

# fysik. kemi



Maj 2005 • 32. årgang • nr. 2

Udgivet af Danmarks Fysik- og Kemilærerforening

# Bogen om grundstofferne i ny indbunden udgave

Med den nye udgave af BOGEN OM GRUNDSTOFFERNE får du de allerseneste opdagelser, bl.a. at der siden 1998 er fundet tre grundstoffer, og at der er fundet mere end 600 isotoper, så det samlede tal nu er oppe på 2979.

Et uundværligt opslagsværk, der beskriver alt, hvad vi behøver at vide om hvert grundstof:

- grundstoffets kemiske og fysiske egenskaber
- moderne anvendelser af stoffet
- på hvilken måde er grundstoffet noget særligt? Tungeste, farligste, dyreste?

Bogen er fyldt med interessante og tankevækkende billeder og oplysninger, som man husker, når den er lukket.

Bogen vandt Undervisningsministeriets Undervisningsmiddelpris.

Svenn Wøjdemann i Fysik/kemi: "DEN ER ALLE PENGENE VÆRD! Ethvert skole- eller fysikbibliotek bør anskaffe den - og det samme gælder enhver fysik- og kemilærer."



Ja tak, send mig *Bogen om grundstofferne* gratis  
til gennemsyn i 4 uger

NAVN

SKOLE

EAN-NUMMER

5 7 9

ADRESSE

PØSTNR.

BY



GYLDENDAL

Klareboderne 5  
1001 København K  
Tlf. 33 75 55 60  
Fax 33 75 57 22

[www.gyldendal.dk/uddannelse](http://www.gyldendal.dk/uddannelse)

**Landsformand:**

Gitte Hass, Fjordholmen 47, 5240 Odense  
Tlf. 6610 8065, e-mail: gitte.hass@skolekom.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, fax 4580 4754, e-mail: fysik-kemi@tdcadsl.dk

**Redaktionen:**

**Elektronik**

Georg Hansen, Højsagervej 7, 5884 Gudme  
Tlf.: 6225 1611, e-mail: georgh@tdcadsl.dk

**Astronomi**

Bent Klarmark, Kettingevej 106, Frejlev, 4892 Kettinge  
Tlf. 5487 3148, e-mail: bent.klarmark@get2net.dk

**Annoncer:**

**Slagelsetryk Marketing ApS**

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

**Abonnementspris 2005**

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.

Sats og tryk: 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:**

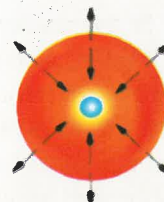
Anja C. Andersen holder foredrag i Københavns afdelingen.

Foto: Jørgen Larsen

**Indhold nr. 2 maj 2005**

**4** Leder

**6** Liv i universet



**8** Almen relativitetsteori og kvantemekanik 5

**13** Hvad er det?

**14** Unge forskere 2005



**18** Naturfag, børn, unge og voksne



**20** En tæller

**22** American Association of Physics Teachers

**26** Københavnerfortolkningen

# Leder

Af Landsformand Gitte Hass

**E**ndnu engang kan jeg starte med at sige, at i skrivende stund (primo marts) ved vi stadig intet med sikkerhed om den ny prøve. Bliver der mulighed for gruppeprøve? Er der stadig en tidsramme på 2 timer, eller skal de tre fag klares på 20 minutter? Hvad er det for en prøve, vi skal forberede os og eleverne til? Det er ikke i orden, at vi her, hvor fagfordeling og anden planlægning af næste skoleår er begyndt, stadig ikke har fået en klar udmelding.

Vi kan blot håbe på, at den lange arbejdstid i ministeriet ender op med et rigtig godt resultat (læs: at vi får lov at fortsætte med mulighed for gruppeprøve). Det faktum, at Haarder i sin tid selv var med til at indføre gruppeprøven, giver da håb om, at han er åben for de fordele, der kan være ved den.

Som tidligere nævnt er vi gået sammen med geograferne og biologerne om at få lavet en undersøgelse af, hvilke lærere der varetager undervisningen i de tre fag. Og hvordan de føler sig rustet til det. Vi regner med at få undersøgelsen sendt ud til omkring 500 skoler efter skolesommerferien. Jeg håber,

I vil være behjælpelige med at få besvaret og returneret spørgsmålene. Det vil kunne give et fingerpeg om, hvorvidt vores bange anelser holder stik: vi frygter, der er mange lærere der mere eller mindre får pålagt at varetage undervisningen i fag, de ikke har faglige forudsætninger for. Viser der sig tegn på, at det står slemt til, må vi henvende os til Haarder, for det går da helt klart ud over fagligheden.

Endvidere synes jeg DLF har været meget lidt fremme i denne debat. Vi står her med en helt ny konstellation i folkeskolen: Én fælles prøve for 3 fag. Det må da give overvejelser over, hvordan der sikres den fornødne tid til det nye, obligatoriske samarbejde?

Og lidt mere om prøven. Den lille detalje med censors udvidede rolle til prøven. Har man mon forestillet sig den situation, at det er en fysik-kemilærer, der kommer ud som censor? Så kan skolen nøjes med at finansiere prøvetid for geografi- og biologilærerne (hvis det da ikke er én og samme person). Er det rimeligt, at der er mulighed for, at eleverne kan blive eksamineret i det timemæssigt største af de tre naturfag af en person, som slet



ikke har deltaget i undervisningen? Det ville være ønskeligt, at den risiko/mulighed blev skrevet ud igen, og det, til trods for at det ville blive dyrere, igen blev faglærerne der eksaminerede, og censor der overværede.

Men der er da også godt nyt fra ministeriet. De har bevilliget os nogle penge, så vi har fået mulighed for i samarbejde med filminstruktør Lars Becker Larsen, at lave en turne med filmen "Københavnertolkningen." Se omtale andetsteds i bladet og på foreningens hjemmeside. Filmarrangementet er dels en mulighed for at få en på opleveren, dels en mulighed for en faglig fordybelse i et meget centralt emne i fysikken. Og de tre oplægsholdere (én hvert sted) er efter filmen klar til at give et oplæg til debat, besvare spørgsmål og uddybe de forskellige felter fra filmen.

Så grib chancen og duk op. Det koster kun 20 – 30 kr., som går til de tre biografers administration. Lars stiller selve filmen gratis til rådighed, og ministeriet betaler de tre debattører.

## Mindeord

### Lise Strüwing

Vi blev meget stille og sørgmodige i hovedbestyrelsen, da vi fik meddelelsen om Lise Strüwings alt for tidlige bortgang. Et mangeårigt hovedbestyrelsesmedlem, næstformand, en god kollega og ven var ikke mere. Vi vil altid mindes Lises gode humør, hendes arbejdsomhed, hendes kompetence, hendes hjælpsomhed, hendes nærmest moderlige omsorg for os andre i HS, alle de glade stunder, vi har haft sammen, og hendes optimisme i den sidste svære tid, som vi kunne følge gennem hendes nyhedsbreve.

Det store fremmøde i Lindevang kirke og den næsten endeløse række blomster viste, at mange vil savne hende. Vore tanker går til hendes forældre, hendes børn og børnebørn og ikke mindst til Kai.

**Ære været Lises minde.**

# Liv i Universet

Anja C. Andersen, Nordsk Institut for Teoretisk Fysik (NORDITA)

Er der liv andre steder i universet end her på Jorden? Det er et af de store spørgsmål, som menneskeheden har stillet sig gennem mange hundrede år. For 9 år siden blev den først planet uden for vores eget solsystem fundet, og i dag har vi kendskab til over 135 planeter omkring andre stjerner, hvilket for alvor har sat gang i tankerne om, hvorvidt livet er en naturlig del af universets udvikling. For at kunne give et kvalificeret svar på hvad muligheden er for at der eksisterer livsformer andre steder i rummet, er det nødvendigt at kortlægge universets bestanddele.

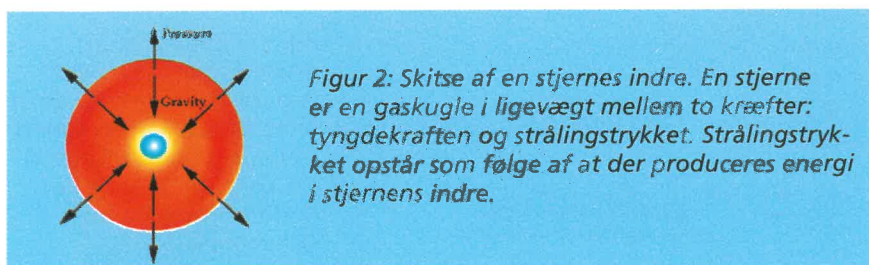
## Grundstofdannelse

Dengang universet blev dannet for 13,7 milliarder år siden i Big Bang, blev der skabt H og He samt meget små mængder Li, Be og B. Alle de andre grundstoffer er dannet efter Big Bang i stjernernes indre ved fusion. Det afhænger af stjernens masse, hvilke grundstoffer der kan skabes i den enkelte stjerne (se faktaboks s.9 om grundstoffernes dannelse).

En stjerne er en gaskugle der er holdt i balance mellem to kræfter: tyngdekraften og strålingstrykket. Tyngdekraften forsøger at presse gassen sammen til et punkt (et sort hul) mens strålingstrykket forsøger at blæse stjernen fra hinanden. Stjernen eksisterer så længe der bliver produceret energi i dens indre der kan mod-balancere tyngdekraften (se Fig. 2).

I																	VIII				
1																	18				
H																	He				
II																					
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
III	IV	V	VI	VII												VIII	IX	X	XI	XII	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												Kr	Xe	
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh															
		* Lantanidene																			
		** Actinidene																			
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr						

Figur 1: Det periodiske system. I det tidlige univers fandtes stort set kun H og He, alle de andre grundstoffer er med tiden skabt i stjerners indre.

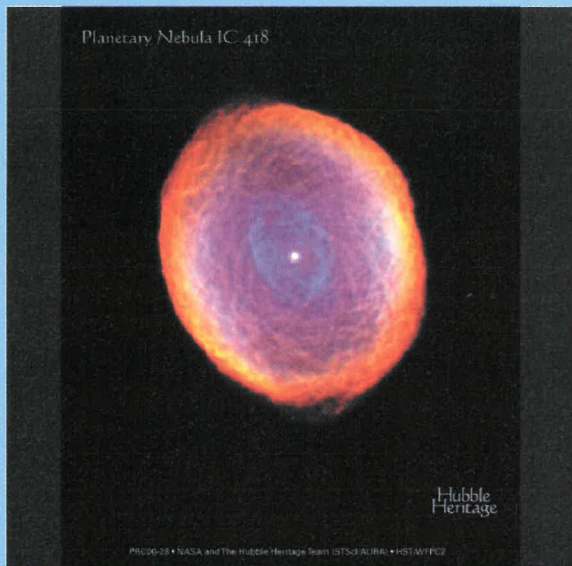


Figur 2: Skitse af en stjernes indre. En stjerne er en gaskugle i ligevægt mellem to kræfter: tyngdekraften og strålingstrykket. Strålingstrykket opstår som følge af at der produceres energi i stjernens indre.

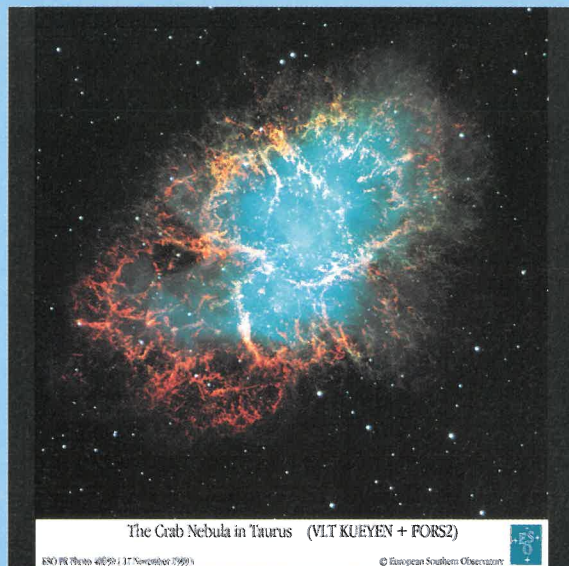
## Faktaboks: Jordisk livs karakteristika

- **Selv-opretholdelse:** Evnen til at modstå livstruende ændringer i omgivende miljø
- **Selv-regulering:** Evnen til at fungere fysiologisk optimalt: temperaturregulering
- **Selv-reproduktion:** Mennesker laver andre mennesker, kaniner andre kaniner, robotter laver biler, biler laver ikke biler!
- **Selv-organisering:** Encellede dyr organiserer stof og deler sig (selv-reproduktion). Hos pattedyr tager det ægget længere tid at organisere sig til et voksent reproducerbart individ.

