

# Bohr og atommodellerne

Niels Bohr spiller en hovedrolle i Steno Museets videnskabs-historiske udstilling *Det nysgerrige menneske. Det skyldes, at hans nysgerrighed efter at forstå atomets opbygning gav os ny viden, som var med til at revolutionere det naturvidenskabelige verdensbillede.*

I anden halvdel af 1800-tallet var der mange fysikere, der studerede de såkaldte katodestråler, som kan opstå i elektriske udladningsrør. Det gav et mageløst indblik i en usynlig mikroverden.

## Katodestråler og elektroner

Man opdagede f.eks., at katodestrålerne bevæger sig i rette linjer, og at de kunne få udladningsrørets glasvæg

til at lyse, når den blev ramt af strålerne. Man fandt også ud af, at de var negativt ladede og kunne afbøjes af både magnetiske og elektriske felter. De kunne endda drive en lille mølle, som blev anbragt i strålen. Men bestod strålerne af bølger eller partikler, f.eks. atomer eller molekyler?

Svaret på dette spørgsmål blev givet i 1897 af den bri-

tiske fysiker Joseph John Thomson. Han havde nemlig udført en række eksperimenter, som viste, at strålerne bestod af partikler. Forsøgene gjorde det muligt at estimere forholdet mellem disse partiklers ladning og masse. Det førte til den overraskende konklusion, at partiklerne, som senere skulle blive kaldt elektroner, kun vejede omkring en tusindedel af det letteste atom, altså brint.

## Rosinbollemodellen

Thomson mente, at partiklerne stammede fra de gasatomer, som fandtes i katodestrålerøret. Han anfægtede derved den almindelige forestilling om, at atomerne var udelelige, små kugler. I stedet udtænkte han en ny atommodel, som han præsenterede i 1904.

Thomson forestillede sig, at atomet bestod af en ensartet masse af positivt stof, hvori de negative elektroner hvirvlede rundt. Derfor kaldes Thomsons atommodel på dansk for rosinbollemodellen, fordi elektronerne kunne opfattes som negative rosiner i en positiv bolledej.



*Der blev udviklet mange forskellige typer af katodestrålerør for at undersøge strålernes overraskende egenskaber. Her ses forrest et specialrør med en lille mølle, som kunne drives rundt af strålerne. Bagerst ses det klassiske Crookes-rør med et malteserkors, som blev brugt til at vise, at katodestråler bevæger sig ad rette linjer. Det var med et lignende rør, Wilhelm Röntgen opdagede røntgenstrålerne i 1895. Foto: Hans Buhl.*

### Bohr på studieophold

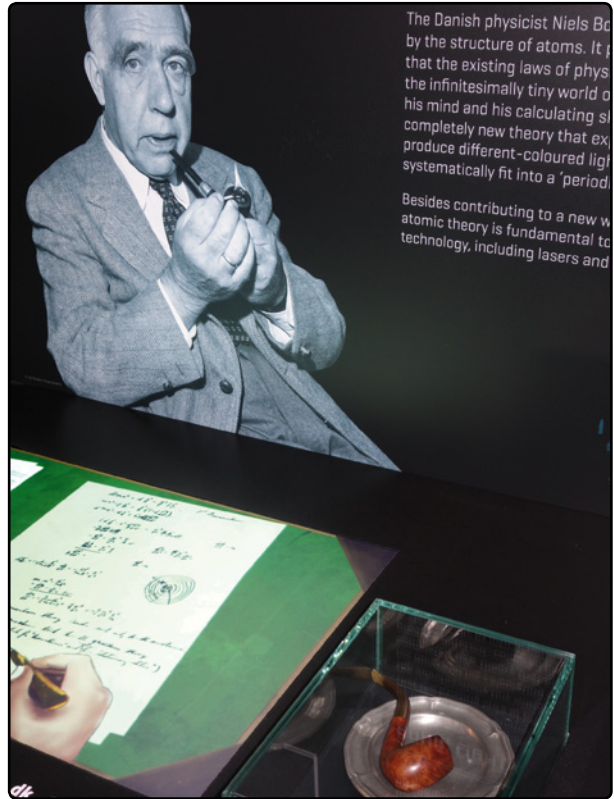
J.J. Thomson var en af tidens førende fysikere, og derfor tog mange unge fysikere til Cambridge for at studere hos ham. En af disse var den 25-årige Niels Bohr, som netop havde forsvaret sin doktordisputats om metallernes elektronteori.

