

# fysik. kemi



# KOSMOS

## KOSMOS eller kaos?

### ■ Letforståelig fysik og kemi

KOSMOS er et nyt system til fysik- og kemiundervisningen, som beskriver en lang række faglige begreber i et letforståeligt sprog. Grundbogen er nem at slå op i og giver et godt overblik. Tekster, faktabokse, supplerende historier og velvalgte illustrationer sikrer en høj faglighed.

### ■ Systemets mange ressourcer

Grundbogen er opdelt i en fysik- og en kemidel. Hvert kapitel indeholder flere eksemplariske eksperimenter og afsluttes med en artikel om et populærvidenskabeligt emne. Den fyldige lærerressource indeholder beskrivelser af alle øvelser og forslag til, hvordan man kan arbejde med de nye slutmål og bindende trinmål.

### ■ Engagerer både piger og drenge

ROSE-undersøgelsen efterlyste en naturfagsundervisning, der tilgodeser begge køn. Derfor indeholder KOSMOS eksperimenter, der engagerer både piger og drenge. Kopimappen giver gode muligheder for differentiering med store mængder øvelser og eksperimenter.

### ■ Træning til den nationale test

Kopimappen indeholder også mange inspirerende opgaver til indlæring af det skriftlige arbejde i fysik og kemi. Til hvert kapitel er der udformet en test, så lærer og elev hele tiden har overblik over, hvad der er lært.

Se øvelser fra Kopimappe A på [www.kosmos.gyldendal.dk](http://www.kosmos.gyldendal.dk)

#### KOSMOS A:

Grundbog, kr. 169,-

Kopimappe, kr. 659,- **NYHED**

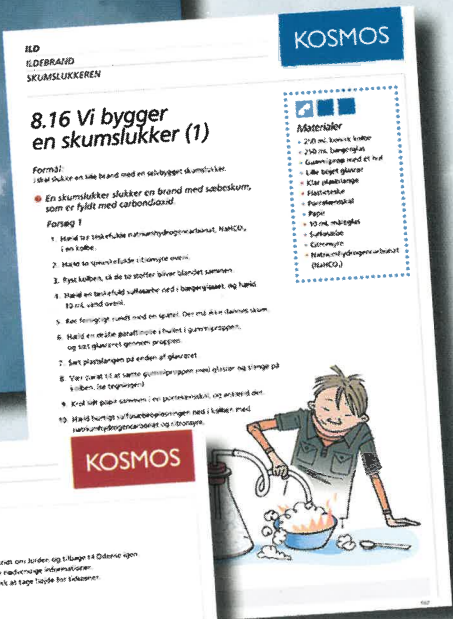
Lærerressource, kr. ca. 399,- Udk. efterår 2007

**KOSMOS B:** Udk. forår 2008

**KOSMOS C:** Udk. 2009



Kopimappe A netop udkommet!



Køb Kosmos kopimappe A i s/h og få samtidig adgang til en elektronisk version i farver

Priser ex moms

Ja tak, send - KOSMOS GRUNDBOG A til gennemsyn i 30 dage  
 Ja tak, send gratis \_\_\_ stk. plakater med det periodiske system (skriv antal)

NAVN \_\_\_\_\_ ADRESSE \_\_\_\_\_  
SKOLE \_\_\_\_\_ POSTNR./BY \_\_\_\_\_

Gyldendal • Klareboderne 5 • 1001 Kbh. K. • Bestil også på tlf. 33 75 55 60 • fax 33 75 57 22  
eller køb direkte på [www.gyldendal.dk/uddannelse](http://www.gyldendal.dk/uddannelse) og få 4% online-rabat!





**Landsformand:**

Anette Jensen, Bergvej 3, 2. th, 5230 Odense M  
Tlf. 6614 1376, e-mail: ajen@pc.dk

**Landskasserer og forretningsfører:**

Horst-Werner J. Knüppel, Højgårdvej 2, 6900 Skjern  
Tlf. 9736 4362, fax 9736 4151,  
e-mail: horst@vip.cybercity.dk, giro: 2 37 69 97

**TIDSSKRIFTET FYSIK • KEMI**

**Ansvarshavende redaktør:**

Jørgen Larsen, Gassehaven 12, 2840 Holte  
Tlf. 9846 1151, e-mail: fysik-kemi@tdcadsl.dk

**www.fysik-kemi.dk**

**REDAKTIONEN**

**Elektronik**

Georg Hansen, Højsagervej 7, 5884 Gudme  
Tlf. 4127 0006, e-mail: georg@pionererne.dk

**Abonnementspris 2007**

Kr. 300,- excl. moms for abonnenter i Danmark og 300,-  
+ pakning og forsendelse for abonnenter i udlandet.  
Abonnement, løssalg, adresseændringer m.v. til forretningsføreren.  
Indmeldelse i DFKF: Lokalforeningerne eller landskassereren.

**Annoncer:**

Slagelsetryk Marketing ApS, Rosengade 7c, 4200 Slagelse  
Tlf. 5853 0011, e-mail: info@slagelsetryk.dk

**Produktion:** Slagelsetryk Marketing ApS.

Oplag: 2300 eksemplarer. Kopiering tilladt med tydelig angivelse af kilde.

**D.F.K.F.S PUBLIKATIONSAFDELING:**

Ove Bang Christensen, Irisvej 2, 4773 Stensved  
Tlf. 5538 6194, e-mail: ovba@post3.tele.dk  
Bank: Nordea reg.nr. 0043 kontonr. 3485-703-186

*Henvendelse om hæfter, bøger og andet materiale rettes til publikationsafdelingen telefonisk. Bestillingsliste sendes pr. post eller telefax. Bestillingslister trykkes med jævne mellemrum i fysik•kemi. Alle henvendelser vedr. abonnement på bladet bedes rettet til forretningsføreren for fysik•kemi: Horst-Werner J. Knüppel – se ovenfor.*

**FORSIDEFOTO:**

En demonstrationsmodel fra gemmerne. En model af en to takts motor.  
Foto: Jørgen Larsen.

**STOF TIL NÆSTE NUMMER AF FYSIK • KEMI:**

- fysik•kemi udkommer næste gang oktober 2007.
- Deadline er 1. september 2007.
- Debatindlæg og artikler modtages pr. e-mail eller diskette. Vedlæg også gerne fotos.
- Redaktøren forbeholder sig ret til at forkorte indsendte indlæg.
- Synspunkter, der fremføres i bladet, kan ikke generelt tages som udtryk for redaktionens holdning.

# fysik• kemi

INDHOLD NR. 3 • AUGUST 2007

4 Leder

6 Mørk energi



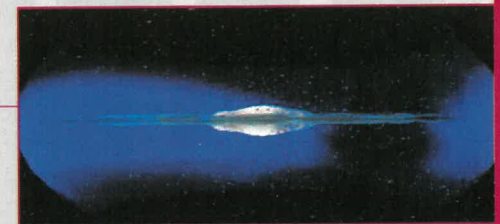
11 Naturfagsundervisning  
i Medical Alley

17 Hvad er det?



18 Radioaktive stoffer og ioniserende  
stråling i folkeskolen!

19 Astronomiens  
zoologiske have 10



22 Ioniserende stråling fra radioaktive  
kilder – regler for folkeskolen

25 Helges box

26 Begrebsskort, mindmap og  
rollespil i fysik/kemi





Velkommen til et nyt skoleår. I dette skoleår får vi en ny karakterskala, og som noget nyt er der udarbejdet en vejledning for hvert enkelt fag. Denne vejledning er i skrivende stund ikke helt færdig for fysik/kemi. De første nationale tests blev afholdt i forsommeren 2007, og uddannelsingsministeriet har bestilt en evalueringsrapport om dem. Jeg håber meget, at der bliver arbejdet videre med konklusionerne, så vi får en test, der kan bruges til noget. Skoleåret starter endnu en gang med forandringer, og nu må vi håbe, at der bliver arbejdsro, for det trænger vi meget til.

Danmarks Lærerforening vil i efteråret forsøge at rejse en konstruktiv debat om folkeskolens naturfagsundervisning. Som led i dette gennemfører Danmarks Lærerforening i august en undersøgelse blandt lærere, som underviser i et af naturfagene. Emnerne er bl.a. efteruddannelse og de fysiske arbejdsforhold. Du vil umiddelbart efter skolestart blive kontaktet af din tillidsrepræsentant om undersøgelsen. DFKF bakker op om undersøgelsen og håber meget, at du vil tage positivt imod spørgeskemaet.

Baggrunden er, at der til december igen bliver PISA-undersøgelser, denne gang med hovedtemaet naturfag. DLF ønsker at få sat en dagsorden på naturfagsområdet. Hvilke ændringer er der sket på naturfagsområdet de senere år? Endvidere ønsker man at kortlægge de initiativer, der er sat i værk: Er der steder, hvor man har gjort noget for specielt at styrke naturfagsområdet? Er der kommuner, der prioriterer science, uddannelse af resursepersoner eller lignende? DLF

ønsker at få billeder på steder, hvor det går godt, og billeder på, hvor det går skidt.

DLF ønsker desuden at undersøge aldersfordelingen blandt naturfagslærere i forhold til lærere generelt. Dette er med baggrund i den nye læreruddannelse, hvor man forventer, at der kun vil blive uddannet meget få lærere med linjefag indenfor naturfagsområdet. Det forventes, at der med den nye læreruddannelse bliver meget stor mangel på især fysik/kemilærere indenfor de næste 5 år. I dag har næsten alle de lærere, der underviser i fysik/kemi, linjefag i faget, men dette billede vil ændre sig drastisk, når der de næste år kun bliver uddannet meget få lærere med linjefag i fysik/kemi. Endvidere ønsker man et overblik over, om lærere kommer på efteruddannelse og i øvrigt får relevante kurser. Er der overhovedet kurser, man kan komme på? Går alle kursusmidlerne i kommunen til kurser indenfor kommunens indsatsområde, fx evaluering, skole-hjem-samarbejde, eller kan man kun komme på kurser, når de ligger udenfor arbejdstiden?

Undersøgelsen bliver også rettet imod natur/teknik-undervisningen. Er det fagligt kompetente lærere, der har klassen i natur/teknik? Eller bliver faget brugt som »skemaktfag«, hvor det er den lærer, der har »bedst tid«, der underviser i faget, eller har skolen valgt at prioritere det faglige frem for få-lærerprincippet?

Undersøgelsen er planlagt til at foregå i august. Der bliver sendt et on-line spørgeskema til skolerne via tillidsrepræsentanterne. Jeg håber meget, at I vil afsætte de 5 minutter, som undersøgelsen varer til at

besvare spørgeskemaet. Undersøgelsen vil til efteråret blive fulgt op af en conference. Jeg skal nok holde jer løbende orienteret.

I forbindelse med ovenstående er det værd at nævne, at samarbejdsorganet Natur/Teknik-Forum (Biologiforbundet, Geografforbundet og Danmarks Fysik- og Kemilærerforening) har tilbudt et arbejdsseminar for undervisere i natur/teknik. Der har været annonceret i de tre fagblade og på de respektive hjemmesider. – Det kan være, at DLF's undersøgelse kan forklare, hvorfor der fra januar til medio juni kun er kommet én tilmelding.

I foråret har der været en del pressemøder om sikkerheden omkring radioaktive kilder i fysik/kemilokaler. I den forbindelse har Statens Institut for Strålebeskyttelse skrevet en artikel om reglerne for opbevaring og arbejde med radioaktive stoffer og ioniserende stråling. Jeg vil stærkt opfordre jer til, at I læser den og overholder sikkerhedsreglerne omkring radioaktivitet.

Også i dette skoleår har DFKF mange gode tilbud til medlemmerne. Heldagskurserne om plast kommer »rundt i landet«. Der var meget stor søgning på kurset, da det blev afholdt i København, og jeg håber meget, at medlemmerne andre steder i landet benytter sig af det fordelagtige tilbud. I kan læse mere om det på DFKF's hjemmeside.

Hovedstyrelsen arbejder på at arrangere en tur til Danfoss Universe for medlemmer i hele landet. Også den kommer der mere om på hjemmesiden.

Arbejdsbøger til  
**data**  
STUDIO™

A tool for  
ScienceWorkshop®  
and

PasPort

med PasPort

FYSIK

# PasPort arbejdsbøger

Så er de her  
– over 30 arbejdsbøger  
lige til at bruge i  
undervisningen  
i fysik/kemi.

Emnerne dækker bl.a.  
radioaktivitet, svingninger,  
syrer og baser, samt lys.

Arbejdsbøgerne kan  
downloades fra vores  
hjemmeside, eller rekvireres  
på CD-ROM.

## Hvad er arbejdsbøger ?

Med arbejdsbøger bliver det både let og hurtigt at gøre klar til forsøgene. Dataopsamlingsdelen er forudindstillet, eleverne skal blot følge instruktionerne på skærmen. Fokus flyttes fra måleteknik til fortolkning af data.

Arbejdsbøgerne er udarbejdet af fysiklærer Anette Sønderup fra Odder, der bl.a. er medforfatter til Ny Prisma.

For at bruge arbejdsbøger skal man have en enkeltbrugerlicens eller en skolelicens til programmet DataStudio.

**Vi tilbyder DataStudio og de sensorer, der benyttes til arbejdsbøgerne til særlig favorabel pris.**

**Da reaktionen har været meget positiv forlænger vi tilbuddet frem til 1/10-2007.**



| Varenr. | Varenavn                         | Normalpris | Tilbud   |
|---------|----------------------------------|------------|----------|
| CI-6981 | DataStudio skolelicens, Dansk    | 4.064,00   | 3.250,00 |
| PS-2100 | USB link                         | 683,00     | 545,00   |
| PS-2115 | Strøm og spændingssensor         | 924,00     | 740,00   |
| PS-2112 | Magnetfeltssensor                | 683,00     | 545,00   |
| PS-2149 | UVA sensor                       | 1.848,00   | 1.475,00 |
| PS-2125 | Temperatur                       | 336,00     | 270,00   |
| 513570  | GM-sensor med Ø10 mm stang, jack | 1.675,00   | 1.340,00 |
| PS-2159 | Digital adapter                  | 683,00     | 545,00   |
| PS-2109 | dB sensor                        | 1.155,00   | 925,00   |
| PS-2104 | Kraftsensor                      | 1.260,00   | 1.000,00 |
| PS-2103 | Bevægelsessensor                 | 924,00     | 740,00   |
| PS-2102 | pH sensor inkl pH elektrode      | 924,00     | 740,00   |

Priser er eksklusiv moms og levering pr. juni 2007

A/S Søren Frederiksen, Ølgod  
Viaduktvej 35 · DK-6870 Ølgod

Tel. +45 7524 4966  
Fax +45 7524 6282

info@frederiksen.eu  
www.frederiksen.eu

**Frederiksen**®

# MØRK ENERGI

**Figur 1: Udsnit af Hubble teleskopets ultradybe observation på den sydlige halvkugle. På billedet ses nogle af de fjerneste galakser, som hidtil er observeret. Galakserne er så fjerne, at lyset fra dem har været mere end 11 milliarder år om at nå frem til os. (kredit: NASA & ESA)**

ANJA C. ANDERSEN, DARK COSMOLOGY CENTRE, NIELS BOHR INSTITUTET, KØBENHAVNS UNIVERSITET

En af de mest opsigtsvækkende opdagelser inden for astronomien er, at Universet udvider sig. Det var den amerikanske astronom Edwin Hubble, der i 1920'erne fandt, at fjerne galakser bevæger sig væk fra os. Dette skyldes ikke, at vi befinder os et særligt sted i Universet. En observatør i en hvilken som helst anden galakse vil også se alle andre galakser fjerne sig. Eftersom alle galakser bevæger sig væk fra hinanden, må de en gang have været meget tættere på hinanden.