Orden i universet kræver en lav entropi, der igen kræver en konstant tilførsel af stof (mad) og/eller energi (i lys, molekyler eller mad).



Figur 3: Den planetariske tåge IC418, der befinder sig i stjernebilledet Haren. Tågen befinder sig ca. 2.000 lysår fra Jorden. I midten ses den hvide dværg, der er tilbage efter at stjernen har kastet sine ydre lag ud i rummet. (Kredit: NASA).



Figur 4: Krabbetågen er resterne efter en eksploderet stjerne. Supernovaen blev observeret af kinesiske astronomer i år 1054. Afstanden til tågen er omkring 6.500 lysår. (Kredit: ESO).

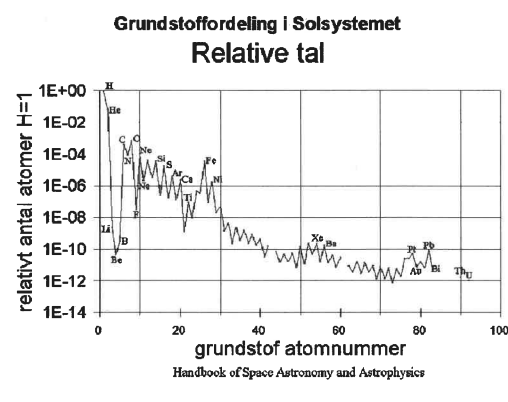
Grundstofferne bliver kun dannet i stjernens indre, da det kun er der at temperaturen er høj nok til at processerne kan foreløbe. De resterende >80 % af stjernen fungerer stort set udelukkende som en termohætte der er med til at holde den høje temperatur i centret. Grundstofferne som bliver dannet der kommer ud og bliver en del af det interstellare rum når stjernen dør. Hvordan en stjerne ender sit liv, afhænger helt af den masse stjernen havde da den blev dannet. Lette stjerner med masser mindre end otte gange Solens masse ender deres dage som en planetarisk tåge (se Fig. 3). Det sker forholdsvis fredeligt at gasen så at sige fiser ud af stjernen som luften ud af en ballon. For tunge stjerner med en masse på mere end otte gange Solens masse sker alting meget hurtigere og langt mere voldsomt. Stjernen kolliderer og eksploderer, når der er dannet jern i dens indre. Stjernen er blevet til en

supernova (se Fig. 4).

Det betyder, at forskellige isotoper er dannet i helt bestemte typer af stjerner. Det betyder også, at Mælkevejen hele tiden beriges med tungere grundstoffer. Sammensætningen af grundstoffer i Mælkevejen er derfor anderledes nu, end den var dengang, hvor Solsystemet blev dannet for ca. 4,6 milliarder år siden. Og det vil også fortsætte med at ændre sig fremover. Universet bliver så at sige hele tiden mere og mere forurennet/beriget med

tungere grundstoffer. Pt. udgør andelen af grundstoffer tungere end helium ca. 1 % af den samlede synlige stofmængde i universet.

Det at 1 % af den oprindelige H i universet i dag er omdannet til samtlige af de grundstoffer der er tungere end He betyder at det formentlig ikke har været muligt at danne planeter og levende væsener i det tidlige univers. Der har ikke i tidernes morgen været nok af de grundstoffer til stede som Jorden



Figur 5: Mængden af grundstoffer i Universet i dag relativt til mængden af brint. Bemærk at de 8 mest hyppige grundstoffer er H, He, O, C, Ne, N, Si og Fe. (Kredit: Erling Poulsen, Rundetårn).

og levende organismer som os består af. Det rejser spørgsmålene: Hvor lang tid har det taget at lave nok af de grundstoffer der er tungere end He til at man kunne danne planeter? Kan det være at grunden til at vi ikke har hørt fra andre levende væsener, er at vi er den første generation af intelligente væsener i Universet? Måske tager det 8 milliarder år at lave nok kulstof til at lave de komplicerede molekyler vi består af, måske har det hele kunnet gøres meget hurtigt, f.eks. i løbet af mindre end en milliard år. Vi ved det endnu ikke.

### Liv

For at kunne lede efter liv andre steder i Universet er det nødvendigt med en definition af hvad liv er. Som regel er liv mere komplekst end ikke-liv, og det besidder informationsbærende molekyler (gener) som på Jorden udgøres af nukleinsyrer (kernesyrene DNA og RNA) og proteiner. Helt centralt for de molekyler der indgår i levende organismer på Jorden er at de består af kulstof der har den formidable egenskab, at det kan danne lange stabile og fleksible kæder til forskel fra f.eks. silicium.

En anden karakteristisk egenskab ved livet på Jorden er at det er homochiralt. Stor set samtlige aminosyrer findes i to udgaver (enantiomere) – en venstre- og en højredrejet (se Fig. 6) der er hinandens spejlbilleder. De aminosyrer der indgår i opbygningen af levende organismer er alle venstredrejede, dette fænomen går under betegnelsen homochiralitet. Hvorvidt homochiralitet er en universal egenskab ved liv eller om det er tilfældigt at livet på Jorden har valgt den ene form af to mulige, er endnu en uløst gåde. Hvis man finder enten levende eller fossilt liv på Mars med modsat chiralitet, vil det indikere at det

er en tilfældighed hvorvidt en planet ender med den ene eller den anden form. Hvis muligt liv på Mars har samme form som på Jorden, bliver vi ikke meget kloge, fordi vi så ikke kan udelukke forurening. Måske kom livet på Jorden oprindeligt fra Mars? Måske kommer mulige fund på Mars fra Jorden?

Undersøgelser af meteoritter har indikeret en overhyppighed af homochirale molekyler, hvilket kunne tyde på at Universet har en større forekomst af den jordiske form og at liv andre steder derfor vil have en øget sandsynlighed for at være som liv på Jorden. Men det kan også være at den lille overhyppighed man finder i meteoritter skyldes jordisk forurening.

Det faktum at vi har svært ved at lave en simpel definition af hvad liv er og at vi derfor ikke kan

være sikre på at vi vil kunne kende det når vi ser det, har resulteret i at vi i første omgang koncentrerer indsatsen på at finde flydende vand og planeter andre steder i Universet. Flydende vand antages at være en forudsætning for liv. Andre væsker ville også være en mulighed, men da H, O og C er blandt de fire hyppigste grundstoffer i universet, er det mest sandsynligt, at levende organismer vil være opbygget af C og benytte H<sub>2</sub>O som den væske der skal gøre de forskellige kemiske reaktioner mulige.

Flydende vand eksisterer kun ved specifikke tryk- og temperaturforhold, det er derfor mest sandsynligt at flydende vand eksisterer på planeter. Det betyder at eksistensen af en planet med flydende vand forudsættes at være en nødvendig (men ikke nødvendigvis tilstrækkelig) betingelse for eksistensen af liv.

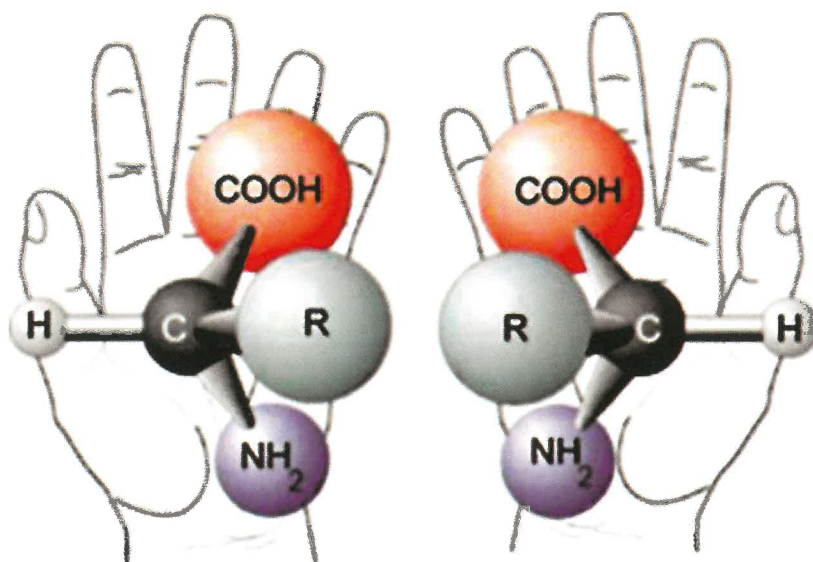


Fig. 6  
En 2-aminosyre kan have to stereoisomere former. Aminosyrer, der indgår i levende organismer på Jorden, er alle venstredrejede (L-aminosyre), hvis rumlige struktur ses til højre.

## Exoplaneter

I de sidste ti år har det været muligt at afsløre tilstedeværelsen af planeter omkring andre stjerner end Solen (såkaldte exoplaneter).

De mere end 130 planeter, der indtil videre er blevet fundet, er alle store gasplaneter som Jupiter der kredser meget tæt på deres stjerne. At det er den slags planeter vi observerer, skyldes primært at de metoder, der anvendes til at finde exoplaneter, først nu er ved at blive følsomme nok til at kunne registrere planeter som Jorden i jordlignende baner om andre stjerner. Der er derfor ikke noget mærkeligt i at vi indtil videre finder planetsystemer som er meget anderledes end Solsystemet. Vi kan derfor endnu ikke svare på om jordlignende planeter er meget sjældne eller ganske ordinære. Men inden for ganske få år vil vores observationsteknikker

være blevet så meget bedre at jordlignende planeter vil være blevet fundet hvis de findes. De store gasplaneter kan meget vel tænkes at have måner af anselig størrelse (tænk blot på Saturns Titan og Jupiters Ganymedes, der er på størrelse med Merkur) som kan gøre det ud for en fast klippeplanet hvorpå flydende vand har mulighed for at eksistere (men dog ikke hvis gasplaneten er meget tæt på sin stjerne). Det at vi inden for 10 år har fundet over 130 planeter uden for Solsystemet tyder på at eksistensen af planeter er ganske hyppig og et almindeligt fænomen i forbindelse med stjernedannelse. Der er derfor ikke nogen grund til at tro at vores eget Solsystem er enestående selv om vi endnu ikke har set dets lige, for vi ville ikke kunne se os selv hvis vi sad et andet sted i Mælkevejen fordi vores metoder endnu ikke er sofistikerede nok. Det virker

derfor overordentlig sandsynligt at der må findes planeter andre steder i Universet som indeholder flydende vand, men det behøver ikke nødvendigvis betyde at der er liv. For godt nok mener vi at tilstedeværelsen af en planetoverflade med flydende vand er en nødvendig betingelse for dannelsen af levende organismer, men vi ved ikke om det er en tilstrækkelig betingelse. Hvis der er de rette forhold, er det mest sandsynlige at levende væsener vil være kulbaserede ligesom Jordiske liv, simpelthen fordi at C er et af de hyppigste grundstoffer i Universet. Astronomers store fascination af C og H<sub>2</sub>O i forbindelse med søgen efter liv i universet skyldes ikke mangel på fantasi men ganske almindelig sandsynlighedsregning! ■

### Relevante links:

#### Opskrift på liv i universet

<http://www.dr.dk/videnskabold/interaktivitet/forskersite/anjaopskrift.shtml>

#### Rundetårns sider om astronomi

<http://www.rundetaarn.dk/dansk/observatorium/>

#### Astronomibladet.dk har generelle astronominyheder

<http://www.astronomibladet.dk/>

#### Rummet.dk om rumfart og astronomi

<http://www.rummet.dk>

#### Tycho Brahe Planetariets astronomisider

<http://www.tycho.dk/astronomi/>

#### DRs videnskabsportal med astronomiemner

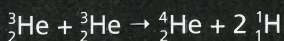
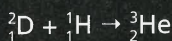
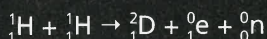
<http://www.dr.dk/Videnskab/Emner/Universet/UniversetForside.htm>



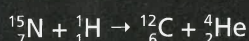
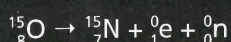
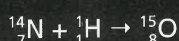
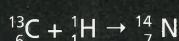
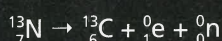
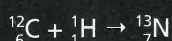
## Faktaboks: Grundstoffernes dannelse

Stjernerne skaffer sig energi via fusion, det kan ske på to forskellige måder. Hvilken af de to en stjerne benytter, afhænger helt af stjernens masse.