Bohr kom derover i efteråret 1911, men det lykkedes ham ikke rigtigt at gøre Thomson interesseret i disputatsen. Det var nok heller ikke befordrende, at Bohr – for at illustrere sin interesse for Thomsons forskning – på deres første møde på gebrokkent engelsk havde påpeget adskillige fejl, han mente at have fundet i en af Thomsons artikler.

Noget godt kom der dog ud af opholdet i Cambridge. Det var nemlig her, Bohr hørte om Ernest Rutherfords opdagelse af atomkernen.

### Rutherfords eksperiment

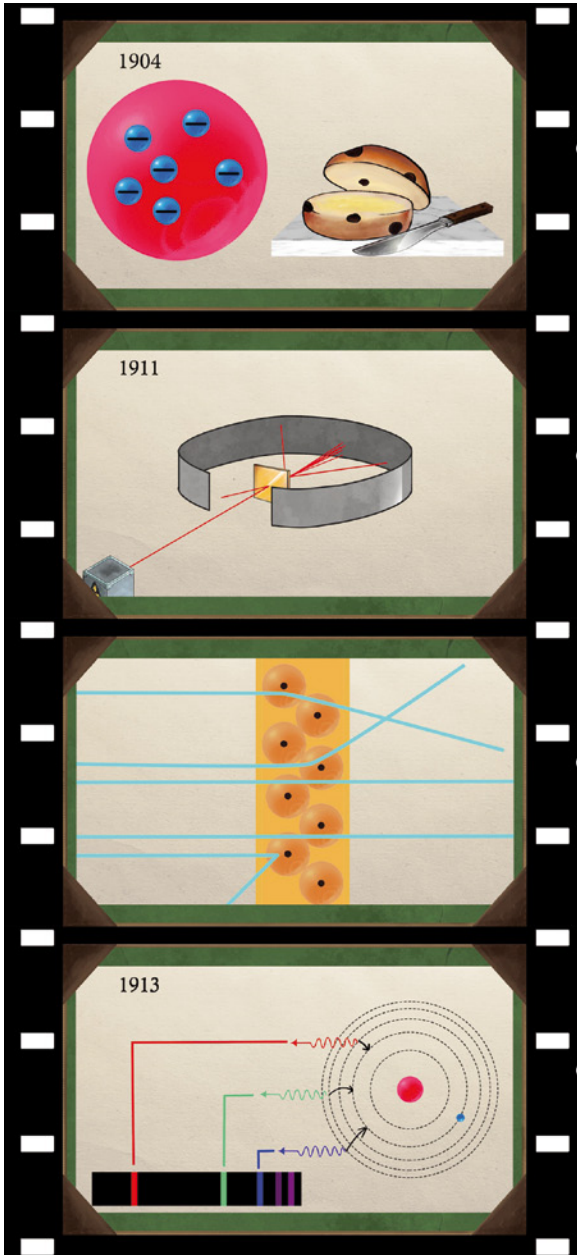
Rutherford og hans assistenter Hans Geiger og Ernest Marsden havde siden 1909 lavet eksperimenter i Manchester, hvor de havde forsøgt at studere atomets opbygning ved at skyde en stråle af alfapartikler mod en tynd guldfolie. Hvis guldatomerne bestod af en



Når Bohr arbejdede med sine teorier, var det ofte med en pibe i munden. En af hans piber kan ses i udstillingen Det nysgerrige menneske. Fru Bohr har fortalt, at Einstein havde været meget misundelig på netop denne pibe, da nogle af Bohrs geniale teorier var "født" i dens selskab. Foto: Hans Buhl.

ensartet masse, som Thomson havde foreslået, måtte man forvente, at alfapartiklerne bare gik lige igennem, helt upåvirket af de lette elektroner. Ligesom der ikke vil ske meget med haglens baner, hvis man skyder et gevær af mod en mur af rosinboller.

Men eksperimenterne viste noget helt andet. Nogle af alfapartiklerne blev nemlig afbøjet i varierende grad. Enkelte blev endda reflekteret af guldfolien. Det var tolt overraskende. Rutherford blev så forundret over målingerne, at han har fortalt, at "Det var den mest



utrolige begivenhed, der nogensinde er sket for mig i mit liv. Det var næsten lige så utroligt, som hvis du fyrede en 15-tommer granat mod et stykke silkepapir, og den kom tilbage i hovedet på dig.”