Dette resultat førte til ideen om et Big Bang, hvor Universet og alt, hvad det indeholder, blev skabt på et splitsekund. Der er i dag mange tegn på, at Universet blev til for omkring 13,7 milliarder år siden, og

at det lige efter Big Bang var meget mindre, meget tættere og meget varmere end i dag.

Hvad er Universets skæbne? Vil udvidelsen vare ved? Inden for rammerne af Einsteins teori er disse spørgsmål ganske ligetil at undersøge. Hvis der er nok stof i Universet, vil tyngdekraften bremse udvidelsen og på et tidspunkt få Universet til at begynde at trække sig sammen. Som følge heraf, i en meget fjern fremtid, vil hele Universet falde sammen i en slags omvendt Big Bang – et Big Crunch. Men hvis der derimod ikke findes nok stof i Universet, så vil udvidelsen fortsætte for evigt og Universet vil blive mere og mere tomt, koldt og mørkt.

Det hele afhænger således af, om der er nok masse i Universet til at skabe så stor en tyngdekraft, at det kan bremse udvidelsen. For at bestemme om Universet vil blive ved med at udvide sig eller måske ligefrem trække sig sammen bliver vi så at sige nødt til at finde ud af, hvad Universet vejer – eller rettere måle, hvor meget masse der findes i Universet. Det er ikke så let direkte at veje hele Universet. I stedet kan man forsøge at se, hvordan Universets udvideshastighed ændrer sig med tiden.

Hvis Universets udvideshastighed bestemmes som den er nu, dvs. tæt på os selv og i det tidlige univers, dvs. langt fra os – er det muligt at udlede, med hvilken hastighed udvi-

delsen foregik for længe siden. Hvis Universet indeholder en masse stof, som bremser udvidelsen, burde udvidelsen have været betydeligt hurtigere før i tiden. Så det gælder om at måle udvidelsen på flere tidspunkter i Universets historie.

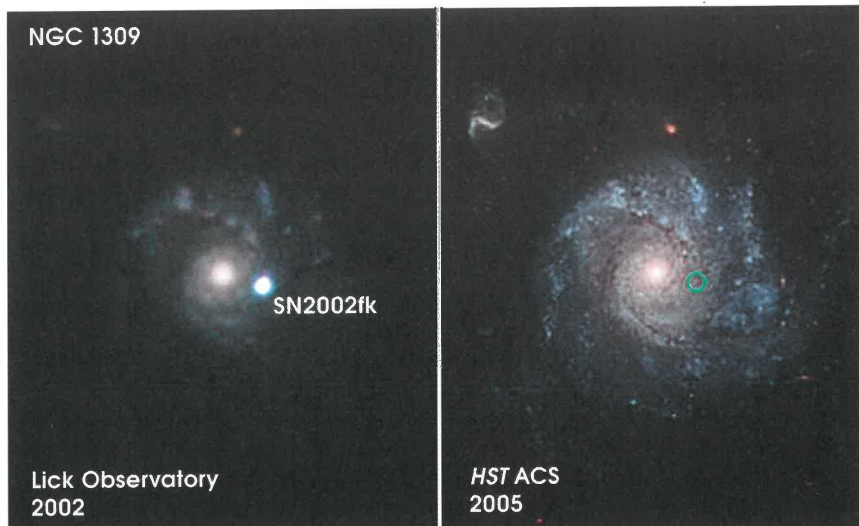
På trods af, at dette har været klart siden Hubbles dage, har det i praksis vist sig svært at måle, hvordan udvidelseshastigheden ændrer sig med tiden. Der findes ingen simpel måde at måle afstande på i Universet. Problemet ligger i, at hvis vi ser to galakser eller stjerner for den sags skyld med samme lysstyrke, så kan det være meget svært at skelne, om de lyser lige meget, fordi de ligger i samme afstand fra os, eller fordi den ene er mere lysstærk end den anden og samtidig ligger længere væk.

## SUPERNOVA-FYRTÅRNE

For at kunne se helt ud til store afstande er det nødvendigt med meget kraftige lyskilder. Astronomerne blev i 1960'erne nødt til at antage, at galakser af samme type altid lyser lige meget, for på denne måde kunne de vha. de observerede lysstyrker af disse galakser bestemme deres afstande til Jorden. Antages det, at alle de galakser, vi kikker på, udsender præcis lige meget lys, er den mængde lys, vi modtager fra én galakse i en afstand, fire gange større end den mængde lys vi modtager fra en anden galakse i den dobbelte afstand.

Med den centrale antagelse om, at galakserne udsender samme mængde lys, kunne den målte lysstyrke af galakserne bruges til at bestemme deres afstand. På den måde var det muligt at sammenligne, hvor hurtigt galakserne bevægede sig på store afstande (svarende til for længe siden) med hvor hurtigt galakser bevæger sig tættere på Mælkevejen (svarende til i dag).

Resultaterne fra dengang var dog ikke entydige – og de har siden vist sig at være helt forkerte. Galakser

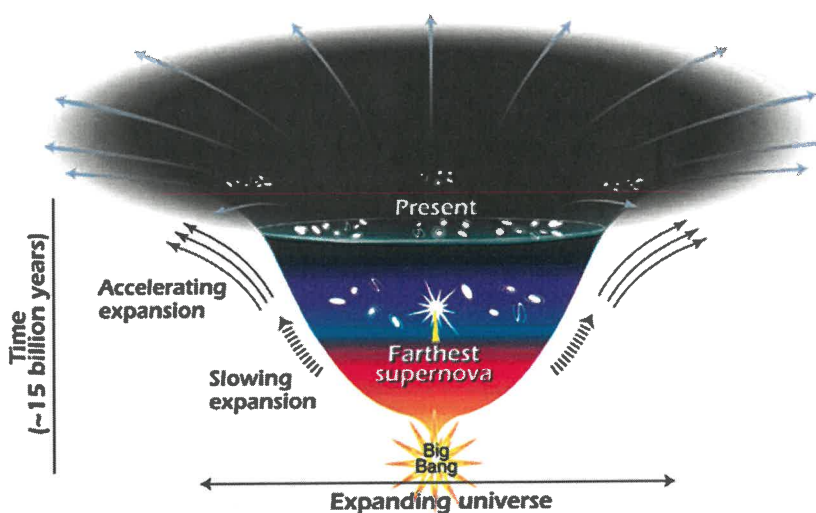


**Figur 2: Galaksen NGC 1309 hvori der blev observeret en supernova i 2002. Til venstre er et billede taget med supernovaen fra et teleskop på Jorden. Til højre er et billede af galaksen taget 3 år senere med Hubble rumteleskopet. (kredit: NASA, ESA & the Hubble Heritage Team).**

kan ikke bruges som afstandsmålere, fordi galakser – og dermed det lys de udsender – udvikler sig med tiden. Gennem Universets 13,7 milliarder år lange historie ændrer galakserne deres lysudsendelse en hel del. De galakser, vi ser tæt på, udsender ikke samme mængde lys som de fjernere galakser. Da galakser således ikke er standardlyskilder, kan vi ikke bruge deres lys til at måle nøjagtige afstande i Universet

med. Så i dag forsøger vi i stedet at benytte supernovaer til at måle afstande med, fordi supernovaer lader til at være gode standard-lyskilder.

Supernovaer er imidlertid ganske sjældne. I Mælkevejen er Keplers supernova i 1604 den sidste vi har observeret. En supernova er en kortvarig kraftig lyskilde. Efter nogle ugers opblussen bliver supernovaen usynlig. Det gælder derfor om at ob-



**Figur 3: Model af hvordan Universet har udviklet sig siden Big Bang. Universets udvidelseshastighed var langsommere for 7,5 milliarder år siden, end den er i dag. Det tyder på at Universets udvidelse accelererer. Årsagen til denne acceleration menes at være tilstedeværelsen af mørk energi. (kredit: NASA/STScI/Ann Feild).**

servere standard-lyskilden i en fart! De største kikkerter i verden bliver brugt til jævnlige gennemlysninger af større bid af himlen i et forsøg på at finde nye lysende objekter i det fjerne univers. Nærmere studier af disse objekter er påkrævet for at påvise, om det virkelig drejer sig om den rette type supernova. Måling af en supernovas lysstyrke – og dermed dens afstand – samt den hastighed med hvilken den bevæger sig væk fra os – kan derefter anvendes til at måle Universets udvidelse.

## OPDAGELSEN

Al form for stof – almindeligt såvel som mørkt stof – udøver en tyngdetiltrækning på resten af Universet, og det vil derfor virke opbremsende på Universets udvidelse. Hvis Universet udvider sig langsommere og langsommere, må det forventes, at de fjerne supernovaer (hvis lys blev udsendt for længe siden) bevæger sig hurtigere væk fra os end de nære supernovaer (hvis lys blev udsendt for nylig). Men Universet opfører sig ikke, som forventet. Resultaterne af observationer af supernovaer har vist, at Universet ikke blot udvider sig, men at udvidelsen går hurtigere og hurtigere. Universet accelererer!

Siden disse observationer blev offentliggjort i 1998, har astronomer undret sig. Ingen havde forventet noget sådant. Universets accelererende udvidelse peger på, at der findes en slags »anti-tyngdekraft«, som i mangel af et bedre navn kaldes for mørk energi. Einsteins kosmologiske konstant er én model for den mørke energi, men det kan også være, at svaret skal findes et helt andet sted. At forstå, hvad den mørke energi virkelig er, ligger nu allerøverst på ønskesedlen hos alverdens astronomer og fysikere.

Supernova-astronomerne har ledt efter eventuelle fejlfortolkninger i observationerne. Måske er supernovaerne alligevel ikke standard-lyskilder? Måske bevirker kosmisk støv, at supernovaerne ser svagere

og dermed fjernere ud, end de i virkeligheden er? Måske vil fremtidige observationer vise, at det relativt lille antal supernovaer, man hidtil har set, ikke er repræsentativt? Men efter flere års systematiske og gentagne undersøgelser af supernovaresultaterne synes disse dog at være holdbare. Faktisk har observationer af flere supernovaer kun gjort resultaterne endnu mere pålidelige.

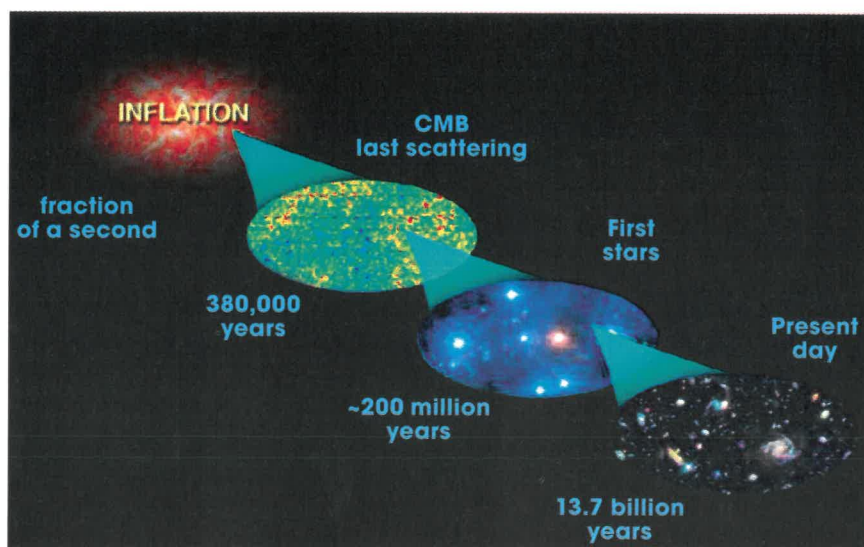
Hvordan ser Universets fremtid da ud? Det kan vi ikke sige med sikkerhed. Det beror i høj grad på den mørke energis egenskaber, og derom ved vi endnu meget lidt. I det simpleste scenario ændrer den mørke energi sig ikke med tiden. Det indebærer, at den bliver vigtigere og vigtigere for Universets udvikling, da udvidelsen gør, at stoffet tyndes ud. I et sådant scenario bliver Universets udvidelse ved med at accelerere. Galakser farer længere og længere væk fra hinanden, og Universet bliver i fremtiden et koldt, tomt og mørkt sted. Men måske forandres den mørke energis egenskaber med tiden, og Universets udvikling ændres. Mange astronomer finder det lige mærkeligt nok, hvis den mørke energi er konstant. Det vil betyde, at fremtidens Univers vil være helt domineret af mørk energi. Det vil også betyde, at den mørke energi var helt ubetydelig i Univer-

sets barndom. I det tidlige Univers var det normale stof meget tættere, og dette gjorde, at tyngdekraften fra dette stof dominerede over den mørke energis anti-tyngdekraft.

I de kommende år vil den mørke energi blive kortlagt, blandt andet vha. resultaterne fra supernova-observationerne samt ved undersøgelser af den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling.

## DEN KOSMISKE MIKROBØLGE-BAGGRUNDSSTRÅLING

Den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling er en slags ekko fra Universets hede ungdomsår. Opdagelsen i 1965 af denne svage reststråling blev belønnet med Nobelprisen. I dag giver baggrundsstrålingen en fantastisk mulighed for at studere Universets barndom, det er nemlig det første vi kan observere af Universet. Observationer viser, at baggrundsstrålingen kommer fra alle retninger på himlen, og at den er lige varm (eller snarere kold, nemlig 2,7K) i alle retninger. Men der er dog små bitte variationer i temperaturen. Disse mikroskopiske temperaturvariationer skyldes »klumper« i fordelingen af stof omkring 300.000 år efter Big Bang.



