

## Atomets opdagelse (1-3)

Tema: Atomet  
Fag: Kemi A+B+C,  
Fysik A+B+C  
Målgruppe:  
Ungdomsuddannelser

### QR-kode

Fører til  
posten i  
mitCFU

**Tv-serie i 3 afsnit:** DR2, 24.08.2009 - 26.08.2009, afsn.1/50min, afns.2/50min, afsn.3/50min



Billedet er fra Tv-serien.

## Faglig relevans/kompetenceområder

### Fysik A + B (udkast, stx august 2017):

#### Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede

- grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse og spektrallinjers rødforskydning
- Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomene
- naturens mindste byggesten, herunder atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof og grundstoffernes dannelseshistorie.

#### Kvantefysik

- atomers og atomkerners opbygning
- fotoners energi og bevægelsesmængde, partikel-bølge-dualitet, atomare systemers emission og absorption af stråling, spektre
- radioaktivitet, herunder henfaldstyper, aktivitet og henfaldsloven.

### Fysik C (udkast, stx august 2017):

#### **Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede**

- grundtræk af den nuværende fysiske beskrivelse af Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse
- Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener
- atomer som grundlag for forklaring af makroskopiske egenskaber ved stof.

### Kemi A (udkast, stx, august 2017)

- grundstoffernes periodesystem, herunder atommodel og orbitaler

### Kemi B + C (udkast, stx, august 2017)

- grundstoffernes periodesystem, herunder atomers opbygning

## Ideer til undervisningen

### **Atomets opdagelse**

Serien er produceret af BBC i 2007, og består af 3 afsnit. Den vil kunne fungere som supplement til forløb om atomet og forskningen i naturens mindste byggesten.

Serien er primært relevant i fagene fysik og kemi.

De enkelte afsnit udgør samlet en form for kronologisk gennemgang af udviklingen i den forskning, der de sidste godt hundrede år har beskæftiget sig med vores forståelse og opfattelse af de "byggesten", som alt består af, startende med opdagelsen af atomet. Derefter følger udforskningen af atomet – dets størrelse, opbygning med meget mere. Samtidig redegør den for de videnskabelige forskningsresultater og metoder, der ligger til grund for forskningen.

Igennem udsendelserne bliver en lang række centrale begreber og discipliner omtalt og søgt forklaret, her kan nævnes: X-rays, radioaktivitet, kvantespring, matrixmekanik, Heisenbergs ubestemthedsprincip, Københavnerfortolkningen, kvantemekanik, atomkernemodeller, atomfysik, kernefusion, stellar kernefusion, Big-bang, stof og antistof, kvante-elektro-dynamikken, kvarker etc.

Og det hele knyttes sammen med de videnskabsfolk, der har stået i spidsen for megen af den forskning, der har pågået: Einstein, Bohr, Rutherford, Hoyle, Gamow, Dirac, Feynman, Gell-Mann m.fl.

Derudover skitseres nogle af de videnskabelige problemer og teorier, der arbejdes med i dag: tyngdekraft og atomteorien/kvanteteorien, måleproblemet og "Schrödingers kat", strengteorien, bran-teorien og quantum loop gravity-teorien.

Serien vil kunne bruges som optakt til forløb inden for områder, der har atomet som kernestof. Samtidig kan udsendelserne være med til at anskueliggøre og visualisere et ellers ganske svært tilgængeligt stof. De enkelte afsnit er også til en vis grad tematiseret. Således kan eksempelvis afsnit 1 anvendes som indgang og oplæg til arbejdet med "Kvantefysik" og afsnit 2 ligeså i forbindelse med området "Universet og dets udviklingshistorie, herunder Universets udvidelse".

## Atomets opdagelse 1

### Titanernes kamp

Kernekemikeren Jim Al-Khalili fortæller i tre programmer om den største videnskabelige opdagelse nogen sinde, opdagelsen af atomet. Erkendelsen af, at alt i hele verden er dannet af atomer vendte op og ned på den etablerede videnskab og førte til dannelsen af et helt nyt forskningsområde. Men vejen til denne erkendelse var lang og hård og førte til dyb splittelse og nærmest fjendskab mellem nogle af verdens fremmeste fysikere som Niels Bohr og Werner Heisenberg på den ene side og Albert Einstein og Erwin Schrödinger på den anden. Einstein kæmpede hele sit liv for at få orden på de uregelmæssige atomer, mens Bohr argumenterede for, at fysikerne måtte affinde sig med at bevæge sig i kaos.

## Atomets opdagelse 2

### Nøglen til kosmos

Opdagelsen af universets mindste enhed, atomet, med dets indhold af elektroner, protoner og neutroner og den senere opdagelse af radioaktivitet, førte ikke alene til atombomben, men overraskende nok også til løsningen af det store mysterium om universets skabelse og dets 14 milliarder år lange historie. Kernekemikeren Jim Al-Khalili fortæller om det 20. århundredes store videnskabsmænd, der udkastede teorien om the Big Bang - og senere beviste teoriens rigtighed - og dermed besvarede menneskehedens to store spørgsmål: Hvorfor er vi her, og hvordan blev vi skabt? Vi er alle skabt af stjernestøv. Eller sagt lidt mindre romantisk. Alt i universet er skabt af atomaffald!

## Atomets opdagelse 3

### Illusionen om en virkelighed

I sidste del af serien om atomets opdagelse fortæller kernekemikeren Jim Al-Khalili om, hvordan kerneforskningen har tvunget os til at tage vores opfattelse af virkeligheden op til fornyet overvejelse. I nutidens forskning møder han ideer, der virker som den rene science fiction, men er en central del af den moderne atomvidenskab, som at der måske findes parallelle universer, og at det tomme rum ikke er spor tomt, men syder af aktivitet. Den virkelighed, vi kan se, lugte, føle og høre, ser ud til kun at være en lille flig af en større, mere undefinerbar, langt større og langt mere vidunderligt univers end vi i den vildeste fantasi kunne forestille os.

