



# fysik-kemi nr. 2 2020

## **Dette blad udgives af DFKF Danmarks Fysik og Kemilærer Forening**

DFKF er en faglig forening for undervisere i fysik/kemi og natur/teknologi.  
Hjemmeside: [www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)

Redaktør er Michael Schmdt,  
Gl.Møllevej 6,  
3300 Frederiksværk.  
[misc2812@gmail.com](mailto:misc2812@gmail.com)  
+45 22989419

Bladet udkommer 4 gange årligt, og kan altid ses digitalt på vores hjemmeside.  
Enkelte numre udgives også rent fysisk, hvilket gælder nærværende nummer, der  
udgives i anledning af årsdagen for elektromagnetismens opdagelse i 1820  
Næste blad forventes at udkomme ultimo oktober.

Bestyrelse:  
Formand  
Erland Andersen,

Kasserer:  
Veronique Beaugras

Næstformand:  
Niels Daniel Nielsen

Landssekretær:  
Thomas Mau

Michael Schmidt

Artiklerne i fysik-kemi dækker ikke nødvendigvis redaktionens eller foreningens  
synspunkter.

Medlemskab:  
Meldlemskab af foreningen tegnes skriftligt via foreningens hjemmeside  
[www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk)  
kontingentet opkræves en gang årligt.

Husk selv at melde flytning, ændring af profil m.v. via hjemmesiden



**Danmark fejrer 200-året for H.C. Ørsteds  
opdagelse af elektromagnetismen**



## En hyldest til H.C.Ørsted

Nærværende blad er en hyldest til en af vores allerstørste videnskabsmænd. Vi fejrer i år 200 året for elektromagnetismens opdagelse, der blev gjort af H.C.Ørsted. Vi fejrer det med et blad fyldt med gode historier og fortællinger om H.C.Ørsted. I artiklerne kobles der op til nutiden og den store betydning og banebrydende opdagelse Ørsted gjorde den julidag i 1820.

Denne hyldest er blot en af rigtig mange events rundt omkring i landet, idet der er lavet mange spændende og gode udstillinger i anledning af 200-året. Endvidere er der udgivet mange bøger og artikler, der kan anbefales. Alt i naturen er forbundet med hinanden, mente H.C. Ørsted, der forenede elektricitet og magnetisme.

Der vil i nogle artikler være gode tips til undervisningen og der er vores håb, at vi med dette blad kan bibringe viden og læring, der vil kunne bruges i undervisningen. Der vil sikkert være nogle, der vil mangle noget, men vi har ud fra vores bedste overbevisning forsøgt at afdække mennesket og fysikeren H.C.Ørsted, og fået nogle af vores bedste H.C.Ørsted-forskere og formidlere til at bidrage til bladet.

Samtidigt forsøger vi at gøre det levende med henvisninger til forsøg og aktiviteter, der kan gennemføres i enhver skole i landet. En stor tak til at bidragsydere, og en stor tak til vores annoncører. Det næste nummer vil udkomme ultimo oktober, og vi vil bestræbe os på, at udarbejde et såkaldt hands-on-nummer med gode forsøg og gode fortællinger om disse.

Redaktøren.

**BLIV MEDLEM AF DFKF**

**Din faglige forening**

**Vi arbejder for din videreuddannelse og for dine faglige forhold. Vi synes det er vigtigt at se muligheder i stedet for begrænsninger, og vi synes det er vigtigt at udvikle en naturfaglighed, der bygger på naturvidenskabelig arbejdsmetode og udvikler elevernes læring inden for naturfag i bred forstand.**

# Indhold i bladet

Tema:

## En hyldest til H.C. Ørsted

Indhold:

Elektromagnetismen blev startskuddet til at forene alle naturkræfter

Af Jens Ramskov

## Ørsted og den kemiske kraftlære

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, seniorforsker, DTU Space

## De første batterier

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, seniorforsker, DTU Space

## Videnskabsmanden H. C. Ørsted

Af Helge Kragh, emeritus professor, Niels Bohr Institutet

## H.C. ØRSTED OG ELEKTROMAGNETISMEN - 200-ÅRET FOR OPDAGELSEN AF ELEKTROMAGNETISMEN

Af Troels Gollander

## Tegneserien om H. C. Ørsted

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, seniorforsker, DTU Space

Bog anmeldelse: 200 året for H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetisme.

## Hans Christian Ørsted – the Unity of Spirit and Nature.

On the bicentennial of Electromagnetism.

Af Erland Andersen, DFKF.

Nu kan 4. – 6. klasse også gå i

Fjernvarmeskolen

Nemt for lærerne – gratis

undervisningsmateriale som

engineeringforløb.

**Øvrigt indhold i bladet:**

**Formanden har ordet - en leder fra foreningens formand Erland Andersen**

**Aktivitetsplan for efteråret i DFKF**



## Elektromagnetismen blev startskuddet til at forene alle naturkræfter Af Jens Ramskov

**Alt i naturen er forbundet med hinanden, mente H.C. Ørsted, der forenede elektricitet og magnetisme. Fysikerne drømmer i dag om at forene alle naturkræfter i en samlet teori for alting.**

Den 4. juli 2012 kunne CERN's daværende generaldirektør Rolf Heuer foran et stopfyldt auditorium ved højenergifysikanlægget i Geneve erklære »I think we have it«.

Det som, CERN nu havde, var Higgs-partiklen - den sidste manglende brik i partikelfysikkens såkaldte Standardmodel.

Standardmodellen beskriver alle partikler og kræfter, der er knyttet til tre af de fire naturkræfter: den stærke kernekraft, der bl.a. forklarer, hvordan kvarker binder sig sammen tre og tre og danner protoner og neutroner; den svage kernekraft, der forklarer radioaktive henfald og den elektromagnetiske kraft. Kun tyngdekraften er ikke med i denne model.

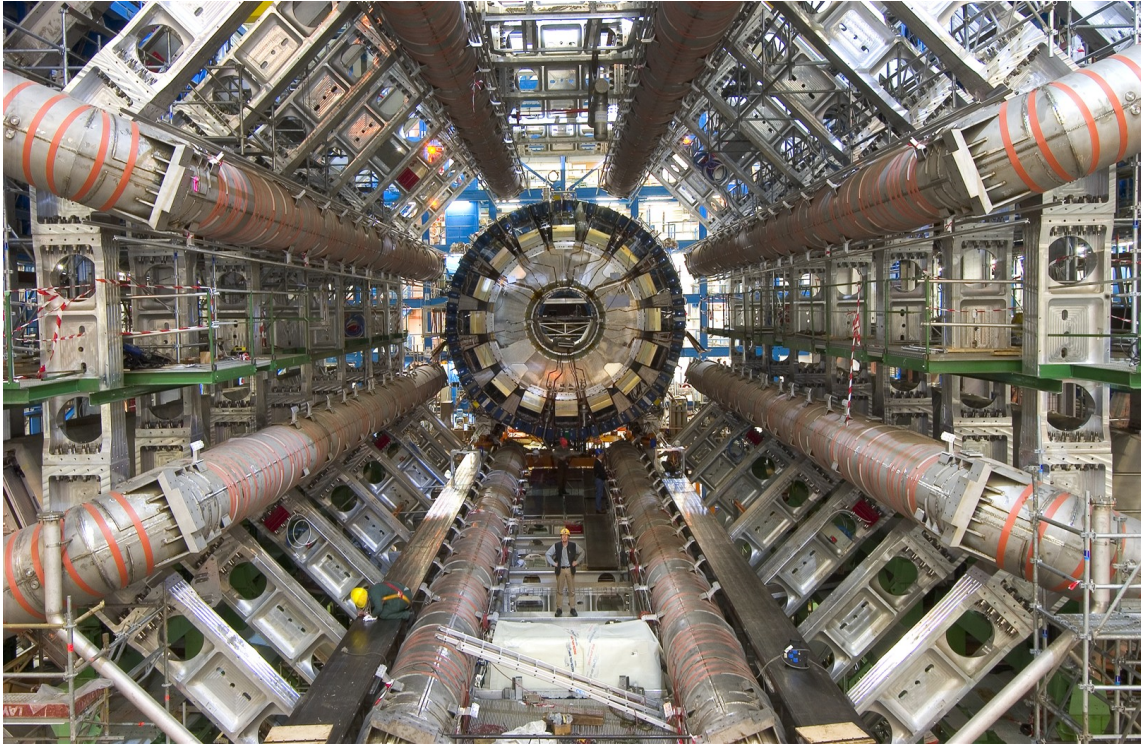
I denne beskrivelse er Higgsfeltet og den tilknyttede partikel forklaringen på, at kvarkerne og elektronerne har masse, mens fotonen er en masseløs partikel.

Opdagelsen af Higgs-partiklen var et bevis på, at denne beskrivelse af naturen er korrekt.

Men det var ikke en let opgave at få Higgs-partiklen i hus. Det krævede en cirkulær accelerator med en omkreds på 27 km til en samlet pris af omkring 50 mia. kroner og en ihærdig indsats af flere tusinde forskere og teknikere gennem flere år.

I samme måned 192 år tidligere kunne en dansk naturvidenskabsmand i princippet have kommet med samme udbrud efter nogle få ugers koncentreret indsats og blot med lidt hjælp fra et par assistenter og gode venner, et hjemmebygget batteri, en ledning og en kompasnål.

For efter gennem flere år at have været overbevist om, at alle kræfter i naturen måtte være forbundet med hinanden på en eller anden måde, kunne han vise, at der eksisterede en såkaldt 'elektrisk vekselkamp' fra en strømførende elektrisk ledning, som påvirkede magnetiske materialer.



### **En chokerende opdagelse**

Den 21. juli 1820 sammenfattede H.C. Ørsted - for ham var det naturligtvis - sin opdagelse af elektromagnetismen, som den elektriske vekselkamp kort efter blev omdøbt til, i et skrift på fire sider forfattet på latin, som han rundsendte til de førende naturvidenskabsmænd i Europa. Hvor opdagelsen af Higgspartiklen var længe ventet, var H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen en total overraskelse for datidens videnskabelige samfund. Ikke mindst var de franske naturvidenskabsmænd chokerede. Man kan undre sig i dag, for opdagelsen af elektromagnetismen lå i begyndelsen af 1800-tallet så at sige lige til højrebænet. Andre videnskabsmænd rundt omkring i Europa kunne med lethed have gjort det samme som H.C. Ørsted, hvis bare de havde villet. Men de franske naturvidenskabsmænd på dette tidspunkt havde alle lært af den store afdøde autoritet

Charles-Augustin de Coulomb, at der ikke kunne være en sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme. I den franske selvforståelse var det kun folk inspireret af tysk romantisk naturfilosofi, der kunne tro på sådan noget vås. Når der ikke var nogen sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme at finde, var der naturligtvis heller ingen grund til at lede efter en sådan.

I dag er det nærmest selvindlysende for alle, at en magnetnål slår ud til siden, når en strømførende ledning placeres over den. Ja når de ældste elever undervises i det i Folkeskolen, kan man sagtens kalde det børnelærdom. Men der skulle en naturromantiker som Ørsted til for at gøre denne opdagelse.

---

---

## Tiden er moden til opdagelsen

På en måde var Ørsted heldig at leve på det rette tidspunkt, for det var først i begyndelsen af 1800-tallet, at det blev muligt at lave forsøg med elektrisk strøm. Som opdagelsen af Higgspartiklen krævede teknologiske gennembrud for lave de afgørende forsøg, gjorde opdagelsen af elektromagnetismen det også.

Frem mod slutningen af 1700-tallet var der opstået en forholdsvis god forståelse af magnetisme og statisk elektricitet. Det skyldtes ikke mindst Coulomb, som i 1785 opdagede, at den elektrostatiske tiltrækning og frastødning var beskrevet med en kvadratlov, som det også var tilfældet for Newtons beskrivelse af tyngdekraften ca. 100 år tidligere.

Men elektrostatiske kræfter påvirker ikke magnetiske materialer. Som vi ved i dag, skal der dynamiske effekter som elektrisk ladning i bevægelse til for at koble elektricitet og magnetisme sammen. Og man skal have et batteri for at genere en elektrisk strøm.

Et sådant havde den italienske fysiker Alessandro Volta fremstillet i 1800. Hans voltasøjle var et elektrokemisk batteri med flere celler, som hver indeholdt en kobberskive og en zinkske adskilt af et stykke pap eller læder vædet i en svagt sur eller basisk opløsning. Voltasøjlen blev hurtigt taget i anvendelse, og andre former for batterier dukkede snart op.



Med voltasøjlen kunne man arbejde med elektriske strømme ved at forbinde en metalledning fra den ene ende af voltasøjlen til den anden - uden man dog rigtigt forstod, hvad elektrisk strøm egentlig var for noget. Ingen kendte jo til atomer og deres indre bestanddele elektroner på dette tidspunkt.

H.C. Ørsted havde allerede stiftet kendskab til voltasøjlen under en længerevarende rundrejse til Tyskland og Frankrig fra midten af 1801 til begyndelsen af 1804. Tanker om en sammenhæng mellem naturkræfterne, havde han formuleret i 1812. Så på en måde kunne han sagtens have gjort sin opdagelse tidligere end 1820.

Ørsted var dog på dette tidspunkt overbevist om, at det ville være vanskeligt at studere en sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme, som efter hans opfattelse ville besværes af, at elektricitet påvirker både magnetiske og umagnetiske emner.

