Tilbageblik på et liv som fysiker

N.O.Lassen, tidligere redaktør af Fysisk Tidsskrift

Jeg vil gerne udtrykke min bedste tak til Selskabet for Naturlærens Udbredelse for den ære, man har vist mig, ved at tildele mig H.C.Ørstedmedaljen. Tak til selskabets direktion og dets formand, professor Dorte Olesen. Og ligeledes en hjertelig tak til Rektor for de smukke ord om mig. Da jeg får medaljen som anerkendelse af mit arbejde som redaktør af Fysisk Tidsskrift, må det også være mig en kær pligt at sige tak til mine medredaktører af tidsskriftet gennem tiderne, naturligvis først og fremmest dr. K.G.Hansen, om jo var redaktør flere år, før jeg kom med i redaktionen, og som sammen med mig har holdt ud til den bitre ende.

Når jeg nu benytter lejligheden, som ældre gerne gør, til at se lidt tilbage på mit liv, er der naturligvis mange, også blandt nulevende, som jeg skylder en tak. For ikke at glemme nogen vil jeg undlade at nævne navne, men håbe, at rette vedkommende alligevel modtager takken.

Afdøde professor Christian Møller sagde, at han havde været så lykkelig at have fået lov til at beskæftige sig med det, som han interesserede sig for. Det samme kan jeg sige. Måske kunne jeg også dreje ordene lidt og sige, at jeg har været så lykkelig at komme til at interessere mig for det, jeg blev sat til. Og lykken er jo at interessere sig for sit arbejde.

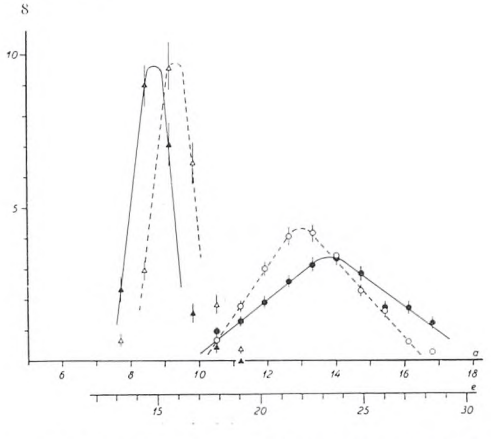
I 1935, det år da Niels Bohr blev 50, og det år da man på Universitetets Institut for Teoretisk Fysik for alvor begyndte forberedelserne på at skaffe Institutet en cyklotron og andre faciliteter til kernefysisk forskning, var jeg færdig med forprøven og lærerprøven, og efter at have snuset lidt til matematikken og lidt mere til astronomien var jeg klar til at gå i gang med fagprøvestudiet, og jeg ville være eksperimentalfysiker og studere spektroskopi hos dr. Ebbe Rasmussen, hvis forelæsninger over atomfysik og spektroskopi i høj grad havde fascineret mig. Men her stødte jeg på en mur. Der var ikke plads hos Ebbe Rasmussen, men jeg kunne komme til at studere hos dr. J.C.Jacobsen. Ebbe Rasmussen trøstede mig med, at kernefysik var det eneste, der var nogen fremtid i, og meget imod min vilje begyndte jeg så hos dr. J.C.Jacobsen. Men længe varede det ikke, inden jeg fandt stor glæde ved at deltage i arbejdet med ioniseringskamre, Geiger-Müller tællere og Wilson tågekamre.

Efter min embedseksamen i januar 1938 blev jeg knyttet til den gruppe som under Jacobsens ledelse var i færd med at opbygge cyklotronen. Her var af og til O.R.Frisch, som konstruerede forskellige sindrige hjælpeapparater, men en drivende kraft var den unge amerikaner Jackson Lasslett som - foruden S.Høffer Jensen og mig selv - var fuldtidsarbejdende ved cyklotronen, og som have nogen erfaring med fra Lawrence's laboratorium. Desuden deltog en studerende, Barfod, i arbejdet, og stor hjælp fik vi naturligvis af Institutets service-grupper, først og fremmest værkstedet under ledelse af laboratoriemester H.W.Olsen.

