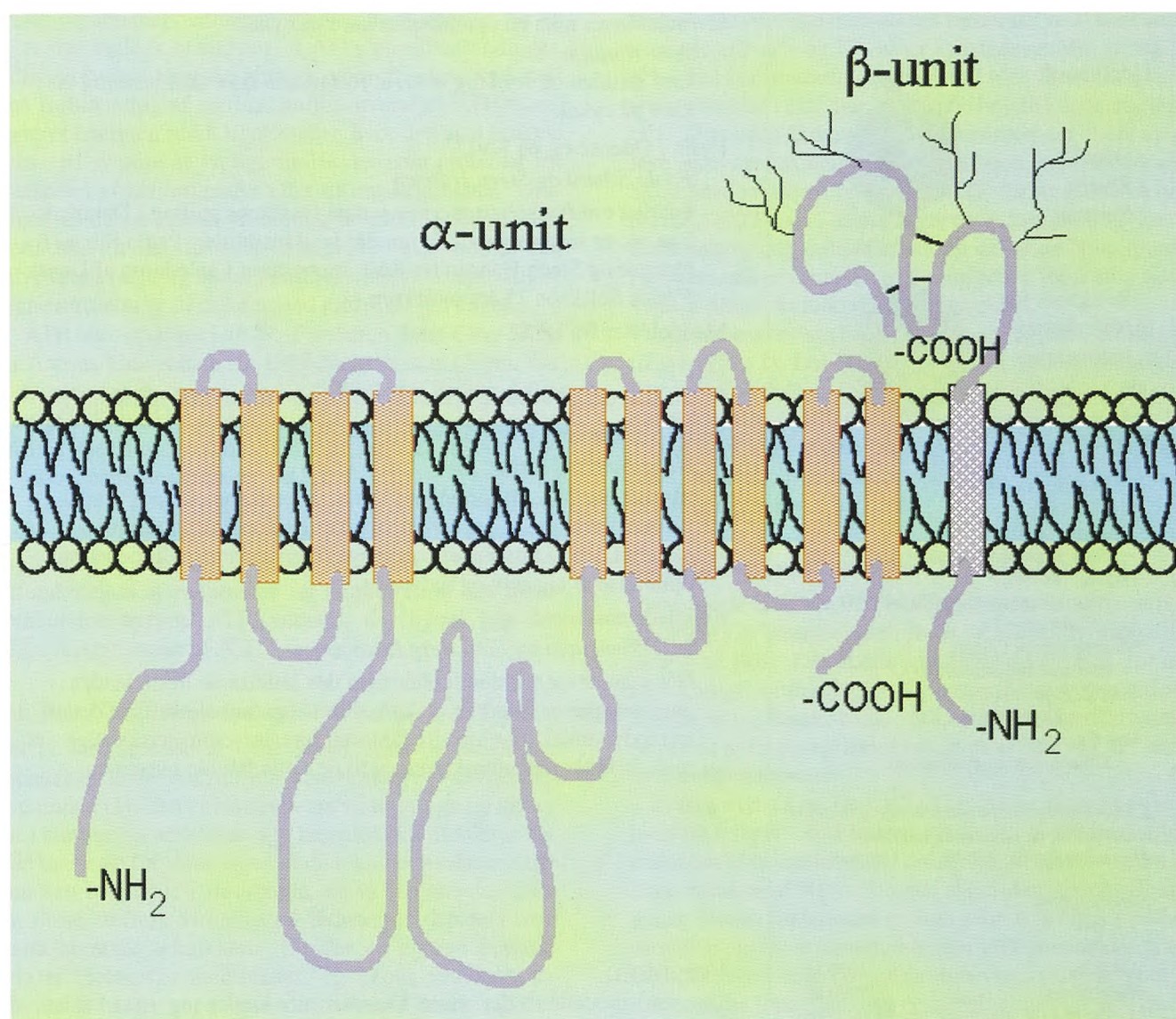


KVANT December 1997 4

Fysisk Tidsskrift

8. årgang



- NOBELPRISEN TIL J.C.SKOU • KOMMENDE FYSISKE OPDAGELSER • CYKELROBOT •
- ÅRSMØDE 1998 • STENOMUSEET • EVIGHEDSMASKINER •

LØSSALGSPRIS: 35 KR

KVANT

Fysisk Tidsskrift

c/o Ørsted Laboratoriet
Niels Bohr Institutet
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

Telefax : 35 32 04 60
E-mail : kvant@nbi.dk
Giro : 5 84 31 46

Udgives af

Dansk
Fysisk
Selskab



Selskabet for
Naturlærens
Udbredelse



Redaktion

Mads Hammerich (ansv.)
Experimentarium
Britt Larsen
Torsten Freltoft
NKT Research Centre
Jørgen Friis Bak
Naturvidenskabeligt fakultet, ÅU
Jørn Christiansen
Mogens Esrom Larsen
Matematisk Institut, KU
Finn Berg Rasmussen
Ørsted Laboratoriet, KU
Ove Østergaard
Silkeborg Amtsgymnasium

KVANT udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Abonnementspris: 135 kr/år (i Danmark).

Annoncepriser

1/1 side	3000 kr
1/2 side	1600 kr
1/4 side	1000 kr
Farvetillæg	1800 kr

Priserne er excl. moms og gælder for reproklart materiale. Henvendelser om annoncer til Mads Hammerich, Gersonsvej 40, 2900 Hellerup, telefon 39 61 27 30.

Oplag: 2000

Tryk: P.J.Schmidt, Vojens
ISSN 0905-8893

Indhold:

Nobelprisen i Kemi for 1997

Ole G. Mouritsen 1
ATP blev opdaget i 1929. Forskeren **Jens Chr. Skou** fra Aarhus Universitet får 1997 Nobelprisen i Kemi for opdagelsen af enzymet, Na^+, K^+ -ATP-ase, som ved forbrug af ATP virker som ionpumpe i cellemembraner.

Fysikkens fremtid - ik' så ring' endda ...

Jørgen Bak 4
Jørgen Bak synes at de prisbelønnede essayister fra essaykonkurrencen i anledning af DFS' 25 års jubilæum er nogle grædekoner. En sammenligning med 70'erne viser at der er sket meget som ingen regnede med i de sidste 25 år.

Hvordan lærer man en computer at køre på cykel?

Jette Randløv 7
Læs artiklen og fryd dig over, at forfatteren ikke skal lære *dig* at køre på cykel.

Fysik i Odense og på KVL

Paolo Sibani og Steen Hansen 12
I serien om fysikinstitutionernes syn på fysikkens stilling i Danmark lige nu, er vi kommet til de mindre fysikinstitutioner. Paolo Sibani fra Odense og Steen Hansen fra KVL rapporterer i anledning af Dansk Fysisk Selskabs 25 års jubilæum.

Meddelelser fra DFS

. 14
Så skal der til at være årsmøde i DFS og valg til bestyrelsen.

Steno Museet som videnskabshistorisk faglokale

Hans Buhl og Jørgen Bak 18
Museet har bl.a. til formål at vise, at videnskaben ikke er statisk og verdensfjern, men at den tværtimod er en dynamisk kulturel aktivitet, som i årtusinder har præget menneskets muligheder og opfattelse af sig selv og universet.

Evighedsmaskiner

Erik Nienstædt og Finn Berg Rasmussen 22
Når man læser artiklen forstår man den lettelse de fleste landes patentekspertiser føler når de kan afvise et patent alene fordi det er termodynamisk umuligt. Redaktøren foreslår - som selskabsleg - at man forfatter patentbeskrivelsen til de opfindsfulde maskiner.

Forsiden:

"Spagetti-modellen" der viser hvordan alfa-kæden og beta-kæden, der tilsammen udgør Na-pumpen, tænkes indlejret i cellemembranens lipid-dobbeltlag. Alfa-kæden, der består af ~1016 aminosyrer gennembyrder membranen 10 gange, hvorimod beta-kæden, ~302 aminosyrer, kun har et enkelt transmembrant segment. Ionpumpefunktionen, der sker med ATP som brændstof, ligger alene i alfa-enheden, men - med Skou's ord - er vi endnu langt fra at forstå, hvilke aminosyrer der er ventiler, gear og kobling i denne pumpe. (Biofysisk Institut, Århus)
Læs artiklen side 1.

Nobelprisen i Kemi for 1997

Prisen gives til danskeren Jens Chr. Skou for forskning i biofysik

Ole G. Mouritsen, Institut for Kemi, DTU

ATP – cellens energikilde

Adenosin-triphosphat (ATP) molekylet indgår i alle levende organismers celler som bæreren af energi; det er så at sige cellens brændstof. I ATPs phosphatbindinger indbygges den kemiske energi, som frigøres ved cellens forbrænding af næringsstoffer, hvorefter ATP transporterer energien rundt til de steder, hvor den skal bruges, f.eks. til syntese af vigtige molekyler som proteiner, til overførsel af nervesignaler eller til muskelarbejde. Omfanget af denne energiomsætning er enorm. Et voksent menneske i hvile omsætter dagligt ATP svarende til den halve kropsvægt, og under hårdt legemligt arbejde stiger denne omsætning til cirka tusind kilo ATP om dagen.

ATP blev opdaget i 1929. Forskeren **Jens Chr. Skou** fra Aarhus Universitet får 1997 Nobelprisen i Kemi for opdagelsen af et enzym, Na^+, K^+ -ATP-ase, som ved forbrug af ATP virker som ionpumpe i cellemembraner og dermed opretholder den livsvigtige balance af Na^+ - og K^+ -ioner over membranen. Na^+, K^+ -ATP-ase er ansvarlig for forbruget af en trediedel af alt det ATP, der dannes. Skou deler prisen med amerikaneren **Paul D. Boyer** og englænderen **John E. Walker** for deres arbejde med udforskningen af funktionen og strukturen af det membranbundne enzym, ATP-synthase, der ligger bag den biokemiske syntese af ATP.

Om Jens Chr. Skous opdagelse af Na^+, K^+ -ATP-ase

Det er fascinerende at læse Skous egen beskrivelse af opdagelsen af det enzym, som senere skulle få navnet Na-K-pumpen (1). Det er historien om en ung læge og kirurg, der i slutningen af 40'erne og i begyndelsen af 50'erne fattede interesse for virkningen af de lokalbedøvelsesmidler, som han benyttede i sit arbejde, og så begyndte at studere disse stoffers virkning på fedtstoffer (lipider) med fysisk-kemiske teknikker. Lipider er vigtige bestanddele af biologiske membraner, og Skous resultater antydede, at ændringer i lipidernes tilstand kunne påvirke konformationen af proteiner (enzym), der var i kontakt med lipiderne. Da han i forvejen havde vist, at lokalbedøvelsesmidler havde en effekt på lipiderne, indså Skou, at der nu forelå en mulighed for at studere mulige mekanismer for lokalbedøvelse.

I sin søgen efter et membranenzym, der kunne benyttes til sådanne studier, foretog Skou i 1955 det heldige valg at benytte ATP-ase (et ATP-forbrugende enzym) fra krabbenervener. I det afgørende eksperiment fandt Skou (se **Box**), at dette enzyms aktivitet var tæt forbundet med koncentrationerne af Na^+ - og K^+ -ioner i tilstedeværelse af Mg^{++} : K^+ i små koncentrationer relativt til Na^+ førte til en voldsom forøgelse i aktivitet, hvorimod højere koncentrationer af K^+ sænkede aktiviteten, men forøgede det ellers meget lave aktivitetsniveau for små Na^+ -ion koncentrationer. Skou havde hermed opdaget et ATP-forbrugende enzym, Na^+, K^+ -ATP-ase. Hans afgørende formodning var, at dette enzym udgjorde eller var en del af en Na-K-pumpe i nervemembranerne. Den efterfølgende forskning skulle vise, at Skous formodning var korrekt.

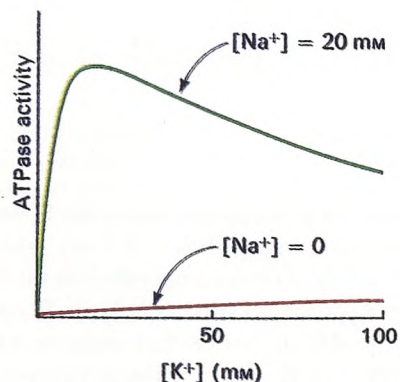
Skou beskrev sin skelsættende opdagelse i en lille artikel i 1957 (2). Det er betegnende for Skous forsigtighed som videnskabsmand, at titlen på denne artikel ikke indeholder ordet Na-K-pumpe eller membrantransport. Der skulle derfor gå nogen tid, før det videnskabelige samfund opfattede, hvilken stor opdagelse, der var beskrevet i denne lille artikel.

Struktur og funktion af Na^+, K^+ -ATP-ase

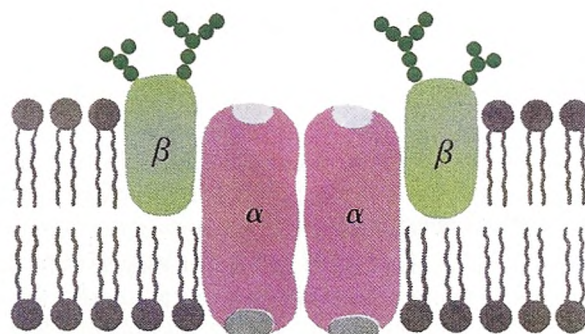
Skou havde med sin 1957-artikel fundet det *enzymatiske* grundlag for iontransport i form af såkaldt hydrolyse af ATP – se **Box**. Der skulle imidlertid gå tyve år, før det blev muligt at oprense Na-K-pumpen, bygge den ind i en membran og dernæst vise, at der med enzymaktiviteten følger en *aktiv* og vektoriel transport af Na^+ - og K^+ -ioner over cellemembraner.

