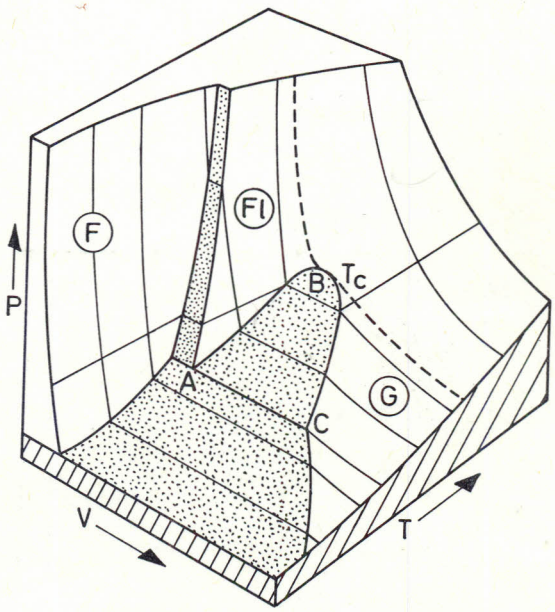
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

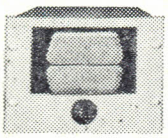
Årsmelding NFS 1974/75	49
Årsmøtet NFS 1975	50
Fysikermøtet 1975	53
Norsk Fysikkråd, årsmelding 1974/75	54
Norsk Fysikkråd, årsmøtet 1975	55
Til FFV's lesere og venner	57
Normal drift av kjernekraftverk	58
Faseoverganger og kritiske fenomener, I	67
Magnetiske monopoler	70
Plasma- og gassutladningssymposium 1976	71
APS — reaktortryggleik	71
Bøker	71



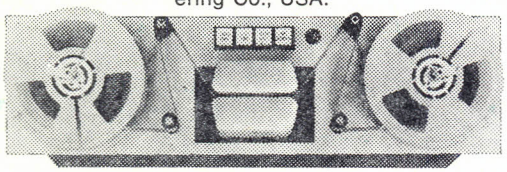
Fasetilstandsdiagram for et generelt stoff.
(Se artikkelen s. 67)

Nr. 3 - 1975
37. årgang

...hulltapelesere for alle formål



Fra enkle lesehoder til komplette enheter med spolemekanisme. 5, 6, 7 eller 8 hulls tape. Kun en bevegelig del, driftssikker elektronikk. OEM og militærversjoner. Produsent: Electronic Engineering Co., USA.



...portabel databehandling

med lagring på kasettbånd for avspilling og behandling i datamaskiner. Ypperlig for lageropptelling, datainnsamling etc. Enkel i bruk. Grei feilkonstruksjon, kontroll av registrerte data m.m. Hendig konstruksjon til akseptabel pris. Produsent: Telxon, USA.

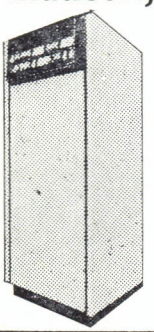
...Kennedy magnetbåndstasjoner

digital registrering og lagring av data på magnetbånd: IBM kompatibel 25 - 75 ips, 556, 800, 1600 bpi - også 3M-kasett drive systemer. Kontrollere for de fleste minimaskiner kan leveres: DEC, DG, GA, HP, Modcomp m.fl.

...datainnsamling fra 4 eller 7 kanaler

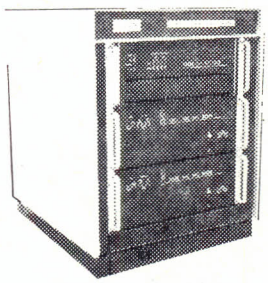
er mulig med RACAL's Store-serie. Vitenskap, industri og medisin- de kan alle ha behov for Store. 7 hastigheter. Registrering opptil 18 timer kontinuerlig. Portabel. Betjeningsvennlig. Store - den slagkraftige instrumentrecorder. Produsent: RACAL, England.

...datamaskinen for vitenskap, industri, kommunikasjon m.m.

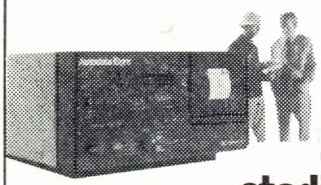


Modcomp øker stadig. Modcomp har førsteklasses produkter og vi leverer komplette løsninger, hardware og software. Vår organisasjon er satt opp med dette for øye - også spesielle og uvanlige løsninger - for Dem.

...Codex modem og multipleksere



for de med store krav. Pålitelighet er viktig ved datatransmisjon. Derfor velges CODEX til militære, og kommersielle datanettverk over hele verden. «CODEX - we'll get you through».



...datalogging - stadig aktuelt

Innsamling av data som temperatur, strøm, trykk, strekk, torsjon m.m., opptil 1000 målepunkter automatisk. Presentasjon av data i klarskrift, lagring på magnetbånd, papirtape etc. Datalogging er et av våre spesialfelt. Priser fra kr. 20.000,- og oppover. Produsent: VIDAR Autodata/Digitec, USA.