I årene efter kom H.C. Ørsted til at indtage en mere og mere central rolle i det videnskabelige miljø i Danmark. Han var et fremtrædende medlem af Videnskabernes Selskab og blev udnævnt til ordinær professor i fysik i 1817.

Hans evner var efterspurgt inden for mange områder, og i både i 1818 og 1819 blev Ørsted på kongelig befaling sendt til Bornholm for at studere muligheden for en dansk udvinding af kul. Alligevel havde Ørsted også tid til at holde en række foredragsrækker for det bedre borgerskab, og i vinteren 1819/1820 holdt han en forelæsning med eksperimenter om *Elektricitet, Galvanismus og Magnetismus tillige med de chemiske Naturlove, som deraf lader sig udlede.*

---

---

### **Uimponeret publikum**

Op til en af de sidste forelæsninger i april har Ørsted fået bygget sig et nyt batteri bestående af zinkplader i et kar fyldt med svovlsyre og salpetersyre.

Han har tænkt sig at placere en ledning med en metaltråd tæt på en kompasnål for at iagttage om, der ville ske et eller andet. Ørsted var klar over, at elektricitet kunne få en tråd til at gløde og udsende lys - på den måde var der påvist en sammenhæng mellem elektricitet og lys. Der måtte også være en eller anden sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme, mente han - uden at vide præcist, hvordan det ville give sig til udtryk. Han havde ingen decideret teori - kun en fornemmelse.

Ørsted har selv forklaret, at han ikke fik afprøvet det nye batteri, inden han skulle holde sit foredrag, og det var en pludselig indskydelse, der fik ham til at udføre forsøget under forelæsningen, hvor han placerede den elektriske ledning over kompasnålen.

Og hvad skete der: Nålen bevægede sig. Men ikke ret meget. Effekten var svag og irregulær og gjorde ikke noget stort indtryk på tilhørerne. Hvor tilhørerne i CERN's auditorium 4. jul 2012 brød ud i jubel ved Rolf Heuers annoncering, så var tilhørerne til Ørsteds forelæsning helt uimponerede - selv om de på første hånd havde iagttaget en banebrydende videnskabelig opdagelse.

### **Brug for det rette apparatur**

H.C. Ørsted kunne dog ikke selv have været i tvivl om vigtigheden af eksperimentet, så det mest overraskende er næsten, at det først var i juli, at han begyndte mere systematiske undersøgelser af fænomenet.

Forklaringen skal findes i, at H.C. Ørsteds ekspertise var efterspurgt i mange andre sammenhænge, så han havde simpelt hen ikke tid før det blev sommer.

Som CERN måtte bygge sig en helt ny kæmpeaccelerator for at opdage Higgspartiklen, har Ørsted også brug for større apparatur. Nøglen til de eksperimenter, han udførte over flere dage i de første uger juli, lå i et endnu større batteri og en forståelse af, hvilken form for ledning, der giver den største effekt.

Han beskriver helt præcis sit batteri i skriftet, hvor han redegør for den 'elektriske veksekamp' og dens påvirkning af magnetnålen. Han omtaler en lang række eksperimenter med ledninger af forskelligt materiale og dimensioner med placering af ledningen over og under kompasnålen, lidt til højre og til lidt til venstre osv. Alt sammen i et forsøg på at forstå, hvad der sker.

Ørsted opdager bl.a., at det ikke var den tynde tråd, der glødede, der gav størst effekt på magnetnålen. Det kan vi let forklare i dag, da den tynde tråd har høj modstand, og dermed lille strømstyrke. En tykkere tråd har mindre modstand og dermed større strømstyrke og genererer derfor et kraftigere magnetfelt.

Mest overraskende for Ørsted og alle andre var nok, at kraftpåvirkningen var helt anderledes end ved tyngdekraften og den elektrostatiske til- og frastødning. I disse går kraften i en retlinet retning. Et æble falder lodret til Jorden - det falder ikke ned i en spiralbevægelse.

Strømmen i den elektriske ledning gav derimod en cirkulær kraftpåvirkning, som vi i dag forklarer med højrehåndsreglen - den var helt uventet.

---

H.C. Ørsted er dog i stand til at præsentere en variant af højrehåndsreglen, selv om han ikke har samme forståelse af elektrisk strøm, som vi har i dag. Med den kan han forudsige til hvilken side, magnetnålen vil slå ud, ud fra ledningens placering i forhold til magnetnålen og strøm-  
mens retning.

### **Forening af alle naturkræfter**

Med elektricitet og magnetisme forbundet i elektromagnetisme, var det naturligt at spekulere i, om ikke også elektromagnetisme og tyngdekraften på en eller anden måde kunne forenes - ikke mindst fordi de begge følger en kvadratlov for afstanden. Den skotske fysiker James Clerk Maxwell, som i 1865 formulerede en elektromagnetisk feltteori, der gav Ørsteds opdagelse et sikkert matematisk fundament, forsøgte sig også herpå, men indså hurtigt, at det kunne han faktisk ikke komme med et svar på.

Det blev Albert Einsteins helt store opgave de sidste 30 år af sit liv til sin død i 1955. Han fejlede totalt, for opgaven med at forene naturkræfter er meget mere kompliceret, end selv Einstein troede.

Det var først i midten af det 20. århundrede, at fysikerne erkendte, at der findes to andre former for naturkræfter: Den svage og stærke kernekraft - beskrevet i indledningen. I dag er den svage kernekraft og elektromagnetisme forenet i en teori for den elektro-svage kraft, som er eksperimentelt bekræftet i 1983 ved eksperimenter ved CERN.

Fysikerne er også enige om, at den stærke kernekraft kan kobles sammen med de to andre med en såkaldt grand unified theory GUT - som der dog endnu ikke er fuld enig om, hvordan ser ud. En årsag hertil er, at det slet ikke er mulig med selv Large

Hadron Collider ved CERN at opnå de energier, der skal til for at teste og undersøge sådanne teorier.

Når det gælder en teori for alting, hvor også tyngdekraften skal forenes med de tre andre, mudres billedet. Der er mange ideer til, hvordan det måske kan gøres, men ingen er perfekte eller kan afprøves eksperimentelt.

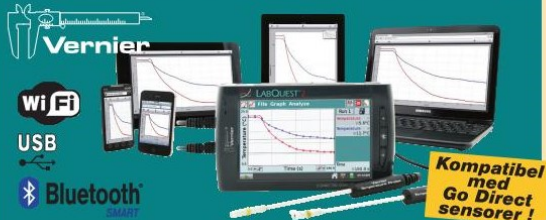
Nogle gange sker videnskabelige opdagelser næsten ved et tilfælde. De kan sagtens være betydningsfulde, men den videnskabelige proces, hvor man systematisk med eksperimenter og observationer arbejder hen mod en opdagelse er på mange måder både mere krævende og indsigtfuld. Man skal have en idé om, hvad man vil lede efter, og man skal have den rette teknologi til at gennemføre de nødvendige eksperimenter. Derefter skal afprøve og undersøge alle muligheder.

De gjorde H.C. Ørsted i 1820, da hans stort set alene opdagede elektromagnetismen, og det var på den måde, fysikerne og teknikerne ved CERN opdagede Higgspartiklen. Der er en direkte linje mellem opdagelserne i juli 1820 og juli 2012 både i emne og metode.

*Jens Ramskov er videnskabsredaktør ved Ingeniøren. Han er uddannet som civilingeniør og ph.d. fra DTU og har i år modtaget H.C. Ørsted Medaljen i sølv for fremragende forskningsformidling*

# LabQuest 2

## Digital dataopsamling



Den mest brugervenlige datalogger til undervisning - nogensinde...

- Dataopsamling via USB, Wi-Fi eller Bluetooth - tilslut op til 10 sensorer samtidigt
- Brug den med iPad, iPhone, Android, PC og Mac og del med 5 eller flere elever - *kan også bruges i felten!*
- Tilslut over 90 forskellige kablede Vernier-sensorer og mere end 40 trådløse, som kan tilsluttes via Bluetooth Smart eller direkte via USB-kabel - og alle sensorer er med AutoID
- 5 indbyggede sensorer: Lyd - lufttemperatur - lys - GPS og accelerometer
- Indbygget periodisk system, dansk software og gratis opdatering. 5 års garanti!
- Fungerer også som alm. måleinstrument med sensor

Best.nr. Labquest2

**BESTSELLERPRIS kr. 3.350,-**



**KidWind Solenergi undersøgelses-kit**



Undersøger bl.a. solvinklens effekt på outputtet af solceller/solpaneler...

Best.nr. KW-SEEK  
kr. **988,-**

## Vernier blæser energi i din undervisning

Verniers dataopsamlingsudstyr og KidWind's energiudstyr giver din klimaundervisning helt nye og spændende perspektiver omkring emner som sol, vind og miljø...

**KidWind MINI turbine - nem at bygge...**



Kan drive en LED-pære samt afspille en melodi. Producerer strøm selv i en let brise...

Best.nr. KW-MWTBD  
kr. **813,-**

# Go Direct™

## Digital dataopsamling



Nu over 40 trådløse sensorer - tilslut via Bluetooth eller kablet via USB

Nu kan eleverne dataopsamle direkte i felten på mobilen, iPad, tablet eller PC/Mac via Verniers gratis App Graphical Analysis 4 der findes på alle platforme. Anvendes direkte på mobilen eller som trådløs sensor til LabQuest2, som så kan deles via Wi-Fi

- Kompatibel med Vernier datalogger LabQuest2
- Gratis app: Graphical Analysis™ 4 til alle platforme
- Mulighed for datadeling - intet interface nødvendig
- Alle 40 sensorer med genopladelige batterier
- Oplades via medfølgende USB kabel eller ladestation
- ID mulig for alle sensorer via App - 5 års garanti!

### It-sensor gas

Måler oxygenkoncentrationen i luft og lufttemp.  
Måleområde: 0-100% (0-1000 ppt) O<sub>2</sub>  
Best.nr. GDX-O2  
**GO DIRECT PRIS kr. 2.365,-**

### CO<sub>2</sub>-gas sensor

Måler CO<sub>2</sub>, temperatur og relativ fugtighed. Måleområde: 0-100.000 ppm  
Best.nr. GDX-CO2  
**GO DIRECT PRIS kr. 2.488,-**

### Oxygen-sensor

Til måling af oxygen i væske  
Måleområde: 0-20 mg/L, 0-300%  
Best.nr. GDX-ODO  
**GO DIRECT PRIS kr. 3.595,-**



Se mange flere Go-Direct på skolebutik.dk

### GM-sensor

Måler alpha, beta, gamma og røntgenstråling. Med lyd-indikator (kan slås fra) samt LED-indikator.  
Best.nr. GDX-RAD  
**GO DIRECT PRIS kr. 2.238,-**



### Velegnet til KidWind-forsøg!

**Energi-sensor**  
Måleområde: 30V  $\pm$  1,0 A  $\pm$   
Måler Volt, Ampere og energi fra vindmøller og solpaneler  
Best.nr. GDX-NRG  
**GO DIRECT PRIS kr. 1.113,-**



### Kraft/accelerations-sensor

Kraftmåleområde: +/- 0,1 N til +/- 50 N  
Accelerationsmåleområde: 3 akser +/- 16g  
Gyroskop: 3 akser 2000°/S  
Best.nr. GDX-FOR  
**GO DIRECT PRIS kr. 1.195,-**



### Lyd-sensor

Lyd-måler i området 53-110dB/0,1dB opløsning, A eller C.  
Lydfrekvens 30-10000HZ, mikrofonfrekvens 100Hz-15kHz.  
Best.nr. GDX-SND  
**GO DIRECT PRIS kr. 1.113,-**



### Magnetfelt-sensor 3 akset

Måleområde: +/- 5mT.  
Længde/bredde: 12,2 cm/0,7 cm  
Best.nr. GDX-3MG  
**GO DIRECT PRIS kr. 865,-**



Alle priser er excl. moms og gældende indtil andet angives

**skolebutik.dk**

Se mere på vores webshop:  
[www.skolebutik.dk](http://www.skolebutik.dk)  
- eller ring 4470 4000  
Familiedrevet siden 1987...





## Ørsted og den kemiske kraftlære Af Jens Olaf Pepke Pedersen, seniorforsker, DTU Space

I det 18. århundrede blev kemi ofte betragtet som en anvendt videnskab, der især var rettet mod produktion af lægemidler, farvestoffer eller metaller. Mange af de faglige artikler var derfor viet til omhyggelige beskrivelser af effektive procedurer til fremstillingen af sådanne stoffer.

Da den tyske filosof Immanuel Kants i 1786 udgav sin "Naturvidenskabens metafysiske grundlag" mente han derfor ikke, at kemi var en "rigtig" videnskab, men mere en samling eksperimentelle kendsgerninger, der blev kædet sammen af empiriske love.