I dag ved vi, at Na^+, K^+ -ATP-ase er tilstede overalt, hvor Na^+ og K^+ skal transporteres aktivt. De fleste dyreceller har inde i cellen en høj koncentration af K^+ og en lav koncentration af Na^+ . Pumpen sikrer den korrekte ionbalance. Denne ionbalance er vigtig for at fastholde cellens rumfang og for at opretholde den elektrokemiske gradient, der styrer transport af aminosyrer, glukose samt en række andre ioner hen over cellemembranen. Ionbalancen er desuden afgørende for vigtige fysiologiske reaktioner som nerve- og muskelaktivitet. Dette er grunden til, at man mister bevidstheden ved underskud af ilt og næringsstoffer i hjernen. Na-K-pumpen får simpelthen ikke det ATP, der er nødvendigt for at opretholde den korrekte ionbalance.

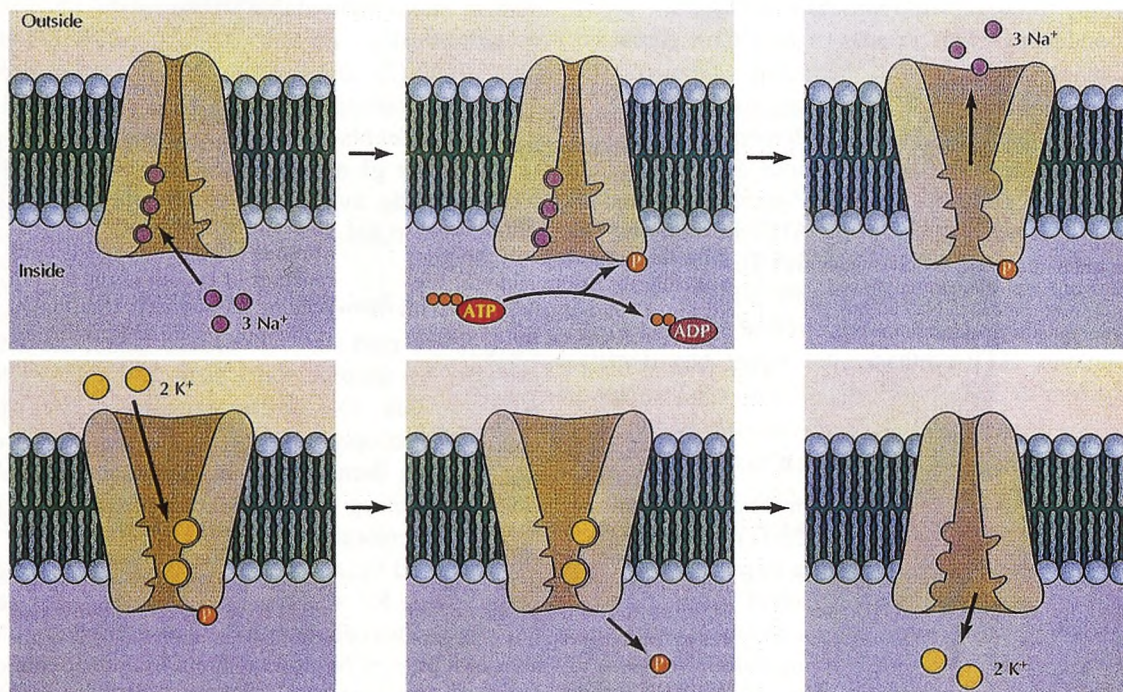
Box: Na-K-pumpens struktur og funktion



Figur 1. Skous vigtige opdagelse: K^+ i små koncentrationer relativt til Na^+ (i tilstedeværelse af Mg^{++}) fører til en stærk forøgelse af Na^+, K^+ -ATP-ases aktivitet, hvorimod højere koncentrationer af K^+ hæmmer aktiviteten. Det meget lave aktivitetsniveau for små Na^+ koncentrationer kan stimuleres ved forøget K^+ -ion koncentration.



Figur 2. Skematisk billede af pumpens opbygning, som bestående af fire enheder, to par af α - og β -enheder af polypeptider. Pumpen er indlejret i celledommen lipiddobbeltlag, som adskiller cellens ydre fra dens indre. Pumpens α -enheder kan hermed tage sig af den aktive transport af Na^+ - og K^+ -ioner over celledommen. Funktionen af β -enheden er ukendt.



Figur 3. Mekanismen i den ATP-krævende aktivering (hydrolyse) af pumpens α -enheder, der medfører transport af 3 Na^+ -ioner ud af cellen samtidig med transport af 2 K^+ -ioner ind i cellen. Ved hydrolysen fraspaltes en fosfatgruppe fra ATP som bliver til ADP (adenosin-diphosphat).

I lighed med andre proteiner er Na-K-pumpen opbygget af polypeptider³. Pumpen er indlejret i celledommen lipiddobbeltlag, og er en såkaldt $\alpha_2\beta_2$ tetramer (se **Box og forsiden**). Den enzymatiske aktivitet er forbundet med α -enheden, hvorimod funktionen af β -enheden endnu er uk-

endt. Aminosyresekvensen af pumpen er kendt, men detaljerne i den tre-dimensionale molekulære struktur kendes ikke. Grunden hertil er, at Na-K-pumpen i lighed med andre membranbundne proteiner er amfifil, dvs. den for at kunne være indlejret i lipiddobbeltlaget må have både en

hydrofil og en hydrofob del. Dette vanskeliggør separation og tre-dimensional krystallisation af proteinet og dermed nærmere strukturundersøgelser med røntgenstråling. Det er lykkedes at krystallisere pumpen i to-dimensionale krystaller i membranens plan, hvorved der er opnået strukturelle detaljer med en nøjagtighed på cirka 20Å.

Forskningen går videre

40 år efter Skous opdagelse af Na-K-pumpen står stadig mange store spørgsmål åbne. Både på Skous gamle biofysikinstitut i Aarhus og andre steder i Danmark og udlandet arbejder mange forskere videre for at afklare vigtige forhold som f.eks. hvad er pumpens molekulære struktur, hvad er den molekulære mekanisme og ionernes hydreringsforhold når de passerer gennem pumpen, hvordan vekselvirker enzymet med de omgivende lipider og membranens struktur, og hvor stor en del af enzymet er vigtig for dets funktion? Alle disse uafklarede spørgsmål er sikkert baggrunden for, at Skou – ved meddelelsen om tildelingen af 1997 Nobelprisen i Kemi – kunne udtale, at vi efter 40 år stadig ved meget lidt om, hvordan Na^+ , K^+ -ATP-asen rent faktisk virker.

Referencer:

- 1) J. C. Skou, Sodium-potassium pump. *Membrane Transport: People and Ideas*, American Physiological Society, pp. 155-185 (1989).
- 2) J. C. Skou, The influence of some cations on an adenosine triphosphatase from peripheral nerves. *Biochim. Biophys. Acta* **23**, 394-401 (1957).
- 3) For en nærmere beskrivelse af proteiner, enzymer og membraner henvises til de forskellige artikler i KVANTs 1995-temanummer om biologisk fysik. *KVANT Fysisk Tidsskrift* 6. årg. **3**, 1-28 (1995).



Ole G. Mouritsen dr.scient.
professor i fysisk kemi ved
Danmarks Tekniske Universitet,
Lyngby. Arbejder med statistisk
fysik, computersimulering og
biofysik.

Software
Windows
Image acquisition
Image display and data analysis
Control language

Platforme
Explorer
Discover
Aurora
Voyager
Universal

Åben Arkitektur

Elektronik
ECU
CPU
Electrochemistry
Networking
Experimenter's tool kit

Hardware
AFM STM MFM LFM EFM SNOM



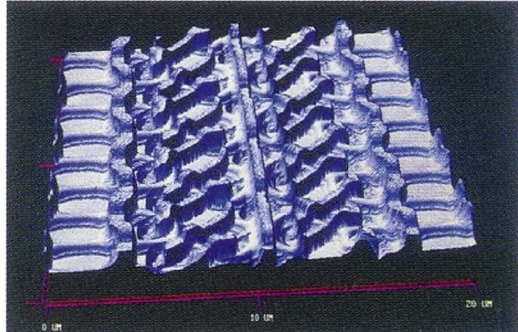
TopoMetric er en af de førende producenter af **Scanning Probe Microscopes** i Silicon Valley, USA. **TopoMetric** har været på forkant med udviklingen lige siden starten.

Flexibilitet er nøgleordet blandt ingeniørerne hos **TopoMetric**. Det modulære design gør det muligt for brugeren at tilpasse software og hardware til egne nutidige og fremtidige behov. Dette indebærer en optimal udnyttelse af investeringen.

Fordele ved SPM: Mulighed for af se prøver ned til atomar størrelse. 3D-forstørrelse. Kan arbejde under vakuum, atmosfærisk tryk og i væsker. Ved SPM kræves der ingen forberedelse af prøverne.

Anvendelses områder: Biologiske undersøgelser under fysiologiske betingelser. Udvikling af mikroelektronik, elektrokemiske undersøgelser af materialer i deres oprindelige miljø. Materialeforskning, hvor der ses på fibre, ultraflade overflader, evaluering af overfladebehandling, etc.

**AFM
billede af
multilags
semi-
conductor
taget
med
TopoMetric
Voyager.**



E-mail: dkbuchol@ibmmail.com **Buch & Holm A/S**

Marielundvej 36 - 2730 Herlev ☎ 42 91 75 11 Fax 44 92 31 00

Fysikkens fremtid - ik' så ring' endda ...

Jørgen Bak

Dette års andet nummer af KVANT indeholdt de tre essays, der var resultatet af Dansk Fysisk Selskabs konkurrence om "dansk fysik de næste 25 år - udvikling eller afvikling?". De tre bidrag var meget forskellige men rummede alle en vis bekymring for fagets fremtid. Dels om interessen for naturvidenskab i al almindelighed, dels om en kaotisk-hektisk fremtid og dels om en galgenhumoristisk ende på faget.

Specielt det sidste bidrag skal naturligvis læses med de rette briller, men alligevel føler jeg at der er anledning til at understrege at faget dybest set har det godt. Jeg er for eksempel overbevist om at indførelsen af faget 'Natur og Teknik' i folkeskolen i løbet af en årrække vil være med til at styrke blandt andet forståelsen for fysik.

Det er vanskeligt at spå - specielt om fremtiden

Kig i krystalkuglen om udviklingen de næste år er altid vanskelig. Et gennemgående træk er en forsigtighed eller bekymring, der kommer af at fokusere på de problemer der findes i dag. Som eksempel vil jeg her vende synspunktet lidt på hovedet og forestille mig at konkurrencen blev udskrevet for 25 år siden. Dengang vrimlede det med katastrofelitteratur: 'Grænser for vækst' og hvad de nu ellers hed. Disse skrifter forudså at i løbet af 25 år ville befolkningsekspllosionen være løbet helt ud af kontrol. De fossile energireserver ville være opbrugte, og verdenssamfundet ville være på vej mod den endelige sociale, økonomiske og teknologiske kollaps. Fysik var i høj grad fokuseret på energispørgsmålet - et stort antal temaer, plasmafysik, materialefysik mv., var forbundet med udviklingen af fusionsreaktoren, der om 25 år (altså i dag) skulle være løsningen på energiproblemet. Efterdønningerne efter studenteroprøret skvulpede fortsat: fysik på universitetet havde stort set ingen kontakt med dansk erhvervsliv.

Ingen - eller meget få - havde fantasi til at forestille sig at de næste 25 år ville bringe:

- 3 nye quarks, der vil etablere tre elementarpartikelfamilier
- Scanning Tunneling Mikroskopet, der muliggør iagttagelse af enkeltatomer
- En opblomstring af optisk fysik med et væld af berøringsflader til andre fysikområder
- Veritable antistoffabrikker - og at man fx. har produceret antibrint

Det var klart at computeren var et væsentligt værktøj, både til dataopsamling og til teoretiske beregninger.

Computere i begyndelsen af halvfjerdserne blev fortrinsvis fodret med hulkort og hulstrimler. Enkelte konsoller med grønne lysende bogstaver var dukket op. Og der var ingen tvivl om at der ville komme flere skærme. Hovedbekymringen var dog computerens fortsatte udvikling: Det var klart at kraftige computere ville kræve at CPU'en blev mere kompakt. Det ville dog medføre store køleproblemer, og transmissionstiden gennem ledningerne mellem de forskellige dele af computeren var en væsentlig designmæssig forhindring.



Figur 1. Arketyppen på en fysiker: En mand (!), med briller (bøglig), masser af hår (Einstein-arven) og den hvide kittel (det gamle støvede laboratorium)

Et fag - en kultur - et samfund

I begyndelsen af dette århundrede resulterede kvantefysikken og relativitetsteorien i et par voldsomme

omvæltninger af vort verdensbillede. Og i slutningen af århundredet har partikelfysikken og kosmologien udvidet grænserne for vores erkendelse. I første omgang betyder 'vi' og 'vores' fysikere, men Einstein og Bohr er kendt af alle - $E=mc^2$ er en kendt ligning der signalerer moderne fysik. Anden verdenskrig og den kolde krig satte faget i et specielt lys - der blev en pengerigelighed, specielt i international sammenhæng, der ikke tidligere var kendt. Gigantprojekter kunne finansieres uden de store problemer. I Danmark var 'Bohr-effekten' en stor hjælp. Pengene sidder nok ikke så løst længere men det behøver ikke at betyde fagets undergang. Måske endog tværtimod. For fysik er dybest set en naturerkendelse, hvor enkelhed er en dyd.

Faget er svært - det er ikke alle beskåret at kunne gå ind i de dybere niveauer af fagets formalisme og metodik, men dem, der har trangen, kan nok ikke lade være. Som andre intellektuelle aktiviteter er faget et kulturelt udtryk, og det er en væsentlig del af vor kulturelle arv, så kerneaktiviteterne i faget er ikke truede. Man kan selvfølgelig forestille sig et hypotetisk fremtidigt samfund uden naturvidenskab. Men det vil de fleste nok opfatte som en fattig fremtidsvision, ligesom mangel på musik og malerier.