Vårt leveringsprogram representerer noe av det beste datautstyr på markedet. Flere hundre fornøyde norske brukere er det beste bevis på kvalitet, «know-how» og service. Er du med?

Rødland & Rellsmo A.S
FORSKNINGSINSTRUMENTER - DATAUTSTYR
Postboks 6069 - Etterstad - Oslo 6.
Telefon (02) 67 45 90.

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 3 - 1975

Redaktør: HAAKON OLSEN

Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

37. årgang

Årsmelding
fra Norsk Fysisk Selskap 1974/1975

Denne meldinga omfattar tida mellom årsmøta 1974 og 1975. Styret har vore:

Forskningssjef Tormod Riste (formann)
Professor Arnfinn Graue (nestformann)
Amanuensis Ove Bratteng
Dosent Thormod Henriksen
Dosent Ivar Svare

Det har vore halde fire vanlege styremøte og eitt i samband med årsmøtet. Medlemstalet pr. 13/6 er 590 personlege og 10 kollektive medlemmer. Av dei personlege medlemmene er det 2 studentmedlemmer.

Norsk Fysisk Selskap står som utgjevar av tidsskriftet «Fra Fysikkens Verden», som kjem ut fire gonger i året i eit opplag på 1500. Professor Haakon Olsen er redaktør og laboratorieingeniør Halvard Torgersen er redaksjonssekretær. Stillinga som redaksjonssekretær vart oppretta ved eit arbeidsregelment for FFV som styret har utarbeidd i samråd med redaksjonen.

Rekneskapen for 1974 (tidsskriftet ikkje medrekna) viser eit underskot på kr. 524,46, tidsskriftet har hatt eit underskot på kr. 9.931.60. Frå og med 1975 er årskontingenten auka frå kr. 40.- til kr. 50.-, studentmedlemmer betaler kr. 25.-. Tilskotet frå kollektive medlemmer har auka frå kr. 4.500.- i 1973 til ca. kr. 7.500.- i 1975. Desse er no kollektive medlemmer:

ASEA Per Kure A/S
A/S Elektrisk Bureau
Elkem-Spigerverket A/S
A/S Hafslund
A/S Norsk Elektrisk & Brown Boveri
A/S Norcem
Norsk Hydro a.s
Siemens A/S
Tandbergs Radiofabrikk A/S
Aanderaa Instruments

Fysikarmøtet 1974 vart halde ved Universitetet i Oslo 20.–22. juni med 172 deltakarar. Hovudtema for møtet var energi og fysikk med desse inviterte foredraga med etterfølgjande debatt:

Hans Bethe: Highly condensed matter in neutron stars
Bo Lehnert: Controlled thermonuclear fusion
Hans Bethe: Breeder reactors
Lars Wallin: Uranium and plutonium from nuclear reactors – properties and problems
Jan M. Døderlein: Nuclear energy – possibilities and problems
Walter C. Patterson: Nuclear energy – possibilities and problems
B.J. Brinkworth: Solar energy
Ingolf Kanstrøm: Energi og klima

Det var elles 33 faglege foredrag i parallelle sesjonar. Den 20. juni var det båttur på fjorden og den 21. juni fest i restauranten i studentbyen Kringsjå.

Årsmøtet vart halde 21, juni, referat er gjeve i «Fra Fysikkens Verden» *37* (1975) 3. Det vart vedteke at studentar kan takast opp som medlemmer i Norsk Fysisk Selskap. Etter fullmakt frå årsmøtet har Styret utforma følgjande tillegg til § 3, avsnitt 2 til statuttane: «Som studentmedlem kan tas opp videregående fysikkstuderende (hovedfagstudenter, 4. årsstudenter ved NTH, eller tilsvarende). Kontingenten skal være det halve av det som de ordinære medlemmer betaler. Studentmedlemskapet varer til utgangen av det året avgangseksamen avlegges».

Årsmøtet vedtok tre resolusjonar. To vart sende til Kyrkje- og Undervisningsdepartemen-

tet og galdt realfaga i ungdomsskolen og realfaga i gymnaset. Den tredje galdt ei fråsegn til den sovjetiske ambassaden om den russisk-jødiske fysikaren Polsky som hadde vorte nekta utreisevisum.

Formannen har representert Norsk Fysisk Selskap på rådsmøtet i European Physical Society i Amsterdam 22. – 23. januar 1975, og på møte i Nordiske Fysikeres Samarbeidsutvalg i København 4. desember 1974. Eit hefte med opplysningar om alle dei nordiske fysiske selskapa og med namna og adresse til medlemmene er utsendt. Arbeidet med eit fellesnordisk prøvenummer av «Fra Fysikkens Verden» går vidare.

Styret søkte Utanriksdepartementet om støtte til studentar som ville reise til EPS-møte Bukarest i september 1975, men fekk avslag. Styret bad vidare dei fysiske institutta ved universiteta om å sende søknad om det same til Kyrkje- og Undervisningsdepartementet, men kjenner ikkje til om dette vart gjort.