Lette stjerner ( $M_* < 8 M_{\text{sol}}$ ) benytter pp-reaktionen, hvor brintkerner smelter sammen til heliumkerner:



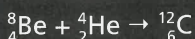
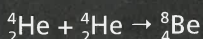
Hvor  ${}^0_1\text{e}$  er en antielektron og  ${}^0_0\text{n}$  er en neutrino. Mens tunge stjerner ( $M_* > 8 M_{\text{sol}}$ ) benytter CNO-reaktionen hvor kulstof (C), kvælstof (N) og ilt (O) katalyserer processen, men ikke selv forbruges:



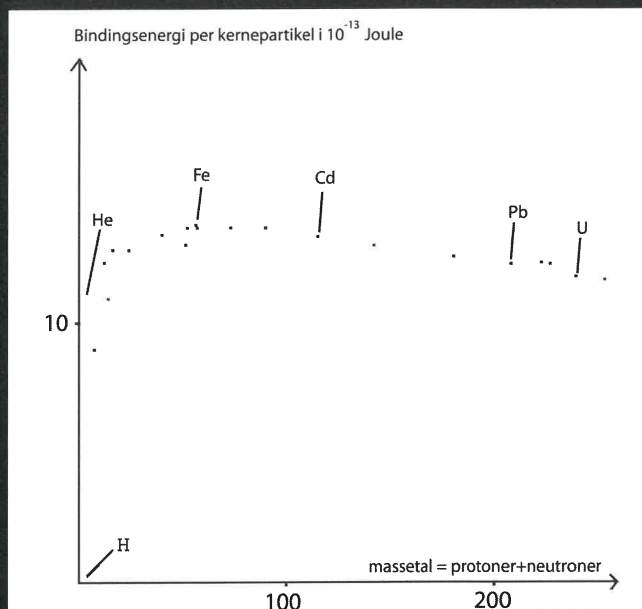
Ved begge processer sker sammenlagt at fire brintkerner bliver til en heliumkerne + energi, de dannede antielektroner forsvinder når de rammer nogle almindelige elektroner:  ${}^0_1\text{e} + {}^0_1\text{e} \rightarrow 2 \gamma$  (gammastråler) Neutrinoerne ( ${}^0_0\text{n}$ ) vekselvirker næsten ikke med noget og forsvinder ud af stjernen.

Ved temperaturer i stjernens indre på under  $16 \cdot 10^6$  grader er det hovedsagelig pp-reaktionen der hersker, mens for temperaturer over  $16 \cdot 10^6$  grader er det CNO-reaktionen der hersker. I Solens centrum er ca.  $15 \cdot 10^6$  grader og i tungere stjerner er der varmere, præcist hvor varmt afhænger af stjernens masse. Fordelen ved CNO-processen er at den er mere effektiv end pp-reaktionen.

I meget tunge stjerner kan fusionsprocesserne gå videre idet den høje temperatur muliggør følgende proces:

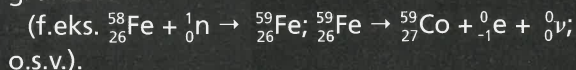


Lign. processer ( ${}^4_2\text{He} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^4_2\text{He} + {}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^{20}_{10}\text{Ne}$  osv.) vil i tunge stjerner resultere i at de primært ender med at have jernkerner i deres centre. En jernkerne er kendetegnet ved at have den højeste bindingsenergi (se Fig. 7), fusion eller fission af jernkerner kræver derfor energi. Da stjernen har brug for at producere energi for at strålingstrykket kan modvirke sammenpresningen fra tyngdekraften, stopper stjernens fusionsprocesser med dette grundstof. Stjernen kolliderer dermed og eksploderer som en type II supernova.

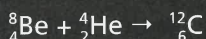
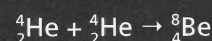


Figur 7: Atomkernernes bindingsenergi. Det ses at jern (Fe) har den højeste bindingsenergi af samtlige atomkerner. Det betyder at det ikke er muligt at skabe energi ved fusion eller fission af jernkerner. Atomkernerne til venstre for Fe vil kunne opnå større bindingsenergi ved fusion mens at atomkernerne til højre for jern vil kunne opnå en højere bindingsenergi ved fission. (Kredit: Erling Poulsen, Rundetårn).

Grundstoffer tungere end jern dannes således ikke ved fusion men ved neutron-indfangning. Neutroner produceres dels under fusionsprocesserne i løbet af stjernens liv, men der bliver desuden, produceret store mængde af neutroner under den efterfølgende supernovaeksplosion. Atomkerner der indfanger en neutron kan ved  $\beta$ -henfald blive til et tungere grundstof



Det er en konsekvens af Einsteins berømte ligning  $E=mc^2$  (hvor E er energi, m er masse og c er lyshastigheden) at det giver energi at smelte to atomkerner sammen. I processen hvor  $3 {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$ :



vil en lille mængde masse blive omdannet til energi:

$$\text{Massen af 3 helium kerner} = 1,993979 \cdot 10^{-26}$$

$$\text{Massen af 1 kulstof kerne} = 1,992684 \cdot 10^{-26}$$

$$\text{Tabt masse} = 0,001295 \cdot 10^{-26}$$

# Relativitetsteori og kvantemekanik 5

Helge Kastrup KDas

## Fire grundstoffer

Tanken om grundenheder, som verden er opbygget af, er meget gammel. Fra oldtidens græske videnskab har vi modellen, hvor verden beskrives ud fra de fire grundstoffer ild, jord, luft og vand. Systemet tilskrives Empedokles fra Sicilien, der levede i det femte århundrede før vor tidsregning. Systemet kan tilsyneladende føres tilbage til tidligere indiske forestillinger. Systemet hænger sammen med datidens medicinske opfattelse, som vi kan sammenfatte således:

Den kropsvæske, der dominerer, bestemmer en persons temperament. Når man åreladede personer med feber, var det for at fjerne det varme blod, der åbenbart havde for stor indflydelse.

Aristoteles (384-322) tilføjede et femte grundstof **kvintessen**, som stoffet over Månens bane (det superlunariske) bestod af. På Jorden kunne alle grundstoffer ændres til et andet via en af de fælles kvaliteter. Intet på Jorden er evigt, alt forandrer sig. I himlene forandres intet, da planeter og andet er opbygget af det uforgængelige stof kvintessens. Derfor forklarede Aristoteles kometer som fænomener i atmosfæren, da himlene jo var uforanderlige. Da Tycho Brahe i 1572 observerede sin supernova-eksplosion i stjernebilledet Cassiopeia, var det derfor et brud med Aristoteles' stadig fremherskende verdensopfattelse, at stjernehimlen ikke kunne ændre sig. Da han senere ved omhyggelige målinger viste, at kometernes baner lå længere væk end Månen og gik igennem de krystalkugler, som planeterne mentes at sidde fast på, uden at

Grundstof	Jord	Vand	Luft	Ild
<b>Kvaliteter. Den dominerende er understreget</b>	Kold- <u>tør</u>	<u>Kold</u> -fugtig	Varm-fugtig	<u>Varm</u> -tør
<b>Humør</b>	Melankolsk	Flegmatisk	Sangvinsk	Kolerisk
<b>Kropsvæske</b>	Sort galde	Slim	Blod	Gul galde

splintre dem, var det endnu et brud på den aristoteliske verdensorden.

Springer vi frem til kvantemekanikkens storhedstid i begyndelsen af 1930'erne, bestod verden igen af fire slags partikler: **neutroner, protoner, elektroner og fotoner**. Man havde herudover en hypotetisk fotonliggende partikel, **neutrinoen**, som Wolfgang Pauli (1900-58) havde foreslået for at opnå energibevarelse i forbindelse med radioaktive  $\beta$ -henfald. De blev dog først påvist eksperimentelt 30 år senere i 1956.

I 1928 offentliggjorde englænderen P.A.M. Dirac (1902-84) sin bølgeligning for elektronen. Det var en forbedring af Schrödingers ligning fra 1926, som nu også var blevet gjort relativistisk. I 1930 viste Dirac, at der til enhver partikel svarede en såkaldt **antipartikel**. Hvis partiklen har en ladning, har antipartiklen den modsatte ladning. Elektronen har en antipartikel, der kaldes for en **positron** og skrives  $e^+$ . Positronens antipartikel er elektronen  $e^-$ . Protonen, der skrives  $p$  har en antipartikel med navnet antiproton, der skrives  $\bar{p}$ . Tilsvarende er antiprotonens **antipartikel** en proton. Det er lidt sværere at forstå, at en neutron har en antipartikel **antineu-**

**tronen**, der skrives  $\bar{n}$ . Stregen over  $n$  betyder, at der er tale om en antipartikel til den normale neutron  $n$ . Fotonen er sin egen antipartikel. Når en partikel møder sin antipartikel omdannes de til energi i form af fotoner. Hele deres  $mc^2$ -energi omdannes til fotonenergi  $h \cdot f$ . Processen kaldes for **annihilation**. Allerede i 1932 fandt amerikaneren Carl Anderson (1905-91) positronen i den kosmiske stråling. Det var i øvrigt samme år, at englænderen James Chadwick (1891-1974) påviste neutronens eksistens.

På en måde passede det hele nu sammen. Atomer bestod af kerner og en sky af elektroner. I kernerne var den positive ladning samlet. Men protonerne blev holdt lidt på afstand af hinanden ved et antal neutroner, således at protonernes positive ladning ikke gav for stor indbyrdes elektrisk frastødning. Når en elektron absorberede en foton, optog den hele dens energi  $h \cdot f$ , og overførtes til et højere energiniveau. Antipartiklernes rolle var i og for sig den samme. 2 Antiprotoner og 2 antineutroner omgivet af en sky med 2 positroner ville danne **antihelium**, der var opbygget på samme måde som almindeligt helium. Når vi ikke ser antistof omkring os, er det fordi, det ved sammenstød

med stof straks vil annihileres. Men i princippet kunne der være områder af Universet, hvor stof var erstattet af antistof.

Denne simple verden holdt dog ikke længe. Henholdsvis en teoretisk og en eksperimentel opdagelse ændrede tingenes tilstand. Den japanske fysiker Hideki Yokawa (1907-81) fremlagde en model, der forklarede kræfterne mellem fx protoner og neutroner vha. en såkaldt **pion**, der skrives  $\pi$ . Han forudsagde dels, at pionen måtte have en masse et sted mellem elektronens og protonens, og dels, at denne skulle eksistere i tre udgaver: en neutral og en med henholdsvis plus og en med minus én elementarladning. Tankegangen at forstå en kraft som udveksling af partikler mellem de to kraftcentre har vist sig umådelig frugtbar. Det er den, som Feynman senere perfektionerede i Feynman-diagram-teknikken beskrevet i artikel 2 i denne serie. Eksperimentelt skete der det overraskende i 1937, at man fandt en partikel i den kosmiske stråling der kan beskrives som en meget tung elektron med kort levetid. Myonen har en masse på 207 elektronmasser, men dens levetid er kun 2,2 milliontedel sekund. Pauli hævdes, da han hørte om myonen, at have sagt: "Hvem har bestilt den?" Og så fandt man i årene 1947-50 alle tre pioner, eller som de også kaldes **pi-mesoner**. Siden da har man fundet hundredvis af andre partikler, der tit har fået sære og eksotiske navne. Det har vist sig, at de falder i en række grupper: leptoner, mesoner, baryoner, fotoner og gravitoner. Det er ikke muligt her at gennemgå alle partiklernes egenskaber og ofte

spændende opdagelseshistorie. Jeg vil nu se på de kræfter, der holder partiklerne sammen.

### De fire vekselvirkninger

Alle kendte kræfter i Universet kan føres tilbage til fire grundlæggende vekselvirkninger:

1. Gravitationskræfterne
2. De elektromagnetiske vekselvirkninger
3. Den svage vekselvirkning (ansvarlig for bl.a.  $\beta$ -henfald)
4. Den stærke vekselvirkning (ansvarlig for bl.a. tiltrækningen mellem protoner og neutroner).