Hovedproblemet for faget ligger på det formidlingsmæssige plan. Dels i forhold til undervisningssystemet - folkeskole, gymnasium, universiteter mv. - og dels i forhold til den anvendelsesmæssige side af sagen. Her mangler der primært kyndige folk, og dernæst materiale og ideer til støtte for formidlingen. Derfor er hovedproblemet at tiltrække flere af dem, der vakler mellem om de nu skal det ene eller det andet (her iblandt fysik). Efter min mening er et af de største problemer opfattelsen af begrebet 'en fysiker'.

I en nylig undersøgelse (ref. 1) blandt amerikanske studenter (kommende fysiklærere) var arketyppen fortsat helt traditionel: Når de skulle tegne en videnskabsmand (scientist) viste 84% en mand, 70% bar briller, 58% havde en hvid kittel, og 52% havde en hel masse hår på og i hovedet! Jeg vil tro at billedet vil være noget af det samme i Danmark. Kan I, der er fysikere af profession, kende jer selv? Dette billede er bekymrende, for det er med til at fastholde en opfattelse af, at fysikere nok er lidt til en side. Og det formidler ihvertfald ikke den spænding og nysgerrighed som alle, der er kommet ind i faget fysik, vel følger.

En andet problem ligger i den empiriske opfattelse af omverdenen som de fleste 'almindelige mennesker' går rundt med. Almindeligvis fungerer folks hverdag fint selvom de går rundt med helt forkerte ideer om den fysiske virkelighed. Her er den bedste kur den helt naturlige: bedre oplysning og stimulation af nysgerrighed - hvorefter vi er tilbage ved manglen på formidlere.

Hvad vil fremtiden bringe?

Med muligheden for at tage gruelig fejl, fordi overraskende opdagelser og erkendelser helt vil dreje fokuspunktet, vil jeg remse nogle emner op

- hvorfor har partikler den masse, de har?
- findes Higgs-bosonen?
- frie quarks - strukturer i quarks?
- hvilke nye fænomener opstår der ved nanoteknologi (avanceret epitaxi i 3 dimensioner)?
- kommer plasmafysik ude af den nuværende dvaletilstand - fx. i forbindelse med et gennembrud i fusionsforskningen?
- hvad med kvantegravitation - Grand Unified Theory - Theory Of Everything?
- tunge og andre nye atomkerner - hvordan og hvorledes?
- nye sider af energiproblemet - biokemiske forbindelser (effektiv, enkel energiproduktion) - energiopbevaring - hvordan?

Jeg er dog fuldstændig overbevist om at det er nogle helt uventede emner og problemstillinger der vil præge faget i de kommende 25 år - det bliver spændende at følge!

Reference

1) J. Rahm & P.Charbonneau, *Probing stereotypes through Students' Drawing of Scientists*, American Journal of Physics, August 1997, p. 774.



Jørgen Bak er i dag ansat i administrationen på Aarhus Universitet og arbejder med informationsopgaver i bredeste forstand. Cand.scient. i fysik fra Aarhus Universitet i 1979 og Ph.D. i fysik fra samme sted i 1984 på baggrund af arbejde på CERN.

Melles Griot makes OPTICS, OPTO-MECHANICS, LASERS, INSTRUMENTS, and FIBER OPTICS



Contact Melles Griot for a fast response to your photonics needs. Our vast product selection described in our detailed product literature will provide solutions for a successful product or experiment.

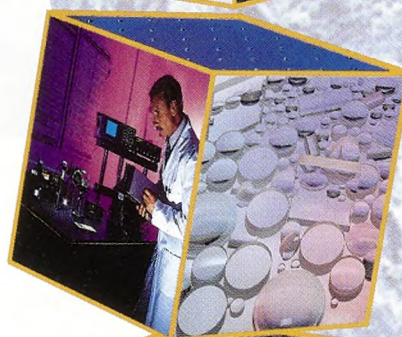
Whether you need a single lens, or thousands of laser assemblies, Melles Griot is ready to deliver. From a single prototype to full-scale production, we can ship to your schedule. Melles Griot has earned a 25 plus year reputation as a quality manufacturer of optics, opto-mechanics, lasers, instruments, and fiber optics.

We have facilities in North America, Europe, and the Asia Pacific staffed with applications engineers ready to fulfill your requirements. You can reach us by phone, FAX, or the INTERNET.

From simple lenses to advanced fiber optics — Melles Griot is your *first choice* in photonics!

**Call, FAX, or E-mail us today
for your photonics solutions!**

Melles Griot Danmark
Stenagervej 13 • DK-4100 Ringsted
Phone: 53 61 50 49 • Fax: 53 61 60 49
E-mail: 101456.567@compuserve.com



■ OPTICS

Beam Expanders
Beamsplitters
Coatings
Custom OEM Optics
Custom Optical Assemblies
Cylindrical Optics
Diode Laser Optics
Filters
Invaritar Lenses
Lenses
Micro Optics
Mirrors
Optical Design Software
Polarizers
Prisms
Shutters & Irises
YAG Lenses

■ OPTO-MECHANICS

Breadboards
Optical Tables & Isolators
Opto-Mechanical Mounts
Positioning Equipment
Workstations

■ LASERS

Diode Lasers & Assemblies
Helium Neon Lasers

■ INSTRUMENTS

Amplifiers
Beam Position Measurement
Beam Profilers
Diode Laser Drivers
Diode Laser Controllers
Optical Spectrum Analyzers
Power & Energy Meters
Power Supplies
Wavefront Analyzers

■ FIBER OPTICS

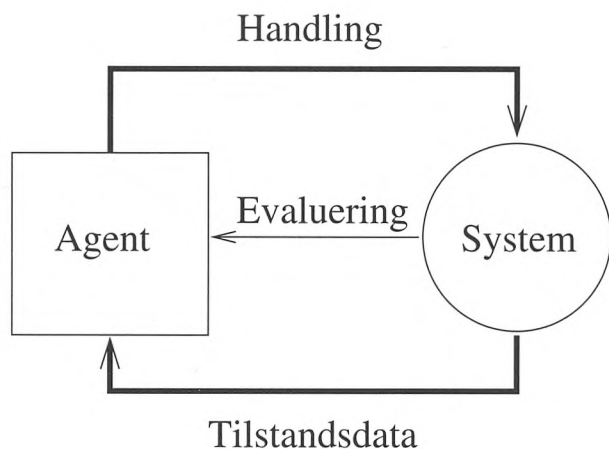
Reflective Fiber Gratings
Circulators
Isolators
Tree Couplers
Attenuators
Fiber Collimators

Hvordan lærer man en computer at køre på cykel?

Jette Randløv

Inden for kunstig intelligens er endemålet at forstå alle intelligente objekter og at kunne konstruere objekter med intelligens¹ – et meget ambitiøst mål, men modsat søgen efter overlyshastighedssignaler, anti-tyngdekraft, tidsrejser og evigt liv, kan vi være sikre på, at virkeligheden bakker os op. *Intelligens kan lade sig gøre.*

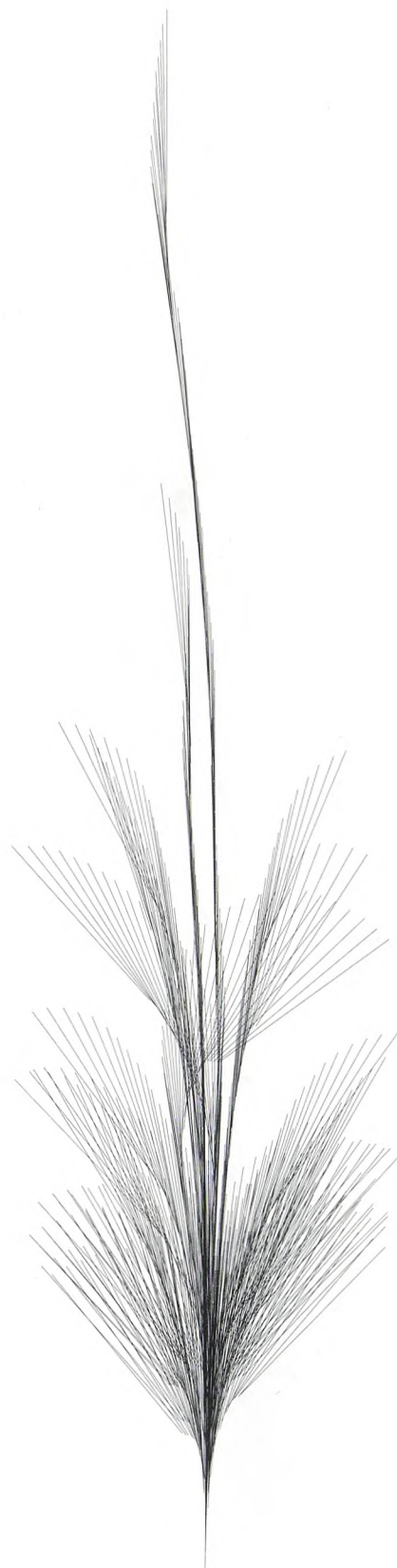
I løbet af de sidste 600 millioner år har biologiske systemer løst problemet med at vekselvirke med et foranderligt miljø ved at udvikle netværk af milliarder af forbundne nerveceller. Forsøget på at forstå disse processer trækker på viden fra mange felter – blandt andet matematik, fysik, datalogi, biologi og psykologi. Mange anvendelsesorienterede felter – maskinsyn, mønstergenkendelse, taleforståelse og robotsystemer – drager nytte af resultaterne. Ud af videnskaben om nervesystemer er der kommet et nyt computerteoretisk felt: Studiet af algoritmer, der kan bringe computere til at behandle data på en måde, som uden misbrug af ordet kan kaldes *indlæring*.



Figur 1: Informationsstrømmen mellem agenten og omgivelserne/systemet, som den skal handle i.

Reinforcement-indlæring

Reinforcement-indlæring er et lovende bud i viften af maskinindlæringsmetoder. Et centralt begreb er "agenten", som er en enhed, der kan sanse og handle. (Egentlig er en agent en matematisk abstraktion, men man kan med fordel tænke på den som en lille blikrobot, ikke ulig en af de gamle Nilfisk støvsugere, der suser rundt i et fase- eller tilstandsrum.) Ønsket bag reinforcement-indlæring er, at kunne programmere en agent til at løse en opgave gennem belønning og straf, men uden at fortælle den, hvordan opgaven skal løses.



Figur 2. Cyklens rute for de 151 første indlæringsrunder af en kørsel. Den længste cykletur er på 7 meter.

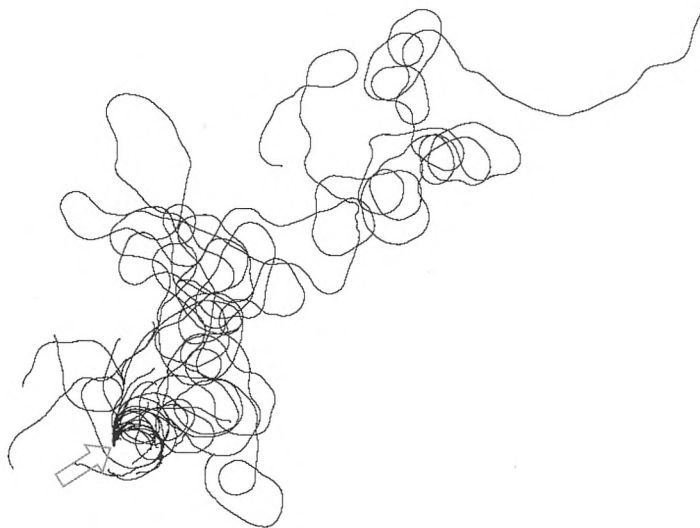


Figur 3. Cyklens rute noget tid senere, hvor agenten er i stand til at balancere på cyklen 30–40 meter af gangen.

Agenten får belønning sådan, at hvis den forstår at maksimere belønningssignalet, vil den løse opgaven. Reinforcement-indlæringen går ud på at få agenten til at finde en omsætning af tilstande til handlinger, som maksimerer dette belønningssignal³.

I hvert tidstrin sender systemet information om tilstanden til agenten – se figur 1. På baggrund heraf træffer agenten en beslutning om, hvilken handling der skal udføres. Hvis systemet er en fabriksmaskine, kunne det være at agenten modtager information om temperaturen, og hvis den bliver for høj, forsøger agenten at udføre nogle handlinger, som det har erfaring med, vil sænke temperaturen. Agenten er egentlig ligeglad med temperaturen i sig selv, men den har derimod erfaring for, at meget høje temperaturer medfører et negativt evalueringssignal – en straf – og på denne indirekte måde har temperaturen betydning for den.

Ideen er, at agenten skal prøve de forskellige handlinger og igennem sine erfaringer finde ud af, hvilke handlinger der giver mest belønning og mindst straf. I komplekse opgaver giver dette anledning til to vanskelige problemer: Agenten får et evalueringssignal, der er en skalar, tilbage for en handling, som er en vektor – hvis den begår en fejl, modtager den ikke nok information til at regne ud, hvad den skulle have gjort. Lad os som eksempel sige, at en agent, der skal styre en cykel, forsøger at dreje styret lidt til højre og straks modtager en straf. Måske skulle den slet



Figur 4: Cyklens rute for samtlige indlæringsrunder. Afstanden fra billedets øverste til nederste kant svarer til trekvart kilometer. Pilen markerer cyklens startposition.

ikke have drejet styret eller den skulle have drejet kraftigt til højre. Umiddelbart er det ikke til at vide. Et andet mere dybtgående problem er, at de enkelte handlingers indflydelse rækker videre end blot til det næste evalueringssignal og kan have indflydelse på den næste tilstand og de næste mange signaler. Belønningen for en handling kan være forsinket – den falder først, når konsekvenserne af hele sekvensen af handlinger er tydelige. Som eksempel på det andet problem kunne man tænke sig, at agenten først har drejet styret lidt til den ene side, lidt til den anden, tilbage igen og derpå modtaget en straf, fordi cyklen er væltet. Nu er det meget vanskeligt at sige, hvilke handlinger der egentligt var skyldige, og hvilke handlinger der forbedrede situationen.