Cyklotronen blev jo et af mine hjertebørn, og jeg fik da også lejlighed til, foruden at lede efter utætheder i vakuumsystemet, smøre lak på hullerne og reparere lodninger, at bruge den til noget. Under krigen foretog jeg nogle målinger af fissionsfragmenters ladning og deres ionisering i forskellige stoffer. Det var et emne, som interesserede Niels Bohr overmåde meget. En menneskealder tidligere havde han studeret α-partiklers opførsel ved gennemgang af stof. Nu var der en ny slags partikler. Når en urankerne rammes af en neutron, kan den undertiden bringes til at fissionere, det vil sige gå i to stykker, som slynges bort fra hinanden i modsatte retninger med store hastigheder. Kernen går dog ikke lige midt over, men deles i ulige store stykker, således at fissionsfragmenterne falder i to grupper, den lette gruppe med massetal omkring 96, og den tunge gruppe med massetal omkring 140. For den lette gruppe er hastigheden omkring $6v_0$, for den tunge omkring $4v_0$ ($v_0=2{,}2\cdot10^6$ m/sek er brintelektronens banehastighed). Nogle elektroner følger med kernerne, så fragmenterne ligner atomer, men hvor mange elektroner følger med? - Når fragmenterne passerer gennem stof, vil de ved sammenstød med stoffets atomer ionisere disse, men de kan også selv blive ioniserede, det vil sige tabe elektroner, hvorved deres ladning stiger. Men sådanne højtladede ioner kan også ved sammenstødene undertiden indfange elektroner. Ikke sådan at forstå, at fragmenterne får en bestemt ladning, men ladningen vil hele tiden fluktuere omkring en ligevægtsværdi, som ifølge Bohr er den værdi ved hvilken den løsest bundne elektron har en omløbshastighed om kernen, som er lig fragmentets translatoriske hastighed. Niels Bohr vurderede ladningen til at være cirka 20 elementarladninger, og mine målinger stemte godt hermed, og det var jo skønt. Men der var dog noget, der ikke passede. Jeg fandt at det tunge fragment har lidt højere ladning end det lette, medens Bohrs teori sagde det modsatte, at det lette fragment med den store hastighed har den største ladning. Så kan man spekulere over, hvem der troede på teorien, og hvem der stolede på eksperimenterne.

Både teorien og eksperimenterne var imidlertid rigtige. Jeg havde anvendt cyklotronen dels til at fremstille en stærk neutronkilde, og dels til at levere et stærkt magnetfelt, som afbøjede fissionsfragmenternes baner. En lille berylliumplade var anbragt et stykke inde i cyklotronen, hvor den blev bombarderet med 8 MeV deuteroner, så der fremkom en stærk neutronkilde. Vanskeligheden ved at fastlodde berylliumpladen, så der blev en god varmekontakt til den vandkølede holder, blev overvundet ved en metode, som Børge Madsen havde angivet. Styrken af en neutronkilde kan angives i mg RaBe ækvivalent. Institutet havde (og har) seks stærke kilder, hver på 100 mg RaBe; dette radium var en gave til Bohr på hans 50 årsdag. Men cyklotronen leverede en kilde svarende til nogle kg RaBe. Tæt bag ved berylliumpladen var anbragt et glimmerfolie, hvorpå der var

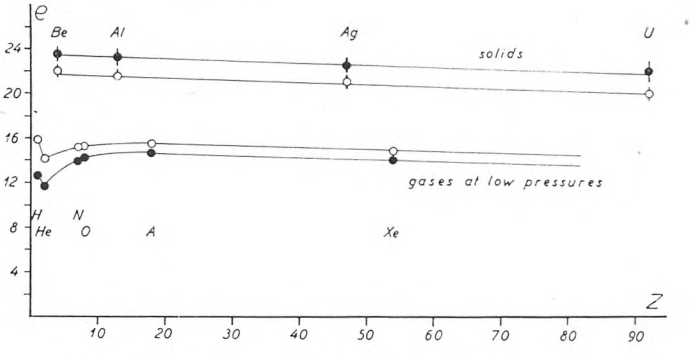
fordampet et tyndt stribeformet uranlag. Og herfra udgik fissionsfragmenterne. De løb i en krum bane i magnetfeltet, og efter 20 cm passerede de gennem en spalte, dækket af et tyndt glimmerfolie, ind i et ioniseringskammer, hvor deres energier blev registreret. Midt mellem uranstriben og ioniseringskammeret befandt der sig endnu en spalte, som kunne forskydes sideværts, og herved kunne krumningen af banerne bestemmes. Det man således måler, er ladningen af fragmenterne, når de træder ud af uranlaget. I senere forsøg var banerne imidlertid lukket inde i en vakuumtæt kasse, således at partiklerne kunne bringes til at løbe i en gas i stedet for som tidligere i vakuum. Figur 1 viser resultatet af et sådant forsøg.



