

Små eksperimenter med store resultater

- atomfysik ved CERN

Beskedne eksperimenter med stor gennemslagskraft kendetegner forskning i atomfysik ved CERN. Danske forskere har markeret sig stærkt inden for dette felt – bl.a. ved at producere store mængder antibrint.

Af Ulrik Uggerhøj og Søren Pape Møller

■ Atomfysik på CERN har altid været en niche-produktion præget af samarbejde mellem relativt få grupper med forholdsvis få deltagere og tilsvarende små eksperimenter. Til gengæld har disse små eksperimenter det til fælles, at de for en beskedne investering har vakt stor opsigt og givet et betydeligt videnskabeligt afkast. De atomfysiske eksperimenter har endvidere dækket et stort område, fra basale kollisioner med ganske få partikler, over undersøgelsen af meget tunge atomer med ganske få elektroner vedhæftet, til skabelsen af antibrint, det første element i "spejlvordenen" af antistof.

Derudover har feltet indeholdt eksperimenter i grænsområdet mellem den traditionelle partikelfysik, faststoffysik og atomfysik, og endelig også mere teknologiske spin-offs som anvendelser af krystaller i acceleratoren.

Faderen til denne udvikling var Erik Uggerhøj fra Århus Universitet, som dog måtte kæmpe en brav kamp for at studere noget så "velkendt" som den elektromagnetiske vekselvirkning på CERN. Emnet blev nemlig betragtet som kendt, og dermed i forskningsmæssig henseende som lukket område.

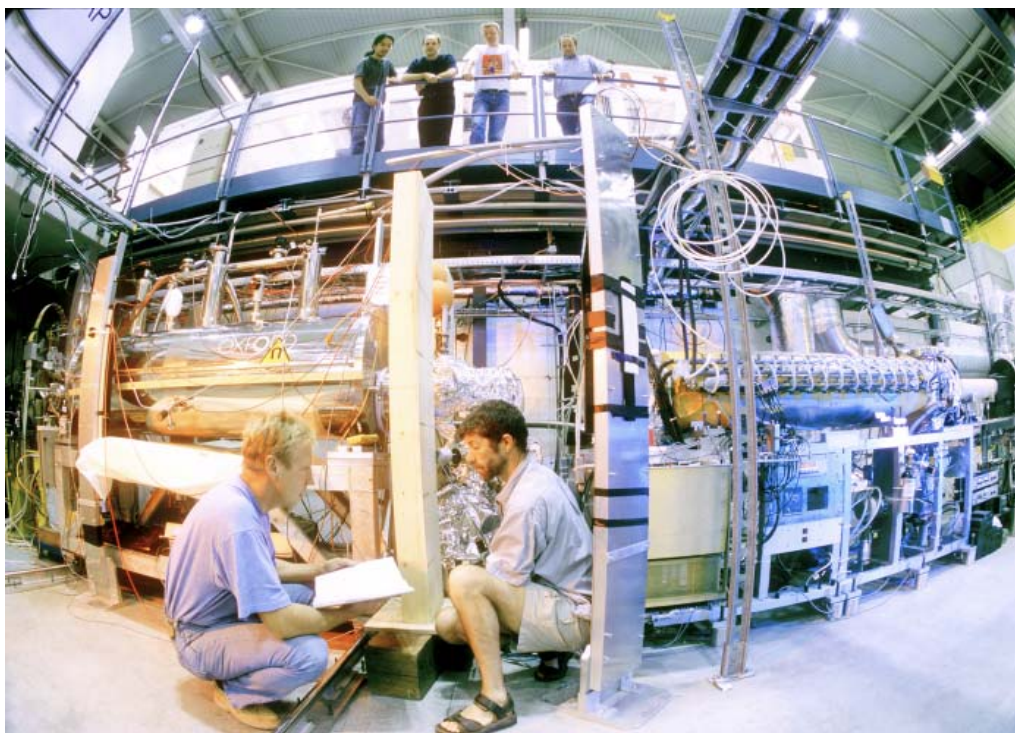


Foto: CERN

ATHENA-eksperimentet på CERN der var det første i verden til at producere betydelige mængder af antibrint – det første grundstof i det 'antiperiodiske system'.

Krystaller som supermagneter

Allerede i slutningen af 1970'erne undersøgte danske fysikere på CERN muligheden for at anvende krystaller som elementer til manipulation af partikelstråler.

Nær atomkernernes overflade

findes ekstremt stærke, men meget korrtrækkende elektriske felter. Partikler, der bevæger sig langs krystalplaner og strenge opfatter disse felter som stærke felter af makroskopisk udstrækning (et fænomen kaldet "channeling").

Ved simpelthen at bøje en

krystal rent mekanisk, kan denne i flere sammenhænge erstatte en 10 meter lang elektromagnet, komplet med strømforsyning og køleanlæg. Sagt på en anden måde svarer det kraftige "Krystal-felt" til et magnetfelt på 1000-vis af Tesla – dvs. flere hundrede gange stærkere

end selv superledende magneter. De store feltstyrker i krystaller giver også mulighed for at undersøge feltstyrker af astrofysisk interesse, f.eks. elektriske felter, der er mange milliarder gange stærkere end hvad man i øvrigt kan frembringe i laboratoriet.

