

Billedet viser det centrale rum ved ALPS II-eksperimentet. Her findes en vacuum-tank, hvori der er monteret en lystæt væg, som axioner – men ikke fotoner – kan passere.
Foto: DESY, Li-Wei Wei



HVIS LYS TRÆNGER GENNEM DENNE MUR, ER VI PÅ SPORET AF MØRKT STOF

Om forfatteren



Birgitte Svennevig er journalist ved Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet
birs@sdu.dk

Om forskeren



Manuel Meyer er lektor og forskningsleder på Institut for Fysik, Kemi og Farmaci. Han har modtaget et European Research Council Starting Grant på 11 millioner kr. til at søge efter mørkt stof i form af axioner og axion-lignende partikler ved hjælp af laboratorieeksperimenter og astrofysiske observationer.
mey@sdu.dk, webside: axion-alp-dm.github.io

I en tunnel under Hamburg er jagten nu gået ind på en hypotetisk partikel – den ultralette axion. Hvis partiklen eksisterer, kan den nemlig være en kandidat til at udgøre det mørke stof, som udgør 80 % af alt stof i Universet, men som ingen endnu ved, hvad er.

Axion er navnet på en hypotetisk elementarpartikel. Det er også navnet på et opvaskemiddel. Det var fysikeren Frank Wilczek, der i 1978 kom op med navnet axion, fordi den nye hypotetiske elementarpartikel ville “clean up” nogle af fysikernes teorier, der på stædig vis ikke rigtigt ville hænge sammen.

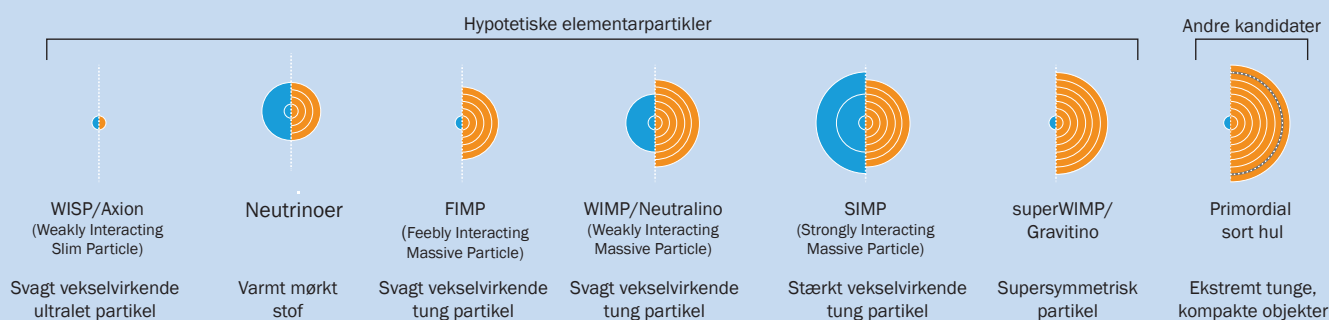
Siden har ingen kunne påvise axionen, men mange fysikere håber på, at disse partikler eksisterer, da det som sagt vil rense ud i teorien, der beskriver hvordan atomkerner holdes sammen og måske især kan løse gåden om, hvad mørkt stof er lavet af.

Mørkt stof udgør cirka 80 % af alt stof i universet, mens de resterende 20 % stof er kendt og udgør for eksempel planeter og galakser og alt det, vi har på Jorden, både natur- og menneskeskabt. Vi kan ikke mærke eller registrere mørkt stof på samme måde som kendt stof; for eksempel bliver vores krop formentlig konstant gennemstrømmet af mørkt stof, uden at vi mærker det. Derfor må fysikerne udtænke avancerede eksperimenter i deres forsøg på at detektere mørkt stof eller en af de partikler, som mørkt stof er lavet af. Hvis det nogensinde lykkes, vil det være et af de helt store gennembrud i fysikkens historie.

Vil sende lys gennem en mur

En af de fysikere, der jagter mørkt stof er Manuel Meyer, der er lektor i fysik ved Syddansk Universitet. Manuel Meyer er især optaget af netop axionerne; de hypotetiske elementarpartikler, som vil give så meget mening, hvis de bliver påvist.

I skrivende stund er han og en række andre forskere fra internationale forskningsinstitutioner nu klar til et nyt stort eksperiment i jagten på axionerne: Det drejer sig om eksperimentet ALPS II, der i uger, måske måneder vil sende fotoner (lyspartikler) rundt i et 240 meter langt rør på Deutsches Elektro-



Figuren giver en oversigt over mulige kandidater til at udgøre mørkt stof, hvoraf langt de fleste er hypotetiske elementarpartikler. Forskere leder efter disse mulige kandidater i mange forskellige typer af eksperimenter verden over. Som det fremgår, er der stor forskel på, hvor stor masse de forskellige kandidater har, hvilket for elementarpartiklers vedkommende måles i eV (elektronvolt), og i hvilken grad de vekselvirker med almindeligt stof. Blå farve viser styrken af vekselvirkningen og orange farve massen.