Figur 1. Ladningsfordeling af fissionsfragmenter. Abscissen er forskydningen *a* af midterspalten i afbøjningsapparatet, som er proprtional til *e/mv*. Nedenunder er anført en ladningsskala. Cirkler henfører til fragmenter, der har passeret et tyndt Be lag før de kommer ud i vakuum. Trekanter henfører til fragmenter, der sendes ud i argon med et tryk på 0,9 mm Hg. Hvide og sorte punkter angiver henholdsvis lette og tunge fragmenter.

Her er ordinaten et relativt mål for antallet af fragmenter, der når ind i ioniseringskammeret ved forskellige stillinger af den midterste spalte. De sorte og hvide punkter svarer til henholdsvis det tunge og det lette fragment. I dette specielle forsøg var uranlaget dækket med et tyndt pådampet lag af beryllium, således at kurverne til højre i figuren, som er målt med vakuum i kassen, viser ladningen af fragmenterne ved deres udtræden af berylliumlaget. Ladningen er angivet på den nederste abscisseskala. Spredningen i ladningsværdierne afspejler, hvorledes ladningen fluktuerer inde i berylliumlaget. Ladningen er angivet på den nederste abscisseskala. Spredningen i ladningsværdierne afspejler, hvorledes ladningen fluktuerer inde i berylliumlaget. Kurverne til venstre viser målingsresultatet, når der er argon ved et lavt tryk, 0,9 mmHg, i kassen. Fragmenterne kommer naturligvis ud af berylliumlaget med samme ladningsfordeling som før, men de indfanger hurtigt nogle elektroner, og langs næsten hele banen fluktuerer ladningen op og ned eftersom sammenstødene mellem atomerne giver anledning til tab eller indfangning af elektroner. Banen er sammensat af et stort antal stumper med hver deres lidt forskellige krumning, og det der måles er en middelladning hen langs banen. Hvis alle fragmenterne i for eksempel den tunge gruppe var identiske ville man kun få partikler igennem apparatet for een stilling af midterspalten (eller to, hvis man ramte ved siden af). Den spredning, der ses, skyldes inhomogeniteten og den eksperimentelle opløsningsevne. Man bemærker, at i argon har det lette fragment den største ladning, således som Bohrs teori siger.

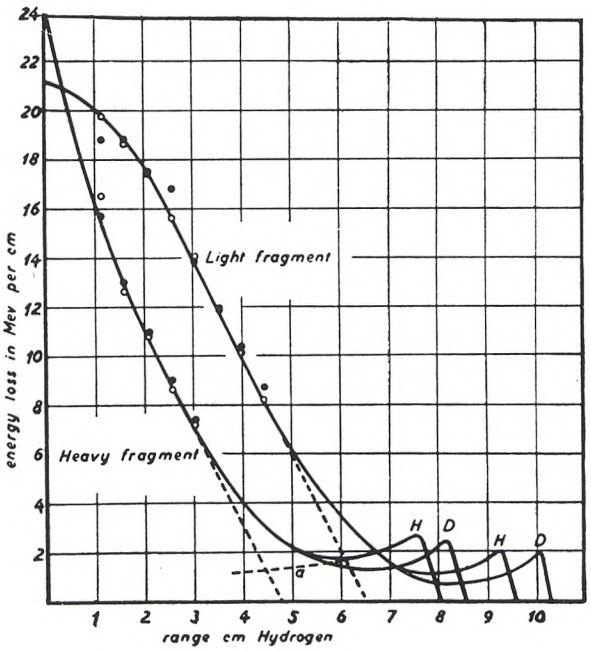
Ved at måle for en række tryk mellem 0 og 0,9 mmHg kunne man følge, hvordan kurverne ændrede sig fra formerne til højre til formerne til venstre, og dermed fik man oplysning om tværsnittet for elektronindfangning. Ved tryk over 1 mmHg sker først ingen ændring, men ved meget høje tryk (~400 mmHg) er ladningerne lidt højere. Og som vi ser på figur 2, hvor ladningerne i forskellige stoffer er afsat som ordinat, er ladningerne i faste stoffer højere end i gasser. I tætte stoffer er ladningen højest. Det er forståeligt, når man betænker, at fissionsfragmenterne er atomer, som mangler mange elektroner, som altså har mange ubesatte elektrontilstande. Hvis der ved et sammenstød indfanges en elektron, vil denne i de fleste tilfælde gå til en anslået tilstand. Elektronen vil hurtigt falde til grundtilstanden, men dette tager dog en endelig, omend kort tid, og jo tættere stoffet er, desto større er sandsynligheden for, at det næste sammenstød finder sted medens elektronen endnu er i en anslået tilstand, hvorfra den lettere kan fjernes end fra grundtilstanden. Derfor bliver ladningen højere i de tættere stoffer end i de tynde.