Kants formål med Naturvidenskabens metafysiske grundlag var at etablere et filosofisk grundlag for Newtons naturlære, hvor Newtons tyngdekraft fik en central placering. Newton betragtede ikke selv tyngdekraften som en egenskab ved stoffet, men som en ydre kraft, mens Kant mente, at det kun kunne lade sig gøre at forklare tyngdekraften, hvis det var en egenskab ved selve stoffet. Det førte ham til at konstruere en teori, hvor stof var sammensat af to fundamentale kræfter, som var henholdsvis tiltrækkende og

frastødende. Denne vekselvirkning mellem tiltrækkende og frastødende kræfter, har givet Kants naturopfattelse navnet dynamisme efter det græske ord dynamis for kraft. Kants idéer om dynamismen blev en stor inspiration for den romantiske strømning. Hvis den materielle verden ikke var opbygget af udelelige atomer, men skabt af vekselvirkningen mellem kræfter, så var det en nærliggende tanke, at disse energier måtte repræsentere ånden, og det harmonerede fint med en romantisk forestilling om verden, som styret af usynlige, men reelle åndelige kræfter.

Det var især den tyske filosof Friedrich Wilhelm Joseph Schelling, der videreudviklede Kants naturmetafysik til en romantisk naturfilosofi, og blev en fremtrædende repræsentant for den romantiske strømning.

Hans Christian Ørsted blev også i en ung alder inspireret af Kants værker, og da han selv på en stor udlandsrejse kom til Jena i 1801 og mødte Schelling, blev han også en overbevist tilhænger af dynamismen.

---

---

Samme sted mødte han den excentriske forsker Johann Ritter, hvis forsøgsresultater Ørsted så som et bevis på tanken om naturens enhed.



Især Kants Naturvidenskabens metafysiske grundlag fik afgørende betydning for Ørsteds videnskabelige projekter, og Ørsteds ambitiøse program for kemien blev at vise, at det var en "rigtig" videnskab. Han stillede derfor sig selv den opgave, at han ud fra nogle få grundprincipper skulle udlede en systematisk og generel beskrivelse af kemien og dermed skabe en kemisk teori i lighed med Newtons mekanik inden for fysikken.

Kants dynamiske teori for stof betød, at der ikke var brug for en antagelse om, at stof består af små hårde og udelelige atomer. Det var der nu også gode argumenter for.

For eksempel var svært ved at forklare, hvordan elastiske stoffer

kunne deformeres og genfinde deres form igen, hvis de bestod af små, hårde kugler. I dynamismen kunne en ydre kraft derimod trykke stoffet sammen, indtil stoffets frastødende kraft blev så stor, at der var balance mellem de to kræfter, og stoffet ikke lod sig presse mere.

Allerede i sin disputats fra 1799 havde Ørsted forsvaret Kants naturmetafysik og konkluderet, at teorien om atomer stod for fald: »Det atomistiske System vakler altsaa i sine Grundvolde. Dets hovedsætninger: at der gives Atomer og tomme Rum, ere ubeviiste, og følgelig kun Hypoteser, som man ere berettiget til at forkaste«. Til gengæld kritiserede han Kants afvisning af kemien som en egentlig videnskab.

I overensstemmelse med den dynamiske tankegang forsøgte Ørsted at forklare kemiske fænomener som et resultat af vekselvirkningen mellem to fundamentale kemiske kræfter, som han kaldte han for henholdsvis brændkraften og ildkraften. Stoffer, som let kunne brænde, indeholdt meget brændkraft. Det gælder for eksempel for hydrogen, som Ørsted derfor gav navnet brint. Oxygen indeholdt ikke så meget brændkraft, men kunne til gengæld nære en forbrænding, og fik derfor navnet ilt, fordi det indeholdt så megen ildkraft.

Ørsted forsøgte også at indføre et klassifikationssystem i kemien, hvorefter de uorganiske stoffer skulle indordnes efter tre klasser. Første række bestod af grundstofferne (som Ørsted kaldte de uforbrændte stoffer) og de var grupperet efter, hvor gode de var til at brænde, så brint og ilt kom til at udgøre yderpunkterne i rækken.

---

---

Anden række bestod af syrer og baser, som fulgte syrebaserækken, og tredje række bestod af salte. Rækkefølgen indeholdt information om tiltrækningen mellem stofferne imellem. For eksempel skete voldsomme reaktioner som forbrændinger mellem to stoffer kun, hvis de to stoffer var placeret i hver sin ende af spektret. Hvis de lå tæt på hinanden, var reaktionen meget mindre eller umærkelig.

Ud fra de to kemiske kræfter brændkraft og ildkraft forsøgte Ørsted nu at opbygge en kraftlære på samme måde som Newtons tre bevægelseslove i mekanikken. Han var især inspireret af Newtons tredje lov om aktion og reaktion, og på samme måde skulle de kemiske kræfter stræbe efter ligevægt.

I 1806 begyndte Ørsted at skrive sin lærebog i fysik og kemi, hvor han ville introducere sit dynamiske system, som han kaldte "kraftlæren". Ørsteds plan var, at bogen skulle udkomme i tre dele, der beskrev henholdsvis mekanikken, kraftlæren, og den "højere kraftlære". Den første del om mekanikken (Videnskaben om Naturens Almindelige Love) blev trykt i 1807, men hele oplaget brændte under Københavns bombardement, så bogen udkom først i 1809. Den hastige udvikling inden for kemien betød dog, at Ørsted måtte tage et forbehold over for Kants teori: "Kant anseer disse to Kræfter [tiltrækning og frastødning] som Grundkræfter, og stræber tillige, at bevise, at de ere de eneste mulige. For at forebygge Misforstaaelse, vil det være godt, at her anmærkes, at Forfatteren ikke ganske underskriver hin Mening'". I indledningen til bogen gjorde Ørsted også rede for sine tanker:

"Verden er åbenbaringen af Guddommens forenede Skaberkraft og Fornuft", og han beskrev naturlovene som Naturidéer eller -tanker, som et udtryk for Guddommens fornuft.

Videnskabsmandens rolle var derfor at være naturens – og det vil i sidste ende sige Guds – tankelæser. Han skrev noget af den anden del, men den udkom aldrig, og den planlagte fortsættelse i "Den højere Kraftlære", der skulle være kulminationen på hans projekt, blev aldrig skrevet. Et hidtil ukendt fortryk af anden del dukkede dog op i 1997 og er siden udgivet af Videnskabernes Selskab.

I stedet lykkes det Ørsted at udgive sit dynamiske og metafysiske projekt under et udlandsophold i Berlin i 1812 med bogen "Ansicht der chemischen Naturgesetze durch die neueren Entdeckungen gewonnen". Året efter udgav han også en fransk oversættelse. I bogen argumenterede han for, at en elektrisk strøm ikke skulle betragtes som en jævn transport af elektricitet, men derimod for en "Vekselkamp" mellem de to modsatrettede kemiske grundkræfter. I en tynd ledning ville vekselkampen kunne blive så stor, at den udviklede varme og fik ledningen til at gløde, og han forventede også at man ville kunne se magnetiske effekter.

Det var således helt efter Ørsteds forventning, at han i 1820 opdagede elektromagnetismen, som han beskrev i en kort artikel ("Forsøg over den elektriske Vexelkamps Indvirkning paa Magnetnaalen"). Og for Ørsted var hans opdagelse derfor den endelige bekræftelse af hans dynamiske system.

---

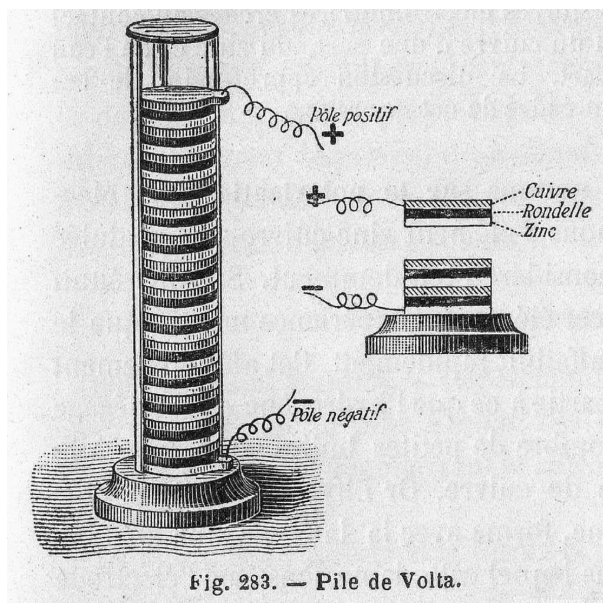
## DE FØRSTE BATTERIER

Af Jens Olaf Pepke Pedersen,  
seniorforsker, DTU Space

På H.C. Ørsteds tid var elektricitet et af tidens hotte forskningsemner. Den italienske læge og fysiker Luigi Galvani havde i 1780'erne opdaget, at han kunne få en død frø til at spjætte med benene, hvis han berørte dens muskler med metaltænger. Galvani mente, at han havde opdaget en særlig animalsk elektricitet, men da den italienske fysiker Alessandro Volta gentog eksperimenterne, blev Volta efterhånden overbevist om, at frøens muskler reagerede på elektriciteten og ikke producerede den. I stedet mente Volta, at elektriciteten blev genereret af, at musklen var i kontakt med to forskellige typer metal.



Voltasøjle bestående af en søjle af to gange ca. 60 kobber- og zinksiver adskilt af papskiver vædet med en saltopløsning, 1802. Herlufsholm Skole.



På det tidspunkt fandtes der ikke følsomme apparater, der kunne måle den elektriske strøm, så Volta undersøgte forskellige kombinationer af metaller ved at holde dem mod tungen. Mundvand kunne ligesom frømuskler lede en strøm, men det gav til gengæld en ubehagelig og bitter smag. Til sidst kunne Volta endeligt bevise, at det ikke var nødvendigt med en frø for at generere elektricitet, for det kunne han også gøre med en bunke zink- og sølvsiver, der var adskilt af klude dypet i saltvand.

Ved at kombinere forskellige metaller, lykkedes det i slutningen af 1799 Volta at konstruere sit "galvaniske" apparat, eller Voltasøjlen, som den hurtigt blev kaldt. Hver enkelt celle i søjlen bestod af en zink- og en kobberskive, og mellem dem lå der en skive af pap eller stof vædet i en elektrolyt bestående af koncentreret saltvand. Cellen kunne give en elektrisk spænding på ca. 1,1 volt, og ved at stable dem sammen

kunne man opnå en større spænding, som summen af cellernes spænding. Selvom konstruktionen er ganske enkel, var batteriet et stort teknologisk fremskridt, fordi det kunne levere en konstant strøm og derfor kunne beskrives som verdens første batteri. Før da havde man kun Leydnerflasker, som var tidlige kondensatorer, der kunne opbevare elektrisk ladning i en periode. Disse flasker kunne så oplades ved hjælp af en elektrificermaskine, som blev brugt til mange tidlige undersøgelser af elektriciteten, men eksperimenterne var netop begrænsede af, at den ikke kunne levere en konstant strøm.

Man kan også bruge andre metaller, men zink og kobber er billige materialer, som samtidig giver en relativt stor spænding.

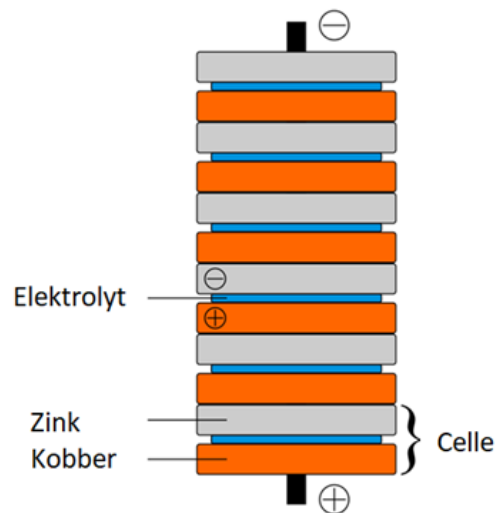
En moderne forståelse af cellen er, at der, hvor saltopløsningen i papskiverne rører ved en zinkskive, opløses lidt af zinket på overfladen og bevæger sig ind i elektrolytten som positivt ladede zinkioner ( $Zn^{2+}$ ):  
 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$   
 Hvert zink-atom afleverer til gengæld to elektroner til den tilbageværende del af zinkskiven, som derfor bliver negativt ladet og udgør batteriets negative pol.

Zinkionerne kan nu bevæge sig igennem opløsningen i papskiven og nå frem til kobberskiven, Da ionerne "efterlod" to elektroner til zinkskiven og ankommer som positivt ladede ioner til kobberskiven, opstår der en elektrisk spænding mellem de to metalskiver.

Kobberskiven bliver således den positive pol på batteriet, og hvis man forbinder søjlen til et elektrisk kredsløb, får de efterladte elektroner muligheden for at nå frem til

kobberskiven og "udligne" ladningsforskellen.

Hvis man udelader elektrolytten, så vil elektronerne vandre direkte fra zink- til kobberskiven, men efterhånden som elektronerne opsamles på kobberet, vil de frastøde hinanden og standse elektrontransporten.



Til gengæld virker batteriet med mange forskellige elektrolytter. En populær variant er at bruge en citron, hvor man stikker en kobberledning og et zinksøm i hver sin ende af citronen. Det giver dog det bedste resultat, hvis man bruger en kobberplade og en zinkplade. Citronsaften er meget sur med en pH-værdi mellem 2 og 3, og virker derfor udmærket som elektrolyt. Æbler kan også bruges (pH-værdier mellem 3 og 4) og endda kartofler, der har en pH-værdi på mellem 5 og 6. Citronerne kan naturligvis sættes i serie, og tidligere i år byggede Alssundgymnasiet i Sønderborg med hjælp fra grundskoleelever fra Dybbøl-Skolen og Privatskolen Als verdens største citronbatteri, der bestod af omkring 2.000 citroner.

