herfra. Ideen er, at standardmodellen skal udvides med en ny technicolor-naturkraft formidlet af tre techni-gluoner samt to technikvarker og 12 techni-skalarer, altså en pæn samling af nye elementarpartikler.

Til gengæld er den såkaldte Higgs-partikel, som er fundet ved hjælp af den enorme partikelaccelerator LHC, ikke en elementarpartikel. I stedet er det en sammensat partikel, der består af to technikvarker bundet tæt sammen af techni-gluoner. Den partikel, vi kender som Higgs-partiklen, er ifølge teorien blot den letteste af mange sammensatte partikler, som består af de fundamentale techni-partikler.

I standardmodellen giver Higgs-feltet, som Higgs-partiklen er manifestationen af, masse til alle elementarpartiklerne. Higgs-feltet virker så at sige som mudder, som de fleste af partiklerne skal kæmpe sig igennem, så de ikke alle sammen farer af sted med lysets hastighed. I den nye teori om fundamental partielsammensathed kommer massen i stedet fra den kobling, som de kendte stofpartikler har til techni-elementarpartikler. Muddret har en anden tekstur, men virker på samme måde.

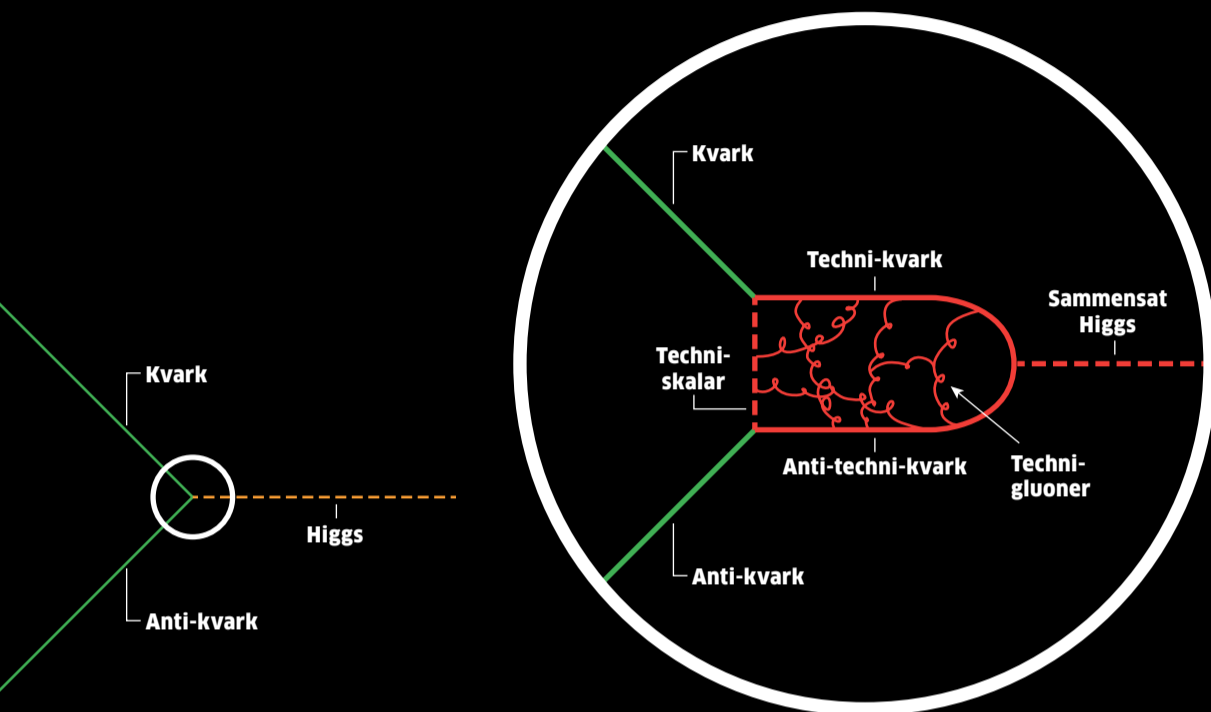
Det lyder frygtelig indviklet, men

Er danske elever blevet dummere eller klogere? Jens Ramskov kaster i denne uges **'Værd at vide'** et kærligt blik på den nye Pisa-undersøgelse, som offentliggøres på tirsdag, og ser på en oversolgt idé om at lave radioaktivt affald om til batterier: ing.dk/189354



HIGGS-PARTIKLEN KAN VÆRE SAMMENSAT

Den nye teori udvider standardmodellen med en ny kraft og nye elementarpartikler. Ifølge den er Higgs-partiklen ikke en elementarpartikel, men i stedet en sammensat partikel.



I henhold til standardmodellen kan en Higgs-partikel opstå, når en kvark og en antikvark støder sammen. I denne teori er Higgs'en en elementarpartikel.

Ifølge den nye teori kan en Higgs-partikel dannes ved at en kvark og en antikvark vekselvirker via en techni-skalar. Resultatet er en sammensat Higgs-partikel, der består af en techni-kvark og en anti-techni-kvark, der er bundet sammen af en ny, stærk kraft formidlet af techni-gluoner.

Kilde: Cern og Francesco Sannino · Grafik: Lasse Gorm Jensen

naturkraft

ifølge Francesco Sannino er teorien ikke særlig kompliceret, blot noget 'rigere' end standardmodellen. Sådan må det være, hvis man vil have et solidt alternativ til den model, som godt nok har givet de rigtige resultater indtil nu, men som ikke kan være den fulde sandhed.