**Figur 4: Observation af mikrobølge baggrundsstrålingen som den er fordelt over hele himlen. Strålingen stammer fra 13,7 milliarder år siden dengang universet blev gennemsigtigt for stråling. (kredit: NASA/WMAP Science Team)**



NYTÆNKNING • KREATIVITET • KVALITET



## Vi skaber fremtidens undervisningslokaler

Vi designer, projekterer og leverer faglokaler



**TOTAL** Total Inventar •  
INVENTAR

 Procesventilation •

Detaljerede studier af temperaturvariationerne har bidraget med viden om Universets overordnede egenskaber og udvikling. Det allervigtigste resultat er, at krumningen af Universet ser ud til at være meget lille. Universets tredimensionelle geometri er med andre ord »fladt«. Meget energi giver et univers med krumning som en kugle (positiv krumning). Lidt energi giver et univers med krumning som en cykelsaddel (negativ krumning). Et univers med en tilpas mængde energi giver ingen krumning – et »fladt« univers. Temperaturvariationerne i den kosmiske mikrobølge-baggrundsstråling viser, at Universet er »fladt«, men det stemmer ikke rigtigt med den målte mængde af stof i Universet. Alt kendt stof, vi har set eller på anden vis målt tilstedeværelsen af, bidrager kun med ca. en tredjedel af den energi, der skal til for at få et

fladt univers. Der mangler altså ca. 70 % energi for at få regnskabet til at gå op, og det er her, den mørke energi kommer ind i billedet. Kun ved at tilføje 70 % mørk energi kan vi opnå et konsistent billede af Kosmos. Denne energi fungerer som en slags anti-tyngdekraft, som får Universets udvidelse til at accelerere. Mørk energi påvirker Universets krumning på samme måde som energien i almindeligt stof. Tilsammen giver det præcis den mængde energi i Universet, der skal til for at få en flad geometri.

I dag ved vi meget mere om Universet end for bare 10 år siden. Vi har et billede, der stemmer overens med flere uafhængige observationer af Universet. På den anden side er der mange ubesvarede spørgsmål. Dagens Univers består af 70 % mørk energi – og vi har ingen anelse

om, hvad det egentlig er. Et bud er, at der er tale om »vakuumergi« altså energi, som er til stede i det tilsyneladende tomme rum. Ifølge Einsteins ligning  $E = m \cdot c^2$  har denne vakuumergi masse. Det betyder, at vakuumergien har en gravitationsvirkning på Universets udvidelse. Men bemærkelsesværdigt nok er vakuumergiens virkning den omvendte af stofs. Stof forårsager, at udvidelsen går langsommere og kan med tiden standse eller vende den, mens vakuumergien altså skulle få udvidelsen til at accelerere.

Så meget tyder på, at det tomme rum ikke er helt tomt, men at det indeholder en smule energi. Og da Universet udvider sig, og mængden af tomt rum herved bliver større og større, bliver der mere og mere af denne energi.

# fysik•kemi

I fysik•kemi finder du bl.a. idéer, aktuel fagligt nyt, fagbogsanmeldelser, og vurderinger af nyt apparatur.

Tidsskriftet fysik•kemi, så er du altid opdateret!



# NATURFAGSUNDERVISNING I MEDICAL ALLEY

TEKST OG FOTO: ERIK JØRGENSEN (FORTSAT FRA NUMMER 1 2007).

## EARL S. BAKKEN

Efter at have besøgt CILS projektet i Californien fik jeg nogle måneder senere lejlighed til at undersøge nærmere, hvordan man kan omsætte alt det, man på nuværende ved om naturfag og læring til indretning af tilsvarende undervisningsmiljøer. I Minneapolis i staten Michigan i USA besøgte jeg tre institutioner, som på hver deres vis forsøger at leve op til nogle af de mange anbefalinger vedrørende formel og uformel læring og med vægt på diskussion og visualisering i undervisningen. Det drejer sig om Bakken Museum, Minnesota Science Museum og St. Olaf College. Når jeg besøgte disse tre institutioner, var det efter anbefaling fra CILS, og hvor man også gjorde mig opmærksom på en erhvervs-mæssig problemstilling omkring Minneapolis. Området benævnes Medical Alley som følge af dets førerposition indenfor forskning, udvikling og produktion af medicin og bioteknisk udstyr. Medical Alley

er ikke mindst skabt som følge af, at verdens første pacemaker blev udviklet i Minneapolis af Earl S. Bakken i 1957, og at hans firma Medtronic er verdens største producent af pacemakere. Earl Bakken er i dag en ældre herre bosat på Hawaii, men hans interesse for at bevare Minneapolis som Medical Alley er fortsat usvækket. Kun ved at skabe interesse for naturvidenskab hos børn og unge kan Minneapolis gøre sig håb om at bevare sin førerposition, mener Earl Bakken, og han har ikke ladet det blive ved snakken. Earl Bakken har bygget sit eget museum for elektricitet, hvor børn og unge skal få interesse for naturvidenskab og blive inspireret til senere at uddanne sig indenfor et naturfagligt område.

## BAKKEN MUSEUM

På Bakken Museum møder børnene elektricitet gennem videnskabs-

historie og elektriske apparaters udvikling. Denne tilgang til naturvidenskab har rødder tilbage til tiden omkring Sputnikchokket, hvor en del videnskabshistorikere på Harvard universitetet hævdede, at børn ikke skal møde naturvidenskab som en sum af dens viden i form af læresætninger og forskriftsmæssige forsøg, men gennem dens historie. Som et eksempel på, hvordan denne tilgang kan anvendes pædagogisk, har Bakken Museum brugt den til at udvikle et skuespil om Frankenstein for at fortælle børn om elektricitet. Et af museets lokaler er ombygget til en teatersal, hvor scenen viser et laboratorium, som det kunne se ud omkring år 1800, hvor Voltasøjlen blev opfundet og gjorde det muligt at lave spændende forsøg med strøm, dyr og mennesker. Midt på scenen sidder en professionel skuespillerinde, som spiller Mary Shelley, forfatteren til bogen om Frankenstein, og gennem hendes dramatisering og fortælling om bogens tilblivelse og



handlingen i den, og hvordan opfattelsen af naturvidenskab og elektricitet var for 200 år siden, møder børn på en spændende og utraditionel måde elektricitet. Det er en dyr måde at lave naturfagsundervisning på og helt uden for en skoles økonomiske rækkevidde. Kun i et uformelt læringsmiljø kan en sådan forestilling stables på benene, og så endda kun, hvis der findes tilstrækkeligt med penge i miljøet. Det gør der på Bakken Museum, og pengene bliver brugt i forventning om, at museet derved kan medvirke til at skabe interesse hos børn og unge i Minneapolis for naturvidenskab. Lykkes det ikke, er det ikke kun produktion, men også forskning og udvikling der flytter til billigere og bedre uddannet arbejdskraft i Kina eller Indien. Der er derfor i Minneapolis en interesse for naturvidenskab og undervisning, som har givet sig synlige resultater indenfor formelle og uformelle læringsmiljøer.

Hvor mange penge Bakken Museum har, gav en af museets ansatte David Pantalony mig et indtryk af. Da Earl Bakken oprettede museet i 1970'erne, sendte han folk til Europa for at opkøbe så mange historiske elektriske apparater og anordninger som muligt. Handlen gik strygende og i Frankrig så godt, at der snart blev tale om et direkte udsalg af landets kulturarv, så den franske regering blev nødt til at lave et eksportforbud af gamle elektriske apparater.

## MINNESOTA SCIENCE MUSEUM

Minnesota Science Museum er krumtappen i naturfagsundervisningen i Minneapolis – ja i hele Minnesota. 700.000 børn, unge og voksne besøger hvert år museet. Der er udstillinger omhandlende naturvidenskab og teknologi, og udstillinger, der er koblet til naturvidenskabelige databaser. Således er der i en sal en stor computerskærm, der giver et billede af jordkloden set fra rummet, og hvor man fra forskellige videnskabelige databaser kan få visualiseringer af forskellige fysiske, geologiske og biologiske forhold frem på den digitale klode. Man kan f.eks. se Katha-

rina orkanen udvikle sig og gå i land i New Orleans og lige i et kort øjeblik blive til en kategori 5 orkan, eller man kan se, hvordan data vedrørende øget drivhuseffekt omsættes til visualiseringer af klimabælters mulige forandringer. Stærkest indtryk gjorde det på mig at se et her og nu billede af de mange steder Amazon regnskoven står i brand. Der er undervisningsprogrammer til alle klassetrin indenfor fysik, biologi og geologi med indhold, som ikke kan foregå på skolen som eksempelvis gensplejsning. Museet er hjemsted for forskning og udgivelse af publikationer indenfor naturvidenskabelige fagområder, hvilket giver museet videnskabelig status og gør det til en prestigefyldt arbejdsplads. Den fortsatte faglige og pædagogiske udvikling af naturfagslærere i Minneapolis og Minnesota varetages i stort omfang af Minnesota Science Museum. Problemet med at få skabt interesse for naturvidenskab hos unge fra forskellige minoritetsgrupper er museet medvirkende til at løse gennem et uddannelsesprogram, hvor teenagere af begge køn uddannes til science formidlere på museet for børn fra deres egen etniske baggrund. Gennem formidlingen bliver teenagerne integreret i naturvidenskab og indirekte også i det amerikanske samfund og bliver samtidig rollemodeller. Museets dynamiske direktør Eric Jolly fortalte mig, at skal et museum udvikle sig som et uformelt læringsmiljø, er det nødvendigt at have samarbejde med skoler og undervisningssystemet. Det er i høj grad lykkedes for ham. Det er gennem Eric Jollys lederskab at Minnesota Science Museum har udviklet sig til det førende uformelle læringsmiljø i USA.

## ERIC JOLLY



Problemet med naturfagsundervisning i skolen skyldes efter Eric Jollys mening, at den giver elever en fragmenteret

opfattelse af naturvidenskab som følge af tre forhold. 1) Undervisningen med dens indhold og form formår sjældent at skabe interesse og engagement, 2) den formår sjældent at give eleverne viden og færdigheder, som gør det muligt for dem at fordybe sig i naturvidenskab, og 3) den formår sjældent at skabe opmærksomhed hos eleverne for det naturvidenskabelige indhold i deres omverden og derved skabe yderligere interesse og forståelse for naturvidenskab. *Hvad vi dybest set sætter eleverne til i skolen er at opfinde den dybe tallerken den ene gang efter den anden.* Et normalt udstyret fysiklokale med undervisning efter en stram læseplan med tilhørende tests giver imidlertid ikke læreren mange muligheder for at forbedre disse tre forhold og heller ikke eleverne mange muligheder for stille spørgsmål, der kunne lede frem til bedring af forholdene. Kun ved at se ud over skolen og ved at betragte den som en enkel del af et bredere naturvidenskabeligt landskab, som eleverne færdes i, åbner der sig muligheder for at forbedre forholdene og dermed skabe en sammenhængende undervisning. Hvor og hvordan skabes interesse og engagement, hvor og hvordan udvikles viden og færdigheder til fordybelse, og hvor og hvordan kan eleverne møde og udvide deres forståelse af naturvidenskabens rolle i deres omverden. Det er imidlertid vigtigt at fremhæve, at de uformelle miljøer ikke kan undvære skolens faglige undervisning, som skal gøre det interessant og udbytterigt at besøge museer, science centre o.l. Når elever derfor skal beskæftige sig med et naturvidenskabeligt emne, skal læreren ikke længere se fysiklokalet alene som rammen for undervisningen. Læreren skal designe læringsmiljøer, som eleverne skal arbejde i. Hvilke dele af skolens formelle læringsmiljø skal bringes i spil med hvilke uformelle læringsmiljøer, for at undervisningen kan skabe interesse og engagement og udvikle viden og færdigheder til fordybelse og give eleverne forståelse af naturvidenskabens rolle i deres hverdag og omverden og måder at tænke på? Design af læringsmiljøer

vil gøre det mere interessant at være naturfagslærer, og ved at designe de rette læringsmiljøer vil læreren kunne skabe mere glæde ved sin naturfagsundervisning hos flere elever.

Eric Jolly var tydeligt stolt at sin og Minnesota Science Museums rolle i politisk prægede diskussioner og handlingsplaner vedrørende naturfagsundervisning. Han fortalte, at guvernøren i Minnesota ikke tager beslutninger vedrørende naturfag uden først at have talt med Eric Jolly, og selv undervisningsministeren i USA flyver fra Washington til Minneapolis for at tale med ham. For Eric Jolly er naturvidenskab det 21. århundredes nødvendige sprog og indgangen til en rigere forståelse af verden og masser af spændende jobs.

## ST. OLAF COLLEGE

Æstetisk og akademisk er det Camelot. Sådan er St. Olaf College blevet omtalt i New York Times. Lige som ridderne på Kong Arthurs slot Camelot levede efter høje idealer og principper i krig og fred, lever lærere og elever på St. Olaf College også efter høje idealer og principper i undervisning og uddannelse. St. Olaf har på traditionel amerikansk vis alle bygninger samlet på et stort campusområde beliggende på en høj bakke i udkanten af Northfield – en lille by en times kørsel øst for Minneapolis. St. Olaf College blev oprettet af norske indvandrere i midten af 1800 tallet og har stadig stærke kulturelle og faglige forbindelser til Norge. Det berømte St. Olaf kor turnerer ofte i Norge, og der er udveksling af elever mellem St. Olaf og norske universiteter.

Når man bliver studerende på St. Olaf indgår man i et værdifællesskab med andre. Man benævnes som en »ole«, og bliver i sin studietid inspireret til at omsætte intellektuelle ideer og etiske idealer til handling for at gøre verden bedre. St. Olaf College udtrykker denne holdning i sit slogan »Ideals to Action«. Et ophold i et af verdens fattige lande i løbet af studietiden tillægges stor værdi, hvad enten det er i form af et studieophold eller et arbejde for en hjælpeorganisation. Som studerende på St. Olaf udvikles både intellekt, legeme og ånd ud fra en kristen grundholdning, der gør diskussioner om tro til en naturlig del af hverdagen. Det er derfor helt naturligt, at det første jeg fik forevist på St. Olaf College, var den store kirke på campusområdet og med en beretning om, hvor stor en rolle kirken og dens aktiviteter fylder i de studerendes sociale og kulturelle liv. Som normalt dansk folkekirkemedlem virkede det lidt fremmedartet at opleve en kirke og dens liv som en ramme for et studieliv for så mange unge. Egentlig lidt misundelsesværdigt må jeg indrømme.

St. Olaf College har en høj naturfaglig profil. Alle de 2800 studerende skal gennemgå naturfaglige forløb, og det naturfaglige indhold skal altid være på højde med naturvidenskabelig forskning og viden uden for

college, lige som undervisningen skal foregå efter de anbefalinger, som forskning i læring og læreprocesser giver. De mange muligheder for naturfaglige forløb indenfor fysik, biologi og kemi skal kombineres med forløb fra det humanistiske fagområde. Hvor højt tværfaglighed værdsættes på St. Olaf College udtrykkes ved, at de studerende skal lære at se verden som en sociolog ser den, som en musiker ser den, og som en fysiker ser den.