# NEWTON I RUMMET

MELLEMTRIN  
& UDSKOLING

NATUR/  
TEKNOLOGI  
& FYSIK

Prøv det nye undervisningsforløb "NEWTON I RUMMET" og få en spændende og lærerig dag på Danmarks Tekniske Museum.

Vi undersøger Andreas Mogensens rumkapsel, går i dybden med tretrinsraketens opbygning, laver sjove forsøg med tyngdekraften og undersøger hvordan Newtons love hænger sammen med raketopsendelser.

Book et besøg på [skoletjenesten@tekniskmuseum.dk](mailto:skoletjenesten@tekniskmuseum.dk) eller 49 22 26 11



Fabriksvej 25 - 3000 Helsingør - [www.tekniskmuseum.dk](http://www.tekniskmuseum.dk)

danmarks  
tekniske  
museum

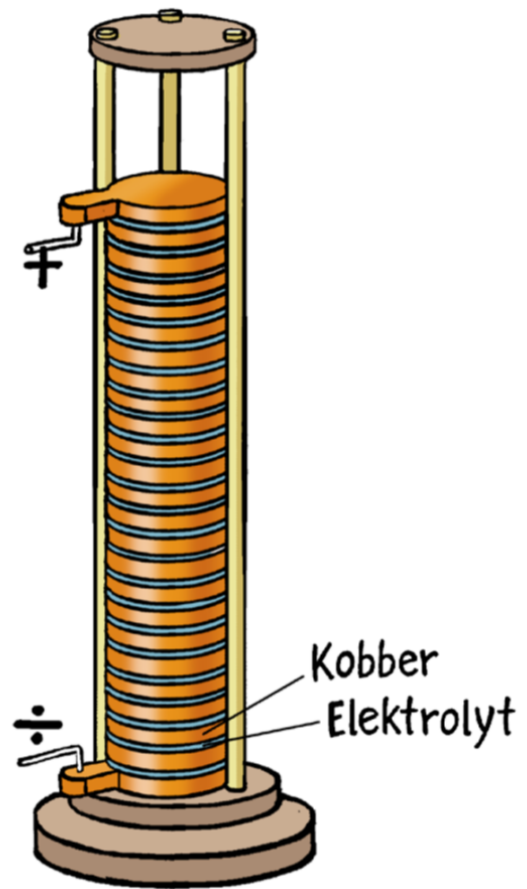
Danish Museum of  
Science & Technology

Den danske læge og fysiker Thomas Buntzen konstruerede i starten af 1800-tallet en af datidens største Voltasøjler med over 1.000 par plader. Voltas opfindelse havde dog også sine begrænsninger, for hvis man stablede for mange celler oven på hinanden, blev elektrolytten klemmt ud af pap- eller stofskiverne, ligesom metalskiverne havde en tendens til at korrodere hurtigt. Det varede derfor ikke længe, før den skotske kemiker William Cruickshank udviklede en forbedring af Voltasøjlen, som var baseret på at bruge porcelænstrug med en elektrolyt i stedet for pap- og stofskiver

H.C. Ørsted forbedrede siden designet ved at bruge kobber til trugene, således at kobberet udgjorde den positive pol, og hans batteri var afgørende for, at han i 1820 kunne gøre sin opdagelse af at en elektrisk strøm genererede et magnetisk felt. Ørsteds galvaniske element bestod af 20 rektangulære kobbertrug, som var fyldt med vand indeholdende 1/60 svovlsyre ( $H_2SO_4$ ) og 1/60 salpetersyre ( $HNO_3$ ).

I 1803 byggede den tyske fysiker Johann Wilhelm Ritter en Voltasøjle, der kun bestod af kobberskiver, adskilt med lag af stof eller pap, der var vædet i en saltopløsning. Ritters søjle kunne lagre elektrisk energi, men ikke producere den, så det var, hvad vi i dag ville kalde for en akkumulator. Den elektricitet, der er nødvendig for at oplade Ritterbunken, kunne kun fås fra Voltasøjlen.

Først i 1854 fandt den tyske læge og videnskabsmand Joseph Sinstedden på at placere to blyplader i en beholder med fortyndet svovlsyre og dermed var blyakkumulatoren født.



Nyt undervisningsforløb for 4.-6. klasse

## Kan dine elever overleve på Mars?

Giv dine elever indsigt i udfordringerne ved at bo på Mars. I et nyt undervisningsforløb i Planetarium kan eleverne prøve kræfter med at programmere robotter, når de designer og bygger deres egen rumbase for at overleve på Mars.

Book forløb på:  
[planetarium.dk/overlev-paa-mars](http://planetarium.dk/overlev-paa-mars)

Planetarium tilbyder undervisningsforløb både til indskoling, mellemtrin, udskoling og ungdomsuddannelser. Læs mere om vores tilbud: [planetarium.dk/tilbud](http://planetarium.dk/tilbud)

A photograph of two children, a boy and a girl, looking up at a planetarium display. The boy is wearing a blue jacket and the girl is wearing a white shirt with a backpack. They are standing in front of a large, colorful display of the night sky.



C. W. Eckersbergs maleri af Ørsted fra 1822. I hånden holder han en plade med klangfigurer og nederst til højre minder magnetnålen om opdagelsen af elektromagnetismen. Den cylinderformede beholder bagved er Ørsteds apparat til måling af vands sammentrykkelighed.

Hans Christian Ørsted var ikke blot naturforsker, men også en af den danske guldalders mest markante kulturpersonligheder og en central skikkelse i den romantiske naturfilosofi. Alligevel er det hans bidrag til naturvidenskaben, der i jubilæumsåret 2020 påkalder sig særlig interesse. Selv om det vigtigste af disse bidrag var den skelsættende opdagelse af elektromagnetismen, fortjener også andre af hans bidrag at mindes. Ørsted var ganske vist professor i fysik, men hans egentlige arbejdsområde var, hvad han og hans samtid kaldte naturlære og som indeholdt kemi såvel som fysik. Faktisk var han slet ikke uddannet i fysik, men derimod i farmaci og filosofi, hvor førstnævnte fag indeholdt en god portion kemi men ingen fysik.

## **Videnskabsmanden H. C. Ørsted Af Helge Kragh, emeritus professor, Niels Bohr Instituttet**

### **Klangfigurer**

Ørsteds første bidrag til eksperimentalfysikken var en undersøgelse af de såkaldte klangfigurer, der dannes, når fint sand drysses på en metal- eller glasplade og denne sættes i akustiske svingninger af en violinstreng (eller i dag en tonegenerator). Klangfigurerne var først blevet observeret i 1787 af den tyske forsker Ernst Chladni, der søgte at beskrive de karakteristiske mønstre af knudelinjer matematisk, men uden at det lykkedes. Hans eksperimenter vakte opsigt og blev i 1808 præsenteret for Napoleon i Paris, der udsatte en pris for forklaringen af fænomenet.

Ørsted var som mange andre dybt fascineret af Chladnis fænomen, der i hans optik var af naturfilosofisk interesse snarere end et mekanisk-matematisk problem. Det afslørede nemlig en hidtil ukendt forbindelse mellem videnskab og kunst eller

---

mellem fysik og æstetik. Som han udtrykte det i en afhandling fra 1810, så var det "Naturens dybe, uendelige ufattelige Fornuft, som igiennem Tonestrømmen taler til os." I sine mange eksperimenter forbedrede Ørsted de oprindelige forsøg ved at udskifte sandet med det finere heksemel eller lycopodium, der er et pulver af svampesporer. Desuden opfandt han en teknik til at gengive klangfigurerne på papir, hvilket er blevet set som en slags foregribelse af de langt senere fotokopimaskiner. Ørsted mente selv, at klangfigurerne havde en elektrisk oprindelse, men hans forsøg på at påvise elektriciteten og dens sammenhæng med de mekaniske svingninger førte ikke til noget.

### **Elektromagnetismen**

Ørsted var siden sin ungdom overbevist om, at de forskellige naturkræfter har samme oprindelse og blot er manifestationer af samme grundlæggende kraft. Denne overbevisning farvede hans fortolkning af klangfigurerne, og den motiverede ham til de eksperimenter, der i juli 1820 førte til opdagelsen af elektromagnetismen. Allerede otte år tidligere havde han foreslået en sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme, men uden at kunne sige, hvori den hypotetiske sammenhæng bestod.

Det var først, da han i 1820 benyttede et kraftigt batteri og ret tykke ledninger af kobber, at det lykkedes ham at påvise et tydeligt udsving af magnetnålen som følge af, hvad han beskrev som den "elektriske Vexelkamp". Det berømte forsøg var ikke blot en kvalitativ opdagelse men indeholdt også undersøgelser af den magnetiske virknings afhæng-

ighed af retning og afstand fra den strømførende ledning. Ørsted konkluderede, næsten som det fremstilles i en moderne lærebog, at det skabte magnetiske felt ikke er inde i den metalliske leder, men derimod cirkulerer eller spiralerer i rummet omkring den. Desuden viste han, at en indsættelse af materialer som glas, metaller, træ og sten mellem magnetnålen og lederen ikke svækkede effekten påviseligt.

Afhandlingen fra 1820 kan på en moderne læser forekomme at være upræcis og uden egentlig analyse af de beskrevne resultater. Men sådan måtte det være, for elementære begreber som spændingsforskel, strømstyrke og elektrisk modstand fandtes endnu ikke. Ørsted bidrog ikke selv væsentligt til den videre udforskning af elektromagnetismen, som i første omgang skyldtes André-Marie Ampère i Frankrig og Michael Faraday i England. Han forblev dog interesseret i fænomenet og var ikke fremmed over for dets mulige tekniske anvendelser. Blandt andet konstruerede han et simpelt galvanometer til strømmåling, en såkaldt multiplikator, og på sine ældre dage også et monster af en elektromagnet med en bæreevne på hele 1500 kg.

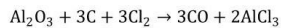
Elektromagneten kan i dag beses på Danmarks Tekniske Museum i Helsingør.

### **Opdagelsen af aluminium**

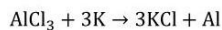
Kun et enkelt af det periodiske systems 118 grundstoffer er opdaget af en dansker, og det drejer sig endda om aluminium, det hyppigste metal i jordskorpen. Man vidste siden slutningen af 1700-tallet, at metallet fandtes i lerjord, men på trods af mange forsøg var det ikke blevet

---

isoleret. De eksperimenter, Ørsted foretog i slutningen af 1824, førte til en ny metode til at omdanne metaloxider til vandfri chlorider, nemlig ved opvarmning med kulstøv under tilledning af chlorgas. Da aluminium fandtes som oxid i lerjord, kunne Ørsted nu lave det om til aluminiumchlorid:



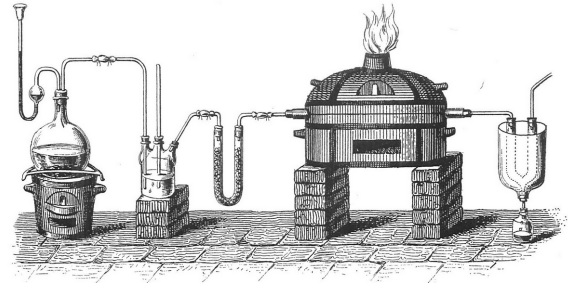
Ved at reducere chloridet med en kalium-kviksølv legering fremstillede han i starten af 1825 urent aluminium. Kviksølvet indgår ikke aktivt i processen, der således kan skrives som



Selv om ordet "aluminium" allerede fandtes, foreslog Ørsted at kalde det "argillium", og som dansk navn opfandt han det noget sæere ord "leerær". Ejendommeligt nok interesserede Ørsted sig ikke videre for det nye grundstof, der først vakte opmærksomhed, efter den tyske kemiker Friedrich Wöhler med Ørsteds billigelse udviklede en bedre fremstillingsmetode. Resultatet blev, at Wöhler i en lang periode blev anerkendt som opdager af grundstoffet. Først omkring 1920, da den moderne aluminiumsindustri var opstået, stod det helt klart, at Ørsteds gamle eksperimenter faktisk resulterede i aluminium og at prioriteten derfor tilhører den danske naturforsker. Hvis Ørsted var genopstået i dag, ville han utvivlsomt undre sig over den kolossale rolle, aluminium spiller i det moderne samfund.

### Vands sammentrykkelighed

Meget af Ørsteds eksperimentelle forskning var knyttet til hans



Metoden i Ørsteds syntese af vandfri aluminiumchlorid som gengivet i dansk lærebog fra 1853.

generelle naturfilosofi, sådan som tilfældet var med klangfigurerne og elektromagnetismen. Andre dele af hans forskning var mere "ufilosofisk", sådan som opdagelsen af aluminium er et eksempel på. Et andet eksempel er den vedvarende interesse, han havde i spørgsmålet om vands sammentrykkelighed.

Fysikerne havde siden 1600-tallet vidst, at luft og andre "elastiske" gasser ved uændret temperatur følger Boyles lov, der er et særtilfælde af den generelle tilstandsligning for gasser. Ifølge Boyles lov aftager rumfanget  $V$  med trykket  $p$  efter relationen .