Kunstige neurale netværk

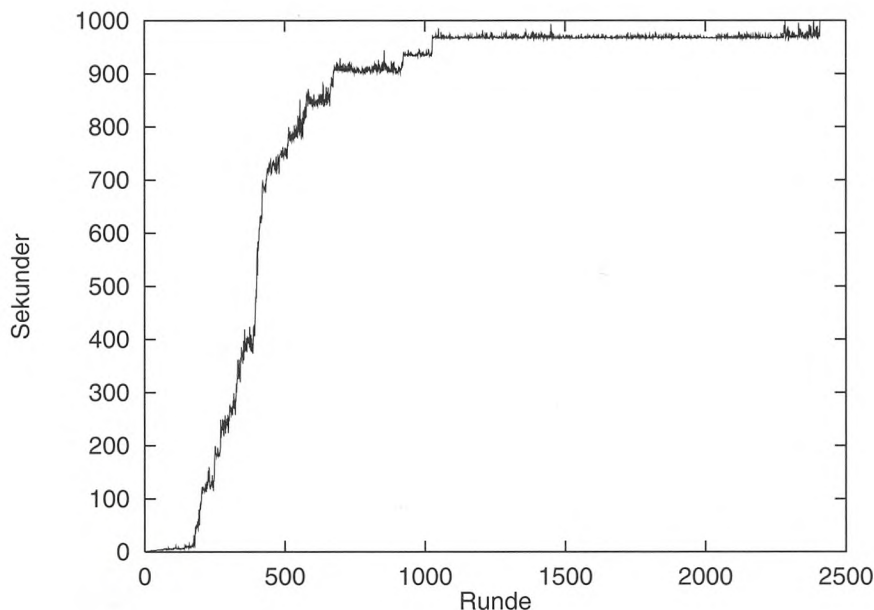
Hvordan bygger man så en agent? En metode er at skruer den sammen som et system af en masse simple enkeltdele som for eksempel neuroner i et kunstigt neuralt netværk og så håbe på, at man kan hitte på nogle regler for, hvordan enkeltdele skal påvirke hinanden, for at agenten som helhed lærer noget nyttigt. I 1988 opstillede Richard Sutton et ligningssystem, der i dag er kendt som TD(λ)-ligningerne, som løser dette problem².

Grundideen i disse ligninger er e-sporene, som holder rede på hvor aktivt et handlingsvalg har været i en bestemt tilstand. E-sporene bruges til at opdatere værdierne af vægtene i netværket, og vægtene bruges til at beregne værdien af at udføre en bestemt handling, når systemet er i en given tilstand. Agenten vælger hvilken handling (eller kombinationer af handlinger) den vil udføre, ved at

vælge handlinger med størst mulig værdi, eller handlinger som leder til størst mulig værdi. Værdien af en handling eller en tilstand er et udtryk for i for høj grad agenten regner med, at handlingen eller tilstanden vil lede til straf og belønning, hvor hurtigt de vil komme, og hvor store de vil være. Hvergang agenten vælger en handling bliver det tilhørende e-spor større, hvorefter det henfalder eksponentielt med en faktor λ . Når straffen eller belønningen falder er værdierne af e-sporene et godt bud på, hvor skyldige de enkelte handlingsvalg er i udfaldet. E-sporene kan altså i en vis forstand kaldes en hukommelse over de seneste handlingsvalg. Halveringstiden vælges i anvendelser typisk til cirka 35 tidstrin. I 1992-93 blev det vist, at under vise tekniske omstændigheder vil TD(λ)-ligningerne føre til, at agentens opførsel før eller senere konvergerer der hen, hvor vi ønsker den.

Men har vi så ikke opnået det vi ønskede? Agenten kan nu på egen hånd lære en nyttig opførsel ud fra sine erfaringer. For det første er disse tekniske omstændigheder mere snævre end vi kan være tilfredse med, og for det andet betyder "før eller senere" i praksis, at man ofte skal være særdeles tålmodig.

Den meget sparsomme evaluering af agentens handlinger, der tildels er skyld i den langsomme indlæring, har imidlertid også en enorm anvendelsesmæssig fordel i forhold til andre former for indlæring af kunstige neurale netværk. Den bedst kendte metode til indlæring er nok vejledt indlæring baseret på backpropagation. Denne indlæringsmetode går meget groft sagt ud på, at man serverer nogle eksempler for et netværk, og når det har gættet på nogle svar, serverer man også de rigtige svar



Figur 5: Antal sekunder, agenten kan balancere på cyklen, som funktion af antallet af indlæringsrunder. Kurven er fremkommet som gennemsnit af 40 agents indlæring.

for det. Derefter kan gradienten af fejlen beregnes, og netværkets vægte kan justeres i den rigtige retning. Modsat denne type indlæring behøver personen, der indlærer agenten, ikke at have den fjerneste idé om, hvad svaret på et problem er, dvs. hvad den rette handling er i en bestemt situation. Personen skal blot kunne specificere, hvilke tilstande af systemet, der er gode, og hvilke man ønsker at undgå. Det betyder, at netværket kan lære at løse opgaver, som mennesker ikke kender løsningen til! (En person med særdeles god tid og tålmodighed vil dog kunne løse den samme opgave ved slavisk at gennemkøre den samme indlæring som agenten.)

En person, der ikke kender andet til skak end reglerne, kan derfor i princippet lære en agent at spille skak. Under spillet vil agenten ikke modtage nogen evaluering af situationen, men ved spillets afslutning vil den modtage en straf eller en belønning alt efter, om det har tabt eller vundet (eller 0 for remis). Ingen har dog gjort forsøget med skak. Et andet brætspil er derimod blevet prøvet. Gerald Tesauro har siden 1991 arbejdet med at få en agent til at spille backgammon^{4,5}. I 1995 nåede agenten en spillestyrke, der var tæt på backgammon-eksperter. Ganske overraskende viste det sig, at agenten spillede en særlig åbnings-situation anderledes end eksperterne gjorde. Da de to forskellige strategier blev analyseret med sandsynlighedsregning, viste det sig, at den, agenten havde fundet, var den smarteste. Oplæringen af Tesauros agent har krævet mere end en million spil – flere end et menneske kunne nå at spille i løbet af et helt liv. Men det var ikke noget problem: Tesauro lod blot agenten spille mod sig selv.

Cykelkørsel

På trods af de mange dybtgående problemer, der stadig

venter på deres afklaring, er det i dag muligt at få gode resultater ud af at anvende reinforcementindlæring på simple systemer. Der findes desuden nogle få eksempler på ganske komplekse problemer, der er blevet knækket – Tesauros backgammon er et af dem. Et andet eksempel er en agent, der har lært at balancere på en cykel alene ud fra at blive straffet, når cyklen væltede. Dette arbejde blev udført i år i reinforcement-gruppen på Niels Bohr Institutet, som er under vejledning af Preben Alstrøm. Agenten modtog information om, hvor meget cyklen hældede, den første og anden afledte af denne hældning, hvor meget styret var drejet og vinkelhastigheden. Agenten skulle så i hvert tidstrin beslutte, hvilket drejningsmoment, der skulle anvendes på styret. Når en cyklist med god fart svinger, drejer cyklisten ofte ikke på styret, men svinger i stedet ved at læne sig en lille smule ind i svinget, dvs. ved at forskyde massecentrum af systemet uden for cyklens plan. Denne handlingsmulighed fik agenten også.

Figur 5 viser indlæringskurven for vores agent. Indlæringen blev stoppet, når agenten kunne holde balancen i 1000 sekunder.

Middelindlæringstiden ligger altså på omkring 500 runder: 500 gange skal agenten vælte på cyklen, før den har fanget ideen. Modelcyklen, som agenten blev trænet på, var en computersimulering af en rigtig cykel med en simplifikation: Cyklens forgaffel var lodret for at forsimple udledningen af ligningerne for cyklens dynamik på trods af, at dette gjorde opgaven sværere for agenten.

Figur 2 viser cyklens rute set fra oven i starten af indlæringen, idet cyklen i hvert tidstrin er markeret med en streg. Cyklen bliver startet forfra det samme sted, hver gang den vælter.

Figur 3 viser cyklens rute på et senere tidspunkt, og

endelig viser figur 4 hele ruten, efter at agenten er udlært.

Konklusion

“At lære at handle på en måde, der bliver belønnet, er et tegn på intelligens,” skrev John Watkins i sin Ph.D.-afhandling fra 1989 og undrede sig samtidig over at denne simple tanke var oversat i forskningen i kunstig intelligens. Det er den ikke længere.

Referencer:

- 1) Stuart Russell og Peter Norvig: *Artificial Intelligence – A Modern Approach*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995. (En omfattende og god introduktion til hele kunstig intelligens-området.)
- 2) Richard S. Sutton: *Learning by the Methods of Temporal Differences*, Machine Learning, Kluwer Academic Publishers, vol. 3, side 9–44, 1988.
- 3) Richard S. Sutton og Andrew G. Barto: *Introduction to Reinforcement Learning*, MIT Press/Bradford Books, 1998. (Den kanoniske bog inden for reinforcement-indlæring, på trods af at papir-udgaven først udkommer januar 98. Den elektroniske udgave findes på

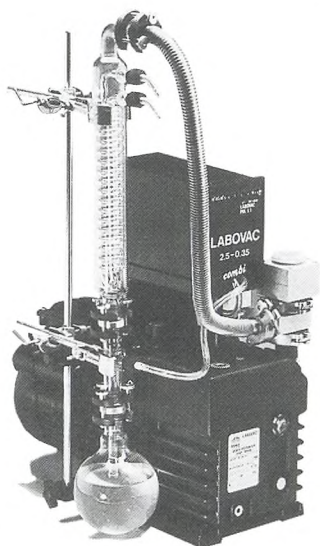
<http://www-anw.cs.umass.edu/~rich/book/the-book.html>)

- 4) Gerald Tesauro: *Practical Issues in Temporal Difference Learning*, Machine Learning, vol. 8, side 257–277, 1992.
- 5) Gerald Tesauro: *TD-Gammon, A Self-Teaching Backgammon Program, Achieves Master-Level Play*, IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY 10598, 1994.
<ftp://archive.cis.ohio-state.edu/pub/neuroprose/tesauro.tdgammon.ps.Z>



Jette Randløv er ph.d.-studerende ved Niels Bohr Institutet. Hun interesserer sig for reinforcement-indlæring, kunstig intelligens og dertil knyttede filosofiske problemstillinger.

MODERNE VAKUUMTEKNIK TIL FORSKNING OG INDUSTRI



SASKIA HOCHVAKUUM- UND LABORTECHNIK GmbH I ILMENAU er et succesrigt resultat af øst-vest genforeningen i Tyskland. SASKIA's et- og to-trins finvakuumpumper fra 4 til 200 m³h⁻¹ har rotor-skiver af et nyt PTFE materiale som sænker støjniveauet med ca. 3 dBa og tillader pumperne at arbejde konstant ved højt tryk eller med aggressive gasser. Med en frekvensregulering kan pumpehastigheden fordobles, så man f.eks. hurtigt kan evakuere et anlæg og derefter anvende pumpen som holdepumpe ved lav hastighed. SASKIA's kemisk resistente membranpumper har liniærdrevne membraner, hvilket sikrer en lang levetid og lavt effektforbrug. En membranpumpe på ca. 30 W kan med de store afgifter på brugsvand hurtigt tjene sig ind, hvis den erstatter en vandstrålepumpe. SASKIA's TOWER pumpestande er kemipumpestande kombineret med kondensatorer og med instrumentering for indstilling af trykket. SASKIA leverer oliefri pumpestande kombineret med turbomolekularpumper i et handy design og rootspumpestande op til 20.000 m³h⁻¹.

ALLE FORMER FOR OLIEFRI & OLIESMURTE ROTATIONSVAKUUMPUMPER • FEDTSMURTE TURBOMOLEKULAR- SPIRO- & HYBRIDPUMPER • DIFFUSIONS- & CRYOPUMPER • VAKUUMMÅLEINSTRUMENTER, VENTILER, HV & UHV FITTINGS • HELIUMLØKSØGERE & MASSESPEKTROMETRE • SPUTTER- ELEKTRONKANON & ÆTSEANLÆG • RF & HV STRØMFORSYNINGER • RUSTFRI SPECIALKAMRE & DELE • OMBYGNING AF VAKUUMANLÆG

WENZEL VAKUUM TEKNIK APS • NYBROVEJ 283 • DK-2800 LYNGBY • TLF. 45 87 97 35
SHOWROOM, SERVICE, LAGER • NYBROVEJ 193 • BIL 30 42 63 00 • FAX 45 93 32 93

Fysik i Odense

Paolo Sibani, Odense Universitet

Fysisk Institut ved Odense Universitet startede i det små i 1970, i forbindelse med opbygningen af medicinstudiet ved Universitetet. Egentlige naturvidenskabelige studier startede i 1972. I de forløbne 27 år, har instituttet udviklet sig, med hensyn til både aktiviteter, studerende, og antallet af medarbejdere. Vi er dog stadigvæk et lille institut, som tæller 13 adjunkter, lektorer og professorer, 8 teknisk-administrative medarbejdere, plus et antal post-docs og PhD studerende. Vi har for nærværende to eksperimentelle grupper, som arbejder med overfladefysik og overfladedynamik, samt teoretiske aktiviteter inden for højenergifysik, statistisk mekanik, atomfysik og komplekse systemers fysik.