Sammenligner man gravitationen mellem en elektron og en proton i et brintatom med deres elektriske tiltrækning, er den sidste  $2,27 \cdot 10^{39}$  gange større end den første (2,27 tusinde billioner billioner billioner gange større!). Når vi derfor til daglig opfatter tyngdekraften fra Jorden som så stærk sammenlignet med de elektriske kræfter, vi møder i hverdagen, skyldes det følgende: Næsten alt stof er i det væsentlige elektrisk neutralt, da stof indeholder lige mange positive ladninger og negative ladninger. Vi mærker derfor kun elektriske og magnetiske kræfter fra relativt små ladningsforskelle. Derimod opsummeres gravitationskræfterne fra alle atomerne, da der ikke findes negative masser, der ophæver de positives tyngdekræfter. Jorden fx indeholder omkring  $3,6 \cdot 10^{51}$  protoner og neutroner (nukleoner), der hver trækker i de  $5 \cdot 10^{28}$  nukleoner, som denne artikels forfatter består af. Og så har vi helt set bort fra elektronerne.

Det er vanskeligt umiddelbart at sammenligne styrken af den

stærke og den svage vekselvirkning med gravitations- og elektromagnetiske kræfter, da de har forskellig afstandafhængighed. Lidt forenklet sagt er de første så kortrækkende, at de kun har betydning, når kernepartiklerne så at sige rører ved hinanden. Det vil sige på afstande mindre end  $10^{-13}$  m. Og deres styrke afhænger også af, ved hvilke energier vi arbejder. Ved lave energier er den stærke vekselvirkning hundreder af gange stærkere end den elektromagnetiske vekselvirkning (EM), mens de ved meget høje energier bliver mindre, så de to er nogenlunde lige kraftige. Omvendt er den svage vekselvirkning millioner af billioner gange svagere end EM ved lave energier, mens den bliver sammenlignelig med EM ved meget høje energier. Sagt anderledes: ved ekstremt høje energier er de tre vekselvirkninger nogenlunde lige kraftige.

Skal man beskrive de fire vekselvirkninger kvantemekanisk bruger man Yokawas idé med at beskrive kraften som en udveksling af partikler. Enhver beskrivelse af EM involverer altid udveksling af fotoner. På samme måde beskriver man i dag den stærke vekselvirkning vha. udveksling af de såkaldte **gluoner** (lidt mere om dem nedenfor). Den svage vekselvirkning indebærer udveksling af de såkaldte W- og Z-partikler, gravitation udveksling af gravitoner. De sidste er endnu hypotetiske, og der er ikke udsigt til at observere dem foreløbigt. Alle de nævnte udvekslingskvanter bevæger sig med lysets hastighed og har derfor ingen hvilemasse. Al deres energi er bevægelsesenergi.

## De tre quarkfamilier

De partikler, der er påvirket af den stærke vekselvirkning, beskrives i dag alle som sammensat af mindre dele, der kaldes for **quarks**. Sådanne partikler kaldes sammenfattende for hadroner. Man opregner to forskellige slags hadroner. Den ene gruppe, **baryonerne** (protoner, antiprotoner, neutroner, antineutroner og mange andre) er bundne tilstande af tre quarks. Den anden gruppe, **mesonerne** (pioner, kaoner og mange flere) er bundne tilstande af en quark og en antiquark. Det var til at begynde med en gåde, hvorfor man aldrig fandt frie quarks. I dag ved vi, at kraften mellem quarks vokser med afstanden. Skal man rive fx en quark ud af en proton, skal man bruge så meget energi, at man i stedet skaber nye quarks. I stedet for at ende med en løs quark og to bundne står man derfor med fx to protoner, som hver består af tre quarks.

Vi kender i dag tre familier af quarks, og der er meget gode grunde til at mene, at der ikke dukker flere op. Hver familie består af to quarks, hvor den ene har en ladning på  $2/3$  elementarladning (elektronens og protonens ladning) og den anden på  $-1/3$  elementarladning. Svarende til de tre familier er der tilsvarende tre familier af **leptoner**. Det er de tre elektronlignende partikler:  $e^-$ ,  $\mu^-$  og  $\tau^-$  og de tre neutrale neutrinoer, der hører hertil:  $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$  og  $\nu_\tau$ . Til alle de nævnte hører naturligvis deres antipartikler.

Alle partiklerne er påvirket af den svage vekselvirkning og af gravitationen. EM påvirker kun de elektrisk ladede partikler.

En proton består af to u-quarks og én d-quark. Det giver netop en samlet ladning på 1 elementarladning. Tilsvarende er en antiproton sammensat af to anti-u-quarks og én anti-d-quark. Det

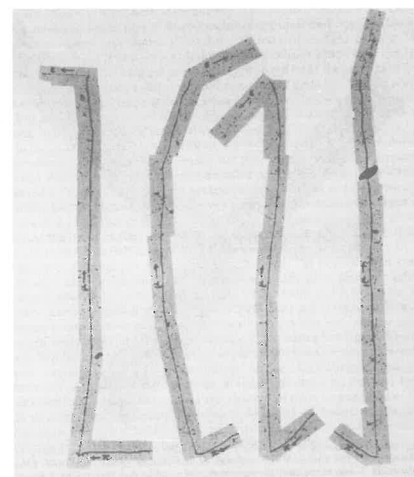
giver en samlet ladning på  $-1$  elementarladning. En neutron består af én u-quark og af to d-quarks. Samlet ladning bliver derfor 0 elementarladning.

Men hvad holder så de tre quarks sammen inde i fx en proton? Ja hver af de nævnte quarks findes i tre udgaver. Man har valgt at kalde de tre udgaver med **farvenavne** rød, grøn og blå og de tilsvarende tre antifarvenavne antirød, antigrøn og antiblå. Ordet farve har intet at gøre med normale farver, som vi ser dem med øjnene. Men med et mindre mirakel passer quarkfarve-begrebets regneregler med dagligdagens regler. Se indskuddet!

(Et indskud: Baryonerne der jo består af tre quarks har altid en rød, en grøn og en blå quark. Da rød plus grøn plus blå giver hvid, er baryoner hvide. Men mesonerne, der består af fx en blå og en antiblå, er også hvide, da blå plus antiblå også giver hvid. Et lille regneeksempel: Antifarven til blå er antiblå. Men det må jo være hvid minus blå. Hvid minus blå må være det samme som rød plus grøn, men det giver jo gul. Så antiblå er lig med gul.)

Men på samme måde som elektriske ladninger tiltrækkes via udveksling af fotoner tiltrækker quarks hinanden ved at udveksle en slags foton-lignende partikler, der kaldes for **gluoner**, direkte oversat lim-partikler. Og det de overfører, er farve, således at de enkelte quarks hele tiden skifter farve. Det sker dog på en måde, så de tre quarks altid har forskellige farver.

De sidste mange år har det været fysikernes drøm at skabe en samlet model, der beskriver de fire vekselvirkninger som fire aspekter af den samme kraft. Der er mange forsøg med særprægede navne som **supersymmetri** og **brane-teori**, der er en generalisation af streng-modellerne, hvor partikler beskrives som en slags strenge. Ingen af modellerne har endnu nået et stadium, hvor de er så færdigudviklede, at de kan opfattes som seriøse bud på verden. Specielt har det været vanskeligt at forene gravitationen med de andre tre vekselvirkninger på en måde, hvor udregningerne ikke hele tiden giver uendelig, når man regner på selv simple problemer. Så der er stadig nok at tage fat på. Et andet spændende problem er jagten på den såkaldte Higgs-partikel. Hvis de næste års eksperimenter i CERN finder Higgs-partiklen, vender jeg tilbage med endnu en artikel her i bladet. ■



Billedet der viste eksistensen af pioner

	Quarks	forkortelse	Quark-ladning i elementarladninger	leptoner
Familie 1	up down	u d	$2/3$ $-1/3$	$e^-$ $\nu_e$
Familie 2	strange charm	s c	$2/3$ $-1/3$	$\mu^-$ $\nu_\mu$
Familie 3	bottom top	b t	$2/3$ $-1/3$	$\tau^-$ $\nu_\tau$

## HVAD ER DET ?

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.

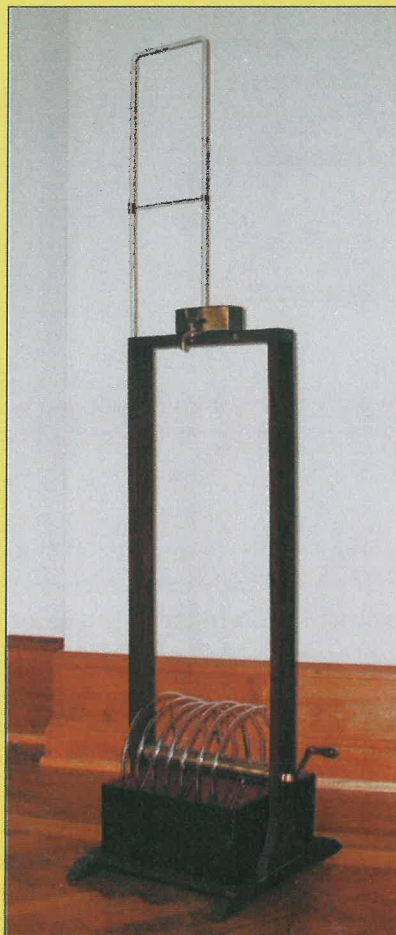
Indsend til :

Georg Hansen

Højsagervej 7

5884 Gudme

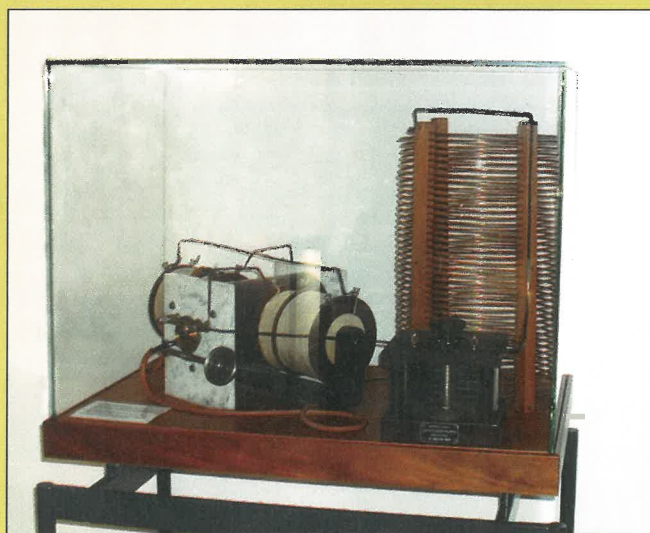
e-mail: georgh@tdcadsl.dk



## DÉT VAR DET !

Sidste nummers konkurrence blev vundet af Ole Krause fra Farum. Han gættede ganske rigtigt på Valdemar Poulsen buesender. Lavet i 1903.

Der var nu ingen, der kunne placere den i dag. Den står på Steno Museet ved Århus Universitet.





## Unge forskere 2005

Foto: Jørgen Larsen

Ikke færre end 749 børn og unge har tilsammen haft 234 projekter med i landskonkurrencens to afdelinger: "Natur&Teknik" for unge forskere og opfindere i 1.-8. klasse samt "Unge Forskere og Opfindere" for alle i alderen op til 22 år.

I hver af de to konkurrencer fik 10 projekter en præmie på 1000 kr., og som noget nyt er også de skoler, der engagerer sig mest i konkurrencerne, blevet præmieret. Øsløs Skole i Vesløs i Thy belønnes med 25.000 kr. som den skole, der har sendt de fleste og bedste projekter i forhold til elevtallet til "Natur&Teknik". Vejle Tekniske Gymnasium får 25.000 kr. som den skole, der har sendt de fleste og bedste projekter i forhold til elevtallet til "Unge Forskere og Opfindere".

Landskonkurrencen Unge Forskere 2005 er også i år blevet støttet af Videnskabsministeriet, Undervisningsministeriet og Miljøministeriet samt sponsoreret af universiteter og store danske virksomheder.



◀ 4. præen Handicap



◀ 1. præmie: Gitte Ahlquist Jons-son. Hjælp til på- og aftagning af strømper til handicappede



▲ 1. præmie i Natur & Teknik. Ida Andersen Tambjerg: »Min biotop.«



▲ Au-Ran



▲ 3. præmie: Magnus Kock Laur-  
sen, Julius Havstein Eriksen, Jens  
Buch Johansen og Nikolaj Vægter  
Damholt



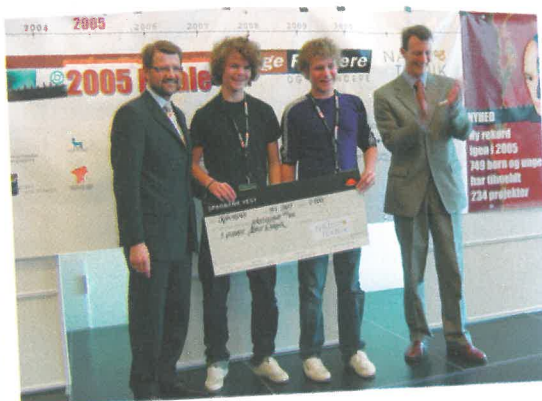
▲ Bedste skole: Øsløs skole.