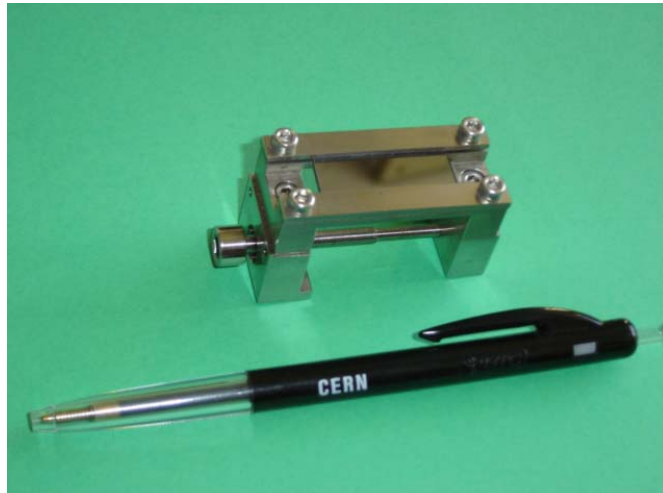
Vindue til antiverdenen

Vel nok CERNs til dato mindste eksperiment viste i 1987, at antiprotoner med relativt lav energi var dobbelt så effektive som protoner til at rive to elektroner fri fra et helium-atom i en enkelt kollision; et resultat, der overraskede mange. Teoriene for sådanne kollisioner, hvori der kun indgår fire partikler, blev således alvorligt udfordret, og eksperimentet er i dag en klassiker i denne gren af atomfysikken. Senere undersøgte man kollisioner med brintatomer, hvori der kun indgår tre partikler, og det viser sig at være yderst kompliceret at beskrive f.eks. sandsynligheden for løsrivelsen af en elektron i en kollision med en langsom partikel.

For nylig har ATHENA-kollaborationen med fremherskende dansk deltagelse som de første i verden produceret og detekteret antibrint i store mængder (millioner af atomer). Det er et resultat, der har været længe ventet, og som åbner for muligheden for med laserlys at finde en eventuel forskel mellem det simpleste atom, vi kender, nemlig brint, og dets antiverden-partner, antibrint. En sådan forskel – hvis den findes – vil have afgørende indflydelse på nogle af de mest grundlæggende fysiske teorier.

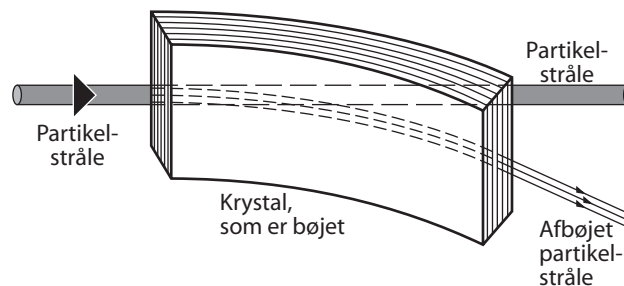
Nedbremsningens hemmeligheder

Et andet "traditionelt" dansk område er ladede partiklers nedbremsning i faste stoffer – et område, der blev grundlagt med Niels Bohrs arbejder allerede i 1913. Danske fysikere har i løbet af de seneste 20 år i vid udstrækning udnyttet partikel- og antipartikel-stråler, der kun er tilgængelige på CERN, til at studere nedbremsning.



Fiks erstatning for en 20 tons elektromagnet: en silicium-krystal monteret i et simpelt bøje-instrument. Selve krystallen er den blanke flade der er spændt fast og skruen på tværs benyttes til at justere bøjevinklen.

(Foto: CRK/JD)



Princippet i at anvende "krystal-felter" til at afbøje partikelstråler.

Det viser sig, at ved lav fart, svarende til elektronens fart i dens bane om atomet, taber antiprotoner ved passage af stof kun cirka halvdelen af den energi en tilsvarende proton gør. Effekten er hovedsagelig baseret på, at antiprotonen frastøder elektronerne i stoffet. For de tunge atomer viser det sig, at nedbremsningsevnen for tilstrækkeligt store indskudsenergi svarende til hastigheder nær lysets er påvirket af atomkernerens størrelse. Det er et resultat, der er i modsætning til nedbremsning ved lave hastigheder. Endelig er der for lette partikler med meget høj energi blevet observeret, at nedbremsningsevnen er drastisk reduceret, idet den lysudsendelse, som her er hovedansvarlig for nedbrems-

ningen, så at sige ikke har tid til at finde sted.

Viden om partiklers nedbremsning i stof har relevans for f.eks. produktion af halvledere, materialeanalyse og kræft-terapi med strålebehandling.

Dannebrog på atomfysikkens verdenskort

Atomfysik på CERN er et område karakteriseret af stor mangfoldighed og udvikling, ofte med nye og spændende tiltag. De fleste eksperimenter på CERN inden for atomfysik har hovedsageligt været ledet af danske forskere, fra ide over gennemførelse og til offentliggørelse af resultaterne. Det danske flag er således blevet plantet mange steder på atomfysikkens verdenskort. ■



Om forfatterene
Ulrik I. Uggerbøj er forskningslektor ved Institut for Fysik og Astronomi Aarhus Universitet
Tlf.: 8942 3738
E-post: ulrik@phys.au.dk
www.phys.au.dk/~ulrik



Søren Pape Møller er laboratorieleder ved ASTRID Institut for Lagringsfaciliteter (ISA), Aarhus Universitet Ny Munkegade, Bygn. 520 8000 Århus C

Tlf.: 8942 3778
Fax: 8612 0740
E-post: fjssp@phys.au.dk

Hjemmeside
www.isa.au.dk