Fysikstudiet i Odense bygger på den naturvidenskabelige basisuddannelse, som varer cirka et år, og indeholder, foruden fysik, matematik, kemi og biologi. Efter det indledende år, fortsætter studiet typisk med en to-fagskombination, for eksempel fysik-matematik. Specialet er derimod monofagligt. PhD studiet kan påbegyndes allerede efter 4 år (den såkaldte 4 + 4 model) eller kan den tages som en treårig overbygning på specialestudiet. Der er for nærværende cirka 80 studerende, som læser fysik sammen med et andet fag på Odense Universitet. Knap halvdelen af disse vil erfaringsmæssigt vælge fysik som specialefag. Vi uddanner i øjeblik omkring 10 kandidater og 2-3 PhD'er om året.

Instituttet størrelse og studiestrukturen har gjort samarbejde indadtil og udadtil til en nødvendighed. Dette bevirker, at vores studerende udsættes for impulser fra forskellige sider og åbner muligheden for at de kan rejse ud i en del af deres studier, typisk under specialet.

Vi noterer os med tilfredshed, at stort set alle vore kandidater hurtigt kommer i arbejde, og beklæder mange forskellige typer jobs, i den offentlige såvel som den private sektor. Selv om antallet af fysikstuderende på instituttet har været svagt stigende igennem de sidste mange år, ser Fysisk Institut med bekymring på den dalende interesse hos unge potentielle studerende for naturvidenskab, og har tiltag i gang for at modvirke tendensen.



Paolo Sibani er lektor og nytiltrådt institutleder ved Fysisk Institut, Odense Universitet.

Fysik på KVL

Steen Hansen, Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole

Institut for Matematik og Fysik på KVL består i alt af godt 40 medarbejdere, hvoraf Fysisk Laboratorium (FL) udgør knap halvdelen. Udover det fysiske fagområde dækker instituttet fagområderne matematik, statistik og datalogi.

De fleste af KVLs mere end 3000 studerende møder vores fag i obligatoriske kurser i løbet af deres studietid. Antalsmæssigt er det specielt veterinærstuderende og studerende på levnedsmiddeluddannelsen, FL underviser, men der findes såvel basale som videregående fysik kurser for næsten samtlige 7 studieretninger ved KVL. Undervis-

ningsmæssigt har vi også samarbejde med KU, DTU og Risø.

Kombinationen af fysik og biologi har været i hastig udvikling de seneste år, og det passer naturligvis godt med vore primære interesser på FL at "biofysik" nu også er blevet et indsatsområde ved NBIfAFG og Risø. Forskningen på FL drejer sig i det væsentligste om molekylær biofysik med en eksperimentel indfaldsvinkel. På FL er dette forskningsområde blevet opbygget over en periode på 10-15 år, og vi har nu en gruppe med en re-

lativt ung aldersprofil dækkende flere områder inden for molekylær biofysik. Det indgår derfor centralt i vores forskningsplanlægning at konsolidere og udbygge dette område. Vi har dog også andre projekter på FL, og det må understreges, at det overordnede og væsentligste succeskriterium for forskningen er og altid vil være "kvalitet", snarere end hvorvidt den kan skydes ind under en passende politisk korrekt overskrift.

På undervisningssiden er diskussionen om den ringe søgning og interesse for de naturvidenskabelige uddannelser naturligvis også relevant for KVL. Da fysik hyppigst er et støttfag for KVL-studerende og dermed næppe er deres primære interesse, ville man måske forvente en meget ringe motivation for vores fag blandt de studerende, men det modsatte synes nærmest at være tilfældet.

En af årsagerne til dette er formodentlig, at anvendelsesaspektet står noget stærkere end for fagene, som de præsenteres i f.eks. gymnasiet. Fysikkens image som et fag for nørder er vel ikke helt ufortjent, men eksempler på anvendeligheden af fysikken kan være med til at veje i den modsatte vægtskål. Det må dog bemærkes, at det (natur-)faglige niveau for studenterindtaget på KVL synes aftagende over de seneste år, hvilket medfører problemer med at bringe de studerende op på et niveau, hvor de er i stand til at anvende fysikken.

Ligesom alle andre højere læreanstalter har KVL også sat fokus på kvaliteten af den undervisning, der leveres. Dette gøres bl.a. ved at udbyde pædagogiske kurser til alle undervisere. Det er såmænd også udmærket med disse tilbud, såfremt betydningen af dem ikke overvurderes, så opmærksomheden fjernes fra det egentlige problem. Og det egentlige problem er ikke, at undervisning tillægges for lav vægt ved ansættelser, eller at der er mangel på pædagogiske kurser. Det egentlige problem i undervisningsmæssigt henseende er, at undervisningen har så lav status på de højere læreanstalter, og det ændrer f.eks. pædagogiske kurser jo ikke meget på. Der er mere status forbundet med at være en god forsker end at være en god underviser. De højere læreanstalters undervisningsmæssige problem er derfor i langt større udstrækning mangel på *interesse* for undervisningen fra undervisernes side end mangel på pædagogiske evner eller pædagogisk uddannelse.

Pga FL's relativt beskedne størrelse lægger vi stor vægt på samarbejde både internt på KVL og eksternt såvel nationalt som internationalt. De fleste af vores projekter udføres da også i samarbejde med eksterne partnere (også industrielle). Derfor betragter vi ikke vores beskedne størrelse som noget problem. Flere undersøgelser af den "ideelle" institutstørrelse bekræfter da også, at ud over at anbefale en vis mindste kritisk størrelse, kan man ikke sige noget generelt. For en biologisk interesseret fysiker er det

en kilde til inspiration at arbejde et sted, hvor den biologiske orientering er så nærværende som på KVL, og jeg tror derfor den fysiske nærhed af Institut for Matematik og Fysik på KVL fremmer den tætte og velfungerende kobling mellem fagområderne biologi og fysik.



Steen Hansen er lektor og institutbestyrer ved Institut for Matematik og Fysik, KVL

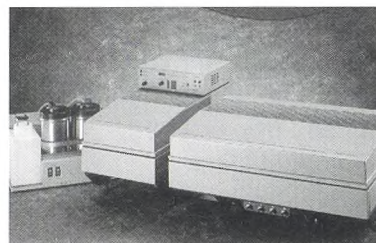


optilas

Optilas Danmark, den lokale internationale leverandør med specialer indenfor:

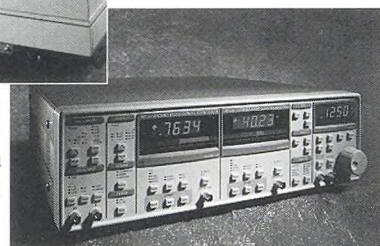
Optik og lasere til forskning og industri

Continuum, Inc. - Corion Corp. - CVI Laser Corp. - Ion Laser Technology, Inc. - Labsphere, Inc. - Laservision - Optical Surfaces Ltd. - Physical Optics Corp. - Research Electro Optics - Santa Fe Laser Co. - Synrad, Inc. - m.fl.



Spektroskopisk udstyr

Chromex, Inc. - McPherson Milton Roy - Photek Ltd. m.fl.



Elektronik

Directed Energy, Inc. - Maxwell Laboratories, Inc. - Quantum Design, Inc. - Stanford Research Systems, Inc. - Trek, Inc. - m. fl.

Optilas Danmark

Billedvej 2

DK-2100 København Ø

Telefon: 3543 0133

Fax: 3543 8334

E-mail: optilas@inet.uni-c.dk

Årsmøde 3. – 4. juni 1998

KIF årsmøde 2. juni 1998

Dansk Fysisk Selskab afholder sit årsmøde 1998 på hotel Nyborg Strand i dagene 3. – 4. juni. Det årlige astronomimøde, sponsoreret af SNF's Instrumentcenter for Jordbaseret Astronomisk Forskning (IJAF), samt det årlige synchrotronmøde (Dansync), afholdes sammen med DFS' møde. Mødet starter onsdag kl. 11 og slutter torsdag kl. 17.

Årsmødet vil indeholde plenarforedrag af almen fysisk interesse samt parallelsessioner arrangeret af de faglige sektioner, IJAF (<http://www.astro.ku.dk/ijaf/ijaf.html/>), og Dansync (<http://www.dansync.dk/dansync/>). Sideløbende hermed vil forskningsresultater blive præsenteret som posters, og nyt apparatur vil blive fremvist på en udstilling. Under mødet afholder DFS sin årlige generalforsamling.

Alle landets fysikere opfordres til at deltage i Dansk Fysisk Selskabs årsmøde med indlæg og posters og ikke mindst til at bidrage til en livlig diskussion. Især vil vi meget gerne give yngre forskere og forskerstuderende muligheden for at præsentere deres resultater for en bredere kreds.

Tilmeldingsfrist: **20. marts 1998.**

Program

En skitse af årsmødeprogrammet med angivelse af inviterede foredragsholdere og disses foredragstitler vil være tilgængeligt senest 1. marts 1998 på internettet (<http://www.nbi.dk/dfs/>). Endvidere vil det blive opslået på institutionerne, og det kan rekvireres ved henvendelse til Preben Alstrøm, helst pr. e-post; se også KVANT. Det endelige program sammensættes på basis af de indsendte abstracts og udsendes ca. 1. maj.

Indkvartering, priser mv.

Indkvartering foregår på hotel Nyborg Strand. Pris for mødedeltagelse, incl. evt. overnatning og diverse måltider, fremgår af hosstående tilmeldingsblanket. Rette beløb betales ved tilmelding direkte til hotel Nyborg Strand. For studerende, som ikke er indskrevet på Ph.D.-studiet, vil der være et antal fripladser; ansøgning om en af disse foregår ved at afkrydse studenterrubrikken på til-

meldingsskemaet (er pladserne brugt op, og man alligevel ønsker at deltage, opkræves betaling som for Ph.D.-studerende). Til astronomimødet og synchrotronmødet er der bevilget yderligere støtte fra IJAF og Dansync til både Ph.D.- og andre studerende.

Transport

Transport til/fra Nyborg sørger deltagerne selv for. Der bliver arrangeret bustransport mellem Nyborg Station og hotel Nyborg Strand; onsdag i forbindelse med IC3-ankomsterne 10.14 og 10.29. Angiv venligst på tilmeldingsblanketten, om der påregnes deltagelse i denne fælles bustransport.

Abstract

Abstract udformes jfr. omstående retningslinier og sendes parallelt med tilmeldingen, men til en af de fire angivne abstract-modtagere.

Sprog

Årsmødets sprog er engelsk. Deltagerne bedes erindre, at hovedparten af tilhørerne er ikke-specialister i det behandlede emne og indrette præsentationen derefter.

Yderligere information

Information vedrørende det faglige program bedes indhentet hos de personer, der modtager abstracts. For andre oplysninger kan man kontakte Preben Alstrøm (adresse jfr. abstractinstruks).

KIF årsmøde 2. juni 1998

Netværk for Kvinder i Fysik (<http://www.nbi.dk/kif/>) afholder sit årsmøde tirsdag den 2. juni, ligeledes på hotel Nyborg Strand. Mødet, der starter kl. 10, omfatter faglige foredrag af kvindelige danske fysikere samt et foredrag af en udenlandsk fysiker over et mere generelt 'kvinder i fysik'-tema. Alle er velkomne til at overvære foredragene. Dagen afsluttes med et netværksmøde med udveksling af erfaring og diskussion. For yderligere information, kontakt venligst Dorte Posselt (adresse mv. er anført efter abstractinstruks). Tilmelding og betaling senest 20. marts jfr. hosstående tilmeldingsblanket.

Dansk Fysisk Selskab • Danish Physical Society

Tilmeldingsblanket

DFS (IJAF, Dansync) og KIF årsmøder 1998

Navn _____
Institutt _____
Adresse _____
Telefon _____ Telefax _____
E-post _____

DFS-årsmødet 3.-4. juni 1998:

- ☐ Deltagere (inkl. Ph.D.-studerende) med overnatning på enkeltværelse; 1800 kr.
- ☐ Deltagere (inkl. Ph.D.-studerende) med overnatning på delt to-sengsværelse; 1600 kr.
- ☐ Deltagere (inkl. Ph.D.-studerende) uden overnatning; 950 kr.
- ☐ Studerende (ikke Ph.D.) med overnatning på delt tre-sengsværelse;
- ☐ Studerende (ikke Ph.D.) uden overnatning;

Overnatning (incl. morgenmad) gælder natten mellem onsdag og torsdag. Alle registrerede mødedeltagere kan deltage i alle måltider fra onsdag middag til torsdag middag (morgenmad dog kun ved overnatning).

Evt. ønske, om hvem værelse deles med, kan anføres her: _____

☐ Ønsker bustransport mellem station og hotel

Netværk for Kvinder i Fysik 2. juni 1998:

- ☐ Deltager med overnatning (incl. frokost 2/6); 900 kr.
- ☐ Deltager uden overnatning (incl. frokost 2/6); 260 kr.

Overnatning (incl. morgenmad) gælder natten mellem tirsdag og onsdag.

Denne blanket samt betaling (samlede beløb hvis deltagelse i begge møder) sendes **senest 20. marts** til:

Hotel Nyborg Strand
vedr. DFS98
5800 Nyborg

Girokonto 801 9231

Dansk Fysisk Selskab • Danish Physical Society

Retningslinier vedr. abstracts

- Maximal størrelse 12 cm × 10.5 cm (bredde × højde).
- Indsenderens navn understreges, og den fulde adresse angives.
- Overhold fristen **20. marts**, DFS er ikke ansvarlig for postforsinkelser.
- Kun originaler af god typografisk kvalitet, ingen fax.
- Foretrukken præsentationsmåde kan angives.