## Supplerende materialer

- Tv-udsendelserne kan streames via mitCFU

- **Jagten på Higgs-partiklen** (Indholdsbeskrivelse: I godt 40 år har den såkaldte Standardmodel til forklaring af universets kræfter givet virksomme teoretiske resultater. Standardmodellen forudsiger imidlertid eksistensen af den såkaldte Higgs-partikel, og forskere på begge sider af Atlanten er siden 2008 i et kapløb om at bevise Higgs-partiklens eksistens, da vi ellers skal omskrive vores forståelse af, hvad vores univers består af. Jagten kræver kæmpemæssige accelerators som CERNs LHC eller Fermilabs Tevatron, der kan smadre atomkerner sammen, så man kan søge Higgs-partiklen med kæmpedetektorer blandt det sprængte partikelmateriale. Skeptikere frygter at forsøgene vil skabe et sort hul der opsuger os alle, men forskerne frygter

- intet. Ann Marker og forskellige eksperter forklarer i udsendelsen detaljeret teorien bag Higgs-partiklen, og hvorledes LHC virker.)
- **Da videnskaben mistede sin uskyld** (Indholdsbeskrivelse: Niels Bohr og en række andre fremtrædende fysikere bidrog under 2. Verdenskrig til Manhattan-projektet i USA, som gik ud på at konstruere en atombombe til de allierede. Nazistiske videnskabsmænd under ledelse af Bohrs elev Werner Heisenberg arbejdede i Tyskland også på at skabe en atombombe, som kunne vinde krigen for Hitler. Derfor var der tale om et kapløb om verdensherredømmet, som det var svært for mange videnskabsmænd at unddrage sig, selv om de egentlig var imod udryddelsesvåben og måske endda var pacifister. Udsendelsen belyser de mange etiske overvejelser, som Bohr og andre fysikere gjorde sig, og om deres forsøg på at påvirke politikere og statsmænd som fx Churchill og Roosevelt.)
  - **Mødet i København** (Indholdsbeskrivelse: I 1941 mødtes to af verdens førende atomfysikere, tyskeren Werner Heisenberg og danskeren Niels Bohr, i København. Mødet varede kun ti minutter, men skulle kaste en skygge over de to mænds liv og gøre deres venskab til et af de mest omdiskuterede i videnskabens historie. Her længe efter, at de begge er døde, har fundet af et hidtil ukendt brev, givet historien en ny drejning.)
  - **Univetrsets mindste byggesten** (Indholdsbeskrivelse: For at forstå hvad universet er bygget af, har forskere de seneste 50 år kigget ind i atomernes indre ved hjælp af en partikelaccelerator, der er en del af forskningsanlægget CERN. Med en ringformet partikelaccelerator, der er et meget kraftigt mikroskop, kan man kikke helt ind i atomkernerne. I studiet viser Anja Philip, hvordan atomkerner er opbygget og hvilke krafter der eksisterer.)
  - **Vild med partikler** (Indholdsbeskrivelse: For at forstå hvad universet er bygget af, har forskere de seneste 50 år kigget ind i atomernes indre ved hjælp af en partikelaccelerator, der er en del af forskningsanlægget CERN. Med en ringformet partikelaccelerator, der er et meget kraftigt mikroskop, kan man kikke helt ind i atomkernerne. I studiet viser Anja Philip, hvordan atomkerner er opbygget og hvilke krafter der eksisterer.)
  - **Københavnertolkningen** (Indholdsbeskrivelse: Københavnertolkningen kaldes den filosofiske lære, hvor Niels Bohr pegede på den afgørende rolle, som måleapparatet spiller, når man iagttager den atomare verden. Teorien har været stærkt omstridt, og bl.a. Einstein var imod. Gennem en række interviews med fremtrædende fysikere fremsættes forskellige synspunkter på teorien.)
  - **Den forunderlige kvanteverden** (Indholdsbeskrivelse: I fremtidens kvantecomputer udnyttes Niels Bohrs svimlende teorier om kvantefysik, hvis validitet Albert Einstein ikke kunne anerkende, men som forskningen i dag har accepteret. Selv om det er uforståeligt, har man fx eksperimentelt bevist fænomenet "entanglement". Dvs. at når to atomare partikler har været i forbindelse med hinanden og skilles ad, vil de stadig opføre sig, som om de er forbundne. Disse adskilte partikler vil reagere med en øjeblikkelighed, der overstiger lysets hastighed, så hvis fx den ene måles og derved polariseres, vil den anden i præcis samme øjeblik polariseres modsat! Fænomenet "superposition" betyder, at en atomar partikel i superposition kan befinde sig i to modstridende tilstande på én gang, spinne i to retninger på én gang (qubit) og være flere steder samtidig! Kvantecomputeren kan ved hjælp af qubits parallelt og samtidig afprøve alle udregninger på én gang og er derfor enormt hurtig. Kombineres entanglement og superposition, bliver

kvantecomputeren endnu kraftigere. En kvantefysisk grundindsigt er, at selve målingen påvirker det målte på kvanteniveauet, og det kan udnyttes til kryptering. Har nemlig to personer modtaget hver deres partikel, som er entangled, vil enhver ændring i partiklernes spin vise dem, at nogen lytter med. Et fremtidigt globalt kvantekommunikationsnetværk, hvor alle kvantecomputere arbejder på samme opgave, kan skabes ved hjælp af "teleportation", dvs. ved at tilføje en entangled atomar partikel ny information, som straks også er til stede langt borte i andre entangled partikler fx i satellitter ude i rummet.)