På St. Olaf kan man efter 4 år afslutte sit studium med en bachelorgrad og med den søge videre til universiteter for at afslutte med en mastergrad. Sammenlignet med bachelors fra andre colleges i USA rangerer St. Olaf højt med hensyn til antal bachelors, der vælger at afslutte et naturfagligt studium med en master. I en sammenligning med hvor mange der fortsætter med et PhD studium og gennemfører det, ligger St. Olaf helt i top.

## DAVID VAN WYLEN

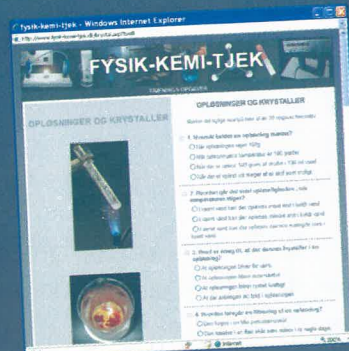


Min kontaktperson på St. Olaf College var David van Wylene, som er professor i biologi og dekan for det naturvidenskabelige fakultet. Han pointerede, at undervisning og uddannelse i

at undervisning og uddannelse i

## NETOPGAVER til fysik/kemi

- ✓ adgang til ca. 120 forskellige opgavesæt på Internettet
- ✓ selvkontrollerende træningsopgaver
- ✓ testopgaver, hvor resultater gemmes i en statistik
- ✓ træner elever til nye test- og prøveformer
- ✓ et nyttigt redskab i forbindelse med elevplaner



[www.fysik-kemi-tjek.dk](http://www.fysik-kemi-tjek.dk)

# DET PERIODISKE SYSTEM

**DET PERIODISKE SYSTEM**

gruppenummer IUPAC (1982) — gruppenummer IUPAC (1970)

grundstoffets navn — Nitrogen  
grundstoffets latinske navn — Nitrogenium

atomnummer — 7  
atomteget — N

tilstand — 3,0  
elektronegativitet — 3,0  
opdaget — 14,007

— smeltepunkt — -196°C  
— kogepunkt — -182°C  
— massefylde (ved 20°C) — 1,251 g/l  
— oxidationstal — 3  
— krystalssystem — rhombohedralt  
— elektronkonfiguration — 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>3</sup>  
— atommasse — 14,007

Radioaktivt stof (usærligt)    Radioaktivt stof (stråligt fremstillet)    Gasform (ved 20°C)    Flydende form (ved 20°C)    Fast form (ved 20°C)

**Metal**  
**Ikke metal**  
**Halvmetal**

**Cerium** 58 Ce    **Praseodym** 59 Pr    **Neodym** 60 Nd    **Promethium** 61 Pm    **Samarium** 62 Sm    **Europium** 63 Eu    **Gadolinium** 64 Gd    **Terbium** 65 Tb    **Dysprosium** 66 Dy    **Holmium** 67 Ho    **Erbium** 68 Er    **Thulium** 69 Tm    **Ytterbium** 70 Yb    **Lutetium** 71 Lu

**Thorium** 90 Th    **Protactinium** 91 Pa    **Uran** 92 U    **Neptunium** 93 Np    **Plutonium** 94 Pu    **Americium** 95 Am    **Curium** 96 Cm    **Berkelium** 97 Bk    **Californium** 98 Cf    **Einsteinium** 99 Es    **Fermium** 100 Fm    **Mendelevium** 101 Md    **Nobelium** 102 No    **Lavrencium** 103 Lr

**Nordisk Korthandel**  
scanmaps.dk

## Det periodiske system for første gang på dansk!

186 x 140 cm - fås som SR (selvoprullende) eller TR (transportabel)  
varenr. 1201048

**Det periodiske system  
som selvruhlende 1.760,- kr.**

Nordisk Korthandel, scanmaps.dk har udarbejdet Det periodiske system på dansk i flere størrelser.

- Det periodiske system i A4 lamineret, varenr. 0000809      40,- kr. pr.stk    25 stk    780,- kr.
- Det periodiske system i A3 lamineret, varenr. 0000810      60,- kr. pr.stk    25 stk    1.196,- kr.
- Det periodiske system plakat 70 x 100 i papir, varenr. 0000811      300,- kr. pr. stk
- hvis plakaten ønskes lamineret bliver prisen 560,- kr.

# Det periodiske system er også med på Top Maps cd'en.

Top Maps (klik - kortene frem på elektroniske tavler, videoprojektorer eller pc'en)

Se alle kort og muligheder på [www.scanmaps.dk/topmaps](http://www.scanmaps.dk/topmaps)

Top Maps

38 kvalitetskort til fri kopiering og print i A4/A3, zoom ind, vedhæft billeder eller lydfiler, søg på stednavne, understreg, highlight, overstreg eller indsæt byer, veje og meget mere.

På Top Maps cd'en ligger Det periodiske systems informationer i lag, hvilket betyder det er muligt at vise netop de lag den enkelte lærer ønsker i undervisningen.

Her vist med udvalgte lag

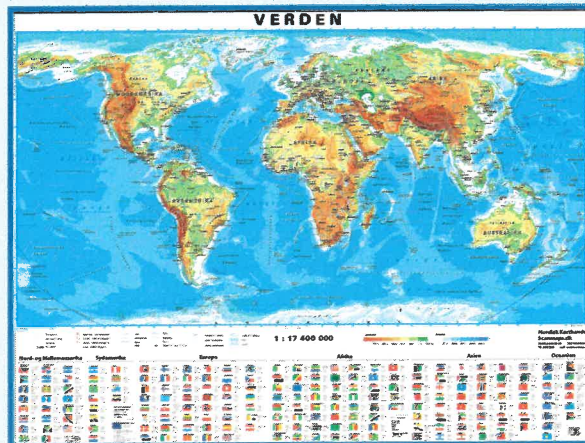
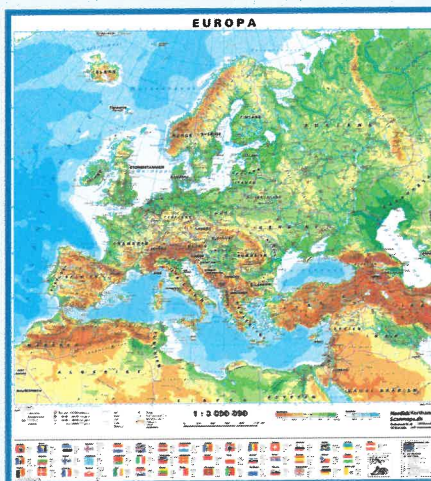
gruppenummer IUPAC (1989) 15  
gruppenummer IUPAC (1970)  
grundstoffets navn Nitrogen  
grundstoffets latinske navn Nitrogenium  
atomnummer 7  
atomtegn N  
tilstand  
elektronegativitet 3,0  
opdaget D. Rutherford, 1772  
ionisationsenergi 1402 kJ/Mol  
smeltepunkt -210°C  
kølepunkt -196°C  
massefylde (ved 20°C) 1,17 g/L  
oxidationstal -I, -II, -III, I, II, III, IV, V  
krystalsystem  
elektronkonfiguration 2-5  
atommasse 14,007

Her vist med alle lag

gruppenummer IUPAC (1989) 15 Va  
gruppenummer IUPAC (1970)  
grundstoffets navn Nitrogen  
atomnummer 7  
atomtegn N  
atommasse 14,007

Gratis print i A4/A3 til hele klassen - en del af Top Maps pakken.

## De tre kvalitets skolekort er med på Top Maps cd'en



Bestil gratis DEMO CD på  
[skole@scanmaps.dk](mailto:skole@scanmaps.dk)

Nordisk Korthandel  
[scanmaps.dk](http://scanmaps.dk)  
Studiestræde 26-30 - 1455 Kbh. K  
3338 2638 - [post@scanmaps.dk](mailto:post@scanmaps.dk)  
[www.scanmaps.dk](http://www.scanmaps.dk)

Alle priser er ex. moms

naturvidenskab i dag skal være tværfaglig. Både fordi naturvidenskabelige problemer i dag kun kan behandles tværfagligt, og fordi det er gennem tværfaglighed, man kan gøre de studerende interesserede i naturvidenskab. Et meget populært introduktionsforløb på St. Olaf er naturgenopretningsprojekter. De er i sandhed tværfaglige. Gennem deltagelse i sådan et projekt kommer de studerende i kontakt med viden og forskning fra de naturvidenskabelige, humanistiske og samfundsmæssige fagområder. Der er i mange tilfælde tale om frontforskning med dertil hørende metoder og avanceret måle- og kommunikationsudstyr. De studerende lærer at se naturvidenskabelige problemer holistisk og at anerkende de bidrag, som forskellige fagdiscipliner kan give til løsning af problemer på et både eksperimentelt og diskussionsmæssigt plan. David van Wylen eksemplificerede det tværfaglige for mig ved at sige, at »det er svært for en biolog at vide, hvordan han får det, han finder ud af, bragt hen til det system, som kan omsætte det i handling, hvis han ikke har lært om det politiske system i samfundsfagene«. Naturgenopretning af især vådområder har politisk prioritering i Minnesota, så St. Olaf College har relativt nemt ved at finde projekter til de studerende.

Ved at lade de studerende arbejde med naturgenopretningsprojekter lever St. Olaf College op til de anbefalinger, som National Science Foundation giver vedrørende forskning og undervisning i moderne naturvidenskab. De studerende oplever at arbejde med naturvidenskab i en miljømæssig syntese, hvor tværfaglighed, kommunikation og hurtig omsætning af viden til handling præger deres arbejde.

Naturfagsundervisningen på St. Olaf College er imidlertid med denne succesrige pædagogik løbet ind i et problem. De gængse lokaler kan ikke længere leve op til pædagogikken. Faste sæder og fast laboratorieudstyr giver ikke rum for den fleksibilitet, der kræves, for at

de studerende kan arbejde med projekter præget af frontforskning og kommunikation gennem avanceret computerudstyr. Den manglende fleksibilitet sætter studerende og lærere i den situation, at når laboratoriet ikke kan indrettes efter problemet, må man indrette problemet efter lokale forholdene. Det er naturligvis en uholdbar situation. Derfor er St. Olaf College ved at udvide det naturvidenskabelige fakultet med et bygningskompleks, der vil koste 400 millioner kroner, når det står færdigt i 2009. Det første spadestik bliver taget i januar 2007.

### FRA FAGLOKALE TIL LÆRINGSMILJØ

Bygningen skal vise, hvordan man kan omsætte alt, hvad man nu ved om naturvidenskab og læring til læringsmiljø og ikke faglokaler. »Disse hører ikke hjemme i videnssamfundet«, siger David van Wylen. »Når vi i dag underviser gennem reelle problemer og projekter, sker det ved, at de studerende arbejder i grupper og i nogle tilfælde arbejder med frontforskning og bruger forskelligartet avanceret udstyr. De studerende bevæger sig meget rundt for at samarbejde med hinanden. De nuværende laboratorier er ikke længere i overensstemmelse med den måde, vi underviser på. Men hvordan skal bygningen indrettes, så vidt forskellige faggrupper kan samarbejde, hvordan skal et auditorium indrettes, så det også giver muligheder for aktivitet blandt de studerende, hvordan skal et moderne forskningsbibliotek indrettes, når de studerende i dag bruger Internettet, hvordan indretter man en bygning, så den bliver ramme om et tværfagligt studiemiljø, også i frokost- og kaffepauser, hvordan skal alle de nye kommunikations- og medieteknologier installeres, og hvordan skal hele bygningen være i overensstemmelse med St. Olafs værdigrundlag«?

Det har taget en arbejdsgruppe på St. Olaf College næsten 5 år at diskutere disse og lignende spørgsmål

igennem og i samarbejde med arkitekter og bygherrer omsætte ideer og visioner til den bygning, som nu skal tage form. De økonomiske midler kommer fra forskellige fonde, som et ihærdigt fund raising arbejde har fået til at betale for bygningen. David van Wylen og arbejdsgruppen fremviste for mig med power point hele bygningskomplekset og dets indretning.

Det bliver unikt, når det står færdigt om to år. Allerede nu har det skabt opmærksomhed i naturfaglige kredse i USA, og når det står færdigt, vil det være et oplagt mål for en studietur for danske grupper, som er interesserede i naturfaglige lokaler, der kan synkronisere naturfagsundervisningen med moderne naturvidenskab. Også for naturfagslærere i folkeskolen, for ganske vist er der på St. Olaf tale om naturfag på collegeniveau, men derfor kan bygningen godt give ideer og visioner om naturfag og naturfagsundervisning på folkeskoleniveau.

### JESSE JAMES OG NATURFAGSUNDERVISNING

Mit besøg på St. Olaf College startede med morgenmad og fremvisning af kirken. Mit besøg blev afsluttet med aftensmad og fremvisning af endnu en vigtig bygning. Inden jeg kunne sætte mig ind i min bil og køre tilbage til Minneapolis, var det David van Wylen og de andre lærere meget magtpåliggende at tage mig med ned i downtown Northfield for at vise mig byens mest berømte bygning og store turistmål, nemlig Northfield Bank som Jesse James og hans bande forsøgte at plyndre den 7. september 1876. Det mislykkede bankrøveri førte til voldsomt skyderi mellem banden og sheriffen og hans folk og resulterede i adskillige dræbte, men Jesse James og hans bror Frank slap væk. Mit ophold på St. Olaf College blev med dette indslag også særdeles tværfagligt.



# HVAD ER DET?

Desværre blev udgivelsen af sidste nummer af Fysik•Kemi forsinket, så der har ikke været megen tid til overvejelserne. Ingen har nået det til deadline. Derfor gentager vi billedet, men taget på lidt større afstand. God fornøjelse.