• Karina Elle Kähler,  
dminton



• præmie:  
mus Buch  
ller og Seba-  
n Ravn

▲ 1. præmie: Ida Andersen Tambjerg



▲ 2. præmie: Rasmus Bak og  
Christoffer Dybvold



▲ 2. præmie: Christian Wegge-Larsen

Shijiazhuang



▲ 3. præmie: Louise Rasmussen,  
Johanne H. Steffensen og  
Line Roth Sejthen

# Naturfag, børn, unge og voksne

Tekst og foto: Erik Jørgensen

I sommeren 2004 var jeg på en studietur til USA. Formålet med turen var at undersøge, hvorledes man på North Cascade Institute underviser i naturfag for at skabe Public Understanding of Science. Med dette begreb menes den forståelse af naturvidenskab, som folk uden for de naturvidenskabelige institutioner har, og hvorledes de anvender den i forskellige sammenhænge. På dansk kan begrebet sammenlignes med den naturvidenskabelige dannelse, som er formålet med naturfagsundervisningen i den danske folkeskole. Naturfagslærere skal være i stand til at give en undervisning, der giver eleverne naturfaglig viden, forståelse af naturvidenskabens og teknologiens rolle i samfundsudviklingen og handlekompetence, så de på demokratisk vis kan anvende naturvidenskabelig viden som borgere i politiske beslutningsprocesser.

Adskillige undersøgelser viser, at danske elevers naturfaglige

niveau ikke er tilfredsstillende set i en sammenligning med elever fra andre lande. Eleverne selv finder i mange tilfælde undervisning i naturfagene virkelighedsfjern og uden svar på de mange spørgsmål, de stiller til sig selv og deres omverden. De oplever ikke naturfaglig viden som brugbar i deres liv her og nu.

Naturfagernes begrundelsesproblem i forhold til børn og unge er ikke et isoleret dansk fænomen, men opfattes som et generelt problem i det meste af den vestlige verden. Det problematiske ligger i, at alle prognoser for fremtidens samfund peger på, at et større og større indhold af naturfaglig viden vil kendetegne det arbejde, som de unge skal leve af i deres voksenliv. Dertil kommer, at ressource- og miljøproblemer i fremtiden vil kræve kendskab til naturvidenskab, hvis disse problemer skal

løses på demokratisk vis. Derfor gøres der også fra politisk side mange overvejelser over, hvordan problemet med den manglende interesse for naturvidenskab kan løses. Skal disse overvejelser føre til positive resultater, er det imidlertid meget vigtigt, at man gør sig klart, at årsagen til problemet med den manglende naturfaglige interesse ikke nødvendigvis ligger hos eleverne, men måske skal findes i naturfagernes indhold, og måden der undervises på. Måske tages der i al for høj grad udgangspunkt i lærebøgerne og klasselokalet og ikke i eleverne og deres verden.

Miljø- og ressourceproblemer bliver af mange pædagoger





anset for at være et godt udgangspunkt for at arbejde med naturfaglig viden. Den internationalt anerkendte tyske pædagog Wolfgang Klafki omtaler endda disse problemer som nogle af nutidens nøgleproblemer, som på pædagogisk vis skal behandles i skolens almindelige undervisning for at give eleverne tidssvarende viden og kompetencer. Hvordan sådan en undervisning i form og indhold skal drives, og hvilke kvalifikationer den kræver, lærerne skal besidde, kan forskellige udviklingsprojekter give et billede af.

## MUVIN

Der har på forskellig vis i Danmark været tilløb til en anderledes naturfagsundervisning med udgangspunkt i miljøundervisning. I 1990'erne blev der i Norge, Sverige og Danmark gennemført et stort udviklingsarbejde indenfor miljøundervisning kaldet MUVIN - miljøundervisning i Norden. De mange MUVIN-projekter og -undervisningsforløb blev evalueret af forskere fra Danmarks Pædagogiske Universitet, og evalueringerne viste generelt, at elever værdsætter undervisning, der giver dem muligheder for at arbejde tværfagligt med virkelige problemer, der optager dem eksistentielt, og som også optager folk udenfor skolen, at arbejde i grupper med frihed til at organisere deres arbejde og få ideer til undersøgelser at få indflydelse på klassens konkrete undervisning vedrørende mål, indhold, tilrettelæggelse og konkrete udformning, at blive respekteret for det arbejde de laver, både af skolen og af folk udenfor skolen, at opleve institutioner og miljøer uden for skolen og møde tankeprovokerende mennesker og synspunkter, at få lejlighed til at gøre noget for løsningen af miljøproblemer, at få lejlighed

til at bearbejde indtryk, både intellektuelt og følelsesmæssigt.

## Grønt Islæt

Et andet undervisningsprojekt med udgangspunkt i miljøproblemer er det store projekt Grønt Islæt i Århus Kommunale Skolevæsen i perioden 1999-2002. Alle kommunens 52 folkeskoler deltog i projektet, og jeg deltog selv som underviser og konsulent i projektet på nogle af skolernes undervisningsforløb.

Miljøproblemer blev i projekt Grønt Islæt defineret som interessekonflikter. Grønt Islæt blev beskrevet overordnet som "menneskets samspil med naturen" og interessekonflikter blev betragtet som et aspekt af dette samspil. I planlægningsgruppen forestillede vi os, at eleverne ved at engagere sig i interessekonflikter ville blive aktive og opsoge og behandle viden for at fremme deres sag – præcis som det sker i enhver interessekonflikt, hvor det drejer sig om at have argumenterne i orden – især de naturvidenskabelige. I selve planlægningen af projektets form og indhold lagde vi stor vægt på at få integreret de nævnte erfaringer fra MUVIN projektet.

Projekt Grønt Islæt viste, at miljøundervisning under de rette betingelser kan skabe interesse for naturvidenskab. I projektet gennemførte engagerede lærere og elever nogle meget interessante undervisningsforløb med miljømæssige interessekonflikter som omdrejningspunkter, og hvor undervisningen blev drevet frem af elevernes egne spørgsmål og egne undersøgelser. De enkelte undervisningssituationer kunne forekomme forvirrende og ustrukturerede i elevernes søgen efter svar, men netop dette afspejlede den virkelighed, som eleverne senere skal kunne agere i. Uden for skolen kan de

ikke forvente at finde et umiddelbart og nemt svar på deres spørgsmål.

## Lærere og naturfagsundervisning

Erfaringerne fra de to projekter viser, hvor afgørende betydning lærerens viden og engagement har for undervisningen. Det giver anledning til at stille spørgsmål om, hvad der er den rette uddannelse af naturfagslærere. Det er spørgsmål, som lærerseminarierne må finde svar på. Jeg vil forholde mig til lærernes efteruddannelse, som jeg har tæt inde på livet, da jeg underviser naturfagslærere på efteruddannelse. Dels på kurser på CVU midtvest og dels på kurser på Elmuseet, hvor jeg har mit daglige arbejde som museums-pædagog. Begge steder forsøger jeg at give lærerne indblik i de mange muligheder for undervisning, der findes i læringsmiljøer udenfor skolen, og hvordan de kan bringes i samspil med skolens læringsmiljø. Der er et stort behov for sådan en tværfaglig efteruddannelse netop i disse år. Alle naturfagslærere skal kvalificeres til at give en tværfaglig undervisning i naturfagene, som følge af de nye prøveformer, der fra 2006 skal ligge til grund for vurdering af 9. klasse elevernes faglige standpunkt, når de forlader folkeskolen. Ifølge lovbestemmelser vedrørende de nye prøveformer skal prøverne afspejle, at der i den daglige undervisning er blevet arbejdet tværfagligt med fagene fysik/kemi, biologi og geografi.

Gennem mit faglige netværk til amerikanske museer og science centre er jeg blevet bekendt med North Cascade Institute, som netop underviser i læringsmiljøer uden for skolen og efteruddanner lærere til at kunne lave tværfaglig undervisning. I juni/juli 2004 var jeg på et lære-

rigt studieophold på instituttet. I det følgende vil jeg berette om North Cascade Institute og dets virke.

### North Cascade Institute

Connecting People, Nature and Community through Education

"It is our task in our time and in our generation to hand down undiminished to those who come after us, as was handed down to us by those who went before, the natural wealth and beauty which is ours" John F. Kennedy

North Cascade Institute blev grundlagt i 1986 af Saul Weisberg - en ranger fra North Cascade National Park. I sit mangeårige arbejde som ranger kom Saul Weisberg vidt omkring i North Cascade bjergene og udviklede en dyb forståelse af områdets natur og biodiversitet. Som en non-profit organisation var det fra første færd instituttets formål at bevare og genoprette miljøet i det nordvestlige USA ved at bringe folk i tæt kontakt med natur og landskab. Instituttets virkefelt omfatter staterne Washington, Oregon og Idaho, der ofte samlet benævnes under et som the North West.

### Børn, computere og naturfag

North Cascade Institute har administrativt hovedkvarter i en sidefløj til rangerstationen i Sedro-Wolley – en lille by ved foden af Cascade bjergene, som ligger et par timers kørsel nord for Seattle. Instituttets undervisningsaktiviteter er spredt over hele the North West og foregår i et samarbejde med forstvæsen, nationalparker, museer og science centre, vandkraftværker og videnskabelige institutioner.

I Sedro-Wolley talte jeg med Deb Martin, som er ansvarlig for al undervisning på North Cascade Institute. Hun gav mig

en meget engageret og grundig gennemgang af instituttets historie og virke og fremtidsplaner. North Cascade Institute har fra sin spæde start lagt vægt på den store betydning undervisning og viden har i det moderne samfund. Med hensyn til naturvidenskab og børn og unge sagde hun bl.a.: "at blive interesseret i naturvidenskab er en individuel proces, som ikke kan fastlægges i en læseplan, men som sker i børns frie udfoldelse og omgang med naturen. Uheldigvis færdes moderne børn ikke længere ude i naturen på egen hånd – voksne må trække dem væk fra computeren og tage med dem ud". Hun sammenlignede situationen med sin egen opvækst på en ranch i Montana, hvor hun på en naturlig og selvfølgelig måde var inddraget i al praktisk arbejde, og hvor hun strejfede frit rundt i naturen uden opsyn – til fods eller på hesteryg. Denne frihed til at følge egne interesser og eget læringstempo blev fundamentet for Deb Martins interesse for naturvidenskab, og på North Cascade Institute finder hun de bedste betingelser for at lade sin interesse komme til udtryk i praksis og til gavn for andre.

### Naturvidenskabelig kultur

North Cascade Institute er meget ambitiøs i sit mål og virke. Instituttet vil skabe en kultur mellem mennesker, hvor naturvidenskab formidlet gennem naturhistorie og kulturhistorie danner et tværfagligt grundlag for at skabe forandringer. Med udgangspunkt i kendskab til det nære skal man kunne forholde sig til den store verden og de store sammenhænge og handle derefter. "Explore your place," som det udtrykkes på instituttet. Det høje ambitionsniveau virker tiltrækkende på



idea-  
listiske og  
dygtige undervisere, og en stor del af lærerstaben tilknyttet North Cascade Institute har en PhD indenfor et naturfagligt område.

Naturbevarelse og naturgenopretning kan kun lykkes gennem involvering af mange mennesker og gennem forståelse og anvendelse af naturvidenskabelig viden. Når undervisningen skal bringe mennesker i alle aldre og med forskellig baggrund i tæt kontakt med landskab og natur, må den i form og indhold være tilgængelig for så mange mennesker som muligt. På North Cascade Institute er den pædagogiske grundtanke den, at læring er en personlig proces, der sker gennem mange tilgange til et emne og i et aktivt fællesskab med andre mennesker. Ved at møde natur og landskab på vandre- og kanoture, lære historie og høre myter og fortællinger om de steder man er, lære om dyr, planter og geografi gennem iagttagelse og undersøgelser og udtrykke sig om forholdet mellem menneske, natur og landskab gennem videnskab, poesi og malerkunst vil man på instituttet involvere mennesker i deres omgivelser og i videre forstand i den store verden. Med den rette undervisning vil man skabe "an ecologically literate public".