Figur 2. Ligevægtsladninger i forskellige stoffer som funktion af kerneladningen af de nedbremsende atomer. Som i figur 1 er de lette og tunge fissionsfragmenter angivet med henholdsvis hvide og sorte punkter.

Den sidste figur viser nogle primitive målinger af fissionsfragmenternes ionisering i brint og deuterium. Ordinaten er her energitabet i Mev pr cm af banen; sorte og hvide punkter svarer til henholdsvis deuterium og almindelig brint, og som man måtte vente følges sorte og hvide punkter ad for både det lette og det tunge fragment. Figuren giver en smuk illustration af Bohrs teori, ifølge hvilken ladningen, og dermed ioniseringen, er høj i begyndelsen af banen, men efterhånden som fragmenterne bremses og får mindre hastighed, aftager ladningen og ioniseringen. Det ser nok i første øjeblik en smule underligt ud med de sving, der er på kurverne i de to ender, hvor der ikke er nogen målinger. Ioniseringsmålingerne er imidlertid kombineret med Bøggilds tågekammermålinger af rækkevidder, med kendskabet til forholdet mellem arealerne under kurverne, og med Bohrs teori. Denne lærer os, at på den første del af banen, taber

fragmenterne energi ved at overføre energien til elektroner i de ramte atomer, og vi taler om elektronstød, men når ladningen bliver meget lille, optræder i stedet for kernestød, hvor energitabet sker ved, at det ramte atom som helhed får et rekyl. Kernestopningen, som er størst nær slutningen af banen, kan beregnes, og så kan man føje kurverne sammen som vist.



Figur 3. Energitab af fissionsfragmenter i brint (hvide punkter) og deuterium (sorte punkter).

Nu skal jeg ikke trætte auditoriet med flere af mine tidlige forsøg, som vel er af større interesse for mig selv end for tilhørerne. Jeg kan dog måske nævne, at da cyklotronen i slutningen af 40'erne, ikke mindst ved Børge Madsens indsats, leverede stærke γ-kilder af ^{24}Na til overlæge Jens Nielsen på Radiumstationen, benyttede jeg lejligheden til at bruge sådanne stærke kilder til at studere fotosønderdelingen af deuterium, som dengang var interessant. I den sammenhæng vil jeg også mindes, at cyklotronen gennem årene har produceret et stort antal radioaktive præparater til George Hevesy og hans medarbejdere til deres tracer forsøg.

Men ellers vil jeg springe frem til 1957. Cyklotronen var flyttet til de nuværende lokaler, den var igen bygget op fra grunden, og vi havde fået en α-stråle, som vi havde fået trukket ud af cyklotronen og ført til et naborum med tykke mure, hvor baggrundsstrålingen var tilstrækkelig lav til at tillade kernefysiske målinger. Når jeg siger "vi" mener jeg den på den tid forholdsvis store cyklotrongruppe, men især N.O.Roy Poulsen, som havde været særdeles virksom ved cyklotronen siden sin eksamen i 1948 og som var den drivende kraft bag konstruktionen af analysemagnet og kvadrupolmagneter og andre ting vedrørende den udvendige α-stråle. Roy Poulsen er nu leder af cyklotrongruppen og har hovedæren for, at cyklotronen i sit 53'ende år stadig er virksom, idet den producerer radioaktive kilder til lægerne på Rigshospitalet og andre steder. I 1957 havde vi besøg af amerikaneren H.W.Fulbright, som lærte os, at bygge et ioniseringskammer med et Frisch gitter, og sammen med ham studerede vi α-spredning. Måske tænker man, at det havde Rutherford gjort 50 år tidligere, men forskellen var jo, at vi havde 20 MeV α-partikler.