Er vand og andre væsker også sammentrykkelige? Og i så fald, er den relative formindelske af rumfanget per trykenhed proportionalt med trykket?

Ørsted var ikke den første til at undersøge sagen, men han gjorde det mere systematisk, i større detaljer og med mere avanceret apparatur end tidligere. Ved hjælp af et helt nyt apparat til trykmåling konkluderede han, at vands sammentrykkelighed fulgte Boyles lov og havde en værdi på ca. per atmosfære, næsten det samme som den moderne værdi på per atmosfære. Ørsteds trykmåler var den første af slagsen og var i samtiden kendt som "Ørsteds piezometer".

I senere versioner af sine eksperimenter kunne han desuden måle den ganske lille forøgelse af



Ørsteds piezometer i en udformning fra omkring 1870.

temperaturen, der finder sted ved sammentrykningen. Ørsteds værdi på ca.  $0,02^{\circ}\text{C}$  per atmosfære var ganske vist for stor, men hans metode var korrekt og viste vejen til mere præcise målinger. Det væsentlige er, at Ørsteds eksperimenter i samtiden blev højt værdsat og ofte citeret i den videnskabelige litteratur. Ørsted bidrog således ikke blot til fysikkens naturfilosofi men også til dens udvikling som en avanceret eksperimentalvidenskab. De her nævnte eksperimenter var måske Ørsteds vigtigste bidrag til de fysisk-kemiske videnskaber, men de var ikke de eneste. Der kan desuden nævnes hans mange undersøgelser af voltasøjlen (batteriet) og hans studier af termoelektricitet fra 1821.

På den organiske kemis område var han i 1819 den første til at isolere og undersøge et naturstof, nemlig smagsstoffet piperin i sort peber.

### *Foreningens arrangementer i efteråret 2020*

**Tirsdag d. 8. september  
SHELLS OLIERAFFINADERI I FREDERICIA  
Kl. 10.30 til omkring kl. 15.30.**

**PMH Plast Hammersholt Erhvervspark 26 400  
Hillerød  
Onsdag den 16. september eller torsdag den 1.  
oktober 2020.  
Begge dage starter vi kl 17 og der vil være lidt at  
spise og drikke  
undervejs**

**18. og 19. september  
Frederiksen Ølgod og Tirpitz  
Ankomst fredag 18.09 med overnatning på Hotel  
Ølgod**

**2. til 9. oktober Studietur til HIROSHIMA**

**31. oktober  
En spændende aften på Planetariet**

**7. november  
GENERALFORSAMLING  
OG FAMILIEDAG PÅ JERNBANEMUSEET I  
ODENSE  
Nærmere besked kommer senere, men dagen  
bliver en kombination af besøg på museet hvor  
man kan tage familien med.**

**8. til 11. NOVEMBER Studietur til CERN**

**Se senere mht. til tilmelding m.m.**

All the love from  
DFKF

---

**H.C. ØRSTED OG  
ELEKTROMAGNETISMEN  
- 200-ÅRET FOR OPDAGELSEN AF  
ELEKTROMAGNETISMEN  
Af Troels Gollander**



I starten af 1800-tallet forskede alverdens videnskabsfolk i elektricitet og magnetisme. De fleste betragtede elektricitet og magnetisme som to forskellige fænomener, som ikke havde så meget med hinanden at gøre. Det blev der lavet om på for 200 år siden, da danske H.C. Ørsted i 1820 gjorde en opdagelse, der fik stor betydning for udviklingen af det moderne samfund. Han opdagede elektromagnetismen.

#### **Om H.C. Ørsted**

Hans Christian Ørsted blev født i den lille by Rudkøbing på Langeland i 1777. Han fik ikke en særlig god undervisning som barn, men 12 år gammel blev han medhjælper på farens apotek. Her fik Hans Christian interesse for fysik og kemi gennem arbejdet på apotekets laboratorium. Da han var 17 år gammel, rejste han til København, hvor han uddannede sig til farmaceut (apoteker). Efter en studierejse til Tyskland og Frankrig, hvor han mødte nogle af tidens førende videnskabsfolk, vendte han tilbage til København, hvor han begyndte at undervise og holde foredrag på Københavns Universitet. I 1806 blev han udnævnt til professor.

#### **Opdagelsen af elektromagnetismen**

I 1820 var Ørsted, som mange andre videnskabsfolk, optaget af at undersøge, om der var en forbindelse mellem elektricitet og magnetisme. Han mente, at der fra en strømførende ledning strålede magnetisme på samme måde, som der strålede varme fra en glødende tråd eller et stearinlys.

I april 1820 holdt han et foredrag for sine studerende på Københavns Universitet, hvor han sendte strøm fra et batteri (galvanisk element) gennem en metaltråd. Han fik den idé at holde tråden hen i nærheden af en kompasnål, der stod på bordet. Kompasnålen gav et lille udslag!

Først tre måneder senere fik Ørsted tid at følge op på sit forsøg. Denne gang brugte han bedre batterier, og sendte derved stærkere strøm gennem metaltråden. Da han flyttede metaltråden hen over kompasnålen, gav den et kraftigt udslag. Han kunne endda påvise, at nordpolen på kompasnålen slog ud til den ene side, når han holdt metaltråden over kompasnålen og til den anden side, når han holdt metaltråden under kompasnålen.

H.C. Ørsted beskrev sin opdagelse, og den vakte stor opsigt blandt verdens førende videnskabsfolk. Nu vidste de, at de to fænomener elektricitet og magnetisme var tæt forbundet – og at det var påvist af danskeren H.C. Ørsted.

---

---

## Nye opfindelser

Opdagelsen af elektromagnetismen førte til en række nye opfindelser. I løbet af 1800-tallet blev elektromagnetismen anvendt i følgende opfindelser: magnetkran, elektromotor, telegraf og telefon. Senere i løbet af 1900-tallet fulgte radio, tv, båndoptager og video.

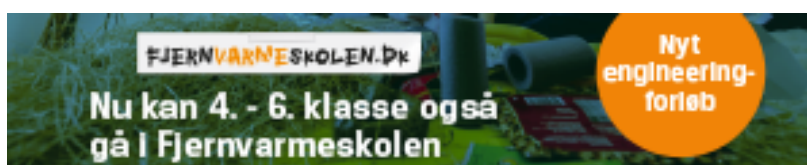
Allerede 10 år efter Ørsteds opdagelse fandt man desuden ud af, at man kan anvende et magnetfelt til at skabe elektrisk strøm. Det sker ved den proces, som vi kalder induktion. Lidt forenklet kan man sige, at elektromagnetisme er magnetisme skabt ved hjælp af strøm, mens induktion er strøm skabt ved hjælp af magnetisme.

H.C. Ørsted blev aldrig opfinder, men hans opdagelse af elektromagnetismen i 1820 fik en enorm betydning. Han døde i 1851, og i 1876 blev der opstillet en statue af ham i en park i København. På det tidspunkt havde parken ikke et navn. I dag hedder den Ørstedsparken.

## Læs og se mere:

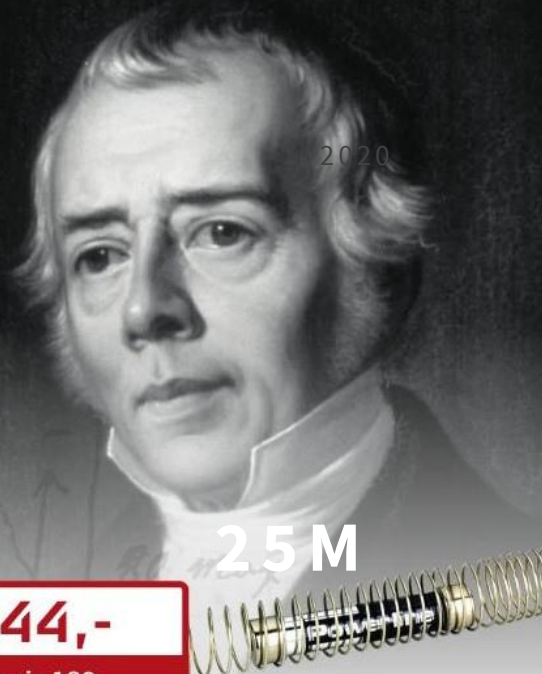
Har I adgang til portalen [fysik-kemi.gyldendal.dk](http://fysik-kemi.gyldendal.dk), kan I læse mere her. Experimentarium i København har en særudstilling om H.C. Ørsted.

Denne artikel er udarbejdet til Gyldendal Uddannelses naturfaglige portaler, hvor der med jævne mellemrum bringes aktuelle artikler og opgaver under overskrifter SPOT PÅ.



# 200-ÅRET FOR H.C. ØRSTED'S OPDAGELSE AF ELEKTROMAGNETISMEN

2020



**144,-**

Førpris 180,-

## Induktionstog

Det japanske Maglev-tog er hurtigere end nogensinde før. På en testbane i Yamanashi er det lykkedes toget at køre med en fart på over 600 kilometer i timen. Prøv med dette "magnettog" at skabe en model der viser, hvordan fremdrift kan skabes af magnetfelter.

Varenr. 85120

**623,-**

Førpris 779,-

## H. C. Ørsteds Apparat

Til demonstration af en strømførende lednings påvirkning af en magnetnål. Magnetnål og strømførende ledning er monteret på gennemsigtig acrylplade med påtrykt kompasrose. DC strøm op til 3 A tilsluttes sikkerhedsbøsninger, der er forbundet til den strømførende ledning. Velegnet til demonstration på over head projektor. Længde på magnetnål: 105 mm.

Varenr. 455710



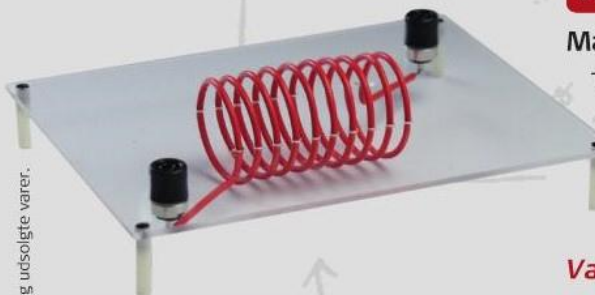
**359,-**

Førpris 449,-

## Magnetfeltmodel, 10 vindinger

Til demonstration af magnetfeltet omkring en leder med 10 vinding. Feltlinier kan anskueliggøres ved hjælp af jernfilspåner eller små kompasnåle ophængt i lukket hus af klart acryl. Udført i acrylplast med 4 mm sikkerhedsbøsninger. Tilsluttes op til 8A DC. Modellen kan anbringes på overhead projektor. Overflade: 150 x 200 mm.

Varenr. 455020



**102,-**

Førpris 128,-

## Elektro U magnet, 10 cm, 4 V, DC

Til demonstration af elektromagnetisme. Denne elektromagnetiske spole bliver magnetisk ved en spændingstilslutning på 4 - 6 V DC, og der medfølger en aflang firkantet jernplade, som kan benyttes til at demonstrere, hvornår spolen er magnetisk. Højde 10 cm.

Varenr. 331700



**775,-**

Førpris 969,-

## Pohls gynges

Til demonstration af en strømførende lednings påvirkning i et magnetfelt. Dimension: 270 x 100 x 160 mm.

Varenr. 455500



**Frederiksen**  
SCIENTIFIC

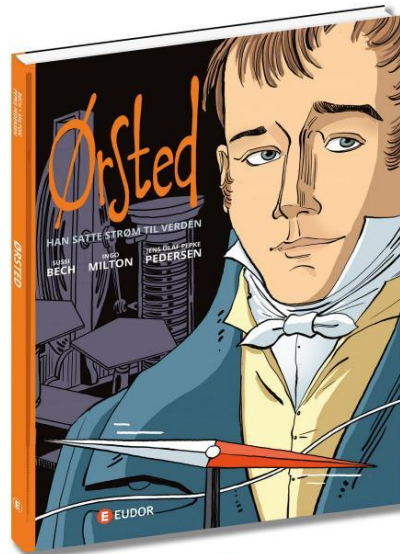
# Tegneserien om ØRSTED

*“Det mest originale bidrag til fejringen  
af Ørsted, som jeg hidtil har set”*

Jens Ramskov i **Ingeniøren**

Tegneserien om H.C. Ørsted,  
hans opvækst, hans samtid, hans  
betydning og hans opdagelse af  
elektromagnetismen – tegnet og fortalt  
af Sussi Bech og Ingo Milton efter  
oplæg af Jens Olaf Pepke Pedersen.