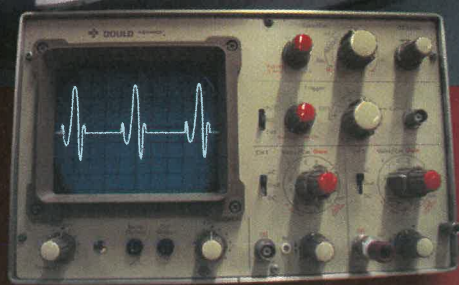
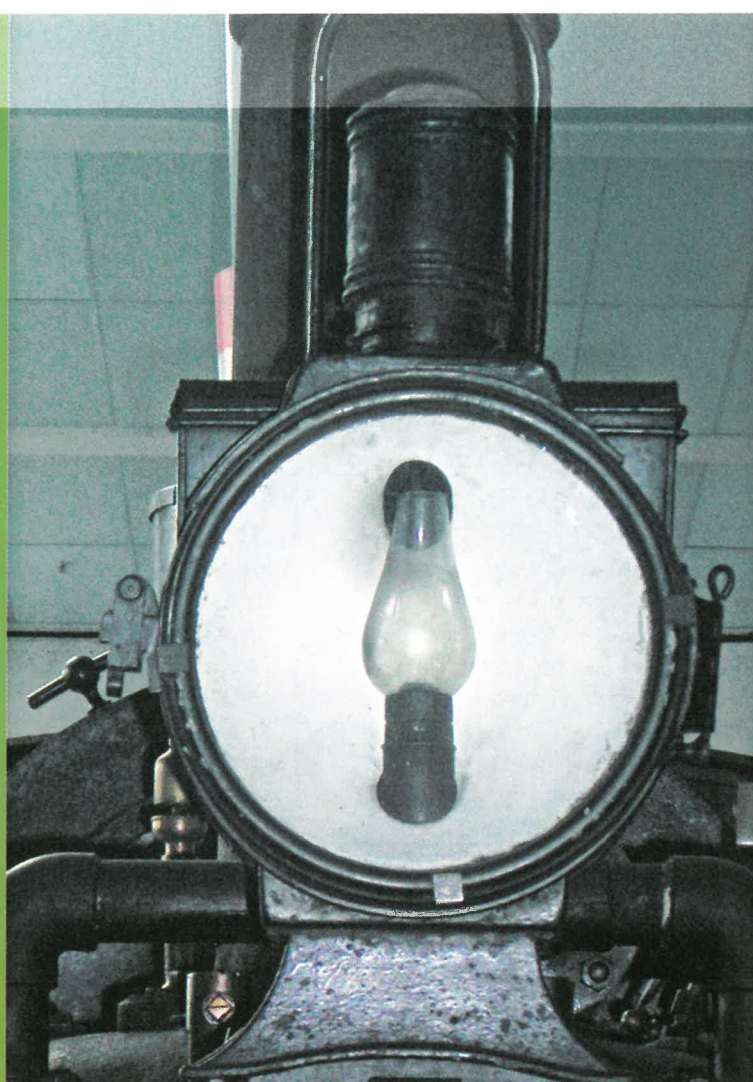
Inspireret af Piet van Deurs har vi lavet en lille fortløbende konkurrence. I hvert nummer er der et billede af en gammel fysikting. Vil du lege med, så send til elektronikredaktøren dit svar på:

- Tid?
- Sted?
- Anvendelse?

Vi sender et par flasker til den, der kommer nærmest. Står det lige, trækker vi lod.

#### Indsend til:

Georg Hansen  
Højsagervej 7  
5884 Gudme  
e-mail: georg@pionerne.dk



## -Nyt liv ?



- bedst til faglokaler

Å.0. Rog. Hous

ST SKOLEINVENTAR A/S · Tlf. 97 37 11 88 · Fax 97 37 23 27 · [www.st-skoleinventar.dk](http://www.st-skoleinventar.dk)

# RADIOAKTIVE STOFFER OG IONISERENDE STRÅLING I FOLKESKOLEN!

ERLAND ANDERSEN WWW.NATURFAGSKURSER.DK

I maj 2007 skete der et tyveri af en protactinium-generator fra et fysik/kemilokale.

Det skabte en del panik og uro, bl. a. med indslag i radio- og tv-avisen hvor både »skolen« og andre udtalte sig i alvorlige vendinger om hvor farligt stoffet var.

Nu er det altid problematisk når der stjæles noget fra skolernes fysik/kemi-samlinger; og indimellem kan det også være rigtig farligt hvis det kommer i ukyndige hænder.

Protactinium-generatoren er selvfølgelig farlig, for den indeholder et radioaktivt stof, men det er nu ikke her problemet er! Det problematiske er først og fremmest den konc., saltsyre, det organiske opløsningsmiddel samt at der er tale om tungmetaller.

Der skal dog først være hul på beholderen for at komme ind til det farlige, og mon ikke det smager og lugter så dårligt at ingen kunne drømme om at drikke det!

Skulle det endelig ske, så er mængden dog ikke så stor.

Angående den stråling der udsendes, så er den så ringe at vi helt kan se bort fra faren.

Så det var heldigvis ikke så farligt som medierne gav udtryk for!

Det kan dog undre, når der sker et sådant tyveri, at skolen, de ansvarlige, ikke kontakter dem der skal kontaktes, nemlig Statens Institut for Strålebeskyttelse.

Hvis man havde gjort det, kunne mange misforståelser have været undgået!

Det betyder ikke at man skal tage tyveriet let og lade som ingenting, tværtimod giver tyveriet anledning endnu en gang at understrege at der er nogle sikkerhedsregler som SKAL overholdes.

I en artikel andetsteds i FYSIK•KEMI

har Mette Øhlenschlæger fra Statens Institut for Strålebeskyttelse beskrevet reglerne for arbejdet med radioaktive stoffer og ioniserende stråling i folkeskolen.

Artiklen svarer stor set til en tilsvarende artikel i FYSIK•KEMI fra 2001.

## HVAD ER EN PROTACTINIUM-GENERATOR?

Selve protactinium-generatoren består af en lukket teflonbeholder som indeholder et organisk opløsningsmiddel, konc. saltsyre samt uranylinitrat.

$^{238}\text{U}$  udsender  $\alpha$ -partikler og omdannes til Th som via  $\beta$ -henfald omdannes til Pa (protactinium).

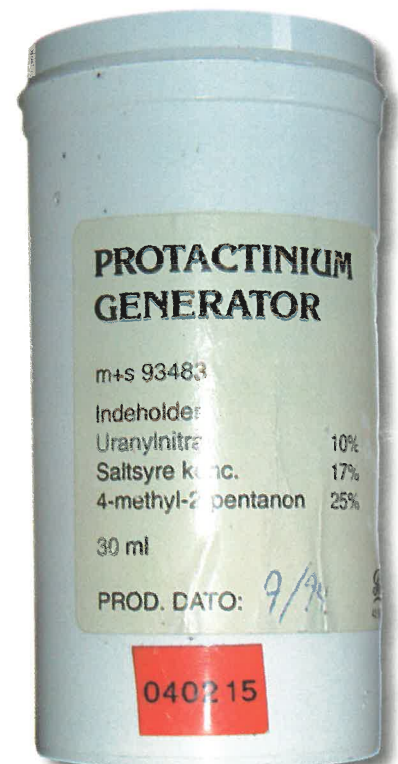
Pa kan opløses i det organiske opløsningsmiddel. U og Th kan kun

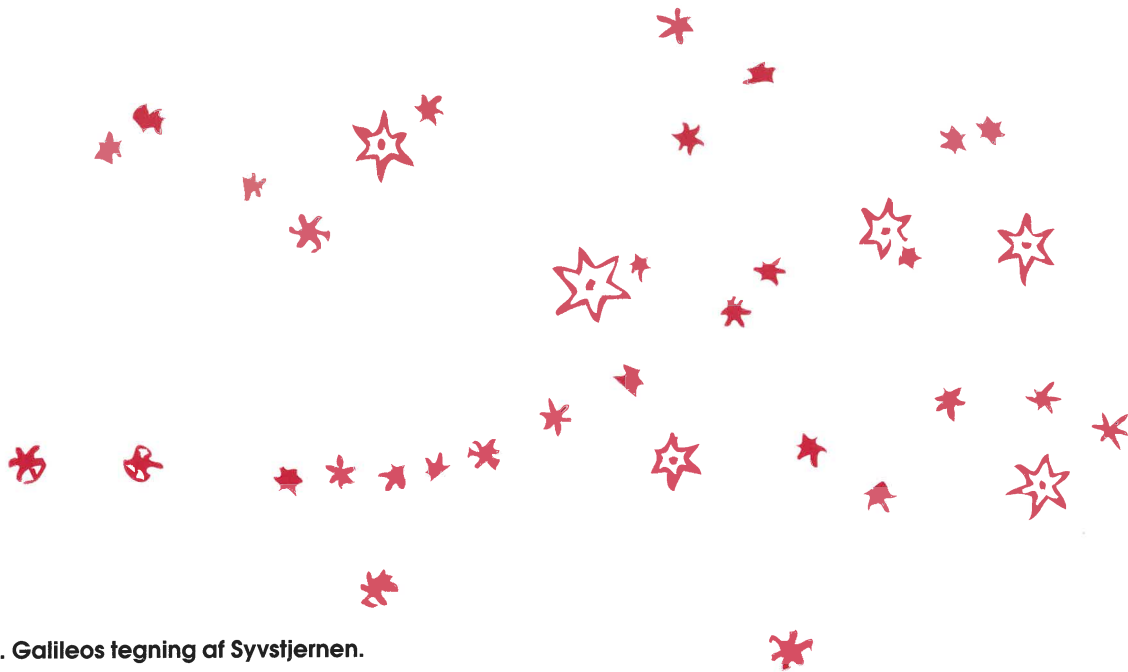
opløses i saltsyren.

Ved at ryste beholderen godt og grundigt vil Pa opløses helt i det organiske opløsningsmiddel, U og Th er opløst i saltsyren som ligger nederst i beholderen, og det organiske opløsningsmiddel ligger øverst. Pa udsender  $\beta$  med en energi på 2,3 MeV så den kan trænge igennem beholderens vægge.

Th udsender  $\beta$  med en energi på 0,2 MeV, og det er for lille en energi til at den kan komme igennem væggen, og  $\alpha$  fra U kan slet ikke, samtidig er både Th og U opløst i saltsyren og ikke i det organiske opløsningsmiddel.

Da  $^{234}\text{Pa}$  har en halveringstid på kun 71 sekunder, er den utrolig velegnet til at måle halveringstiden på.





Figur 2. Galileos tegning af Syvstjernen.

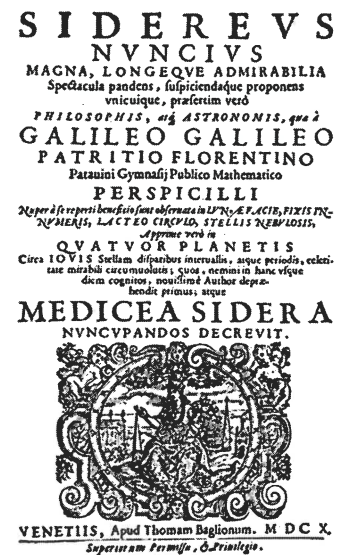
## ASTRONOMIENS ZOOLOGISKE HAVE 10

### MÆLKEVEJEN

Mælk hedder på græsk *gala* – i genitiv *galaktos*. Derfor er ordet Mælkevejen også blevet til ordet *galakse*. En mælkevej er derfor det samme som en *galakse*. Men *Mælkevejen* skrevet med stort er vores egen galakse, vores egen mælkevej. Det er den eneste mælkevej, som vi kender ganske godt, men ikke kan vise et billede af set i passende afstand. Vi kan ikke se skoven for træer. Vi bor inde i den, og ingen af bladets læsere kommer til at forlade den. Vi ser den som et lysende bånd hen over himmelen. Og på en klar nat ser vi let uden brug af kikkert, at den her og der er spaltet i flere lysende dele adskilt af mørkere områder. At det forholder sig sådan, kan vi enkelt forklare. Mælkevejen er en spiralgalakse som sine to nærmeste kæmpegalakse-naboer **Andromeda-galaksen** og **Triangulum-galaksen**. Sådanne galakser har i deres centrale plan et lag af støv og gas, som man ikke kan se gennem bortset fra ved hjælp af infrarødt lys, som man jo netop ikke kan se med det blotte øje. Da vi selv bor midt i Mælkevejens plan, vil vi netop se lysende bånd af lys af utallige stjerner på begge sider af det centrale støvplan.

### GALILEI OG MÆLKEVEJEN

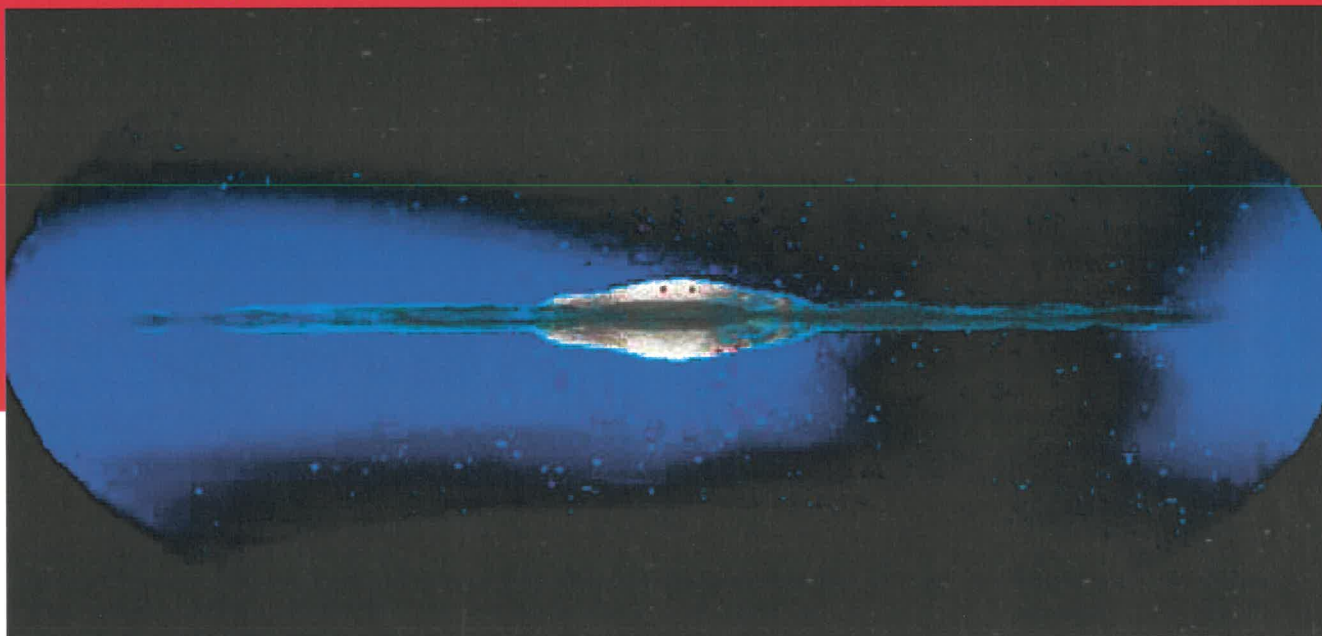
Da Galileo i 1609-10 som den første rettede den nyopfundne kikkert i sin egen forbedrede udgave mod himlen, konstaterede han i *Sidereus Nuncius* (1610): »Vi vil nu kort fortælle, hvad vi foreløbigt har observeret vedrørende fiksstjerneerne. For det første er det værd at bemærke, at stjerner, såvel fiksstjerner som de vandrende (= planeter og måner), ikke bliver forstørret i samme forhold som andre objekter som Månen. En kikkert, der forstørrede andre objekter 100 gange, forstørrede knapt stjernerne 4 til 5 gange.« (Min oversættelse.) Efter at have givet en plausibel forklaring herpå forklarer han, at de til gengæld får en mindre størrelsesklasse, det vil sige bliver mere kraftigt lysende, og at størrelsesklassesystemet fra oldtiden der opererer med størrelsesklasser fra 1 til 6 skal gradueres mere detaljeret og udvides opefter. (I dag kan de store teleskoper se enkeltstjerner svagere end 25. størrelsesklasse. Han havde jo ret Galileo!) Han beskriver, at i stjernebilledet Orion, der traditionelt havde 3 stjerner i bæltet og seks i sværdet, havde han observeret yderligere 80 stjerner. På samme måde så han i stjernebil-



Figur 1. Forsiden til *Sidereus Nuncius*

ledet Syvstjernen = Plejaderne ikke de sædvanlige 6-7 stjerner, men mere end 40 yderligere. Figur 2 viser hans tegning af Syvstjernen. Han skriver videre: »Det tredje vi observerede var selve Mælkevejens natur, som kan iagttages så udmærket med kikkerten, at diskussioner, der i så mange århundreder har plaget filosoffer, med synlig sikkerhed må ophøre, og vi slipper for ordrige argumenter. For Galaksen er ikke andet end samlinger af utallige stjerner fordelt i forskellige hobe.