Abstracts indsendes til en af følgende:

Faststoffysik	Preben Alstrøm, Niels Bohr Institut, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø (telefon/fax: 3532 5214/3532 5425; e-post: alstrom@cats.nbi.dk)
Atomfysik	Jens Olaf Pepke Pedersen, Ørsted Laboratoriet, Universitetsparken 5, 2100 København Ø (telefon/fax: 3532 0468/3532 0460; e-post: jopp@amo.fys.ku.dk)
Astrofysik	Michael Linden-Vørnle, Dansk Rumforskningsinstitut, Juliane Maries Vej 30, 2100 København Ø (telefon/fax: 3532 5719/3536 2475; e-post: mykal@dsri.dk)
Dansync	Jens Als-Nielsen, Ørsted Laboratoriet, Universitetsparken 5, 2100 København Ø (telefon/fax: 3532 0425/3532 0460; e-post: als@fys.ku.dk)
Generelt	Karsten W. Jacobsen, Institut for Fysik, Danmarks Tekniske Universitet, B. 307 2800 Lyngby (telefon/fax: 4525 3186/4593 2399; e-post: kwj@fysik.dtu.dk)
KIF	Dorthe Posselt, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, 4000 Roskilde (telefon/fax: 4675 7781 – 2607/4675 5065; e-post: dorthe@mmf.ruc.dk)

Netværk for Kvinder i Fysik

Yderligere oplysninger vedrørende KIF-årsmødet kan indhentes hos:

Netværk KIF Dorthe Posselt, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, 4000 Roskilde
(telefon/fax: 4675 7781 – 2607/4675 5065; e-post: dorthe@mmf.ruc.dk)

Dansk Fysisk Selskab • Danish Physical Society

Øvrige meddelelser fra selskabet

Valg til bestyrelsen og sektionerne i DFS

I henhold til DFS's love skal der afholdes valg til bestyrelsen og sektionerne i DFS.

Valget udskrives til fredag den 27. februar 1998. Forslag til kandidater skal være fremsendt senest 21 dage før til valglederen: Jakob Bohr, Bygning 307, Fysisk Institut, DTU, DK-2800 Lyngby.

For at være gyldig skal forslag være ledsaget af 3 medlemmers underskrifter som stillere samt af kandidatens underskrift. Alternativt kan forslag fremsendes som sektionernes eller bestyrelsens forslag.

På nuværende tidspunkt er der foreslået følgende personer til **bestyrelsen**:

Peter Bodin, NKT; Karsten W. Jacobsen, DTU; Ole Mouritsen, DTU.

Bestyrelsen består tillige af de kommende formænd fra foreningens sektioner. På nuværende tidspunkt er der foreslået følgende personer til sektionerne:

Faststofsektionen:

Preben Alstrøm, KU; Flemming Besenbacher, AAU; Henrik Bruus, KU; Ib Chorkendorff, DTU; Henrik Flyvbjerg, Risø; Francois Grey, MIC; Dorte Posselt, RUC; Paolo Sibani, OU.

Atomfysiksektionen:

Peter Høg, DMI; Søren Keiding, AAU; Helge Knudsen, AAU; Jens Olaf Pepke Pedersen, KU; Jens Juul Rasmussen, Risø.

Sektionen for Uddannelse og Undervisning:

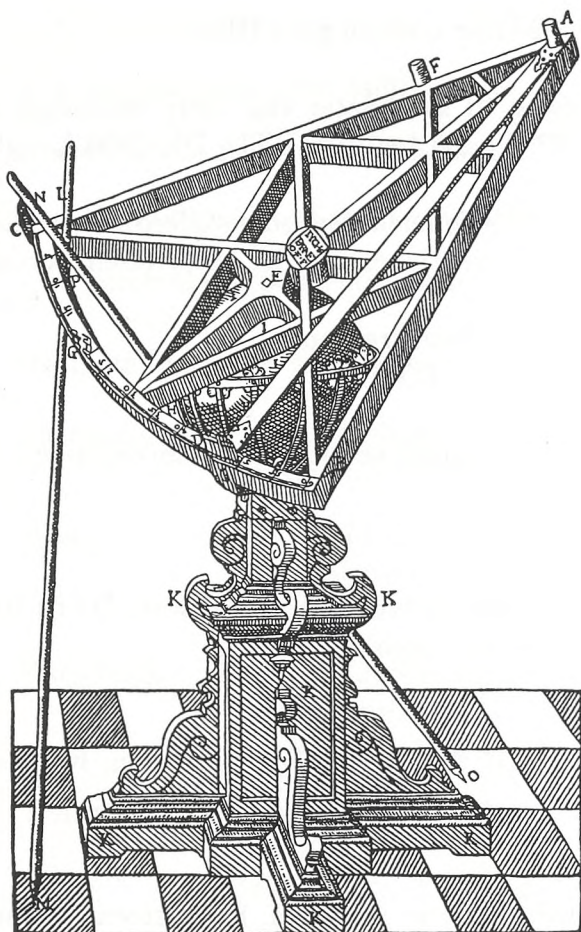
Karin Beyer, RUC; Erik Both, DTU; Ole Goldbech, DLH; Susanne Stubgård, Rysensteens Gymnasium; Poul V. Thomsen, AAU; Erik Oehlenschlaeger, IKT.

Netværk for kvinder holdt valg ved årsmødet, og har fra 1. januar 1998 følgende bestyrelse:

Anja C. Andersen, KU; Liv Hornekær, AAU; Maryanne Kmit, DMI; Susan Larsen; Christine Papadakis, Risø; Dorte Posselt, RUC; Mia Stampe, KU; Henriette Understrup, DTU.

Steno Museet som videnskabshistorisk faglokale

Hans Buhl, Steno Museet og Jørgen Bak, Aarhus Universitet



Figur 1. Tycho Brahes astronomiske sekstant.

Steno Museet i Århus er Danmarks videnskabshistoriske Museum. Det åbnede i sin nuværende form i 1994 og har udstillinger om naturvidenskabens og lægevidenskabens udvikling siden oldtiden. Hovedvægten er lagt på de seneste århundreder.

Udstillingerne viser udstyr og instrumenter, som har været brugt inden for bl.a. astronomi, fysik og kemi samt medicinsk undersøgelse og behandling. De mange originale genstande er suppleret med plancher, modeller og prøv-selv-opstillinger.

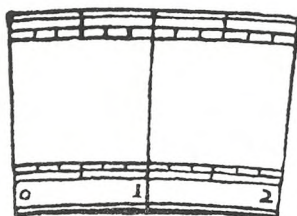
Museet har bl.a. til formål at vise, at videnskaben ikke er statisk og verdensfjern, men at den tværtimod er en dynamisk kulturel aktivitet, som i årtusinder har præget menneskets muligheder og opfattelse af sig selv og universet. Udstillingerne illustrerer, at den viden, mennesket til enhver tid har haft om naturen, har været underlagt forandring, idet eksisterende teorier til stadighed er blevet modificeret og somme tider endda forkastet til fordel for nye og mere omfattende teorier. Derved pointeres det, at den omfattende viden, vi i dag baserer vores tilværelse på, ligeledes er dynamisk og sikkert vil blive modificeret siden hen.

Ud over de historiske udstillinger rummer museet et planetarium og en medicinsk urtehave. For en nærmere beskrivelse henvises til Steno Museets homepage på adressen www.au.dk/stenomus.

En af Steno Museets centrale opgaver er at fungere som "faglokale" for undervisningen i astronomi og videnskabs-historie i folkeskolen og gymnasiet m.v. Til dette formål kan museets skoletjeneste bl.a. tilbyde: rundvisninger, planetarieforestillinger og undervisningsmateriale.

Tycho Brahe forbedrede vinkelskalaens aflæsningsnøjagtighed ved at tilføje nogle hjælpelinier, som kaldes transversaler.

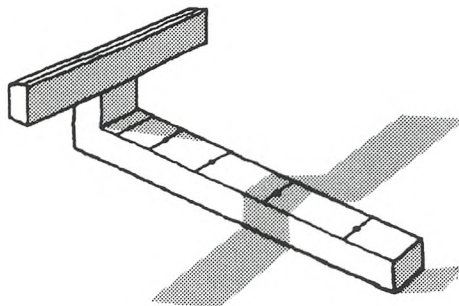
- Indtegn transversalerne på skalaudsnittet og forklar, hvordan de virker.



Figur 2. Detalje fra opgave 32 som viser, hvorledes opgaverne kan motivere til en grundig undersøgelse af de udstillede instrumenter.

Prøv at finde den udstillede model af et **ægyptisk solur** fra ca. 1000 f.Kr. Nedenfor ser du, hvor skyggen af tværstangen falder om morgenen.

- Vis med en pil, hvilken vej skyggen bevæger sig i løbet af formiddagen.

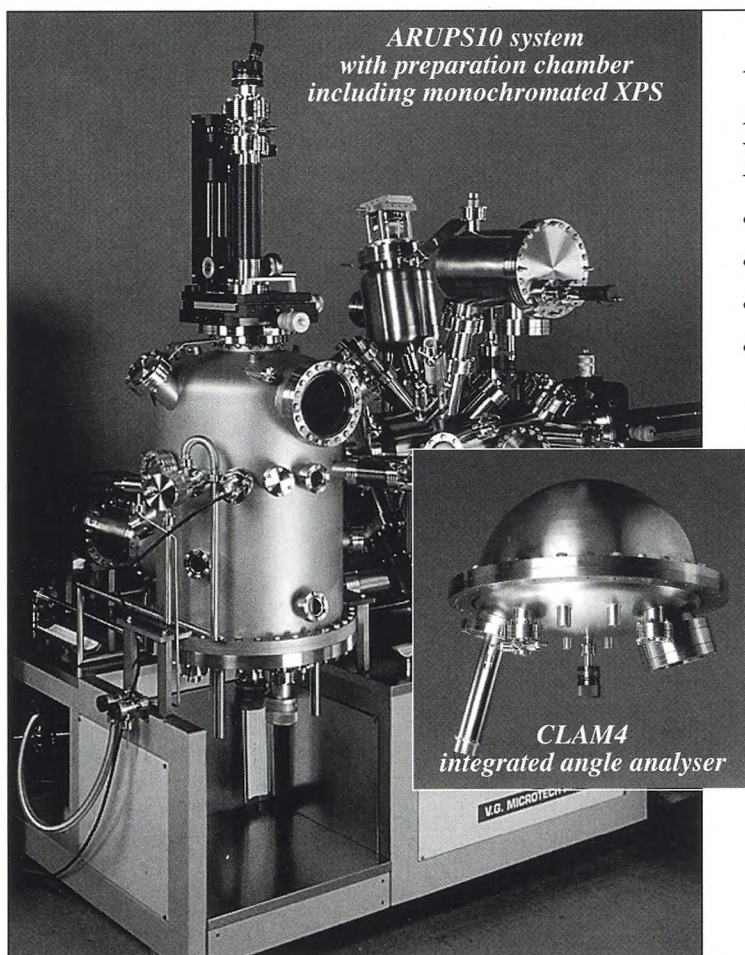


- Hvorfor bevæger den sig den vej?

Ægypterne opdelte dagen, dvs. perioden fra solopgang til solnedgang, i 12 dagtimer, uanset om der var tale om lange sommerdage eller korte vinterdage. Det betød, at en dagtime var længere om sommeren end om vinteren. Tilsvarende var natten opdelt i 12 nattetimer uanset nattens længde.

- Hvis vi stadig brugte dette system med ulige lange timer, ville du så helst have timelønnet natarbejde om sommeren eller om vinteren?

Figur 3. Eksempler på niveaudelte spørgsmål vedr. gammel ægyptisk tidsmåling. Øverst fra ark 36 for 4.-8. klasse
Nederst fra ark 35 for 8.-10. klasse og gymnasiet



*ARUPS10 system
with preparation chamber
including monochromated XPS*

*CLAM4
integrated angle analyser*

ARUPS10 Angle Resolved Electron Spectrometer

- Single channel or micro-channelplate detector
- Electronically variable acceptance angle "zoom lens"
- High precision 2-axis goniometer
- 5-axis sample manipulator with LN₂ cooling

New

CLAM4 Integrated Angle Electron Analyser

- 9-channeltron detection option gives outstanding sensitivity
- Fine resolution using standard electronics
- Mu-metal housing gives best magnetic screening



VG Microtech
Instruments for Surface Analysis

Tel: +44 (0)1825 761077
Fax: +44 (0)1825 768343
e-mail: sales.microtech@vgmicrotech.com
<http://www.vgmicrotech.com>

på skiftet mellem det geocentriske og det heliocentriske verdensbillede.

Opgaverne 31 og 32 behandler nogle af de sigteinstrumenter, som astronomerne havde til rådighed inden kikkertens opfindelse i begyndelsen af 1600-tallet. Eksempelvis gennemgås en række af Tycho Brahes instrumenter, jfr. figur 1 og 2.

Opgavesættene 35 og 36 handler om tid og tidsmåling med sigte på anvendelse på to forskellige aldersgrupper. Som eksempel anføres et par spørgsmål vedr. ægyptisk tidsmåling fra de to opgavesæt i figur 3.

I opgavearket om "Galilei og den moderne fysiks gennembrud" (nr. 41) behandles kikkerten, det frie fald, stødlovene, og skråplanet. I forbindelse med det sidste

rummer opgaven en vejledning samt skemaer til at indføre resultaterne fra forsøg med den udstillede model af Galileis skråplan.

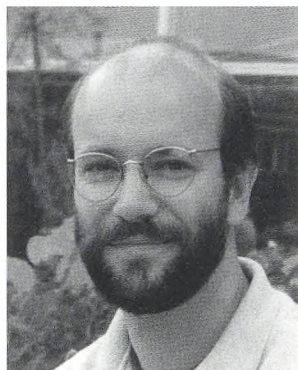
Matematikens historie belyses med to opgavesæt. Det ene giver et indblik i flere af oldtidens talsystemer, jfr. figur 4, mens det andet bl.a. omhandler kuglerammen, logaritmerne, regnestokken og den første dansk-designede computer, GIER, som er udstillet på museet.