**NU I 2. OPLAG!**



www.eudor.dk **E EUDOR**

## TEGNESERIEN OM H. C. ØRSTED

### AF JENS OLAF PEPKE PEDERSEN, SENIORFORSKER, DTU SPACE

Med sin opdagelse af elektromagnetismen i 1820 åbnede Hans Christian Ørsted et helt nyt felt i fysikken. H.C. Ørsted hører derfor sammen med Tycho Brahe og Niels Bohr til blandt de største danske videnskabsmænd, men alligevel har han ikke helt opnået den anerkendelse, som han fortjener. Internationalt er han nærmest usynlig, og det er tæt på en skandale, at opdagelsen af elektromagnetismen ofte tilskrives den skotske matematiker og fysiker James Clerk Maxwell. Ørsted var et menneske, der favnede bredt, og som udøvede en betydelig indflydelse i samfundet og på naturvidenskabens plads i samfundet, samtidig med, at han var dybt interesseret i filosofi, religion, kunst, litteratur, poesi og samfundsforhold. Hans virke faldt sammen med guldalderen i dansk åndsliv fra omkring 1800 til 1850, og selv hvis Ørsted ikke

havde gjort sin store opdagelse, ville han alligevel i dag stå som en af de fremtrædende personer fra den danske guldalder. I forbindelse med planlægningen af 200-året for Ørsteds opdagelse var jeg involveret i flere af de nationale signaturprojekter, som udgivelsen af en engelsk bog om Ørsted og en Ørstedudstilling, der her i sommer kan ses i Rundetårn, og senere kommer til Aarhus og Odense. Jeg kontaktede derfor tegneserieskaberne Ingo Milton og Sussi Bech for at høre, om de ville være med til at udbrede kendskabet til Ørsted på en mere utraditionel vis. Begge tegnerne har nemlig en forkærlighed for historiske miljøer. Ingo Milton har således tegnet "Skalken Joff" om Danmark i 1400 tallet, og flere museer har brugt hans tegneserier i deres formidling, blandt andet har han tegnet "Den behøvede svend" til

---

Den Gamle By i Aarhus. Sussi Bech har levet en lang række tegneseriealbum med med oldtiden som tema med blandt andet figurerne Nofret, Aida Nur og Dalila den Drevne. Heldigvis var begge tegnerne med på ideen, og heldigvis vidste ingen af os, hvor stort et arbejde, det ville være at beskrive Ørsteds liv som tegneserie. I alt har det taget omkring halvandet år fra de første oplæg blev skrevet og til tegneserien kunne afleveres til trykkeriet i maj måned i år.

Vi gik i stor udtrækning til de oprindelige kilder, og har blandt andet læst os igennem mange af Ørsteds skrifter og for eksempel den originale rapport fra det franske Nationalinstitut om de eksperimenter, som Ørsted udførte i Paris i 1803. Vi havde også kontakt til flere videnskabshistorikere, der har beskæftiget sig med Ørsted, og som kunne supplere med detaljerne, og der gik mange timer med at finde tegninger af alt fra instrumenter, inventar, tøjstil og til bygninger og landskaber.

Udfordringen med at fortælle en historie i form af en tegneserie er også, at der ikke er plads til ret megen tekst, så historien skal kunne fortælles med få sætninger og præcise dialoger. Samtidig har vi også gerne villet vise, at Ørsted havde mange interesser, ligesom han jo også var et menneske, der som ung forelskede sig i apotekets husholderske.

Desværre endte Ørsteds første forlovelse ret så ulykkeligt.

Opdagelsen af elektromagnetismen er derfor kun en enkelt del af fortællingen om H.C. Ørsted – han tog sig for eksempel også af den unge

H.C. Andersen og inspirerede ham til flere eventyr, blandt andet Skyggen og Klokken.

Samtidig var Ørsted også en stridbar natur, så det var nærmest uundgåeligt, at han kom i litterær nærkamp med Grundtvig. De to kampaner udvekslede således flere stridskrifter, og noget af det, der overraskede mig under forarbejdet med tegneserien var, at Grundtvig i sine tidlige år var særdeles polemisk og aggressiv overfor sine modstandere. I dag har vi billedet af Grundtvig som den milde, rummelige og poetiske teolog, men Ørsted og Grundtvig havde en strid, som varede i flere år, og som især drejede sig om forholdet mellem tro og viden.

Grundtvigs verdensbillede var sort-hvidt, og han kastede sig derfor ind i kampen med både personlige angreb og voldsomme skældsord, ligesom han i øvrigt også brugte mange ufine retoriske kneb. Ørsted fremstår i debatten som den mere rationelle, men han kunne dog også være perfid, som når han skrev, at Grundtvig ”måtte have valgt sit standpunkt på vejen til hospitalet”. Heldigvis husker vi i dag mest Grundtvig for hans talrige salmer og sange, der står som et stærkt symbol på, hvad det vil sige at være dansk.

I tegneserieportrættet af Hans Christian Ørsted kan kunne vi heller ikke undgå også at skildre broderen Anders Sandøe Ørsteds liv. De to brødre var tæt forbundet gennem hele livet, lige fra opvæksten på apoteket i Rudkøbing over studieårene på Regensen til de begge på hver deres måde kom til at være hovedpersoner i den danske guldalder. Begge var venner med Adam Oehlenschläger og Anders blev i 1802 gift med dennes lillesøster, Sophie.

---



23

Hvor H.C. Ørsted valgte naturvidenskaben, tog A.S. Ørsteds karriere udgangspunkt i studier af filosofi og jura. I samme år, som Anders Sandøe bestod sin juridiske embedseksamen, grundlagde han sit ry med afhandlingen "Forsøg til en rigtig Fortolkning og Bedømmelse over Forordningen, om Trykkefrihedens grænser af 27. september 1799", der fik indflydelse på de domme, der fremover blev afsagt i trykkefrihedssager. Ørsted var inspireret af Kants morallære, der ikke nød stor popularitet blandt Frederik VI og hans nærmeste, men han fik alligevel ansættelse som assessor, først i Hof- og Stadsretten og fra 1810 i Højesteret.

I 1813 blev A.S. Ørsted udnævnt til deputeret i det danske kancelli. Fra denne post forsøgte han gennem de næste 35 år at påvirke regimet i liberal retning, især på trykkefrihedsområdet. Det bragte ham flere gange i modsætning til Frederik VI, der kunne være meget egenrådig og opfarende.

I tegneserien har vi medtaget tugthusoprøret på Christianshavn i 1817. Kongen nedsatte en kommissionsdomstol, der skulle dømme oprørerne uden mulighed for appel. Og hvis de skyldige ikke blev fundet, skulle straffen være

decimering, hvor hver 10. indsat blev henrettet. Det ville Ørsted ikke medvirke til, hvorfor Kongen erklærede, at hvis Ørsted indgav sin afskedsbegæring, ville Kongen ikke stille sig i vejen. Ørsted blev dog ikke fyret, men fortsatte sit virke, også under efterfølgeren Christian VIII, og i 1842 blev han medlem af det øverste kongelige råd, Gehejmestatsrådet, hvor han virkede frem til enevældens afskaffelse. Herefter blev han en del af den grundlovs-givende forsamling, medlem af Landstinget og en overgang i 1853-54 premierminister og indenrigsminister.



31

Udover at fortælle om Ørsteds liv og karriere har vi også ønsket at gøre op med nogle af myterne om Ørsted, bl.a. myten om, at han led et sviende nederlag, da han som ganske ung i 1803 i Paris forsøgte at vinde Napoleonprisen for Johann Ritter.

Ørsted mødte Ritter på sin første store udlandsrejse efter at have færdiggjort sine studier. Ritter var en anerkendt forsker, der allerede havde opdaget sollysets ultraviolette stråler. Han havde desuden en teori om, at Jorden havde to elektriske poler, ligesom den har to magnetiske poler.

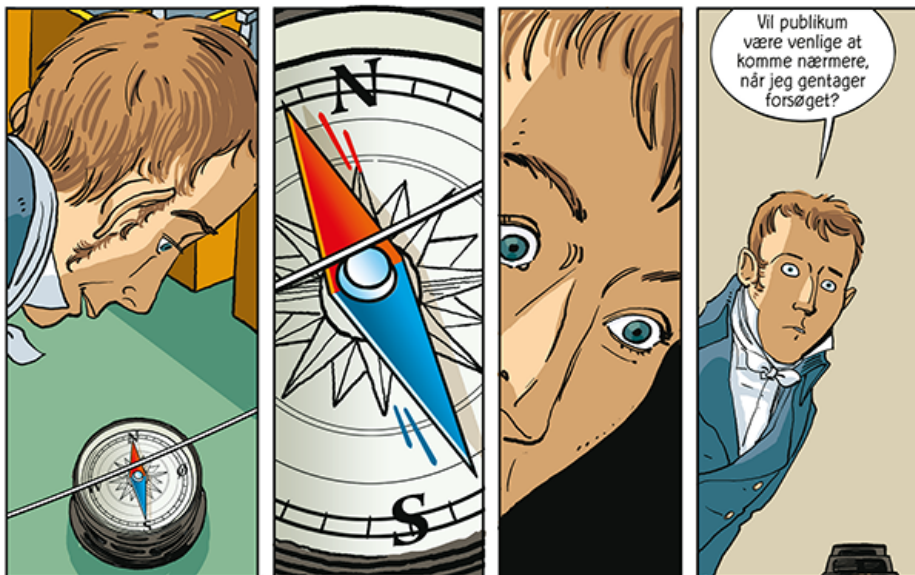
Ritters teori var ikke korrekt, men det kunne man ikke vide på daværende tidspunkt. Ritters teori var nu heller ikke helt forkert, for det viste sig

---

siden, at Jorden faktisk har to poler, hvor det er Jorden, der er den negative pol og den øvre atmosfære er den positive pol. Det er lynnedslag, der opretholder spændingen mellem Jordens poler.

Ørsted drog videre til Paris, hvor han i 1803 fik foretræde for Nationalinsitutet i Paris og med succes demonstrerede Ritters såkaldte ladningssøjle, som var verdens første batteri. De franske forskere bad ham også efterprøve Ritters teori om de elektriske poler, dog uden held.

Ørsted vandt således ikke Napoleonprisen til sin ven Ritter, men videnskabshistorikeren professor Kenneth L. Caneva fra University of North Carolina, der har beskæftiget sig med Ørsted i flere årtier, mener, at Ørsted faktisk sikrede sig et godt ry efter sin optræden i Paris. Caneva påpeger, at Frankrig på det tidspunkt var en verdensmagt indenfor forskningen, og at Ørsted ved at fremvise Ritters eksperimenter for Nationalinsitutet i Paris i en periode over et par uger fik lejlighed til at arbejde sammen med datidens fremmeste forskere. Ørsted var en dygtig eksperimentator, og på den måde gjorde Ørsted godt indtryk på de førende franske videnskabsfolk. Det var desuden på et tidligt tidspunkt i Ørsteds egen karriere, hvor han ikke selv havde egne eksperimentelle resultater at vise frem, så på en måde var det meget smart af Ørsted, at han i stedet kunne fremvise Ritters eksperimenter. Kenneth Caneva har heller ikke kunnet finde nogen beviser på, at Ørsteds karriere blev skadet af episoden.

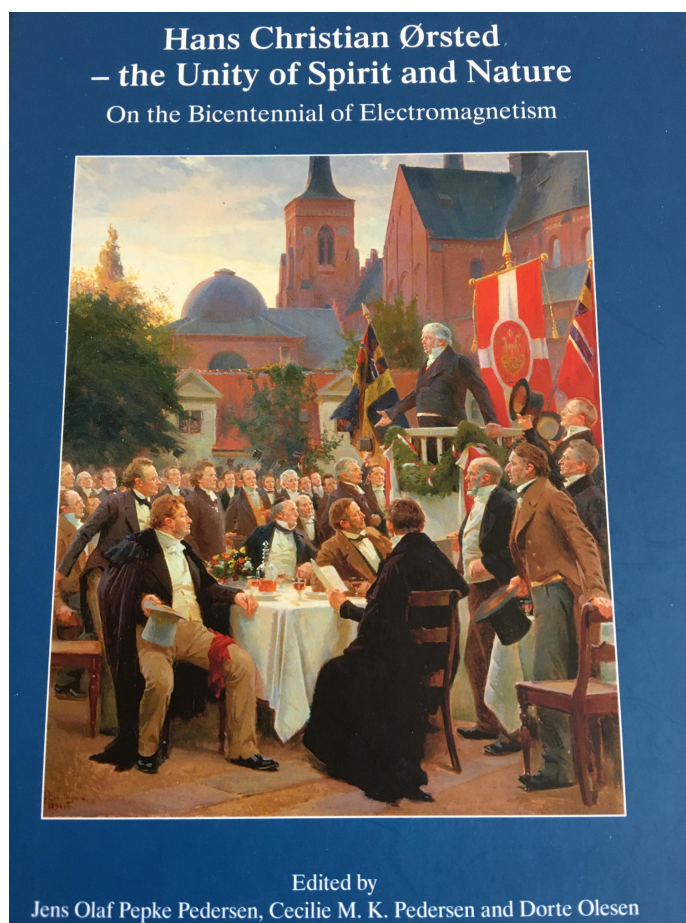


“ØRSTED – han satte strøm til verden” er udgivet på Forlaget Eudor i juni måned og er allerede udkommet i tre oplag, ligesom en engelsk udgave er under forberedelse. På Forlagets YouTube-kanal – [www.eudor.dk/oerstedfilm](http://www.eudor.dk/oerstedfilm) – fortæller Sussi Bech, Ingo Milton og Jens Olaf Pepke Pedersen om arbejdet med Ørsted-tegneserien, og på hjemmesiden [www.eudor.dk/undervisning/oersted/](http://www.eudor.dk/undervisning/oersted/) kan man hente undervisningsmateriale, der tager udgangspunkt i tegneserien.

---

---

Boganmeldelse af Erland Andersen, DFKF.



## **200 året for H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetisme.**

Hans Christian Ørsted  
– the Unity of Spirit and Nature.  
On the bicentennial of Electromagnetism.