Senere havde vi besøg af en russisk fysiker, V.A. Sidorov, med hvem vi studerede (α,p) reaktioner. Sidorov blev siden leder af fysikanlægget i Novosibirsk. En anden russer, Popov, arbejdede sammen med Ove Nathan og Ole Hansen ved studier af Coulomb eksitation. Jeg skulle vel også nævne, at allerede meget tidligt brugte Otto Kofoed-Hansen, sammen med J.C.Jacobsen, cyklotronen til målinger af rekylenergien ved β-henfald. Endvidere at K.O.Nielsen sammen med andre udførte et forsøg, som ofte betegnes som forløber for CERN's ISOLDE projekt, idet en rørledning forbandt cyklotronen med Koch's isotopseparator, og massetal og levetider bestemtes for luftformige fissionsprodukter, produceret i cyklotronen.

Men tilbage til 1957, da jeg en dag sidder på mit kontor ved cyklotronen, og ind træder to herrer og forstyrrer min sjælefred ved at ville gøre mig til redaktør af Fysisk Tidsskrift efter H.M.Hansen. Det var professor H.Højgaard Jensen og dr. K.G.Hansen. De udviste stor overtalelsesevne, men kan sikkert begge bevidne, at jeg slog mig kraftigt i tøjret, og, som man jo gør i den slags situationer, udbad jeg mig betænkningstid. Jeg mente, som nok også andre universitetsansatte, at vi havde tre opgaver: Først skulle vi drive forskning, så vidt muligt undgå administration og overlade denne til dem, der havde evner herfor; dernæst skulle vi undervise studerende, og for det tredje skulle vi forsøge at informere en bredere kreds om vor videnskab og om, hvad det egentlig var, vi gik og foretog os. Men i den nævnte rækkefølge, og så blev der kun lidt eller ingen tid til det sidste. Efter overvejelse fandt jeg, at når nogen mente, at jeg kunne bruges som redaktør, var det min pligt at sige ja, og måske var det også en nem måde at klare den tredje opgave på - man kan jo somme tider være naiv. - Efter nogen tid blev også Fysisk Tidsskrift et af mine hjertebørn, og det er mig en stor glæde at modtage denne dags anerkendelse, som jo egentlig, i hvert fald delvis, burde gå videre til de mange forfattere af artikler i Fysisk Tidsskrift. Det er ikke så helt et lille arbejde at skrive en såkaldt populær artikel, og det tager lang tid, og forfatterne fortjener stor tak. At det tager tid kender jeg både som forfatter og redaktør. Jeg har jo ofte oplevet, at når en kommende forfatter har været så imødekommende at sige ja til at skrive om dette eller hint, ja så tager det lang tid, inden artiklen kommer - somme tider uendelig lang tid, der kommer slet ikke noget! Jeg har ikke nogen underbygget statistik, men skønner 70 % gevinstchance - dette er til trøst for dem som måtte føle sig trufne, de er ikke alene. Jeg erindrer kun een gang at være overrasket i modsat retning. Det var i 1962, da jeg skrev til en række personer i anledning af Bohr mindeskriftet; knap en uge efter kom en færdig artikel fra Hevesy i Stockholm. Den var håndskrevet på et sprog, som nogle af de i dag ældre mennesker erindrer med fornøjelse og veneration, ikke helt dansk, heller ikke svensk, men Hevesysk. Jeg havde

spekulationer med hensyn til i hvilken udstrækning, jeg skulle fordanske det.

Jeg vil gerne nævne en tredje gang, da jeg blev sat til noget, som ikke umiddelbart passede mig, men hvor jeg meget hurtigt blev glad ved arbejdet, nemlig da studienævnet i 1972 satte mig til Fysik I undervisningen.

Men nu slutter jeg med igen at takke Selskabet og samtidig udtale ønsket om at selskabet må få glæde af KVANT, og om at Selskabet må have fremgang i sine fortsatte bestræbelser på i Ørsteds ånd at udbrede kendskabet til naturvidenskaberne.



N.O.Lassen, videnskabelig medarbejder ved Niels Bohr Institutet, tidligere Institut for Teoretisk Fysik, fra 1938. Professor i fysik fra 1959 til 1984. Redaktør af Fysisk Tidsskrift fra 1957 til 1991.