Det er hensigten med tiden at fremstillet nye opgaveark, således at alle den videnskabshistoriske udstillings hovedemner er behandlet. Desuden vil der normalt blive lavet en eller flere opgaver til museets særudstillinger.

Steno Museet: E-post: stenomus@au.dk

Tlf: 89 42 39 75 Fax: 89 42 39 95

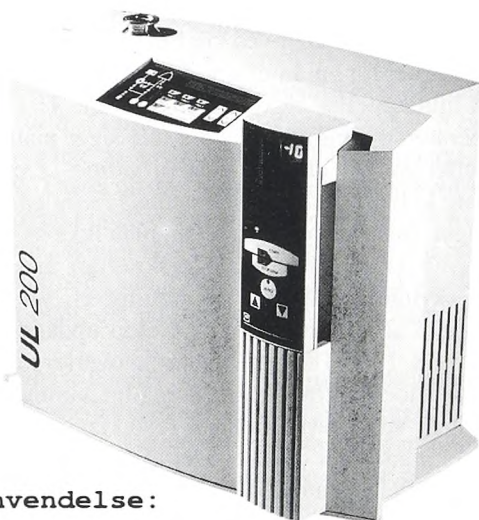
Åbent: tirsdag-søndag kl. 10-16 samt onsdag 19-22.



Hans Buhl er museumsinspektør på Steno Museet. Cand. scient. med bifag i musik og hovedfag i fysik fra Aarhus Universitet i 1992. Ph.D. i teknologihistorie fra Institut for de eksakte videnskabers historie, Aarhus Universitet i 1995 på en afhandling om udviklingen af Valdemar Poulsens buesender.



Jørgen Bak er i dag ansat i administrationen på Aarhus Universitet og arbejder med informationsopgaver i bredeste forstand. Cand. scient. i fysik fra Aarhus Universitet i 1979 og Ph.D. i fysik fra sammen sted i 1984 på baggrund af arbejde på CERN.



Anvendelse:

- * Kvalitetskontrol
- * Forskning og udvikling
- * Analyseudstyr
- * Høj -og ultrahøjvakuum

Læksøger på heliumbasis

Hvilke krav stilles der?

- * Hurtig
- * Nem og entydig betjening
- * Oliefri indsugning
- * Robust
- * Enkelt service
- * Prisbillig

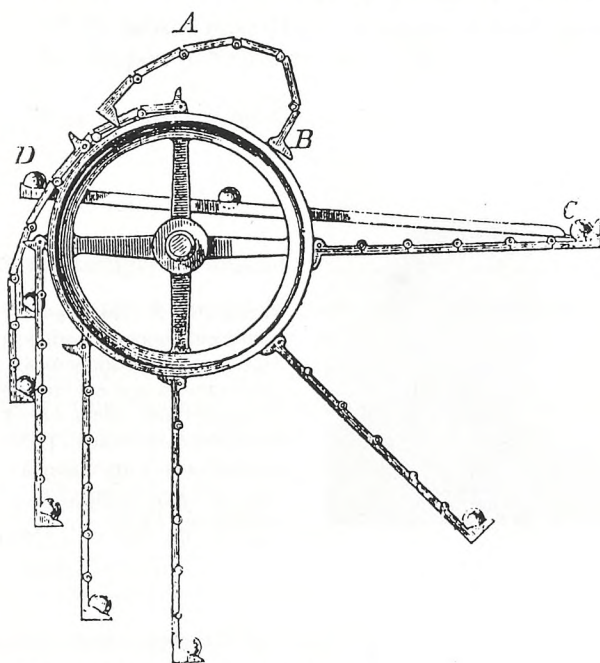
Leybold ApS
Roskildevej 342A
2630 Tåstrup
Tlf.: 43996444
Fax: 43996544



Evighedsmaskiner

Erik Nienstædt og Finn Berg Rasmussen

De allerfleste af KVANTs læsere er vel klar over, at evighedsmaskiner kun eksisterer i fantasiens verden. Når Ungdommens Naturvidenskabelige Forening kan afholde en livlig foredrags- og diskussionsaften om emnet, tyder det imidlertid på interesse hos en bredere kreds end de 5-10 opfindere om året, der kontakter Patentdirektoratet med mere eller mindre originale forslag til sådanne maskiner.



Figur 1. "Momentforstærkeren."

Definitioner

Første problem i en diskussion er at få præciseret, hvad man taler om. I fysikken defineres to typer af evigheds-maskine, eller (på latin) *perpetuum mobile*. Evigheds-maskinen af første art er populært sagt en maskine, der producerer mere energi, end den får tilført. Ved en "maskine" forstås i denne sammenhæng et vilkårligt system, der gennemløber samme kredsløbsproces igen og igen. Den arbejder med andre ord periodisk.

Varmelærens *første hovedsætning* siger slet og ret, at en evighedsmaskine af første art er umulig. En anden, ensbetydende formulering er, at når der gennemføres en kredsløbsproces med et vilkårligt system (hvor systemet altså vender tilbage til sit udgangspunkt), har systemet modtaget lige så meget energi som det har afgivet (loven om energiens konstans). Den sidste formulering lyder vel umiddelbart mere videnskabeligt korrekt end den første; der findes mange andre formuleringer, men fælles for dem er, at de er ækvivalente (altså at hver af dem logisk fører til alle de andre), og fremfor alt at de er resultat af et uhyre

antal forskelligartede målinger, hvis nøjagtighed stadig er blevet forbedret gennem de seneste halvandet hundrede år. Når fysikere sværmer for den første formulering, har det dels historiske og traditionsmæssige årsager, dels at det lyder flot.

Nutildags taler alle om energi, men det er langt fra alle, der ved hvad det er. Det har da også taget århundreder for fysikerne selv at udvikle denne begrebsdannelse og at indse dens omfattende betydning. Af hensyn til det følgende skal vi lige omtale de simpleste energiformer og energiomsætninger.

Udgangspunktet er begrebet *arbejde*: når en genstand flyttes under påvirkning af en kraft, udfører kraften et arbejde, som er lig med kraft gange vej (vel at mærke kraften i vejens retning - hvis kraften står vinkelret på flytningens retning, er arbejdet nul). Kraften kan fx være mekanisk ("skubbe", "trække", en tyngdekraft), elektrisk, magnetisk, eller elektromagnetisk. I et elektrisk kredsløb tales der om elektrisk arbejde: strøm gange spænding gange tid.

Når der udføres arbejde på et system, vokser dets *energi*. Der kan være tale om *potentiel energi*, fx et lod, der løftes i tyngdefeltet, eller to magnetiske nordpoler, der flyttes tættere sammen. En anden form er *kinetisk energi* (eller bevægelsesenergi): en raketmotor arbejder på raketten og tildeler denne en kinetisk energi, som kan beregnes af hastigheden. Elektriske og magnetiske felter indeholder energi, som ligeledes opbygges ved udførelse af arbejde.

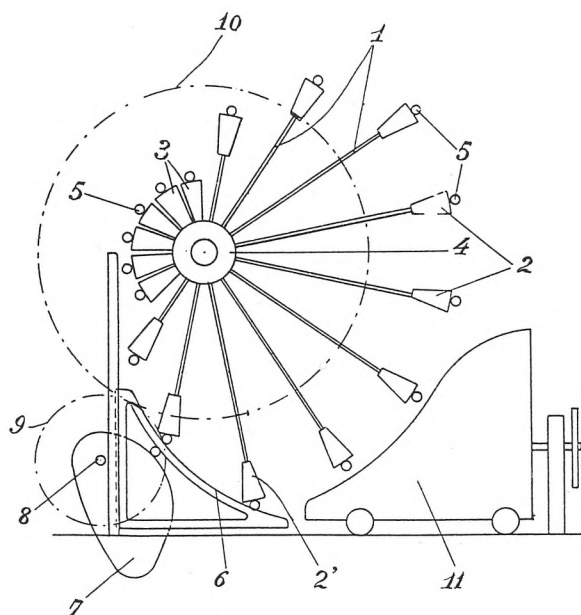
Et særligt tilfælde optræder ved kræfter, der kommer af de forskellige former for gnidningsmodstand (fx mekanisk gnidning i et hjulleje eller elektrisk modstand). Her ser man en temperaturstigning, og i daglig tale siger man, at gnidningskræfternes arbejde er blevet til varme. Det er imidlertid mere korrekt at sige, at systemets *indre energi* er blevet forøget, for efter processen kan man ikke se, om temperaturstigningen skyldtes gnidningskræfternes arbejde eller om den skyldtes en direkte varmetilførsel, for eksempel ved hjælp af en blæselampe. Netop opdagelsen (R.Mayer, J.Joule, 1840-1850) af, at varmeoverførsel og overførsel af arbejde kan fremkalde nøjagtigt samme resultat, er en af de store revolutioner i fysikken, selv om det vist i dag er vanskeligt overhovedet at se noget problem her; nu er vi helt vænnet til omsætning mellem alle energiformer, og de måles i den samme enhed.

Evighedsmaskinen af anden art bliver omtalt senere i artiklen.

"Evighedsmaskiner"

Nogle mennesker mener, at en maskine, der blot kan holde sig selv i gang, er en evighedsmaskine. Hvis man fortæller om superledning og det går op for tilhørerne, at en ring-

formet strømleder af superledende materiale kan bære en elektrisk strøm, der bliver ved med at gå "i det uendelige" (dvs så længe den holdes kold nok), hører man ofte det forbavsede udbrud: "jamen, den er jo en evighedsmaskine!". Det er den ikke. Superlederen, eller rettere elektronerne i superlederen, er i en bestemt (kvante-)energitilstand. Hvis man tapper energi ud, vil strømmen svækkes, og faktisk tager man blot noget af den energi, der oprindeligt blev oplagret i ringen, da strømmen blev sat i gang. Man kunne lige så godt sige, at elektroner omkring en atomkerne udgjorde en evighedsmaskine.



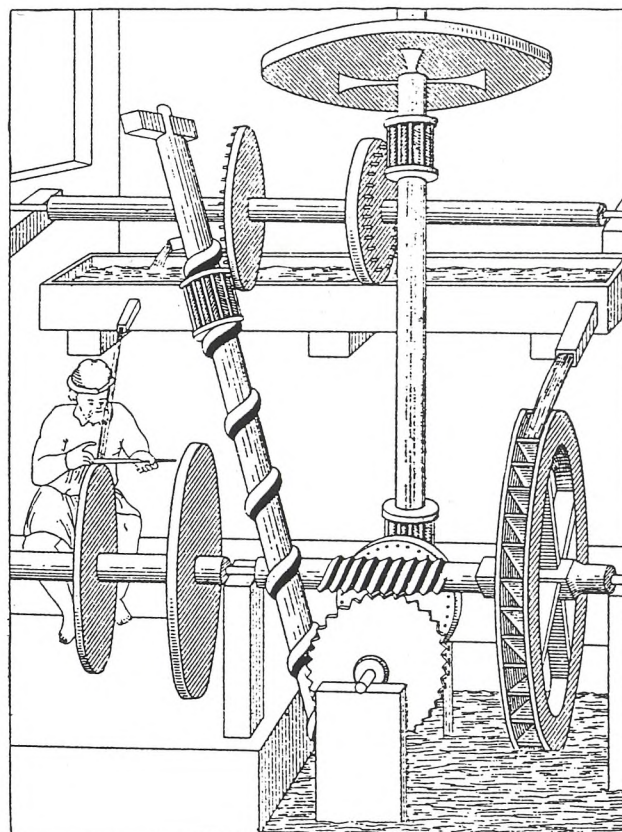
Figur 2. "Strikkepindsmaskinen"

Misforståelsen kommer formentlig af at betragte maskiner, typisk mekaniske, som man kunne forestille sig at konstruere og sætte i omdrejninger i sit laboratorium. Her vil altid optræde gnidningsmodstand under en eller anden form. Gnidningskræfternes arbejde vil omdanne den oprindelige kinetiske energi til indre energi i maskindelen. Disse bliver varmere, og varmen vil efterhånden lække ud i omgivelserne og således gå tabt for maskinen. Hvis maskinen skal blive ved med at køre rundt, skal den erstatte dette tab. Maskinen skal altså producere energi ud af intet, det vil sige være en *evighedsmaskine af første art*.

I det følgende skal vi se på nogle konkrete forslag til "evighedsmaskiner". Desværre ligger det tungt med helt aktuelle eksempler: en opfinder, der indleverer en ide til Patentdirektoratet, har krav på, at sagen behandles i dybeste fortrolighed, og hemmeligholdelsen opretholdes naturligvis, hvis patentansøgningen afslås. I Danmark udstedes der ikke patent på opfindelser, der vurderes at være baseret på en ikke-realiserbar teknik. Nogle af de følgende forslag stammer fra Frankrig, hvor man - i hvert fald indtil 1970 - har udstedt patenter uden hensyn til realiserbarhed.

En hel klasse af foreslåede maskiner benytter sig af hjul forsynet med forskydelige vægtarme. Se fx figur

1 der stammer fra den svenske "Nationalencyklopedin". De to kugler på de strakte vægtarme på højre side giver tilsammen helt klart et kraftmoment (kraft gange arm), der vil tynge denne side ned, fordi de 4 kugler på venstre side kun virker på en arm, der er lig med eller mindre end hjulets radius. Men hvordan er hjulet overhovedet kommet til denne stilling? Hvis man drejer hjulet 5° tilbage (eller 40° frem), ligger der ingen kugle på den næsten vandrette arm til højre, og nu er det så venstre side, der vinder. Maskinen kan ikke løfte den næste kugle op til D og vil blot stå og vippe frem og tilbage.