Figur tilpasset efter materiale på desy.de

nen-Synchrotron (DESY) i Hamburg. Det helt særlige er, at der i røret er opsat en mur.

»Det, vi tror og håber på, er, at det kan lykkes en foton at trænge gennem muren. Den vil ikke trænge igennem som en almindelig foton – lys kan ikke trænge igennem en mur – men vi har lavet et set-up, der gør det muligt for fotonen at ændre form til en axion, som godt kan trænge gennem muren, og så blive forvandlet til en foton igen på den anden side af muren. Med andre ord; hvis vi ser en foton på den anden side af muren – og det ikke skyldes en målefejl – så har vi formentlig haft en axion til at gå gennem muren,« forklarer Manuel Meyer.

Chip kan detektere en enkelt foton

Det, der gør det muligt for en foton at blive omdannet til en axion, er de superledende magneter, der er installeret i røret. Efter magneterne kommer muren, som en axion altså formodentlig vil være i stand til at gå igennem. Selvom forskerne med blandt andet kraftige laserstråler, spejle og resonatorer prøver at øge sandsynligheden for et skift fra foton til axion og tilbage til foton, er chancerne stadig små: Det er lige så sandsynligt som at kaste 33 terninger, der alle lander ens.

»Hvis vi ser en foton bag muren, vil vi nok først tænke, at der er tale om en fejl, men hvis det ikke er en fejl, så vil det være en revolution. Så har vi detekteret en ny partikel,

der kan ændre form til en foton i et magnetisk felt. Det betyder ikke, at det er en mørkt stof-partikel. Nok kan vi bestemme, hvor stærkt den interagerer med en foton, men vi vil stadig ikke kende dens masse, og vi ved stadig ikke, hvor meget mørkt stof, der er lavet af axion,« siger Manuel Meyer.

Hans rolle i ALPS II-eksperimentet handler om at detektere eventuelle fotoner på den anden side af muren. Til det formål har forskerne en særlig foton-følsom chip, som befinder sig i en såkaldt cryostat, hvor temperaturen er tæt på det absolutte nulpunkt (- 273 grader celsius). Chippen er lavet af wolfram, som ved denne lave temperatur ikke har nogen elektrisk modstand, men derimod bliver superledende, så der kun skal meget lidt til at opvarme den. En enkelt foton er faktisk nok, så den vil blive opdaget af Manuel Meyer og hans

kolleger, der holder øje med chippens temperatur.

»Man kan betragte det som et meget sensitivt termometer, der gør os i stand til kun at få signal fra en foton og ikke alt muligt andet,« forklarer han.

Eksperimenterne ved ALPS II er startet for nylig – i første omgang med apparaturet i en mindre følsom testtilstand, som blandt andet skal afklare tilstedeværelsen af "baggrundslys", som fejlagtigt vil kunne blive tolket som signaler fra axioner. Senere på året starter de egentlig undersøgelser, og forskerne forventer at kunne publicere de første resultater i løbet af 2024. Selv hvis det ikke lykkes forskerne at finde nogen axion-partikler med ALPS II, vil eksperiment flytte grænserne for, hvornår man kan udelukke ultra-llette partikler fra at være axioner med en faktor 1000. ■

Hvem leder ellers efter mørkt stof?

Der findes rundt om i verden en række forskellige eksperimenter, der på forskellig måde bidrager til at undersøge eksistensen af mørkt stof:

XENON leder efter tunge partikler af mørkt stof i en tank med flydende xenon. xenonexperiment.org

CAST bruger en kraftig magnet og optik fra røntgenteleskoper til at lede efter axioner fra Solen. home.cern/science/experiments/cast

ADMX bruger magnetiske felter til at forsøge at omdanne mørkt stof-axioner til mikrobølge-fotoner. depts.washington.edu/admx

Et instrument (Large Area Telescope, LAT) på NASAs Fermi-satellit kan indirekte detektere mørkt stof gennem gammastråler, der udsendes, når tunge partikler af mørkt stof udslettes (annihileres) eller gennem signaler fra fjerne galakser, der bærer spor af, at fotoner er omdannet til axioner. www.nasa.gov/content/fermi/overview

Videre læsning
Om eksperimentet ALPS II: darkmatter-alps.desy.de

Mere om mørkt stof: Chris Kouvaris og Niklas Grønlund Nielsen: På Sporet af det mørke stof. *Aktuel Naturvidenskab* nr. 2/2016

Franseco Sannino: Universets lyse og mørke sider. *Aktuel Naturvidenskab* nr. 5/2009

Signe Riemer-Sørensen: Jagten på det mørke stof. *Aktuel Naturvidenskab* 5/2007

Internationalt samarbejde
Eksperimentet ALPS foregår på Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) i Hamburg. Udover DESY's forskere deltager også forskere fra Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Institut für Gravitationsphysik - Leibniz Universität Hannover, Cardiff University (UK), University of Florida (Gainesville, Florida, USA), Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Universität Hamburg og Syddansk Universitet.