Redigeret af Jens Olaf Pepke Pedersen, Cecilie M. K. Pedersen og Dorte Olesen.  
Kvants Forlag 2020.  
Pris: 179 kr. – [polyteknisk.dk/hco2020](http://polyteknisk.dk/hco2020).

### **I 1820 opdagede H. C. Ørsted at en magnet blev påvirket af en elektrisk strøm!**

2020 er netop 200 året for opdagelsen og det er på alle måder værd at fejre. En række personer i Selskabet for Naturlærens Udbredelse, SNU – som jo blev grundlagt af H. C. Ørsted – har i samarbejde med KVANT fået oversat en række artikler som

tidligere har været bragt i KVANT. Disse artikler samt nogle nye er samlet i denne fine bog, der tegner et varieret billede af H. C. Ørsted og hans bidrag til naturvidenskaben. Vigtigheden af opdagelsen af elektromagnetismen kan næppe overvurderes og den satte gang i en helt ny udvikling både inden for naturvidenskaben og samfundet.

---

Dorte Olesen, præsident for SNU, og Rasmus Larsen, prorektor for DTU, gør netop opmærksom på vigtigheden af opdagelsen og nævner elektromotoren og generatoren som oplagte eksempler.

I bogen redegøres der også for at H. C. Ørsted arbejdede med andet end elektricitet og magnetisme. Ørsted gik meget aktivt ind for naturvidenskabelig oplysning. I 1824 stiftede Ørsted således SNU hvor han selv var en flittig forelæser, DTU og det naturvidenskabelige fakultet på KU kan vi også takke Ørsted for ligesom han inspirerede bryggerne på Carlsberg til en mere naturvidenskabelig tilgang til brygning af øl.

Ørsted opdagede også grundstoffet aluminium, som dengang var et særdeles kostbart metal.

Bogen er på engelsk, men hvis man foretrækker at læse om Ørsted på dansk findes de fleste af bidragene i forskellige numre af KVANT. I forbindelse med 200-året åbner en vandrestilling d. 1. juli i Rundetaarn!

En del af udstillingen vil være hands on, hvor man selv kan eksperimentere med elektromagnetisme og klangfigurer.

Vandrestillingen flyttes til Syddansk Universitet i Odense hvor man kan se udstillingen fra d.

1. oktober til 30. december.

Derefter går turen til Steno Museet i Aarhus hvor udstillingen vil være tilgængelig det meste af foråret 2021.



# Experimentor

*Udstyr til eksperimenter*

FYSIK KEMI BIOLOGI GEOGRAFI MATEMATIK

**GRATIS** etiketprogram på [www.experimentor.dk](http://www.experimentor.dk)

styr på kemiskabet? - udskriv opdaterede kemikalie-labels i tre forskellige størrelser. Vælg blandt næsten 400 kemikalier, eller opret egne etiketter.

---

## Nu kan 4. – 6. klasse også gå i Fjernvarmeskolen Nemt for lærerne – gratis undervisningsmateriale som engineeringforløb

Hvordan får vi varme derhjemme? Hvordan kan opvarmning være bæredygtig? Og hvordan virker en varmeveksler? Det er nogle af de spørgsmål, eleverne på mellemtrinnet kan eksperimentere med i Fjernvarmeskolens nye engineeringforløb "Varme i hjemmet" til 4. – 6. klasse. "Varme i hjemmet" er et undervisningsforløb i faget natur/teknologi, hvor eleverne lærer, hvordan varme fra fjernvarmeværket når frem til forbrugerne. Det er et tema, der tager udgangspunkt i vores hverdag og samfund. Der er mange familier, der får opvarmet deres huse og boliger med fjernvarme – faktisk bliver 65% af alle boliger i Danmark opvarmet med fjernvarme, hvilket svarer til ca. 1,75 mio. husstande. I forløbet arbejder eleverne med den grundlæggende fysik, såsom at varmeenergi kan ledes fra et materiale til et andet. Der tages udgangspunkt i konkrete problemstillinger og begrebet engineering for at fremme elevernes læring og løfte det faglige niveau. Indholdet kan afvikles på ni lektioner.

### Hvad indeholder materialet?

Arbejdet med "Varme i hjemmet" indeholder øvelser, hvor eleverne konstruerer og bygger en model af et hus inklusiv en model af en radiator. Eleverne bliver udfordret at opvarme vandet til radiatoren mest muligt. Til den proces skal de konstruere en effektiv varmeveksler ved hjælp af beholdere af forskellige materialer og størrelser.

Influenceren Lucca Loft og veninden Iris introducerer i en video eleverne til udfordringen med at bygge en varmeveksler.

### Hvad har boligopvarmning med klimaændringer at gøre?

Fjernvarme handler ikke kun om at få varme i en radiator. Derfor får eleverne baggrundstekster om varme – bl.a. med en historisk vinkel på opvarmning af boliger samt en klimamæssig vinkel på fjernvarme, eksempelvis i forhold til temperaturstigninger på jordkloden.

Influenceren Lucca Loft og veninden Iris fortæller i en video om bl.a. vedvarende kilder.

- Hvilke energikilder kan man bruge på et varmeværk?
- Kan man få varme ud af en vindmølle?
- Hvordan hænger valget af energikilder sammen med klimaændringer og global opvarmning?

### Lærere begejstrede for materialet

Flere lærere har afprøvet materialet, og er begejstrede. Bl.a. udtaler lærer Kirsten Bruhn, Beder Skole:

*"Undervisningsforløbet er gennemarbejdet, let at gå til, vedkommende for alderen og har et godt mix af teori og praktiske øvelser/forsøg. Eleverne blev især fanget af forsøgene, og deres fremlæggelser viste med stor tydelighed, at deres viden om fjernvarme og forskellige materials isoleringsevne eller evne til at lede varmen var blevet meget*

---

---

stor. Det er et rigtig godt materiale, Fjernvarmeskolen.dk har lavet”.

### Udtalelser fra elever

To elever i 4. klasse har udtalt:

- *Det er megafedt at lave alle de forsøg*
- *Det er sjovt, når vi får lov til at prøve alt muligt, og samtidig skal tænke os om.*

### Materiale for 7. – 9. klasse

På Fjernvarmeskolen.dk findes også gratis undervisningsmateriale for 7. – 9. klasse.

Hjemmesiden kommer hele vejen rundt om energispørgsmålet ved at:

- Gøre eleverne klogere på, hvad energi er.
- Forklare, hvordan energien bliver produceret.
- Beskrive forskellige energikilder.
- Sætte energien i et miljøperspektiv.
- Give indblik i CO2 og global opvarmning.
- Lære eleverne at bruge energien fornuftigt.
- Opfylde udvalgte kompetence-, færdigheds- og vidensmål for 7. – 9. klasse.
- Lægge op til flerfaglige fokusområder.
- Inddrage det omgivende samfund.
- Perspektivere til globale forhold.

### Fra 2 til 14 lektioner

Hjemmesiden er meget nem at gå til og indeholder materiale, der kan dække op til 14 lektioner. Man kan også vælge et kort forløb på 2-4 lektioner som introduktion til emnet. Læs mere i lærervejledningen.

Hjemmesiden indeholder bl.a. følgende:

- Et før- og efter spørgeskema, så eleverne bliver bevidste om, hvad de lærer gennem forløbet
- En introfilm + rapsang, der er en glimrende appetitvækker
- 10 gode opgavebeskrivelser
- En omfattende materialekasse til hver opgave med relevante artikler, billeder, illustrationer og filmklip, som eleverne kan bruge til deres fremlæggelse.
- Masser af film, der giver eleverne en god forståelse for, hvad fjernvarme er.

### Let forståelige animationer – også med speak

I undervisningsmaterialet findes også nogle meget illustrative og let forståelige animationer.

Animationerne illustrerer, hvordan varmeproduktionen foregår ved de forskellige brændselstyper, hvad der sker i en vekslercentral samt hvordan en varmepumpe og en varmeveksler virker. Universet tager dig også med ind i boligen og forklarer om brugs- og systemvand. Speak kan tilvælges og vil for mange gøre oplevelsen mere ”levende”.

På gensyn på Fjernvarmeskolen.dk.

---

FJERNVARMESKOLEN.DK

Nyt  
engineering-  
forløb

Kig med, når influenceren  
Lucca Loft og veninden  
Iris tester, hvordan man  
bygger en varmeveksler.

## Nu kan 4. - 6. klasse også gå i Fjernvarmeskolen

Hvordan får vi varme derhjemme? Hvordan kan opvarmning være bæredygtig? Og hvordan virker en varmeveksler? Det er nogle af de spørgsmål, eleverne på mellemtrinnet kan eksperimentere med i Fjernvarmeskolens nye forløb til 4. - 6. klasse.

### Nyt engineeringforløb til natur/ teknologi

Det nye forløb "Varme i hjemmet" giver arbejde til både hoved og hænder hos eleverne.

- De får øvelser, hvor de skal bygge en model af et hus med radiator.
- De bliver udfordret i at opvarme vandet til radiatoren mest muligt.
- De skal konstruere en effektiv varmeveksler - og afprøve beholdere i forskellige materialer og størrelser.
- De får tekster, der får dem til at se opvarmning i et større perspektiv.

### Hvad har boligopvarmning med klimaændringer at gøre?

Fjernvarme handler ikke kun om at få varme i en radiator. Derfor får eleverne bag-

grundsteker, der lægger op til at snakke om opvarmning i et bredere perspektiv: Hvilke energikilder kan man bruge på et varmeværk? Kan man få varme ud af en vindmølle? Og hvordan hænger valget af energikilder sammen med klimaændringer og global opvarmning?

### Gratis, gennemprøvet materiale

Forløbet er en ny del af Fjernvarmeskolen.dk og bygger videre på erfaringerne fra det eksisterende materiale til 7. - 9. klasse. Indholdet lægger op til et forløb på ni lektioner.

Se og hent materialet gratis på  
Fjernvarmeskolen.dk.

•• *Det er megafedt at lave  
alle de forsøg.*

•• *Det er sjovt, når vi får lov  
til at prøve alt muligt, og  
samtidig skal tænke os  
om.*

ELEV I 4. KLASSE

### Det siger læreren:

Undervisningsforløbet er gennemarbejdet, let at gå til, vedkommende for alderen og har et godt mix af teori og praktiske øvelser/forsøg.

Eleverne blev især fanget af forsøgene, og deres fremlæggelser viste med stor tydelighed, at deres viden om fjernvarme og forskellige materials isoleringsevne eller evne til at lede varme var blevet meget stor. Det er et rigtig godt materiale, Fjernvarmeskolen.dk har lavet.

Kirsten Bruhn, lærer,  
Beder Skole

ELEV I 4. KLASSE



FIF Marketing, Merkurvej 7, 6000 Kolding,  
tlf. 76308000, fif-marketing.dk

---

Kære medlemmer.

Dette augustnummer af foreningens fagblad FYSIK . KEMI . NATUR . TEKNOLOGI udgives i hardcopy, som vi vil bruge til uddeling samt sende som informationsmateriale til skoler og uddannelsesinstitutioner. Bladet kan som altid læses på vores hjemmeside [www.fysik-kemi.dk](http://www.fysik-kemi.dk). At vores fagblad nu igen udkommer i papirudgave, er et meget stort ønske, som vi nu prøver at opfylde. Desværre er der ikke økonomi til at alle numre kan udkomme i en hardcopyudgave, ligesom der heller ikke er økonomi til at sende vores fagblad til alle medlemmerne.



Bladet vil vi have med til arrangementer, så man kan tage det med hjem og måske nogle stykker ekstra til reklame for DFKF. Det er meget vigtigt for os, at nå ud til så mange som muligt, og der er I som medlemmer, nogle af vores vigtigste ambasadører, bl.a. ved at fortælle om de gode historier I oplever, når I deltager i nogle af vores arrangementer.

Som nævnt, er bladet fortsat tilgængeligt for medlemmerne på vores hjemmeside. Log dig ind på <https://fysik-kemi.dk/> hvor der også kommer nyheder og spændende tilbud. Hold derfor øje med vores hjemmeside, og klik dig også ind og se annoncørernes gode tilbud. Annoncørerne er også med til at holde DFKF levende.

Foreningens nye struktur uden lokalafdelinger blev vedtaget på sidste års repræsentantskabsmøde. Der er således kun én "lokalafdeling" tilbage KØBENHAVN/SJÆLLAND. I virkeligheden er det ikke en lokalafdeling, men en aktivitetsgruppe der vil prøve på, at arrangere lokale aktiviteter. Andre dele af landet kan gøre præcist det samme, og de kan søge om både økonomisk og anden støtte fra foreningens bestyrelse. Bestyrelsen i DFKF har holdt en række møder både fysisk og virtuelt.

Vi forsøger at finde os til rette i den nye struktur og prøver at etablere forskellige arrangementer rundt om i hele landet, så vi sammen kan opleve, at vi er i en samlet landsdækkende forening. Hvis I har ønsker til arrangementer - eksempelvis faglige oplæg, besøg, studieture - så henvend jer endelig til os.

Generalforsamlingen, der nu er foreningens øverste myndighed, bliver lørdag d. 7. november på Jernbanemuseet i Odense. De nye vedtægter har fungeret omkring et år, når vi mødes i Odense.