Den bedste forklaring, Rutherford kunne finde på de uventede målinger, var, at alfapartiklerne havde ramt noget inde i atomerne, som var meget tungere end dem selv. Derfor foreslog han i 1911, at det meste af atomets masse var samlet i en lille, positiv kerne, som elektronerne så bevægede sig rundt om ligesom planeterne om Solen. Han mente altså, at det var det elektriske felt fra denne kerne, der havde afbøjet de ligeledes positive alfapartikler.

### Bohrs atommodel

Denne teori inspirerede Bohr voldsomt, og han tog i foråret 1912 til Manchester

*I udstillingen kan man se en kort tegnefilm, som illustrerer den udvikling, der førte frem til Bohrs atomteori. Øverst ses Thomsons rosinbollemodel, dernæst en skitse af Rutherfords forsøg og hans forklaring om, at alfapartiklerne blev afbøjet af nogle tunge atomkerner. Endelig ses nederst Bohrs model for brintatomet og dets tilhørende spektrum. Tegninger: Oliver Hemmings.*

for at fortsætte sine studier hos Rutherford, som han hurtigt fik et godt samarbejde med. Bohr var specielt nysgerrig efter at finde ud af, hvordan elektronerne bevæger sig rundt om kernen. Han havde ikke regnet længe på det, før han indså, at atomerne slet ikke skulle kunne eksistere, fordi elektronerne ifølge den kendte fysik lynhurtigt burde spirallere ind i kernen, samtidig med at de udsendte elektromagnetisk stråling i form af et lysglimt. Dvs. at atomerne skulle gå i stykker.

Men det gør de jo ikke. Derfor ledte Bohr efter en helt ny forklaring, hvor han kombinerede Rutherfords model med Max Plancks kun få år gamle og endnu noget mystiske kvanteteori, som sagde, at strålingsenergien fra et atom altid er delt op i klumper.

Bohr byggede sin atomteori på to antagelser: For det første, at elektroner kun kan bevæge sig i nogle ganske bestemte, stabile baner rundt om atomkernen og for det andet, at elektroner kan springe mellem banerne ved at optage eller udsende lys.

Bohr mente, at farven på lyset svarer til energiforskellen mellem de to baner.

På den måde kunne hans teori forklare, hvorfor grundstofferne udsender lys med ganske bestemte farver. Det havde ellers været en gåde i det foregående halve århundrede, hvor man systematisk havde studeret grundstoffernes spektre. (Se "Fantastiske farver – hvor kommer de fra?", *Stenomusen* 78, 1-4.)

### Skalmodellen og det periodiske system

I de følgende år arbejdede Bohr videre med sin teori, først alene, og senere sammen med andre fysikere, efterhånden som teorien blev anerkendt.

Det førte bl.a. til, at han i 1922 kunne give en forklaring på strukturen af det periodiske system, som Mendelejev havde opdaget et halvt århundrede tidligere. (Se "Grundstoffernes store puslespil", *Stenomusen* 79, 1-5.)

Bohr mente således, at elektronerne i et atom ordnede sig i såkaldte skaller, og at det kun var elektronerne i den yderste skal, som havde betydning for atomernes kemiske egenskaber. F.eks. er de såkaldte ædelgasser (helium, neon, argon etc.) inaktive, fordi

deres yderste skal med otte elektroner er fyldt helt op, hvorfor de er utilbøjelige til at reagere med andre atomer.

### Forkert men frugtbar teori

Bohrs teori gav ny vigtig viden om atomernes natur. Men der dukkede til stadighed nye fænomener og målinger op, som den ikke rigtigt kunne forklare. Så efterhånden blev det klart, at teorien trods alt gav et rigeligt forsimplet billede af, hvordan atomet skal forstås. Det førte til at Bohrs atommodel i 1925 blev erstattet af den langt mere abstrakte kvantemekanik, som bl.a. gav afkald på at tænke i veldefinerede elektronbaner.

Dette ændrer imidlertid ikke på, at Bohrs atomteori og det faglige miljø omkring hans Institut for teoretisk fysik ved Københavns Universitet lagde grunden til meget af den moderne fysik såvel som utallige teknologier, som vi i dag betragter som uundværlige. F.eks. MR-skannere, atomure, lasere og LED-lamper samt transistorer – og dermed hele den moderne informations- og kommunikationsteknologi.

Hans Buhl