Eksperimenter røber retningen

For både standardmodellen og den nye teori gælder, at tyngdekraften ikke er inkluderet. Den store, forkromede teori for alting må vente lidt endnu. Til gengæld har Sanninos teori den styrke, at den forudsiger nye partikler, som skulle være til at finde med LHC-acceleratoren eller med den næste generation af partikelacceleratorer. Før de eksperimentelle resultater indfinder sig, er det dog umuligt at sige, om teorien fører os nærmere sandheden om naturen.

Som Jørgen Beck Hansen, der er lektor i eksperimentel subatomar fysik på Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet, udtrykker det:

»Vi savner et input fra eksperimenterne. Naturen skal afsløre noget fundamentalt nyt for os, så vi kan finde ud af, hvilken underliggende teori vi skal have fat i. Lige nu står vi ved en skillevej, hvor der

er masser af skilte, der peger i forskellige retninger. En af retningerne er Sanninos teori med en ny naturkraft og en sammensat Higgs-partikel, men vi ved ikke, om det er den vej, vi skal gå. Det kan også være supersymmetri, ekstra dimensioner eller noget fjerde, der er den rigtige retning.«



SIDEN CP3-ORIGINS blev etableret som grundforskningscenter på Syddansk Universitet i 2009, har Francesco Sannino været leder af centeret. Foto: Nils Lund Pedersen

Videnskab drives fremad i et samspil mellem teori og eksperiment, og Jørgen Beck Hansen er glad for, at han som eksperimentalfysiker har teorier, han kan læne sig op ad: »Det er godt, at vi har en idé om, hvad vi skal være opmærksomme på, når vi måler. Teorier som denne kan inspirere os eksperimentalfysikere til, hvad vi skal kigge efter, og hvor vi skal kigge.«

Francesco Sannino er enig:

»Vi vil gerne fortælle eksperimentalfysikerne, hvor de skal lede efter de nye partikler – hvor de kan gemme sig. Med supercomputere skulle vi kunne finde massen på den letteste sammensatte techni-partikel efter Higgs-partiklen. Nye partikler skulle i hvert fald dukke op i den nye generation af acceleratore, der kommer efter LHC,« siger han.

Spørgsmålet er, om den nye teori både giver de rette forudsigelser og kan levere de brikker, som fysikerne mangler. Den skal gerne kunne fortælle, hvad det mørke stof kan være, give en god forklaring på, hvorfor der er overhovedet er stof i universet, og redegøre for neutrinoernes natur. Det skal fysikerne i gang med at undersøge, om den kan. Rejsen mod ny fysik er kun lige begyndt. ■

NYHEDER FRA ING.DK

Landingsmodul smadrede mod Mars med 540 kilometer i timen

MARS En fejl i Schiaparellis bevægelses-sensor-modul IMU (Inertial Measuring Unit) var efter alt at dømme årsagen til, at landingsmodulet nu ligger spredt ud over Mars som vragester. Det meddeler Europas rumagentur (ESA) i en orientering oven på den mislykkede landing sidste måned.

Landingsmodulet skulle være landet på den orangerøde planet den 19. oktober, men noget gik galt. Landingsmodulets varmeskjold og faldskærm blev udløst før tid. Resultatet blev, at landingsmodulet oplevede et frit fald og endte med at smadre mod Mars med en hastighed på omkring 540 kilometer i timen. ■ mny



SÅDAN SKULLE landingen være foregået, men den gik ikke efter planen, og ESA's landingsmodul blev ødelagt. Illu: ESA

LÆS MEGET MERE OM MISSIONEN PÅ ing.dk/188561

Crispr-redigerede celler injiceret i menneske for første gang

GENREDIGERING Aldrig før har man indført celler med Crispr/CAS9-modificerede gener i et menneske. Men 28. oktober skete det. Et kinesisk hold ledet af Lu You på Sichuan Universitet i Chengdu injicerede cellerne ind i en patient med aggressiv lungekræft som en del af et klinisk forsøg på West China

Hospital, også i Chengdu. Det skriver Nature.

Med introduktionen af Crispr/CAS9, der er en simplere og mere effektiv teknik, vil det formentlig hurtigt få behandling med genmodificerede celler ind på klinikker globalt, siger Carl June, der er specialiseret i immunterapi på Pennsylvania University, til Nature.

»Jeg tror, at det vil sætte gang i en biomedicinsk duel på fremskridt i teknikken mellem Kina og USA, hvilket er vigtigt, fordi konkurrence som regel forbedrer det færdige produkt,« siger han til Nature. ■ ref



Jeg tror, at det vil sætte gang i en biomedicinsk duel på fremskridt i teknikken mellem Kina og USA.

Carl June, Pennsylvania University

FØLG INGENIØRENS FOKUS OM GENTEKNOLOGIEN CRISPR PÅ ing.dk/fokus/crispr



HVORFOR ER brunkagerne sprøde? Og gør det en forskel, om man bruger bagepulver, hjortetaksalt eller potaske i dejen? Foto: Smag for Livet

Adventskalenderen går bag om kemien i julens småkager

FYSIK I JULEKØKKENET Ingeniøren fortsætter den gastronomiske adventskalender, vi tog hul på i sidste uges avis. I denne uge går vi på ing.dk tæt på kemien i julens sprøde småkager. Hvad er årsagen til denne sprøhed, og hvorfor skal man nogle gange bruge natron og andre gange hjortetaksalt, når man står i julekøkkenet? Og hvad er potaske for noget?

Morten Christensen, postdoc på forskningscentret Smag for Livet, har eksperimenteret med kagedejen og fortæller om sine observationer. Vi har også selv prøvet at bage peberkager med forskellige hævemidler – herunder gær.



LÆS UGENS ADVENTSKALENDER PÅ ing.dk/189297