Figur 3. Model af Mælkevejen NASA. Tegning af Mælkevejen set fra siden med den centrale plan, den centrale fortykning og den sfæriske halo med gamle stjerner og kugleformede hobe.



Ligeegyldigt hvilken retning, man retter sin kikkert, lader straks enorme mængder af stjerner sig se, heriblandt mange som synes store og træder tydeligt frem, men de talløse mindre er i sandhed uden ende.

Det mælkeagtige skær, der som nærmest hvide skyer ses ikke kun i selve Mælkevejen, men spredt ud gennem æteren, hvor mange områder med lignende farve skinner svagt. Retter man sin kikkert til en hvilken som helst af dem, mødes man af en tæt sky af stjerner. Og endvidere – og det er endnu mere bemærkelsesværdigt – de stjerner der er blevet kaldt »tågeagtige« af alle tidligere astronomer er sværme af små stjerner som er placeret meget tæt på hinanden.« (Min oversættelse.)

Galileos store opdagelse er her den, at de lysende bånd, vi ser hen over himmelen, i virkeligheden består af utallige stjerner, som vi ikke med øjet kan se individuelt. At nogle af tågerne så faktisk er tåger af gas og støv, skulle langt senere vise sig.

### HERSCHEL OG MÆLKEVEJEN

William Herschel (1738-1822) var en meget indflydelsesrig astronom, der sammen med sin søster Caroline Herschel og sønnen John Her-

schel dominerede den observationelle astronomi i mere end et halvt århundrede fra midten af 1770'erne og fremefter. William Herschel byggede tidens bedste teleskoper og gennemførte enorme måleprogrammer, hvor han i »nålestik« omhyggeligt undersøgte udvalgte mindre områder af himmelen og gav pålidelige statistiske opgørelser af stjernetætheder i forskellige retninger. Som sidegevinst opdagede han planeten Uranus, Saturns måner Mimas og Enceladus, Uranus' måner Oberon og Titania, talrige kometer og lavede systematiske målinger af dobbeltstjerner og meget andet.

Han mente som Galileo, at de lysende tåger kunne opløses i enkeltstjerner. Specielt hævdede han det for galakser, som han opfattede som fjerne »Ø-universer«. Konklusionen på hans undersøgelser var, at Mælkevejen var en flad omdrejningsellipsoide, som var omkring 5 gange længere end den var tyk.

### KAPTEYN OG MÆLKEVEJEN

Den nederlandske astronom J. C. Kapteyn (1851-1922) fremlagde omkring år 1900 ud fra de ny fotografiske teknikker resultaterne af undersøgelser (stjernetællinger, lys-

styrkevurderinger, spektroskopiske målinger og målinger af stjerners egenbevægelser) af 200 udvalgte områder af Mælkevejen. Hans konklusion var, hvad der i dag kaldes for **Kapteyns univers**: Mælkevejen er et fladt sfærisk system, hvor den centrale plan var omkring 5 gange større end højden. Solen var centralt placeret omkring 2000 lysår fra systemets centrum. Mælkevejen havde en diameter på omkring 35.000 lysår.

### SHAPLEY, HUBBLE OG MÆLKEVEJEN

Amerikaneren H. Shapley (1885-1972) præsenterede i 1918 sin model, hvor afstandene begyndte at ligne vor tids. Han placerede Solsystemet i det galaktiske plan 40.000 lysår fra Mælkevejens centrum. Mælkevejens diameter var nu vokset til over 300.000 lysår. De øvrige galakser blev opfattet som tåger i udkanten af Mælkevejen og ikke som selvstændige mælkeveje. Edwin Hubble (1889-1953) korrigerede det sidste, da han viste, at Andromedagalaksen befandt sig i en afstand af 1.000.000 lysår (moderne tal: 2.200.000 lysår), og at den derfor lå helt uden for Mælkevejen.

## OORT OG MÆLKEVEJEN

Nederlænderen Jan Oort (1900-1992) kom gennem en usædvanlig lang karriere med mange bidrag til forståelsen af Mælkevejens struktur. Allerede i 1924 påviste han eksistensen af Mælkevejens **halo** (glorie), den næsten kugleformede sky af gamle stjerner og kuglehobe, som omgiver galaksen. (Se figur 3.) Et par år senere beregnede han afstanden til Mælkevejens centrum til 20.000 lysår. Efter anden verdenskrig var han foregangsmand for undersøgelser af Mælkevejens rotation vha. radiobølger. Det resulterede i en matematisk model for bevægelserne, som stadigvæk bruges. Og han og hans medarbejder gennemførte systematiske målinger af brintskyers beliggenhed, som sikkert afklarede, at vi bor i en spiralgalakse. Muligvis er den atypisk ved at have tre eller fire spiralarmer mod de normale to. (Det er den samme Oort, der i en tidligere artikel er omtalt som ophavsmand til Oortskyen af kommende kometer i vort solsystem.)

## MÆLKEVEJENS CENTRUM

I centrum af vores galakse befinder der sig et sort hul med en masse på 4 mio. solmasser ( $\approx 8 \cdot 10^6$  kg.) De kraftigste fyrtårne i hele Universet er de såkaldte **quasarer**, som vil blive omtalt i afsnit 12 i denne serie. Det er sorte huller i galaksecentre, oftest

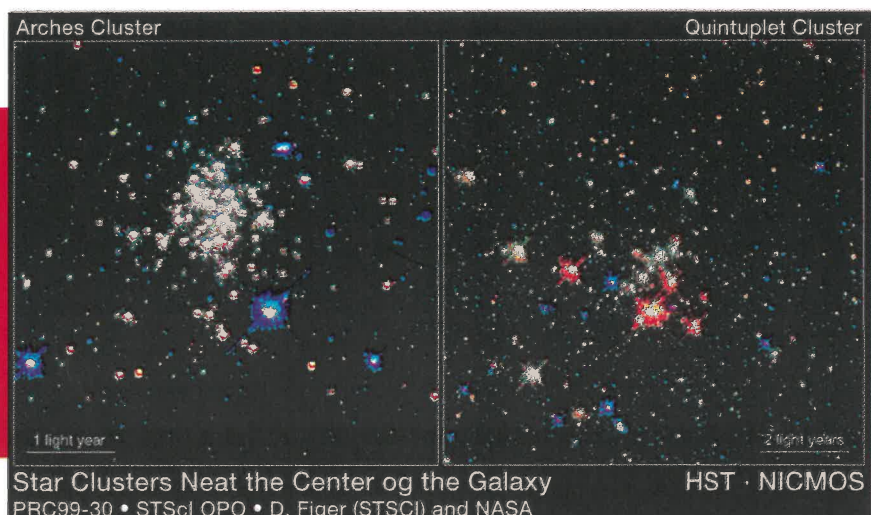
tre størrelsesordener større end det centrale SH i vores mælkevej. Man kunne mistænke vort centrale SH for at være en mindre quasar i hvile. Normale quasars energikilde er stof, der falder ind i det sorte hul. Under sammenfaldet accelereres stoffet til nær lysets hastighed i en spiralbane til det forsvinder i hullet. Forinden er stoffet opvarmet til høje temperaturer og udsender varmestråling i form af energirig røntgenstråling. Mere end 80 % af stoffets  $mc^2$ -energi kan frigøres og udsendes. Men hvorfor udsender Sgr A, som det sorte hul hedder, ikke stråling som en normal quasar? Svaret synes at være, at der i øjeblikket ikke befinder sig substansielle mængder stof på vej ind i Sgr A i de umiddelbare omgivelser.

Den centrale kilde Sgr A er den første radiokilde påvist uden for Jorden. Det var radiopioneren Karl Jansky, der allerede i begyndelsen af 1930'erne fra Bell laboratorierne påviste intens radiostråling fra den pågældende retning. Først i 1968 blev radiokilden Sgr A påvist som kilde til infrarødt lys, men 1000 gange kraftigere end i radioområdet. Men optisk har man ikke kunnet se gennem støvet og gassen, der omgiver centrum. I dag er Sgr A området gennemsoget i radioområdet, det infrarøde område og røntgenområdet. Og det centrale SH er blevet udpeget som et område ikke større end afstanden fra Solen til Jorden. Og man har fundet en

række enkeltstjerner og hobe af blå og røde kæmpestjerner, hvis bane man har kunnet følge i godt et helt omløb omkring Sgr A. Deres omløbstid er 15 år. Figur 4 viser billeder fra Hubble Space Teleskopet af to af hobene, der bevæger sig i Keplerbaner omkring centret.

Men hvorfor befinder der sig unge hobe, dvs. med nydannede stjerner, i et område, hvor der tilsyneladende ikke er nogen større gasskyer på vej mod det centrale sorte hul? Det er en gåde, som vi ikke kender svaret på. Men en ejendommelig observation har vist, at i 1950'erne faldt der tilsyneladende en betragtelig mængde stof ind i Sgr A. Desværre var der ikke på det tidspunkt radioteleskoper eller infrarøde teleskoper og i særdeleshed røntgen-teleskoper, som kunne observere det. Det kom lige et par tiår for tidligt. Hvad vi gik glip af var et røntgenudbrud, som udsendte måske 100.000 gange mere røntgenstråling, end vi ser i dag. Og hvordan ved vi så det? En del af den omtalte røntgenstråling ramte på sin vej nogle skyer en snes lysår væk fra den direkte vej mellem Sgr A og Jorden. Skyerne fungerede som spejle, og i dag iagttager vi så udbruddet godt halvtreds år forsinket. Halvtreds år er ikke meget, når strålingen i alt har bevæget sig 26.000 lysår, som er den nyeste værdi for afstanden til Mælkevejens centrum.

*Helge Kastrup  
CVU-Stork*



Figur 4. Arches og Quintuplet hob HST.

# IONISERENDE STRÅLING FRA RADIOAKTIVE KILDER – REGLER FOR FOLKESKOLEN

METTE ØHLENSCHLÆGER, STATENS INSTITUT FOR STRÅLEBESKYTTELSE

Ioniserende stråling fra radioaktive kilder forbindes i befolkningen oftest med atomkraft og Tjernobylulykken i 1986. Mindre kendt er det derimod, at ioniserende stråling fra radioaktive kilder anvendes rutinemæssigt i mange andre sammenhænge. Dette sker blandt andet ved undersøgelser og behandling af patienter på hospitaler, i mange større produktionsvirksomheder, til kvalitetskontrol af virksomhedernes produkter og i forbindelse med forskning og udvikling på universiteter og i bioteknologiske forskningsvirksomheder. Emnet har således stor betydning både for den enkelte og for samfundet som helhed. Det er derfor vigtigt, at der i folkeskolen undervises om radioaktivitet og ioniserende stråling, samt at alle aspekter inddrages.

Hovedparten af alle danske folkeskoler har anskaffet radioaktive kilder til fysiksamlingen for at undervise i emnet. Aktiviteterne af kilderne er flere størrelsesordnere mindre end de, der normalt anvendes på hospitaler og i virksomheder, men da de udsender ioniserende stråling, er de alle omfattet af samme regler for håndtering og opbevaring. Statens Institut for Strålebeskyttelse (SIS), der er et institut under Sundhedsstyrelsen, er den danske myndighed på området. Detaljerede oplysninger om SIS kan findes på instituttets hjemmeside: [www.sis.dk](http://www.sis.dk).

Reglerne for indkøb, brug og opbevaring af radioaktive kilder er fastsat i medfør af lov nr. 94 af 31. marts 1953 om brug af radioaktive stoffer og findes bl.a. i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 918 af 4. december 1995 om anvendelse af lukkede radioaktive kilder i industrien, på laboratorier og sygehuse m.v. og

Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 31. oktober 1997 om dosisgrænser for ioniserende stråling. Der er links til loven og alle bekendtgørelserne, der nævnes i denne artikel, på SIS's hjemmeside.

## ANSVAR

På enhver skole, der indkøber radioaktive kilder, skal skolens leder udpege en lærer som ansvarlig for opbevaringen, anvendelsen og bortskaffelsen af skolens samling af radioaktive kilder. Det er nødvendigt, at den lærer, der udpeges har særligt kendskab til radioaktive stoffer og reglerne for anvendelsen af disse i folkeskolen. Denne kvalifikation har lærere, der har liniefagseksamen i fysik/kemi suppleret med et kursus i omgang med, brug og opbevaring af radioaktive stoffer eller som har opnået tilsvarende kvalifikationer. I de fleste tilfælde vil det være hensigtsmæssigt, at det er den fysiklærer, der har det overordnede ansvar for den øvrige del af fysiksamlingen, der får ansvaret for skolens samling af radioaktive kilder. Hos skolens leder skal der opbevares en fortegnelse over samtlige kilder, der findes på skolen. Det skal understreges, at det altid er skolens ledelse, der har det overordnede ansvar for, at anvendelsen af radioaktive kilder sker i overensstemmelse med gældende regler.