## Læringsmiljø og læreprocesser

Siden 1986 har North Cascade Institute undervist mere end 50.000 børn og voksne på forskellige kurser og seminarer. Undervisningen spænder vidt. Der er skoleprogrammer for børn i alle aldre, efteruddannelseskurser for lærere og undervisningsforløb for folk uden nogen naturfaglig baggrund, men med interesse for natur og miljø. Helt i tråd med, at North Cascade Institute mener, at intim kontakt med naturen bør være grundlæggende i en læreproces, er indhold i kurser og programmer præget af følgende elementer:

- at give undervisning med udgangspunkt i nærområdets geografi, fysik, kemi, biologi og historie med det formål at skabe tilhørsforhold og ansvarsbevidsthed i forhold til ens nære omgivelser
- at give undervisning der viser indflydelsen af historiens og teknologiens udvikling på natur og landskab
- at give undervisning der inddrager naturvidenskaberne, de humane videnskaber og kunst på ligeværdig måde
- at give undervisning der gennem længerevarende ophold i naturen inspirerer til undersøgelser, refleksioner og forståelse af sammenhænge og dermed skabe handlekompetence
- at give undervisning der på tematisk vis især lægger vægt på betydningen af vandskel, økosystemer og biodiversitet
- at give en undervisning der skaber og fremmer respekt for andre mennesker, kulturer og tænke måder

Der er et stort udbud af kurser og seminarer på North Cascade Institute. Samlet henvender de sig til et meget bredt publikum, og fælles for dem er, at de i form og indhold på aktiv og undersøgende vis bringer kursusedtagerne tæt på naturen. Som kursist kan man være fysisk aktiv i forskellige sværhedsgrader fra ganske lette vandreture til klatring på gletschere eller ved sejlads i kano, kajak eller skib. Kursusemnerne omfatter næsten alt fra sommerfugle til laks og salamandre, fra vilde blomster til urgamle skove og fra gamle indianerbopladser til vandkraftværker og atomare anlæg. Den fysiske kontakt med naturen kombineres med refleksioner over den læreproces, man som deltager gennemgår. Kun ved at reflektere lærer man noget. Derfor er diskussioner mellem kursusedtagere og undervisere vigtige i et kursusforløb. Nogle kurser har selve refleksionen som det bærende i forløbet, derved at deltagerne på kurset skal give udtryk for deres læring gennem billedkunst eller poesi og prosa.

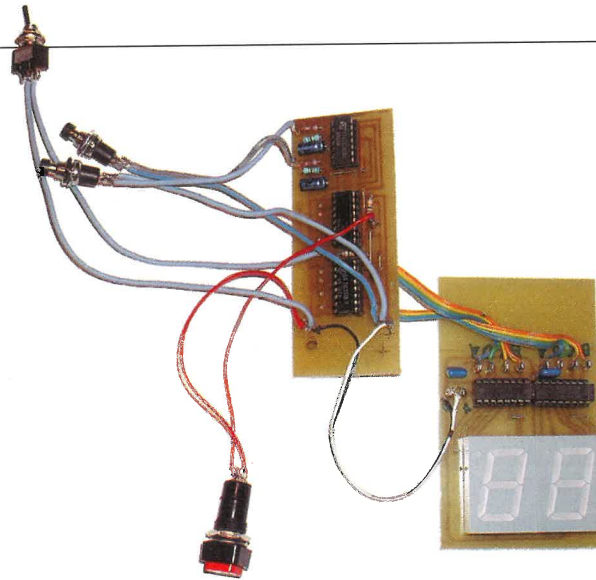
North Cascade Institute og the North West udgør det rette læringsmiljø for en undersøgende og udforskende undervisningsform, hvor naturhistorie og kulturhistorie skal bringe folk i tæt kontakt med natur og landskab. Gennem Puget Sound når Stillehavet ind til vilde skærgårdskyster, der fortsætter i de uvejsomme og gletscherfyldte Cascade bjerge. Overalt er der tempereret regnskov med nogle af de største og ældste nåle-



træer på kloden. På den anden side af bjergene ender landskabet østpå i buskstepper, der senere møder Rocky Mountain bjergkæden. Biodiversiteten omfatter en mangfoldighed af dyr, fugle og fisk og med bjørne, ørne og laks som repræsentanter for en natur, der giver plads til alle. Geologisk har området gennem tiderne gennemgået en dramatisk udvikling og er i nutiden særlig interessant med sine aktive vulkaner, hvor Mount Saint Helen indtil nu har gjort sig mest bemærket. Med sit voldsomme udbrud i 1980 skabte denne vulkan meget omfattende forandringer i et stort område af staten Washington med konsekvenser for menneske-, plante- og dyreliv. Området er efter udbruddet blevet henlagt som nationalpark, hvor forskellige videnskabsfolk og offentligheden kan undersøge og iagttage, hvorledes livet vender tilbage til området. Jeg besøgte Mount Saint Helen området på min studietur. Med sine tre smukt beliggende undervisningscentre er området unikt som naturfagligt læringsmiljø for børn og voksne. Ganske særligt er det højest beliggende af de tre centre med direkte udsigt til krateret en lærerig oplevelse.

*Forsættes i næste nr.*

# En tæller



Måske har du fået mod på at bygge display? Så skal de bruges til noget. DLHs Elektronisk Tælling har en beskrivelse af en tæller med IC 7490. Så er det op til fantasien, hvad der skal tælles. Her er en lidt mere avanceret tæller; der er brugt IC 74190, som kan tælle både op og ned.

## Hvad sker der?

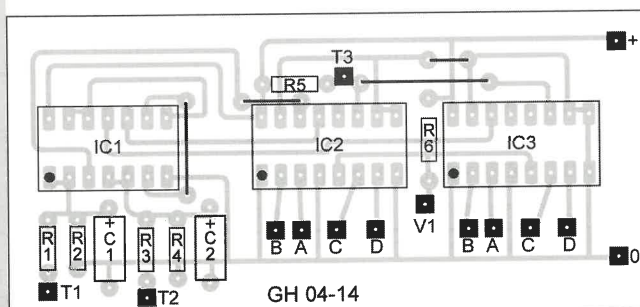
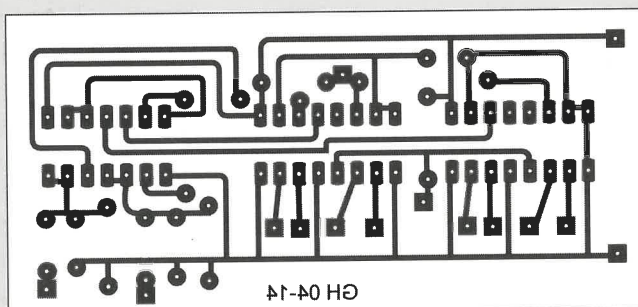
IC1 består af 4 NANDgates. Hver gate har 2 indgange, og deres sandhedsskema siger  $H+H = L$ ,

alt andet H. Gate1s indgange er normalt L; derfor er udgangen H. Ved tryk på T1 bliver indgangene H; derfor bliver udgangen L. Denne impuls føres til IC2 ben 14. IC2 er en decimaltæller, og den tæller nu en op, da spændingen går fra H til L.

Det er altid et problem med en kontakt, som giver mange impulser, når den sluttet eller brydes (kontaktpræl). Derfor er R1, R2 og C1 sat på. Det er et lavpasfilter,

som sier prel fra. Desuden har gates indbygget schmitt-trigger, så impulserne bliver til firkant, som er velegnet til decimaltællere.

Gate2s indgange er koblet som gate1, og udgangen føres til den ene indgang på gate3. Vi skal tilbage til IC2: Når den har talt til 9, går den til 0, men samtidig sender den en lav impuls ud ad ben13. Dette føres til gate3s anden indgang. Gate3 udgang går til gate4s indgange. Der inverteres



## KOMPONENTPLACERING 1:1

### MATERIALER:

- IC1: 74ls132
- IC2 & IC3: 74ls190
- C1 & C2: elektrolytkondensator 2,2µF
- R1 & R2: 470Ω
- R3 & R4: 680Ω
- R5 & R6: 10kΩ
- T1 & T2 & T3: Ringetryk slutte
- V1: en-polet vippeafbryder
- 1 stk IC sokkel 14 pin
- 2 stk IC sokkel 16 pin
- 5 volt strømforsyning DC

### KNAPPERNE:

- T1: Ved tryk tæller enerne
- T2: Ved tryk tæller tierne
- T3: Ved tryk nulstilles
- V1: Vippeafbryder. Ved sluttet tælles forlæns. Ved afbrudt tælles baglæns. Gælder både enere og tiere.

de og føres til IC3, som så tæller 1 op. Når gate3 er sat på, skyldes det, at der er 2 måder hvorpå IC3 kan få impulser: enten ved tryk på T2, eller når IC2 udsender en mente. 2 udgange må aldrig kobles sammen; det undgår vi nu ved at sende dem begge til hver

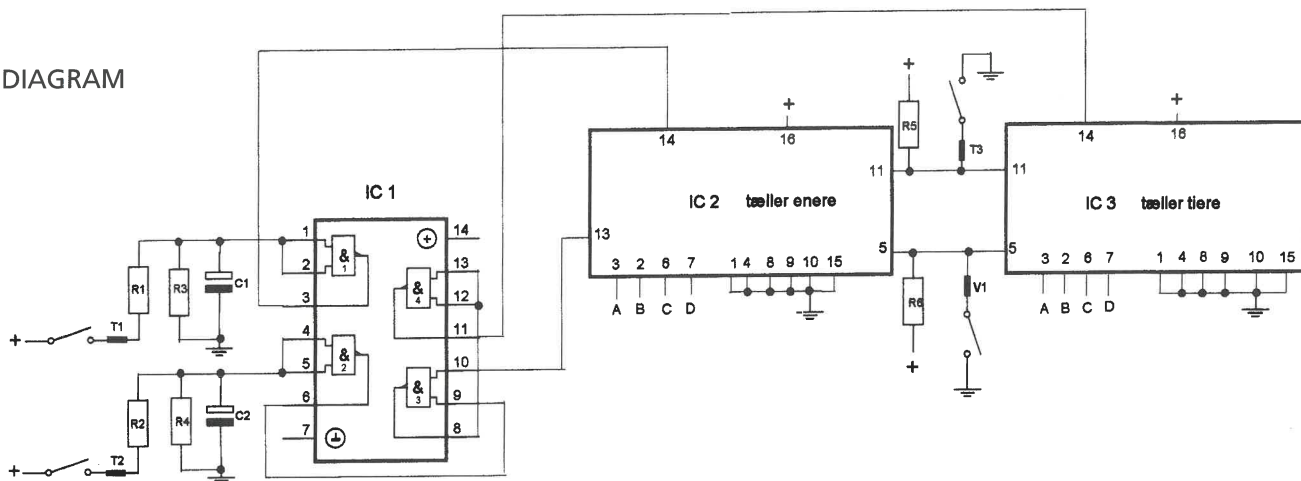
sin indgang. Desværre inverterer gate3 signalerne, så de bliver H, og de kan ikke få IC3 til at tælle, men det retter vi op igen med gate4.

IC2 og IC3 kan nulstilles. Hvis man sætter 1, 9, 10, 15 til L og ben 11 til H, så vil de nulstille,

hvis man gør ben 11 L. Det klares med T3.

Tælle op eller ned: For IC2 og IC3 gælder, at hvis ben 5 er L, vil den tælle op. Hvis ben 5 er H, vil den tælle ned. Det klares med V1.