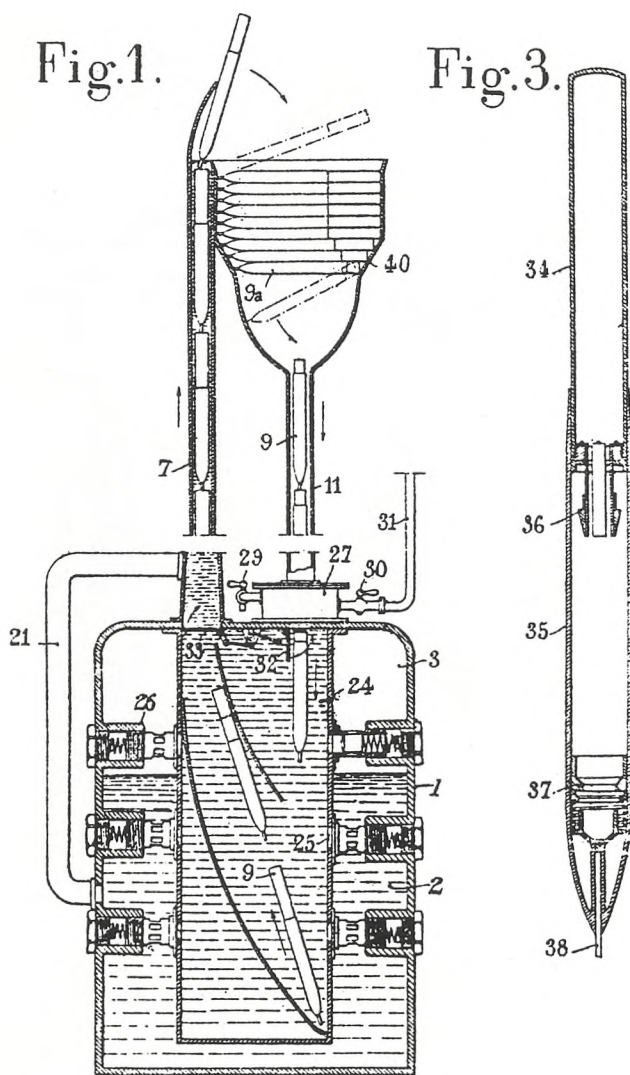
Figur 3. Genbrug af vand

Figur 2, er fransk patent nr.898.792. Vægtarmene skubbes frem og tilbage gennem huller tværs gennem akslen. Skubningen udføres af de to flader til venstre og giver anledning til et kraftmoment imod bevægelsen. Systemet er derfor næsten i ligevægt i enhver orientering, trods den sindrige excentrik nederst til venstre.

Med vand eller andre væsker kan man også håbe at opnå noget, i en traditionel vandmølle eller ved hjælp af opdrift, hvor "tyngdekraften vendes om - man må tænke utraditionelt" (citater fra en opfinder):

I figur 3, fra opfindelsernes bog driver vandet fra det øverste kar et overfaldsvandhjul. Via tandhjulene drejes en arkimediske vandsnegl, som returnerer vandet til øverste niveau. Maskinen skal ikke alene gengive vandets dets potentielle energi og overvinde gnidningstabene ved slibestenen og i den primitive mekanik, men tillige skabe et overskud af vand til brug for slibestenen.

Det vi har kaldt "blyantsmaskinen" i figur 4, er fransk patent nummer 55.413. Tyngdekraften bruges øverst til at trykke de blyantslignende torpedoer ind, så de kan gå til bunds i vandkarret. Stød mod bunden udløser "blyanten", så dens rumfang forøges, og opdriften er nu stor nok til at løfte "blyanten" op til toppen hvor den via et sindrigt system af ventiler og sluser bliver deltager i søjlen der gradvist løfter sig.

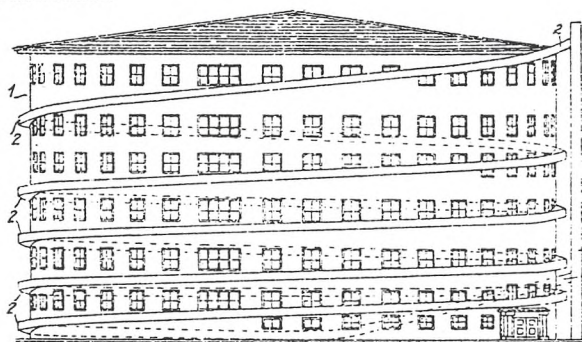


Figur 4. "Blyantsmaskinen"

Elektricitet og magnetisme har også appelleret til fantasien. Vores barndoms drøm om en dynamo, der leverer strøm til en motor, der driver dynamoen, er patenteret i Frankrig (nummer 868.795 og 1.081.255, sidstnævnte fra 1953). En meget avanceret nyttiggørelse af princippet er vist i figur 5: En vogn med en dynamo drives af tyngdekraften ned ad slidsken rundt om huset og ender ved (3) i en elevator (4). En del af strømmen driver elevatoren, som skal løfte vognen op igen til (2) (dvs gengive vognen dens potentielle energi). Patentbeskrivelsen forklarer at Resten af strømmen skal give lys og varme i huset.

Evighedsmaskinen af 2. art

De maskiner, der gør vores tilværelse så behagelig ved at producere elektricitet (fx dampturbiner) eller ved at udføre arbejde for os (fx bilmotorer), omsætter energi i form af varme til energi i form af mekanisk arbejde. Helt skematisk kan dampturbinen på et elektricitetsværk beskrives således: den modtager damp ved højt tryk, dvs høj temperatur, og afleverer dampen ved lavt tryk, altså lav temperatur. Det er trykforskellen, der driver turbinen. Et energiregnskab vil vise, at spildvarmen, der afleveres til kølesystem mv, er mindre end den varmeenergi, der gik til at producere højtryksdamp. Energiforskellen er gået til at drive den elektriske generator. Disse maskiner (også bilmotorer) tager altså varme fra en varmekilde med høj temperatur og afgiver spildvarme til en anden (negativ) "varmekilde", som er kold. De kræver således mindst to varmekilder.



Figur 5. En dynamo til husbehov. (Fransk patent nr.956.402).

En maskine, der kunne levere mekanisk arbejde på basis af varme fra kun een varmekilde, kaldes en *evighedsmaskine af anden art*. Varmelærens anden hovedsætning siger, at også en sådan maskine er umulig. Maskinen overholder loven om energiens konstans (første hovedsætning), men anden hovedsætning fortæller noget om en begrænsning ved varmen som energiform.

Vi er desværre ikke i stand til at omtale forslag til maskiner, der ville forbyrde sig mod anden hovedsætning, fx ved blot at suge varme ud af de varme have omkring ækvator. Men vi kan måske præcisere problematikken ved hjælp af figur 6.

Da anden hovedsætning blev opdaget, omkring midten af forrige århundrede, må den have været en stor gåde. I dag, hvor vi kender materialers opbygning af atomer og molekyler, er det noget lettere: tænk på en klods, der glider hen ad en bordplade og bringes til standsning af gnidningsmodstanden. Den oprindelige kinetiske energi er blevet til indre energi (temperaturstigning) i bordplade og klods. Den indre energi består af en blanding af kinetisk og potentiel energi fordelt tilfældigt på de vibrerende molekyler i bord og klods. Den oprindelige, velordnede bevægelse er blevet til et fuldkommen uoverskueligt rod af bevægelser. Hvis den indre energi skulle trækkes ud igen, udføre et arbejde på klodsens og accelerere den til den oprindelige hastighed, skulle alle de tilfældige

bevægelsesmønstre koordineres, så de skubbede rigtigt på lige det rigtige tidspunkt. Derfor kommer vi aldrig til at opleve, at klodsen igen sætter sig i bevægelse ved at tage varmen tilbage. Processer af denne type kan kun forløbe i een retning, og det er indholdet af anden hovedsætning.



— Var der ikke frygtelig varmt i Stillehavet, Hr. Ulriksen —?
— Forfærdeligt, vi maatte gaa ned i Fyrrummet og køle os af!
Figur 6. En rigtig skipperskrøne. Hvis skibspropellen skal give fremdrift, må maskinrummet nødvendigvis være det varmeste sted.

Sund skepsis, pædagogisk fallit eller hvad?

Uanset de vilde eller absurde ideer, der fremsættes på dette område, kan man ikke lade være med at se noget positivt i folk, der arbejder sig frem til en overbevisning og kæmper for den, selv om de kommer i konflikt med alt det etablerede. De gør netop hvad vi i almindelighed mener, at god videnskab skal gøre (og hvad vi prøver at indpræge i yngre generationer): tænke utraditionelt og sætte spørgsmålstegn ved al overleveret viden. Og videnskabens historie viser mange eksempler på nye ideer, der er blevet misforstået eller direkte undertrykt af autoriteterne.

Denne varme beundring kølnes imidlertid i de tilfælde, hvor en given fysisk lov, fx vægtstangsreglen, med stor velvillighed bruges til at argumentere for, at en foreslået

maskine vil køre i en bestemt retning, men hvor opfinderen nægter at indrømme, at selvsamme lov resulterer i en modsat påvirkning i et andet trin af processen, så at maskinen i virkeligheden blot er et svingende system (og altså ikke bedre end et pendul).

Noget tilsvarende gælder i tilfælde af simpel begrebsforvirring, som når der sættes lighedstegn mellem elektrisk strøm og energi. Men her bringes man unægtelig også til at spekulere over kvaliteten af vores formidling og af undervisningssystemet i almindelighed.

En opfinders sidste replik kan gå ud på, at fx Galilei også blev forfulgt for sine ideer. Men den omstændighed, at autoriteterne kan tage fejl, beviser ikke, at de altid gør det. På dette stadium kan man kun henvise sagen til den højeste dommer i naturvidenskabelige anliggender: naturen selv. Hvis man er venlig, kan man sige: "Det var et interessant forslag. Kom tilbage, når maskinen virker".



Erik Nienstædt er civilingeniør og patentspecialist. Har siden 1964 arbejdet hos Patentdirektoratet med behandling af patentansøgninger, udstedelse af patenter og dokumentation. Omfattende kursusvirksomhed om disse emner.



Finn Berg Rasmussen er lektor ved Niels Bohr Institutets Ørsted Laboratorium. Har bla. arbejdet med kernemagnetisme (termodynamik og NMR) i fast, flydende og superflydende Helium3 og i sølv. Medlem af KVANTs redaktion.

Vejledning for forfattere

Redaktionen af KVANT modtager meget gerne artikler fra læserne. Indholdet af artiklerne bør være forståelig for personer med interesse for fysik – således at en god gymnasieelev vil få noget ud af at læse artiklen. Illustrationer til artiklerne er meget velkomne.

Det er håbet, at der vil komme en række rubrikker – der er allerede en debatside, som er åben for indlæg om alt hvad der rører sig om fysik. Bladet vil også bringe meddelelser fra Dansk Fysisk Selskab og Selskabet for Naturlærens Udbredelse, ligesom omtale af arrangementer, der kan have interesse for fysikinteresserede vil blive bragt. Da der kun kommer fire numre om året skal der gives meddelelse om et givet arrangement i god tid, hvis det skal kunne komme med i bladet. Redaktionen vil også stræbe efter at kunne bringe korte notitser med friske nyheder og anmeldelser af bøger af interesse for fysikere.

Vejledning i udformning af artikler til KVANT

For at lette produktionen modtages artikler helst på elektronisk facon. Det kan enten være som elektronisk post til e-mail adressen

kvant@nbivax.nbi.dk

eller (hellere) på en DOS-formatteret diskette, der sendes til

KVANT
c/o Mads Hammerich
Gersonsvej 40
2900 Hellerup

eller afleveres til et redaktionsmedlem sammen med

eventuelle figurer, og – *meget vigtigt* – et billede og en præsentation af forfatteren, i stil med de præsentationer, der findes i slutningen af hver artikel i dette nummer.

Teksten kan være skrevet i L^AT_EX, som ren ASCII fil, i WordPerfect eller Word. De første formater foretrækkes.

Formler og specielle symboler kan indsættes i teksten med L^AT_EX eller T_EX. De modtages dog under alle omstændigheder også gerne på papir.

Illustrationer og billeder til artiklerne afleveres separat – det er (endnu) en kvalitetsmæssig fordel at indsætte disse i artiklen på sædvanlig facon. Undlad venligst at afsætte plads til dem i teksten, men placer figurforklaringen til sidst eller for sig selv.

Tabeller og opstillinger ønskes som simple opstillinger med tabulatorer. Brug ikke for megen energi på at lave “snedige” opstillinger med linier og lignende, men vis gerne på papir hvordan du selv ville foretrække det.

- Forfatternavne skrives med kursiv.
- Afsnitoverskrifter skrives med fed skrift.
- Der er ingen tomme linier mellem afsnit, men de indledes med en indrykning (tabulering).
- Referencer anføres i teksten med et løftet ciffer, og anføres til sidst i artiklen med nummer, forfatter, artikel (eventuelt bind-nummer med fed skrift), sidetal og årstal i parentes.
- Husk et billede og en kort præsentation af forfatteren.

Abonnement på KVANT

koster 135 kr for en årgang og vil blive opkrævet pr. giro. Nye abonnenter vil modtage eventuelle tidligere numre af den løbende årgang. Medlemmer af Dansk Fysisk Selskab og Selskabet for Naturlærens Udbredelse vil modtage bladet som et medlemsblad.

Hvis du mener at du har abonnement, men ikke får bladet – har du nok glemt at melde flytning af bladet hos dit lokale postkontor, eller måske har du ikke betalt. Bemærk at flytning af KVANT skal meddeles postvæsenet eksplicit!

Abonnement tegnes ved at skrive til

Lene Körner, Matematisk Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø, e-mail: koerner@math.ku.dk