## INDKØB

Skolerne kan uden særskilt ansøgning indkøbe, opbevare og bruge nedenstående lukkede radioaktive kilder, der er godkendt af Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålebeskyttelse, pr. juni 2007:



### Kilde Aktivitet Fabrikat Bemærkninger

Am-241 40 kBq Risø

Sr-90/Y-90 40 kBq Risø

Cs-137 400 kBq Risø

Cs-137/Ba-137m 330 kBq

Oxford Instruments Minigenerator

Cs-137/Ba-137m 400 kBq

Amersham-Buchler Minigenerator

Am-241 3.7 kBq

Amersham-Buchler tågekammerkilde

Den enkelte skole kan ansøge om at anvende andre kilder end ovennævnte kilder i undervisningen. Skolen skal da indsende en ansøgning til

Statens Institut for Strålebeskyttelse  
Knapholm 7  
2730 Herlev

Ansøgningen skal udfyldes af den lærer, der skal være ansvarlig for anvendelsen af det radioaktive stof. Gælder ansøgningen anvendelse af radioaktive stoffer i opløsninger, f.eks.



C-14 eller P-32 til undervisningsforsøg i fysik, kemi eller biologi, skal der ved ansøgningen vedlægges udkast til en udførlig forsøgsvejledning.

Skolerne kan desuden anvende mineralogiske prøver, der indeholder naturligt forekommende radionuklider.

SIS er blevet bekendt med, at man på enkelte skoler har indkøbt røgdetektorer af den type, der er godkendt til privat brug, med henblik på at undersøge kilderne nærmere.

### **Det er ikke tilladt at adskille røgdetektorer, der indeholder radioaktive kilder.**

SIS har netop i forbindelse med typegodkendelse af hver enkelt røgdetektor type omhyggeligt checket, at disse ikke kan skilles ad ved normal brug. Røgdetektorer, der indeholder radioaktive kilder, må kun adskilles af firmaer, der har Sundhedsstyrelsens godkendelse til det. Brug af røgdetektorer er reguleret i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 154 af 6. marts 1990 om røgdetektorer og forbrugerartikler indeholdende radioaktive stoffer. Alfa-strålingen fra en Am-241 kilde svarende til den, der sidder i røgdetektoren, kan undersøges nærmere ved at indkøbe en af de af SIS godkendte skolekilder.

På enkelte skoler har man stadig ældre radioaktive kilder, der indeholder radium, typisk tågekammerkilder. Der kan være en risiko for, at disse på grund af ælde er en smule forurenede, kilderne må derfor ikke længere anvendes i undervisningen. Skoler, der stadig har sådanne kilder liggende i samlingen, skal sørge for at bortskaffe disse efter forsvarlig emballering, jf. afsnittet om affald. SIS giver ikke længere tilladelse til anvendelse af radioaktive kilder indeholdende radium til undervisning.

Protactiniumgeneratoren er udgået af produktion og sælges derfor ikke længere. På skoler, hvor man har denne i samlingen, er det vigtigt at være opmærksom på, at genera-

toren indeholder uranyl nitrat, der er meget giftigt.

### **STRÅLEBESKYTTELSEREGLER**

Anvendelse af ioniserende stråling i undervisningen kan medføre, at børn og unge kan blive udsat for stråling. For børn i folkeskolen er den årlige grænse for effektiv dosis 1 mSv. Dosisgrænserne er detaljeret beskrevet i ovennævnte bekendtgørelse nr. 823. For den enkelte lærer, der håndterer kilderne, er grænsen for effektiv dosis pr. år formelt 20 mSv. Al stråleudsættelse skal dog holdes så lavt som rimeligt opnåeligt. Fra de radioaktive kilder godkendt til brug i folkeskolen vil stråledoser til lærerne være væsentligt mindre end 1 mSv pr. år. Dosisgrænserne er fastsat for at forhindre senskader, dvs. risikoen for at få kræft senere i livet efter brug af ioniserende stråling. I Danmark dør ca. 15.000 mennesker årligt af kræft. Risikofaktoren for voksne arbejdstagere vurderes til  $4 \times 10^{-5}$  pr. mSv. Dette betyder i praksis, at bestråles 100.000 voksne hver med 1 mSv, vurderes det, at der i denne gruppe vil opstå 4 ekstra kræfttilfælde over de næste 50 år som følge af bestrålingen. Børn er mere følsomme overfor stråling, dette er der netop taget højde for ved differentieringen af den årlige grænse for effektiv dosis.

Da folkeskolen ikke råder over velegnede metoder til at bestemme stråledoser, sikres en overholdelse af dosisgrænserne ved, at følgende skal overholdes:

- Demonstrationsforsøg med radioaktive kilder skal udføres af læreren.
- Elevøvelser med radioaktive kilder må kun udføres af elever i 9. og 10. klasse.
- Elevøvelser med radioaktive kilder skal være overvåget af læreren.
- Læreren skal sikre, at eleverne omgås kilderne forsvarligt.
- Læreren skal indsamle de radioaktive kilder straks efter en elevøvelse er afsluttet.

I praksis er kilderne, der må anvendes ved undervisning i folkeskolen så små, at der både ved normalt brug og ved uheld ikke vil være en forøget risiko for senskader.

Yderligere skal alle forsøg med radioaktive kilder udføres i overensstemmelse med skolens generelle sikkerhedsregler for arbejde i fysik-kemilokalet, specielt skal det understreges, at der ikke må ryges, drikkes, spises eller påføres kosmetik i lokalet. For kilder, som indkøbes og bruges med særlig tilladelse fra Statens Institut for Strålebeskyttelse, skal man nøje følge de regler, der er fastsat i forbindelse med tilladelsen. Ligeledes kan det anbefales, at hvert enkelt forsøg med godkendte skolekilder ledsages af en kort forklaring af strålebeskyttelsen i forbindelse med brug af den aktuelle kilde.

### **OPBEVARING**

Radioaktive kilder skal opbevares sikret mod brand, tyveri og vandskade. Dosishastigheden på ydersiden af opbevaringsskabet må ikke overstige  $5 \mu\text{Sv}/\text{time}$ . Dette vil for mindre kilder være opfyldt ved opbevaring i aflåst metalskab, når de enkelte kilder opbevares i særligt udformede afskærmninger eller i metalkasser.

Hver enkelt lukket kilde skal være forsynet med et holdbart skilt med symbolet for ioniserende stråling og teksten RADIOAKTIVITET. Desuden skal kilden være forsynet med navnet på det radioaktive stof, aktivitetsmængde og fremstillingsår.

Opbevares der åbne kilder i skabet, kan det blive nødvendigt med



ventilation til fri luft. Åbne radioaktive kilder skal opbevares i beholdere, der nedsætter risikoen for spild. Beholderen skal forsynes med mærkat med navnet på det radioaktive stof, aktivitet og dato for fremstilling.

Opbevaringsstedet skal være tydeligt afmærket med advarselsskilt for radioaktivitet i henhold til Dansk Standard (DS 734.2).

## AFFALD

Bortskaffelse af lukkede radioaktive kilder må kun ske ved returnering til leverandøren eller ved overdragelse til Behandlingsstationen, Dansk Dekommissionering (DD, tidligere en del af Forskningscenter Risø). Aftale med Behandlingsstationen, DD træffes på tlf.: 46 77 46 77. Det er her vigtigt at understrege, at **radioaktive kilder ikke må sendes med posten**, og at transporten i øvrigt skal ske i overensstemmelse

med Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 993 af 5. december 2001 om transport af radioaktive stoffer.

Aktivitetsmængder i væsken fra minigeneratore er så små og så hurtigt henfaldende, at de efter nogle timers henstand kan betragtes som inaktivt affald.

## RØNTGENAPPARATER

Enkelte skoler har tillige anskaffet røntgenapparater til brug i undervisningen. Regler for indkøb, teknisk udførelse og brug af røntgenapparater med henholdsvis glødekato-

derør og med ionrør (koldkaterør) er fastsat i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 58 af 20. februar 1978 om røntgenapparater m.v. til undervisningsbrug i skoler, seminarier og kurser.

## SPØRGSMÅL

Intentionen med denne artikel er at præcisere gældende regler for brug af radioaktive kilder i folkeskolen. Skulle indholdet i artiklen give anledning til yderligere spørgsmål på området, er den enkelte lærer velkommen til at henvende sig direkte til SIS på 44 54 34 54 eller på e-mail sis@sis.dk.



## Strømforsyninger – der opfylder de skærpede krav til sikkerhed



1150.10

### 24 V/5A AC/DC strømforsyning 1150.10

Enheden er forsynet med digital udlæsning af såvel AC som DC spænding. Den aflæste værdi måles direkte på udgangsterminalerne og er derfor meget nøjagtig. Strømforsyningen er forsynet med automatisk overbelastningsbeskyttelse. Ikke stabiliseret.

#### Specifikationer:

DC spænding: 0-24 V trinløs variabel max. 5 A. Forsynet med omskifter for indkobling af udglatningsenhed (max. 3 A).

AC spænding: 0 - 24 V trinløs variabel max. 5A.

Dimension: (LxDxH) 24 x 17 x 12 cm.

Vægt: 6 kg

- AC/DC strømforsyning
- Trinløs regulering
- Digital udlæsning
- Enkel betjening

Pris excl. moms kr. 2.145,-

### 25V/6A AC/DC strømforsyning 1118.10

Forsynet med digital udlæsning af såvel AC/DC spænding og strøm. Stabiliseret og udglattet DC med trinløs variabel strømbegrænsning. AC og DC kan uafhængigt reguleres og belastes op til 6 A. Såvel AC som DC er elektronisk sikret mod overbelastning.

#### Specifikationer:

DC spænding: 0-25 V trinløs variabel max 6 A stabiliseret og udglattet

AC spænding: 0-25 V trinløs variabel max 6 A.

Dimension: (LxDxH) 31 x 25,5 x 13 cm

Vægt: 8,2 kg

Pris excl. moms kr. 3.285,-



1118.10

**impo**  
electronic a/s

Svovlhatten 3 · 5220 Odense SØ · Tlf. +45 6315 4050  
Fax +45 6315 4058 · www.impo.dk · e-mail: mail@impo.dk

Prospekt over hele vort strømforsyningsprogram tilsendes gerne!



## SKRIDT MOD EN NY DEFINITION AF AMPÈRE

I mange år har måleenheden for strøm, Ampère været defineret som den strøm, der skal løbe gennem to parallelle ledninger i afstanden 1 m fra hinanden, hvis de skal påvirke hinanden med en kraft på  $2 \cdot 10^{-7}$  N per meter. Det har imidlertid i mange år været et ønske at kunne definere strømstyrke ud fra, hvor mange elektroner, der passerer et tværsnit af en ledning per sekund. Vor bedste værdi i dag er  $6,24150948(54) \cdot 10^{18}$  elektroner per sekund. Imidlertid er det meget vanskeligt direkte at måle antallet af elektroner, der passerer i en ledning. Nu har forskere ved Cambridge universitetet og det nationale fysik-laboratorium i Teddington i England konstrueret et kvantemåleapparat, der fungerer som en pumpe, der leverer en så lille portion som  $3,4 \cdot 10^9$  elektroner per pump, som synes at kunne bruges til den ønskede nye definition.

## FERROMAGNETISME OG KEMI HINSIDES URAN

Der er kun seks ferromagnetiske grundstoffer: jern, nikkel, cobalt, gadolinium, dysprosium og curium. Det har

længe været en gåde, hvorfor curium er ferromagnetisk, men hvorfor det meget lignende grundstof plutonium ikke er det. Men det er omsider blevet opklaret gennem ganske komplicerede kvantemekaniske udregninger. Og så er der grundstof 112, som hidtil bærer det upoetiske navn **ununbium**. Det blev første gang fremstillet i 1996, helt præcis frembragte man ét atom. Så at tale om dets kemi lå lidt ude i fremtiden. Og der er vi nu. Teoretisk forventedes ununbium at tilhøre gruppen med overgangsgruppe-grundstofferne zink, cadmium og kviksølv – gruppen kaldes nu og da for 12. gruppe. Ved en reaktion mellem  $^{48}\text{Ca}$  og  $^{242}\text{Pu}$  dannes først  $^{287}114$  (det vil sige den isotop af grundstof 114, der har massetal 287, eller mere præcist: som har 114 protoner og 173 neutroner).  $^{287}114$  henfalder via et  $\alpha$ -henfald til  $^{283}112$ . Denne gang blev der dannet i alt fald to atomer af  $^{283}112$ , som blev absorberet af en guldoverflade. De henfaldt videre til  $^{279}110$  med en halveringstid på 4 s. Absorptionen på guldpladen er en kemisk påvisning af, at grundstoffet netop har de kemiske egenskaber, der forventes af et grundstof der tilhører 12. gruppe. Hidtil var det kun lykkedes at måle kemiske egenskaber af grundstoffer op til og med nummer 108 hassium.

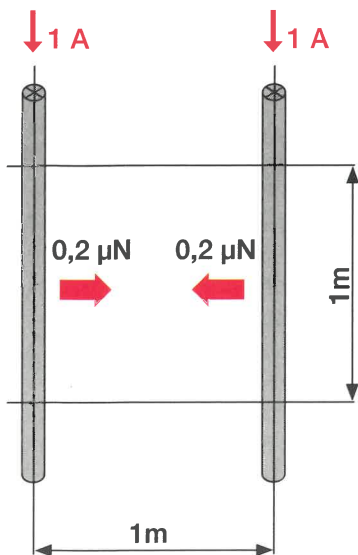
## JORDENS MAGNETFELT I OVER 3 MILLIARDER ÅR

Som unge himmellegemer havde både Månen og Mars magnetfelter. Månens magnetfelt var oprindeligt på størrelse med Jordens. I perioden fra for 3,9 til 3,1 milliarder år siden aftog det og forsvandt som følge af, at den indre flydende kerne fik mindre og mindre konvektion for til sidst at størkne. Om Mars ved vi, at materiale smeltet i forbindelse med dannelse af store nedslagskratre der er 3,9 milliarder år gamle ikke blev magnetiseret. De manglende magnetfelter har betydet, at Månens og Mars' daværende atmosfærer har været mindre beskyttet mod solvinden og derfor er forsvundet fuldstændigt for Månens vedkommende og i stor udstrækning for Mars'. For

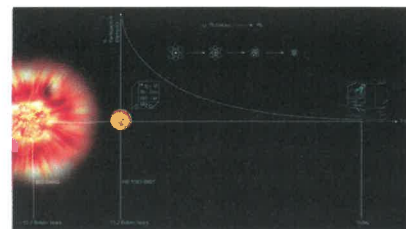
Jordens vedkommende har målinger af magnetfeltet hidtil sikkert strakt sig 2,5-2,8 milliarder år tilbage. Men nu har undersøgelser foretaget på klipper fra Sydafrika forlænget det direkte kendskab til et magnetfelt, som ligner vor tids tilbage til for 3,2 milliarder år siden. Også de nye målinger fortæller om et magnetfelt, der skifter retning omkring én gang per million år som i dag. Den daværende feltstyrke ligner også vor tids, måske dog kun halvt så stor. Målemetoden kan muligvis strækkes yderligere 700 mio. år tilbage i tiden. Det vil betyde, at vi i givet fald kan følge det tilbage til epoken, hvor den inderste faste kerne begyndte at dannes. (Denne indre faste kerne blev påvist i 1936 af den danske seismolog Inge Lehmann (1888-1993). Hun blev 104 år gammel og skrev sin sidste videnskabelige artikel i en alder af 99 år.)