DIAGRAM



## Strømforsyninger – der opfylder de skærpede krav til sikkerhed



1150.10

### 24V/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

Pris excl. moms kr. 2.145,-

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

### 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!

# Indtryk fra vintermødet i American Association of Physics Teachers

Af Helge Kastrup KDAS

Det er anderledes at befinde sig mellem over 1000 mennesker, som alle er nørder, eller anderledes sagt: Som ikke synes, at det er nørdet at diskutere kvantemekanik, gravitationelle linser eller torsionsmomenter. Og det er forfriskende, at foredrag om PER, Physics Education Research, er lige så hyppige som de rene fysikforedrag. Det er nok for teknisk her at referere status for PER i USA i dag ud over, at den er levende og rør på sig. Og man skal nok være fysiker for virkelig at forstå glæden ved at gå rundt i en udstillingshal mere end dobbelt så stor som den store kantine på KDAS med det nyeste udstyr og alle de nye bøger og tidsskrifter, morsomme fysik-T-shirts, demonstrationer af ganske simple opstillinger såvel som af ganske avanceret udstyr hinsides et seminariums pengepung. Men lad mig fortælle om blot et par fysik-højdepunkter:

**1.** Vi så en direkte videooptagelse gennem et mikroskop af et forsøg, hvor foredragsholderen, (Carlos Bustamante) med en pipette anbragte en lille bitte plastikkugle i en væskestrøm, hvor der flød DNA-strengene forbi, til én af dem hang fast i kuglen i den ene ende. Så frigjordes endnu en kugle, som fangede den anden ende af strengen. Denne kugle blev nu holdt fast af en optisk lås, hvad det så ellers er. Ved at bevæge pipetten op

og ned, kunne man nu måle de elastiske egenskaber (fjederkonstanterne) af DNA-strengene. Næste trin, som vi også så på lærredet, var, at der blev sat en meget mindre kugle midt på strengen, som derefter blev sat i svingninger rundt om strengens akse, så DNAet blev snoet mere eller mindre op, og man kunne måle snoningsegenskaberne (torsionsmomentet) hos DNA. Både fjederkonstanterne (DNA ligner slet ikke en klassisk fjeder) og torsionsegenskaberne (DNA ligner meget en klassisk torsionsfjeder) er meget vigtige for at forstå stoffets biologiske egenskaber. Og de har tidligere kun kunnet måles med langt ringere nøjagtighed.

**2.** Konferencen havde mirakelåret (anno mirabilis) 1905 som tema. 1905 var det år, hvor Einstein, til trods for han ikke kunne få ansættelse på noget universitet eller nogen højere læreanstalt pga. sit ringe eksamensbevis, udsendte fire artikler med hver sit gennembrud inden for forskellige grene af fysikken. Blandt de utallige foredrag vil jeg nævne et om De Brownske bevægelser, som én af de fire-1905 artikler handlede om. Artiklen var blandt andet et gennembrud for atomfysikken, fordi den for første gang angav en måde at måle atomernes størrelse på. Ud over en gennemgang af artiklen og dens betydning, som er kendt stof for fysikere, var det

spændende en videooptagelse af fænomenet. Man så her små partikler opslemmet i en væske, der bevægede sig hid og did i alle retninger, efterhånden som de blev stødt ind i af molekylerne i væsken, som i sig selv var for små til at ses. Foredragsholderen (Kyle Forinash) viste dernæst, hvordan man kunne måle på billederne og derved i princippet bestemme molekylernes størrelse. Det interessante var, at det var målinger, som i princippet kunne laves af seminariestuderende, men de ville nok tage for lang tid til, at det var realistisk.

**3.** En gentleman fra the Sceptics Movement, David Thomas, der er specialister i at afsløre svindel og fup i alle former for overtro som pyramidologi og intelligent design, gennemgik den såkaldte Roswell Incident, som der er skrevet tykke bøger om. I myterne faldt en UFO ned i Roswell, USA i 1947. Den havde et fremmed intelligensvæsen om bord, som blev obduceret, og hele historien blev benægtet af efterretningstjenesterne, der lavede et gennemført cover up. Thomas gennemgik alle dele af den klassiske historie og viste punkt for punkt, hvordan historien var opstået mere end 30 år efter hændelsen, som var velkendt udstyr, der faldt ned i forbindelse med nogle ballonopsendte vindmålere. Man gik grinende fra foredraget overrasket over, hvor utrolig primitivt

hele fupnummeret var lavet. Fx brugte en del af bøgerne og en stort opsat artikel direkte billeder fra en fiktionsfilm lavet om historien.

4.. Konferencens højdepunkt var Virginia Trimbles The Dark Century: Matter, Energy, and the Future of the Universe. Ud over, at hun er en fremtrædende forsker med over 400 artikler bag sig, er hun en lige så morsom og original forelæser, der i sin studietid ernærede sig ved at optræde som mavedanser. Eksempelvis anvendte hun konsekvent billeder af kvindelige astrofysikere på lærredet. Dem er der også mange af, men morsomheden gik ind hos den trods alt manddominerede forsamling. Hun besvarede de tre indledende

spørgsmål, som hun selv stillede til Universet: Hvordan ser det ud? Hvorfra ved vi det? Hvorfor ser det sådan ud? Vort univers er knapt 14 milliarder år gammelt, og det udvider sig til stadighed, ikke som en eksplosion, men fordi der hele tiden opstår nyt rum mellem atomerne. Stjerner og gas og støv er samlet i galakser, galakserne er samlet i hobe af galakser, og hobene er samlet i superhobe, men derudover er der ikke større strukturer. Og disse største strukturer kan vi via den kosmiske baggrundstråling følge tilbage til de tidlige tider, før galakserne var dannet. Men den største overraskelse i de sidste år er, at det stof og lys vi kender, kun udgør omkring 5 % af Universets energi. Yderligere et par og tyve procent er stof,

der kaldes for mørkt stof (dark matter), som tilsyneladende ikke vekselvirker med almindeligt stof og stråling. Ingen aner, hvad det er, men der er mange morsomme forslag, det ene særere end det andet. Min personlige opfattelse er, at man endnu ikke har fundet et forslag, der er sælsomt nok til at være sandt. Men hvad så med de sidste tre fjerdedele? Ja, tilsyneladende har Universet en frastødende kraft, som kaldes mørk energi (dark energy), som får det til at udvide sig hurtigere og hurtigere. Tidligere var det god latin, at stoffet i galakserne via gravitationen langsomt bremsede Universets udvidelse, men det er åbenbart forkert. Jeg rejste til Albuquerque med støtte fra Ole Lindersdorfs Rejsefond. Tak. ■



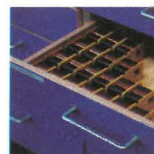
## Nyt fysiklokale

Et fysiklokale fra ST Skoleinventar er gennemtænkt funktionalitet til mindste detalje.

Mere end 10.000 faglokaler produceret og monteret i Danmark gennem de sidste 50 år er din garanti for en løsning, der fungerer optimalt fra første dag og mange år frem. Vi tilbyder et bredt standardprogram med gennemtænkte detaljer, herunder også skabe med indretning specielt udviklet til fysik.

Ring og hør nærmere eller bestil vores fysikbrochure:  
Tlf. 97371188 · E-mail: [info@st-skoleinventar.dk](mailto:info@st-skoleinventar.dk)

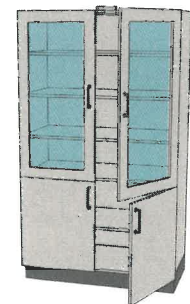
KOMPLETTE INVENTARLEVERANCER - INCL. UDSUGNING



Laboratorie-nødbruser, Broen



Sorte PVC-vaske



Kemikalieskab

COPISO A/S

[www.st-skoleinventar.dk](http://www.st-skoleinventar.dk)

# MATERIALEBESTILLING TIL PUBLIKATIONSADFDELINGEN



Tag kopi og send til: Irisvej 2, 4773 Stensved

Tlf. 5538-6194 ovba@post3.tele.dk SE-nr. 13 26 47 59 Bank: Nordea. Reg.nr.: 0043 kontonr.: 3485-703-186

Emne	Varebetegnelse	Sider	Varenr.	Stk.pris	Antal	Pris i alt
<b>Elektronik Bemærk!!</b>	DLH-elektronik, elevtekst kap. 1-4	52	101	50,00		
	DLH-elektronik, elevtekst kap. 1-4, gruppesæt: 10stk.	520	110	150,00		
	DLH-elektronik, elevtekst kap. 5	72	102	20,00		
	DLH-elektronik, lærervejledning kap. 1-4	129	103	120,00		
	DLH-elektronik, lærervejledning kap 5	72	104	70,00		
	DLH-elektronik, Teknisk Appendix	50	105	50,00		
	DLH-elektronik, Introduktion	8	106	10,00		
	DLH-elektronik, komplet sæt (6 publikationer)	383	107	200,00		
	Elektronik i fysik/kemi, elevtekst	20	108	10,00		
	Elektronik i fysik/kemi, lærertekst	19	109	20,00		
<b>El-lære</b>	El-7, elevtekst (El-lære i 7. Klasse)	73	201	20,00		
	El-7, 20 stk. grundplaner i A3 (til elevteksten)		202	20,00		
	El-7, lærervejledning	154	203	150,00		
	Mårslet elværk	73	205	50,00		
	Mårslet elværk, klassesæt: 30 stk.	2190	206	300,00		
<b>Fysiktips</b>	Fysiktips 1954-72 i plastmapper, kan være skadet	342				
	Fysiktips A, 1974-75, hæftet, kan være skadet	36				
	Fysiktips B, 1976-79, hæftet, kan være skadet	24				
	Fysiktips C, 1979-82, hæftet, udgået					
	Fysiktips, komplet (plastmapper+A+B+C)	402	306	90,00		
<b>Nuklid- materiale</b>	Erläuterungsheft på tysk	32	402	40,00		
	Introduktion til nuklidkort (C.J.Veje)	34	403	35,00		
	Nuklidkort, stort, til opslagstavle/kortrulle i farver	804	404	105,00		
	Kernekort i A-4 format i farver		405	20,00		
<b>Stråling</b>	Vort strålingsmiljø	44	501	30,00		
	Lærervejledning til Vort strålingsmiljø	20	502	20,00		
	Stråling, klassesæt: 30 stk + 2 lærervejledninger	1360	503	400,00		
<b>Periodisk system</b>	Periodisk system i A-4 format i farver		601	20,00		
	Periodisk system i A-3 format med billeder i farver		602	30,00		
	Det periodiske Systems historie	41	603	20,00		
	Det periodiske Systems historie, klassesæt: 30 stk.	1230	604	300,00		
<b>Astronomi</b>	Lille planetarium, gruppesæt: 10 stk. á 5 ark + 10 hæfter	16	701	300,00		
	Tycho Brahe og astronomiens genfødsel	34	702	20,00		
	Tycho Brahe og astronomiens genfødsel, 10sæt	340	703	100,00		
<b>Særhæfter</b>	Krudtets opfindelse skrevet af Tivolis festfyrværker	12	803	35,00		
	Krudtets opfindelse, gruppesæt: 10 stk.	120	804	100,00		
	Idéhæfte til Folkeskolens prøver	32	805	10,00		
<b>NYT Diverse</b>	Med lodder og trisser, interessant gavebog	80	901	60,00		
	Mårslet kosmetik, slik og sjov,	42	902	25,00		
	Mårslet kosmetik, slik og sjov, klassesæt: 30 stk.	1260	903	350,00		
	Ekspeditionsgebyr		1026	20,00		
				<b>I alt</b>		
<b>Skole:</b>				Moms		
<b>Att.:</b>				Porto		
<b>Adresse:</b>				<b>Total</b>		

TAG KOPI



## Vis det, der ikke kan forklares ...

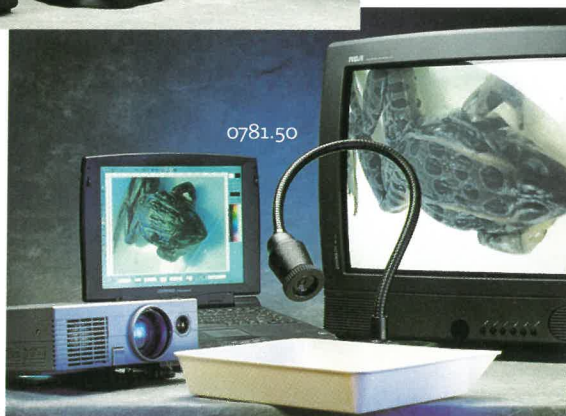
### VideoFlex Visionviewer

Farve videokamera monteret på stabil fod med fleksibel svane-hals. Kameraet kan kobles til en monitor eller et farve-TV, hvorved man kan se optagelsen på skærmen. Tilsluttes let til mikroskop idet videohovedet sættes hen over okularet.

#### Tekniske data:

- Fleksibel svane-hals på 51 cm.
- 6 mm linse.
- Fokuseringsafstand fra 1 cm til uendeligt.
- Lysfølsomhed ned til 3 lux.
- Billedopløsning 350 linier
- Okularadapter Ø 28 mm.
- Automatisk lyskompensation.
- Komplet med netadapter og kabler.

**0781.20 Videoflex kamera Visionviewer**  
**NY PRIS kr. 2.400,-**



Priser excl. moms.