Det kan være, at der er paragraffer der skal justeres, ligesom vi ønsker en god og vedkommende debat omkring vores lille forening, der gerne skal vokse sig større, så kom glad til generalforsamlingen, så vi sammen kan udvikle vores forening.

---

---

Det vil være en god ide, at kigge vores vedtægter igennem, og kom gerne med forslag til ændringer, så vi sammen kan sætte et godt aftryk, og fremadrette få en forening, der blomstrer. Forslag sendes til formanden senest 6 uger før generalforsamlingen.

Dagen d. 7. november bliver en blanding af besøg med rundvisning på museet for familien samt afholdelse af vores egen generalforsamling. For medlemmer af DFKF vil der være et lille fagligt oplæg om jernbanemuseet inden vi afholder vores ordinære generalforsamling.

Der bliver således lagt op til en familieudflugt til Odense med en spændende dag på Jernbanemuseet. Der vil komme en særlig invitation ud, når alle detaljer er faldet på plads. Læg mærke til at vi nedenstående har oplyst foreningens arrangementer henover efteråret.

Med ønsket om et godt skoleår, og en opfordring til at rigtig mange deltager i foreningens arrangementer.

På bestyrelsens vegne  
Erland Andersen  
Formand

se listen over arrangementer her:

#### OVERSIGT OVER ARRANGEMENTER

Tirsdag d. 8. september

SHELLS RAFFINADERI I FREDERICIA

Kl. 10.30 til omkring kl. 15.30.

Rundvisning inkl. frokost er gratis for medlemmer.

Ikke-medlemmer 50 kr.

Tilmelding [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)



Onsdag den 16. september eller

torsdag den 1. oktober 2020.

PMH Plast Hammersholt Erhvervspark

26 400 Hillerød

Begge dage starter vi kl 17 og der vil være lidt at spise og drikke undervejs

Tilmelding [LN@bagkost.dk](mailto:LN@bagkost.dk)



**Plastprodukter i grøn balance**

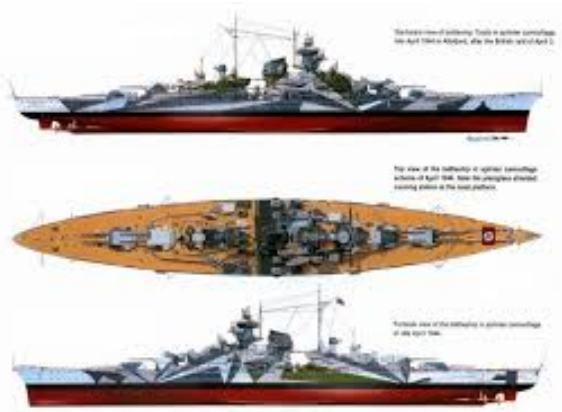
Sammen med vores kunder har vi sat fokus på miljøet. I vores plastproduktion er mere end 60% genanvendt plast.

Med løbende investering i bedre teknologi vil vi hvert år minimere vores plastaffald.

Vi tilbyder ekstrudering af produkter i forskellige typer termoplast.

18. og 19. september  
Frederiksen Ølgod og Tirpitz

Vi mødes i Ølgod fredag aften med middag og fagligt indhold. Lørdag er der besøg hos Frederiksen med efterfølgende frokost og besøg på det nye museum Tirpitz i Varde.



Arrangementet i Ølgod er gratis for medlemmer, men man skal selv betale drikkevarer og transport

Tillæg for enkeltværelse 300 kr.

Ikke medlemmer 1.000 kr.

Tilmelding [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)



Studietur  
2. TIL 9. OKTOBER HIROSHIMA  
Yderligere oplysninger [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)

31. oktober

I samarbejde med Planetarium inviterer DFKF til en spændende aften på Planetarium.

Professor i fysik Manuel Calderón de la Barca Sánchez fra University of California gæster Planetarium i selskab med professor i evolutionær genforskning Tom Gilbert fra Globe Institute på Københavns Universitet. Sammen vil de belyse nogle af de mest fundamentale spørgsmål menneskeheden har stillet. Hvor kommer vi fra og hvad består alting af?

Foredrag og film: Videnskab

Tilmelding [erland@naturfagskurser.dk](mailto:erland@naturfagskurser.dk)

7. NOVEMBER  
GENERALFORSAMLING OG  
FAMILIEDAG PÅ JERNBANEMUSEET  
I ODENSE.

Der kommer mere information,  
men dagen bliver en kombination  
af besøg på museet hvor man kan  
tage familien med for en billig  
penge og at DFKF afholder  
generalforsamling i et mødelokale  
på museet.



**TILMELDING OG YDERLIGERE OPLYSNINGER KOMMER SENERE.**



Studietur  
8. TIL 11. NOVEMBER CERN  
Yderligere oplysninger erland@naturfagskurser.dk

Næste blad udkommer i slutningen af oktober.

Bladet er planlagt som et udpræget pædagogisk nummer med god inspiration til undervisningen.

Vi har på nuværende tidspunkt flere artikler bl.a. noget om Ørstedforsøgene fra Bellahøj Skole samt inspiration til undervisning i spaceteknologi.

Ligger du inde med gode beskrivelser om forsøg og undervisningsforløb, du vil dele med andre så skriv til redaktøren, og send en artikel og beskrivelsen af dine forsøg, så kvitterer vi med god rødvin eller en god bog for indsatsen.

Lad os endelig høre fra dig!  
Send mail til redaktøren, Michael Schmidt, misc2812@gmail.com  
Ser frem til at høre fra dig.

**fysik.**  
**kemi**  
**natur-teknologi**



Danmark fejrer 200-året for H.C. Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen



**Fra Ørsted til moderne partikelfysik og Higgs-opdagelsen**  
Onsdag 19. august 2020 kl. 19:00-20:00  
Foredrag v/ Lektor Troels C. Petersen  
Ørsteds opdagelse af sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme blev startskuddet til en rivende udvikling i vores forståelse af de naturkræfter, som dikterer Universets gang.  
Foredraget finder sted i Bibliotekssalen, hvor man også kan se vores udstilling "H. C. Ørsted på ny - Skønheden i naturen". Foredraget er gratis, men man skal betale entre til Rundetårn.

**Nordlys**  
onsdag 26. august 2020 kl. 19:00-20:00  
Foredrag v/ Carsten Skovgaard Andersen og Erland Andersen  
Danmarks Fysik- og Kemilærer Forening  
Vores lokale stjerner er solen, men hvad består solen af, og hvilke processer foregår i solen?  
Foredraget finder sted i Bibliotekssalen, hvor man også kan se vores udstilling "H. C. Ørsted på ny - Skønheden i naturen". Foredraget er gratis, men man skal betale entre til Rundetårn.

**Tegneserien HCØ - Kampen om videnskaben**  
Onsdag den 2. september 2020 kl. 19.00-20.00  
Foredrag v/ Videnskabsjournalist Henrik Prætorius m.fl.  
Indhold:  
HCØ opdager elektromagnetismen i 1820. Det er en af de mest betydningsfulde opdagelser i videnskaben nogensinde.  
HCØ - Kampen om videnskaben fortæller historien om én mands rejse mod oplysningens tinde, om hans sejr og nederlag, og om den gejst, eller ånd, der drev ham.  
Foredraget finder sted i Bibliotekssalen, hvor man også kan se vores udstilling "H. C. Ørsted på ny - Skønheden i naturen". Foredraget er gratis, men man skal betale entre til Rundetårn.

**Aanden i naturen**  
Onsdag den 9. september 2020 kl. 18.30-19.30  
Foredrag v/ Jens Olaf Pepke Pedersen, DTU Space og SNU  
H. C. Ørsteds sidste værk er Aanden i Naturen (1849-50), der kan ses som hans filosofiske testamente. Den grundlæggende og romantiske tankegang i Ørsteds naturfilosofi er, at vi skal forstå verden ved at forstå helheden, og denne helhed gennemstrømmes af en usynlig kraft - "ånden i naturen".  
Foredraget finder sted i Bibliotekssalen, hvor man også kan se vores udstilling "H. C. Ørsted på ny - Skønheden i naturen". Foredraget er gratis, men man skal betale entre til Rundetårn.

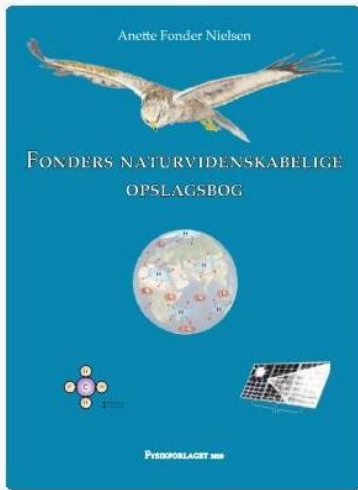
**Fra Ørsted til Higgs**  
Onsdag den 23. september 2020 kl. 19.00-20.00  
Foredrag v/ Professor John Renner Hansen, Københavns Universitet  
H.C. Ørsteds epokegørende opdagelse af sammenhængen mellem elektrisk strøm og magnetisme var startskuddet til en lang række andre opdagelser, der beskriver relationerne mellem elektriske og magnetiske felter, og elektrisk ladning og elektrisk strøm.  
Foredraget finder sted i Bibliotekssalen, hvor man også kan se vores udstilling "H. C. Ørsted på ny - Skønheden i naturen". Foredraget er gratis, men man skal betale entre til Rundetårn.

og mange flere gode foredrag  
rundt omkring i byen og  
landet!



# Ny grundbog til naturvidenskab

## Folkeskolens ældste klasser



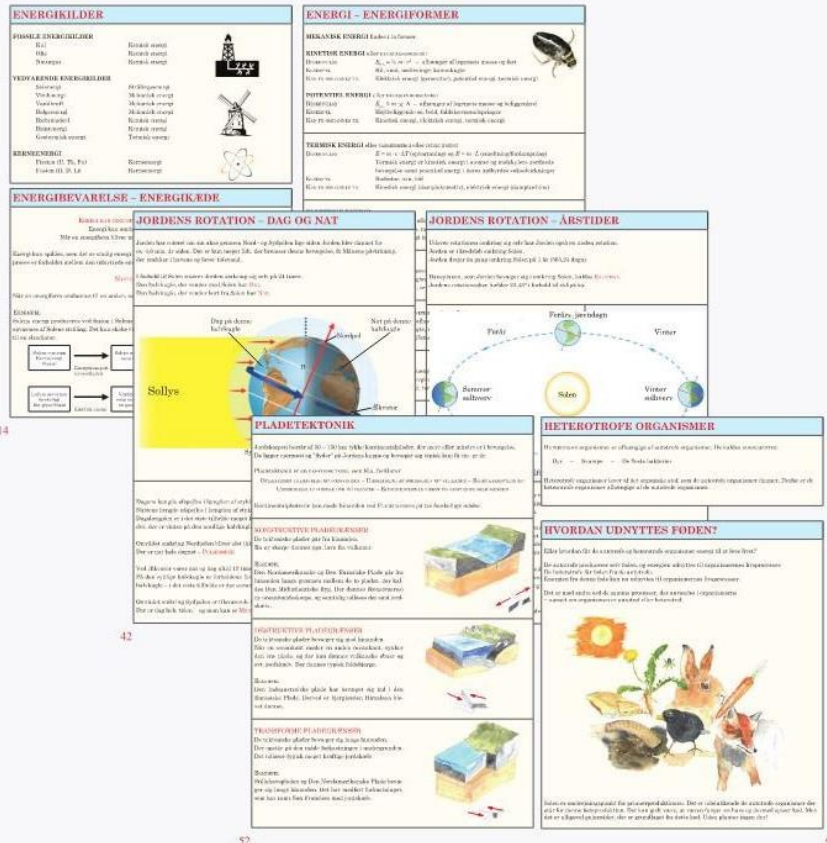
ANETTE FONDER NIELSEN

## FONDERS NATURVIDENSKABELIGE OPSLAGSBOG

Bogen er målrettet grundskolens ældste klasser, naturfagsprøven i 9. klasse, undervisere i naturfag, alle andre med interesse for naturvidenskab og er et glimrende repetitionsværktøj for elever i gymnasiet. 68 sider.

135 kr. 110 kr. ved  $\geq 10$  stk. – priser excl. moms.

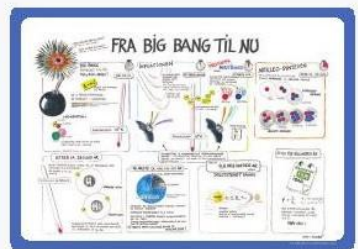
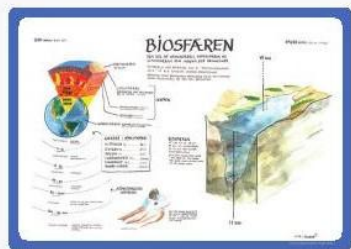
Indeholder opslag om: Naturvidenskab, Mekanik, Energi, Varmelære, Bølger, Elektricitet, Atomfysik, Kernefysik, Kemi, Astronomi, Drivhuseffekten, Vejr og klima, Jordens opbygning, Fotosyntese, Systematik, Taxonomi, Klassifikation og Omregningstabeller



## ANETTES PLAKATER

A2 – Stråling  
50 kr. 40 kr. ved  $\geq 10$  stk.

A3 – Standardmodellen, Biosfæren, Fra big bang til nu  
40 kr. 30 kr. ved  $\geq 10$  stk.



**FYSIKFORLAGET**