## EN GAMMEL STJERNE

HE 1523-0901 hedder en stjerne, som efter 7,5 times observation med ESOs VLT i Chile er den ældste stjerne endnu fundet i vores Mælkevej. Den er bestemt til at være 13,2 mia. år gammel, ikke meget mindre end Universets egen alder på omkring 13,7 mia. år. Anna Frebel fra University of Texas målte hyppigheder af uran og seks andre led i urans henfaldskæde som muliggjorde aldersbestemmelsen ud fra klassiske aldersbestemmelsesmetoder kendt fra C-14. Stjernen HE 1523-0901 har meget små hyppigheder af alt tungere end helium og ekstremt små hyppigheder af så sjældne grundstoffer som uran, så der er tale om noget af en bedrift.



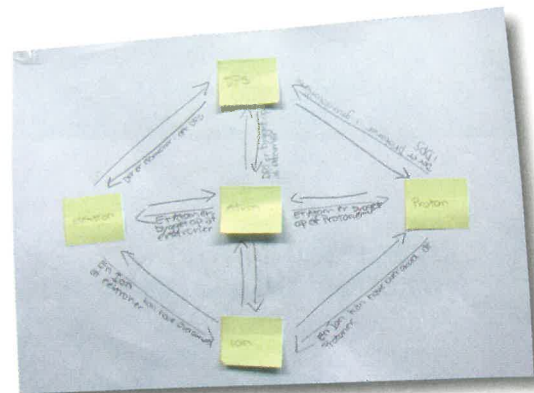
1 Ampère  
(fra leifi.physic.uni-muenchen.dk)



The Cosmic Clock  
ESO Photo 2007 010 May 2007

# BEGREBSKORT, MINDMAP OG ROLLESPIL I FYSIK/KEMI

TEKST OG FOTO: ANETTE JENSEN



Mindmap over Det periodiske system 8. klasse

Begrebskort, mindmap og rollespil kan med stort udbytte anvendes i fysik/kemiundervisningen. Som redskab til at få eleverne til at verbalisere abstrakte begreber som f.eks. atom, ion, elektron og proton har jeg i 8. og 9. klasser brugt begrebskort og mindmap. Det er svært for eleverne at forstå sammenhængen mellem fagudtrykkene, samt selv bruge ordene rigtigt. Derfor kan det være en idé at starte med nogle begreber fra Det periodiske System eller fra et kredsløb, og her vil jeg anbefale kulstofkredsløbet. Første gang, man bruger det, bør man maksimalt kun bruge fem udtryk, som læreren på forhånd har udvalgt. Her skal man ignorere alle forsøg på elevmedbestemmelse, ellers kan opgaven meget let gå hen og

blive alt for svær. Det skal være så simpelt som muligt. Begreber, der kunne sættes ind i et begrebskort om Det periodiske System kunne være: atom, proton, elektron, ion, positiv, negativ. For kulstofkredsløbet kunne det være: fotosyntesen, plante, ged, kuldioxid, ilt, vand.

Til en start indeles eleverne i grupper. Der kan sagtens være mange i en gruppe, og læreren kan alligevel kun overkomme omkring fire grupper. Alle grupper får et A3 papir og nogle Post-it Notes, en til hvert ord. De skal nu på et A3 papir lave et diagram, der viser en sammenhæng mellem begreberne. Dette gøres ved at sætte Post-it Notes på A3-papiret og lave pile, der forbinder de forskellige begreber på Post-it Notes.

Det skal være muligt at komme rundt mellem alle ordene ved hjælp af pilene ligesom på en togbane. Der må ikke være spor, der ender blindt, så man kun kan komme tilbage ad den samme vej. Jeg brugte sammenligningen med en togbane, det kunne eleverne genkende. Man kan også bruge et stamtræ som eksempel. Det er vigtigt at understrege, at pilene selvfølgelig kan gå begge veje, det er jo kun et spørgsmål om, hvilke ord man vælger at anvende først. Der er positive protoner i et atom (pil fra proton til atom). Atomet er opbygget af positive protoner og negative elektroner (pil fra atom til proton). Det er ikke pilene, der er vigtige, men ordene man siger. Ordene kan også skrives langs pilene for at bedre forståelsen,



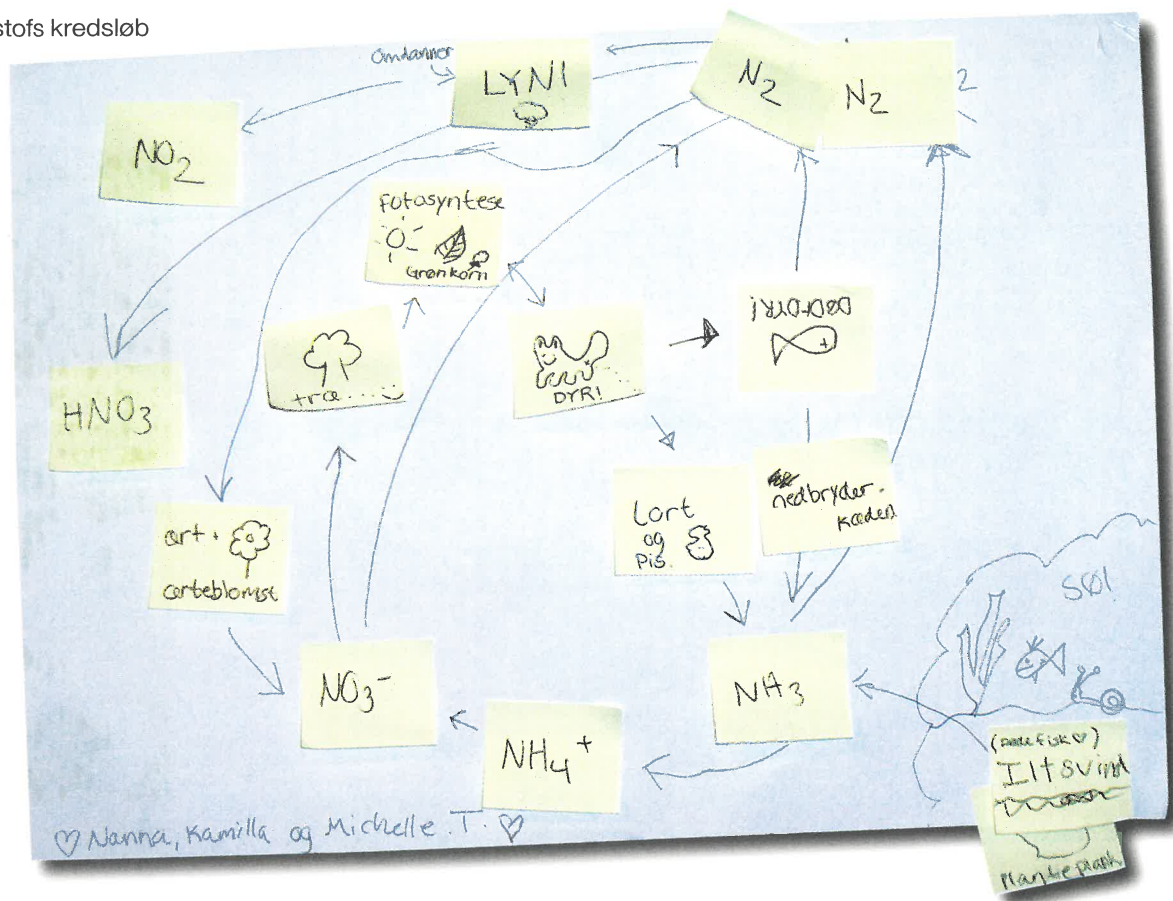
Påvisning af kvælstof



Påvisning af kvælstof



Nanna og Michelle fremlægger kvælstofs kredsløb



og for at eleverne senere kan se, hvad de har tænkt. Opgaven virker meget enkel og synes meget let at udføre, men det er den ikke. Metoden tager til gengæld ikke så lang tid at lære. Grupperne bliver i første omgang meget hurtigt færdige, jo dårligere eleverne er, jo hurtigere. Når læreren så går rundt til grupperne og hører, hvad de har fundet ud af, går det ret hurtigt op for eleverne, at det ikke lige var så nemt alligevel. Det er meget lærerigt selv at skulle sætte ord på nogle begreber og tvinges til at bruge dem i en sammenhæng, hvor man ikke bare kan reproducere bogens tekst. Adskillige elever har givet udtryk for, at de fik meget ud af det, og at det er noget, de gerne vil prøve igen. Endvidere er det særdeles velegnet til repetition af et emne. Det er også en metode, der kan bruges til at skabe overblik over et svært stof eller stadiet før en egentlig disposition.

### ROLLESPIL I FYSIK/KEMI

I 9. klasse har vi prøvet at lave et rollespil som afslutning på et forløb om kvælstofkredsløbet. Jeg har også klassen til biologi, og vi havde

ligeledes i biologi gennemgået kvælstofkredsløbet, men det er ingen betingelse. Ideen stammer fra bogen: I strid med naturen af Michael Rothenborg, Gyldendal 2006, kapitel 6: De gylleramte. Jeg havde ud fra kapitel 6 lavet en lille case om en historie fra »det virkelige liv«, hvor eleverne blev inddelt i grupper, der skulle spille et situationsspil med nogle på forhånd fastlagde roller. Historien handler kort om en sag, hvor en landmand ønskede at udvide sin svinebesætning med opførelse af staldanlæg samt en gylletank på 4.000 kubikmeter, men blev mødt med modstand fra en del af lokalbefolkningen, bl.a. en institution for udviklingshæmmede. En gruppe naboer til svinefarmen dannede Landsforeningen for Gylleramte. Sagen blev taget op i byrådet og senere i Naturklagenævnet. Eleverne skulle så »spille byrådet« med nogle tildelte roller. De fik bagefter at vide, hvordan sagen rigtigt endte og skulle derefter »spille Naturklagenævnet«, da sagen blev behandlet der. Det var først til slut, de fik at vide, hvordan sagen overraskende endte i virkeligheden. Det gik meget godt, da de skulle spille byrådet, men Naturklagenævnet var meget svært. Det var svært

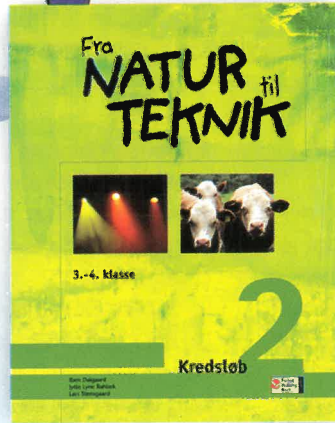
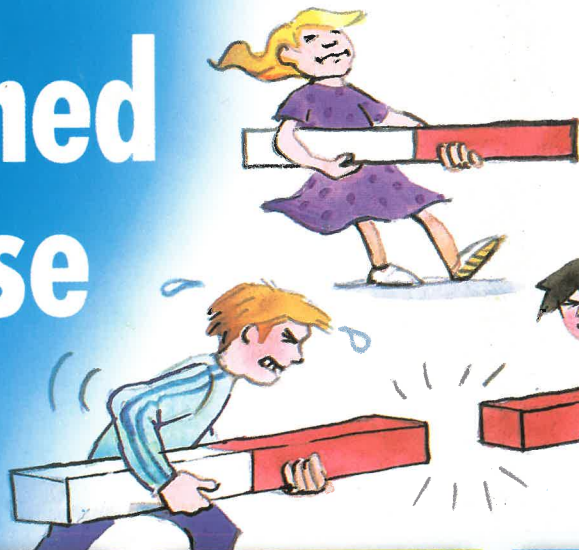
at forholde sig til Naturklagenævnet, idet de vidste for lidt om, hvordan nævnet arbejdede samt var sammensat, men forløbet som helhed var en stor succes. Især fordi det ikke var en opdigtet historie, men en sag, der rent faktisk havde fundet sted. Alle var meget overraskede, nogle direkte vrede over, hvordan sagen endte.

### Eleverne udtalte bagefter, at det havde været godt fordi:

- »Man får brugt fysik/biologi til noget. Der kommer lidt mere diskussion, i stedet for at sidde inde i en klasse«
- »Godt fordi man lever sig ind i det, i stedet for at sidde og »boge den«.«
- »Man får det diskuteret og har en rolle. Nogle gange bliver man tvunget til at gå imod sin egen mening«
- »Sjovt, fordi dette er noget andet, end når man læser det«

Jeg vil varmt anbefale, at man engang imellem bruger begrebskort eller laver en lille case som afslutning på et emne. Det er en meget anderledes måde at evaluere på, men det er min erfaring, at den er effektiv og givende.

# Nysgerrighed og interesse i natur/teknik



Systemet **Fra natur til teknik** udvikler elevernes naturlige interesse og nysgerrighed for naturfag. Med **Fra natur til teknik** kan læreren skabe progression i elevernes naturfaglige forståelse – og udfordre eleverne med en naturfaglig didaktik.

**Fra natur til teknik** er lærerens hjælp til at styrke den daglige undervisning i faget. Systemet arbejder med færdigheder, begreber og arbejdsformer beskrevet i fagets Fælles Mål.

Systemet er bygget op, så eleverne arbejder med de samme fire overordnede temaer i tre faser. Bøgerne er delt i fire gennemgående temaer: *Kommunikation*, *Kredsløb*, *Konstruktion* og *Bevægelse*. Der er oplæg til både klassearbejde og ekskursioner.

Til hver elevbog hører en lærervejledning med gode og brugbare forklaringer til flere nye biologiske og geografiske problemstillinger.

**Fra natur til teknik** er komplet udgivet til 1.-4. klasse. Fuldt udgivet dækker systemet undervisningen i 1.-6. klasse.

Næste udgivelse i systemet er *Kommunikation 3* til 5.-6. klasse, der udkommer efter sommerferien.

#### Til 1.-2. klasse

*Kommunikation 1*, *Kredsløb 1*, *Konstruktion 1* og *Bevægelse 1*  
Elevbøger 86,00, Lærervejledninger med netadgang 580,00

#### Til 3.-4. klasse

*Kommunikation 2*, *Kredsløb 2*, *Konstruktion 2* og *Bevægelse 2*  
Elevbøger 110,00, Lærervejledninger med netadgang 740,00

#### Til 5.-6. klasse

Udkommer fra sommeren 2007