### VideoFlex Kamera



#### "Ken-a-Vision 7600"

Farve videokamera monteret på stabil fod med fleksibel svane-hals. I foden er indbygget mikrofon, USB-port for tilslutning til PC samt stik for tilslutning til monitor eller projektor. Billedet kan vises på både PC og monitor samtidigt. Medfølgende software muliggør fastfrysning af billeder, eller optagelse af billedsekvenser med mere.

Billedet på PC-skærmen kan fastfryses, mens det levende billede kører videre på TV-skærmen. Tilsluttes let til mikroskop. Leveres komplet i metal-kuffert, der også indeholder tilbehørs-sæt, som gør det let at betragte mikroskoppræparater og små dyr.

**0781.50 Videoflexkamera**  
**Ken-A-Vision 7600**  
**NY PRIS kr. 8.950,-**

#### Tekniske data:

- Fleksibel svane-hals på 66 cm
- 8 mm linse
- Fokuseringsafstand fra 1 cm til uendeligt
- Lysfølsomhed ned til 1,5 lux
- Billedopløsning på 500 linier (monitor)
- Indbygget okularadapter Ø 34,5 mm og Ø 28 mm reduktionsbøsning for mikroskoptilslutning.
- Komplet med netadapter, kabler og software.

**Frederiksen**

Viaduktvej 35 · DK-6870 Ølgod · Tlf. 75 24 49 66  
Fax 75 24 62 82 · sflab@sflab.dk · www.sflab.dk

# Københavnertolkningen

Danmarks Fysik- & Kemilærerforening inviterer til forevisning & debat af Lars Becker-Larsens nye film

"Verden kan ikke være så forrykt", udtalte Albert Einstein om den filosofiske lære, som Niels Bohr sammenfattede af kvantefysikken. Den er kendt som Københavnertolkningen og har lige siden den blev fremsat i 1920'erne været omstridt. Selv i vore dage er fremtrædende fysikere meget delte i synet på Københavnertolkningens vidtgående konsekvenser for, hvad man skal forstå som virkelighed. I Wien har moderne versioner af kvantefysikkens centrale eksperimenter klart demonstreret, at de mindste byggesten af alting er en paradoksal anderledes verden. Nu kan de mærkelige kvantefænomener konstateres selv på store afstande, og fysikerne arbejder målrettet på, at de kan anvendes i en fremtidig generation af meget hurtige computere.

Arrangeret af Danmarks Fysik- og Kemilærerforening med støtte fra Undervisningsministeriet

Instruktion: Lars Becker-Larsen Foto: Erik Norsker, DFF Klip: Jens Bidstrup  
Producer: Flemming Arentoft Musik: Anders Koppel Animation: Søren Tomas & Søren Buus Producent: Arentoft Film ApS 2004

"Københavnertolkningen" er produceret af Arentoft Film ApS med støtte fra Det Danske Filminstitut, Danmarks Radio, Undervisningsministeriet og Ministeriet for Videnskab, Teknologi & Udvikling.

## Anmeldelse

"Filmen er smukt fortalt. Foto og klip er en nydelse. Anders Koppel har skrevet næsten anonym, men indforstået musik. Det kunne slet ikke være gjort bedre. Og det kunne nok – desværre – heller ikke være gjort nemmere at forstå."

Anders Bodelsen i Politiken  
d. 24. oktober 2004

Bedømmelse: 5 ud af 6 hjerter. ♥♥♥♥♥

- Århus:  
Mandag d. 2. Maj kl. 15:00 i Øst for Paradis, Paradisgade 7, Århus  
Indledning & debat med professor Klaus Mølmer, Århus Universitet  
Billetter koster 20 kr.  
og skal bestilles hos Øst for Paradis på tlf. 86 19 31 22 mellem kl. 15.00 til 23.00. Begrænset antal pladser.
- Odense:  
Mandag d. 9 Maj kl. 16:00 i Cafebiografen, Brandts Passage 15, Odense  
Indledning & debat med professor David Favrholt, Syddansk Universitet  
Billetter koster 20 kr.  
og skal bestilles hos Cafebiografen på tlf. 66 13 16 16. Begrænset antal pladser.
- København:  
Onsdag d. 11. Maj kl. 15:00 i Bio Carl, Cinemateket, Gothersgade 55, København  
Indledning & debat med lektor Benny Lautrup, Niels Bohr Institutet  
Billetter koster 30 kr.  
og skal bestilles hos Cinemateket på tlf. 33 74 34 12, tirsdag-søndag kl. 12.00 - 22.00. Begrænset antal pladser.

Distribution: Det Danske Filminstitut [www.dfi.dk](http://www.dfi.dk) Spilletid: 58 min.

# NY BOG!

## ShowKemi

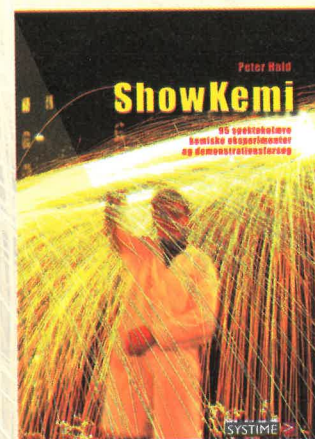
95 spektakulære kemiske eksperimenter og demonstrationsforsøg. Flot illustreret bog med gennemtestede opskrifter samt grundige vejledninger og forklaringer. Bogen henvender sig til undervisere, der ønsker at bruge demonstrationsforsøg i deres undervisning og til alle andre, der har lyst til at lave underholdende eksperimenter.

Peter Hald

Bog (218 sider): kr. 236,-

E-bog (218 sider): kr. 118,-

Prisen er ekskl. moms og gælder ved køb hos Systime.



LÆS [WWW.SYSTIME.DK](http://WWW.SYSTIME.DK)

SKRIV [SYSTIME@SYSTIME.DK](mailto:SYSTIME@SYSTIME.DK)

RING TLF: 70 12 11 00

SYSTIME

Køb den på  
[systeme.dk](http://systeme.dk)

<b>Landsformand</b> Gitte Hass	Fjordholmen 47	5240 Odense M	tlf. 6610 8065 gitte.hass@skolekom.dk
<b>Næstformand</b> Peter Jensen	Halvmånen 39	4300 Holbæk	Tlf 21472686 peter.jensen89@skolekom.dk
<b>Landskasserer</b> Horst-Werner Knüppel	Højgårdsvej 2	6900 Skjern	tlf. 9736 4362 horst@vip.cybercity.dk
<b>Landssekretær</b> Finn Jørgensen	Gadstrupvej 7	2700 Brønshøj	tlf. 3828 6597 fj.gvs@ci.kk.dk
<b>Hovedstyrelsesmedlem</b> Hans Christian Dyhr	J. Skjoldborgsvej 46	8230 Åbyhøj	tlf. 8625 4094 hanschrdyhr@hotmail.com
<b>Hovedstyrelsesmedlem</b> Kurt Lorentzen	Maglestenen 23	4390 Vipperød	tlf. 5918 1753 kurt.lorentzen@tdcadsl.dk
<b>Hovedstyrelsesmedlem</b> Anette Jensen	Bergvej 3, 2. th.	5230 Odense M	tlf. 6614 1376 ajen@pc.dka

<b>01</b> Storkøbenhavn	<b>Erland Andersen</b> Rådmand Steins Allé 7, st.th. 2000 Fr. berg, tlf: 3874 3440 erland@jyde.dk	<b>Søren Kirchheiner</b> Toftkærsvej 97, 2860 Søborg tlf: 3969 3952
<b>03</b> Frederiksborg Amt	<b>Jørgen Bang</b> Ternevej 15, 3400 Hillerød tlf: 4828 7071	<b>Poul Risager</b> Tingstedet 16, 3450 Allerød tlf: 4814 2750
<b>04</b> Sydsjælland	<b>Jan Madsen</b> Elmevej 4, 4140 Borup tlf: 5752 6433 jan-marit@mail.tele.dk	<b>Henvendelse til Landskassereren</b>
<b>05</b> Vestsjælland	<b>Henvendelse til Landsformanden</b>	<b>Henvendelse til Landskassereren</b>
<b>06</b> Bornholm	<b>Henvendelse til Landsformanden</b>	<b>Henvendelse til Landskassereren</b>
<b>07</b> Fyns Amt	<b>Palle Hansen</b> Sophievej 16, Strib, 5500 Middelfart, tlf: 6440 1615, phkb@edb.dk	<b>Søren Rose Christensen</b> Sybergsvej 14, 5300 Kerteminde tlf: 6532 5626
<b>08</b> Vendsyssel	<b>Peter Jacobsen</b> Kløvervej 36, 9900 Frederikshavn tlf: 9842 6629	<b>Heidi Strøm</b> Kromarksvej 20, 9940 Læsø tlf: 9849 1660
<b>09</b> Aalborg og omegn	<b>Arne Valbjørn</b> Stationsmestervej 58, 9200 Ålborg sv tlf: 9879 1279	<b>Frank Justesen</b> Fyrkildevej 73, 1. th, 9220 Ålborg Ø tlf: 9877 0209
<b>10</b> Århus Amt	<b>Vibeke Reinhardt</b> M.C. Holsteinsvej 3, 8270 Højbjerg tlf: 8627 4112	<b>Kaj Orla Jensen</b> Hvedemarken 11, 8520 Lystrup tlf: 8622 0825
<b>11</b> Horsens og omegn	<b>Poul Grejs Pedersen</b> Bjørnsknudevej 32 B 7130 Juelsminde, tlf:7569 3944	<b>Søren Jensen</b> Stængervej 42, 8700 Horsens tlf: 7565 6708
<b>12</b> Midtvest	<b>Horst-Werner Knüppel</b> Højgårdsvej 2, 6900 Skjern tlf: 9736 4362 horst@vip.cybercity.dk	<b>Kristian Graversgaard</b> Ravnsbjerg Toft 31, 7400 Herning tlf: 9711 8398
<b>13</b> Trekantområdet	<b>Carsten Kjær Jørgensen</b> Matrosvænget 2, 7000 Fredericia tlf: 7594 4524	<b>Kristian Uhre Pedersen</b> Ørvigvej 70, 6040 Egtved tlf: 7555 1806
<b>14</b> Sydvestjylland	<b>Henvendelse til Landsformanden</b>	<b>Henvendelse til Landskassereren</b>
<b>16</b> Sønderjylland	<b>Kurt Nielsen</b> Flensborg Landevej 51, Lundtoft, 6200 Aabenraa tlf: 6092 5750 kn82@mail.tele.dk	<b>Jørgen B. Olesen</b> Hydevadvej 54, 6230 Rødekro tlf: 7466 9262

**Kopimappe** med vejledning og kopisider  
til 7.-10. klasse og ungdomsuddannelserne



# Mikroskala**kemi**

Af Marianne Svenningsen  
og Vivi Gammelgaard

**Mikroskalakemi** introducerer en helt ny type øvelser. Kemiøvelser i mikroskala giver mange fordele i forhold til traditionelle metoder. Der er både pædagogiske, miljømæssige og økonomiske gevinster forbundet med at anvende kemikalier i små mængder:

- Elevernes eksponering for kemikalier reduceres.
- Mange af øvelserne kræver ikke et øvelseslokale.
- Øvelserne er hurtigere at udføre.
- Mindre mængder af affald produceres, og udgifterne til bortskaffelse reduceres.
- Luftkvaliteten i laboratoriet forbedres.
- Udgifterne til kemikalier reduceres.
- Elevernes opmærksomhed på sundheds-, sikkerheds- og miljøproblemer skærpes.

**Mikroskalakemi** består af 33 kemiøvelser i mikroskala fordelt på seks temaer. I lærervejledningen er der en fyldig faglig introduktion til hvert tema. Hver enkelt øvelse bliver omhyggeligt gennemgået, og de forventede resultater er angivet. Til hver øvelse er der både en øvelsesvejledning og et resultatark.

## 6 temaer

Introøvelser  
Kemikeren som detektiv  
Mad og kemi  
Metaller  
Opløselighed  
Syrer, baser og ph-måling

Materialet er et supplement til det eksisterende undervisningsmateriale i fysik/kemi, og kan eksempelvis anvendes sammen med Ny Prisma i 7., 8. og 9. klasse.

Pris: 750,00 kr. uden moms.

Ringbind med 81 sider vejledning og 66 kopisider.

Adgang til kopisider i pdf-format på [www.materialehylden.dk](http://www.materialehylden.dk).