Styret har vidare løyvt pengar til møte som er arrangerte av dei faglege utvala. Dei faglege gruppene legg fram eigne meldingar til årsmøtet.

Styret utgjer saman med professor S. Westin Den norske nasjonalkomitéen for IUPAP. Generalkonferansen skal i år haldest i München, og ein har søkt NAVF om midlar til å sende ein eller to representantar dit.

Årsmøtet i
Norsk Fysisk Selskap
1975

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte i Bergen torsdag 19. juni 1975 kl. 14.30. 35 medlemmer var tilstede. Formannen, T. Riste ønsket velkommen til møtet. Det var ingen bemerkninger til innkallelsen eller til saklisten.

Sakliste

1. Referat fra årsmøtet 1975 (se FFV nr. 1 1975)
2. Årsmelding
3. Rapporter fra de faglige gruppene
4. Norsk Fysikkråd (Graue orienterer)
5. European Physical Society (Riste orienterer)
6. Regnskap for 1974 fra NFS og FFV
7. Budsjett for 1975 og 1976 for NFS og FFV
8. Arbeidsreglement for FFV (orientering)
9. Valg
   a) styre i NFS
   b) Norsk Fysikkråd
10. Fysikermøtet 1976
11. Eventuelt

Pkt. 1

Referatet fra 1974 ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 2

Formannen la frem årsmeldingen, som ble godkjent uten kommentarer. I forbindelse med årsmeldingen ba formannen om forsamlingens hjelp til å verve nye medlemmer, både personlige og kollektive. Særlig ville det være fint om medlemmene ville hjelpe til med å «fange» inn nyuteksaminerte kandidater.

Pkt. 3

Rapporter fra de faglige grupper

Fysikk og Miljø. Interimstyre: P. Torbo, form., H. Olsen og L. Owren. Owren avla mundtlig rapport. Det har etterhvert blitt mange medlemmer i denne gruppen. Det ble innkalt til møte i Bergen, men det møtte ikke mange nok til at valg på nytt styre kunne foretas, det vil derfor bli foretatt skriftlig valg på nytt styre til høsten. Ellers er det foreslått en artikkelserie om fysikk og miljø i FFV.

Faste stoffers fysikk. Styre: A. Nordbotten, form., K. Fossheim, B. Nøst. Skriftlig rapport: Aktiviteten i gruppen har vært liten i inneværende år. Man har sondert mulighetene for seminarvirksomhet, men det er vanskelig å finne emner som samler flere miljøer. Man bør eventuelt vurdere en oppdeling i undergrupper f.eks. etter mønster av European Physical Society. – Gruppen har avholdt møte 17/6-75 i forbindelse med fysikermøtet. Man trakk opp rettningslinjene for arbeidet i det kommende år.

Plasma- og Gassutladningsfysikk. Styre: K.B. Dysthe, form., M. Espedal, T. Hagfors, M. Mentzoni. Westin avla mundtlig rapport. Det er en meget aktiv gruppe som avholder symposium hvert år, med deltagelse av flere nasjoner. Det blir gitt økonomisk støtte til disse symposier fra svensk hold. Under det siste symposiet på Geilo i februar 1975 ble styret gjenvalgt.

Partikkelfysikk. Styre: J. Løvseth, form., A.G. Frodesen, E. Lillestøl, P. Nyborg. Skriftlig rapport:

Med støtte fra NFS ble det 5-11 januar 1975 arrangert et symposium på Spåtind Hotell med tittel «High Energy Reactions in Nuclei». Professor G. Tibell, Uppsala, planlegger et lignende møte om grenseområdet mellom partikkel og kjernefysikk i januar 1977.

Nordiske partikkelfysikere arrangerer ellers samarbeidsmøter annet hvert år med mer generelt program. Siste møte i serien var på Spåtind i januar 1974, det neste planlegges på samme sted i januar 1976 med svenske grupper som arrangør.

Styret i partikkelfysikkgruppen har behandlet en henvendelse fra IUPAP om deltagelsen på IUPAP-konferanser skulle gjøres åpen. Dette ble frarådet. Disse konferansene er etter de flestes mening allerede for store, og deltagelsen fra norsk side er som regel ikke begrenset av antall invitasjoner, men av mangel på reisebevilgninger. Fra vårt synspunkt vil derfor åpne konferanser uten personlige invitasjoner bety et tilbakeskritt.

Lavenergi kjernefysikk. Styre: T. Engeland, form., G. Løvhøiden, J. Rekstad, A.C. Pappas. Mundtlig rapport fra Graue: Gruppen holdt møte i Bergen 18/6 hvor det nye styret ble valgt. Gruppen vil arrangere et symposium i januar til neste år.

Reaktorfysikk. Styre: T.O. Sauar, form., J.O. Berg, K. Haugset. Skriftlig rapport. Styret i gruppen for reaktorfysikk har undersøkt interessen for å få dannet en mer generell beregningsfysikkgruppe (Computational Physics). Da det synes å være interesse for dette vil man til høsten sende ut et sirkulære om saken sammen med forslag til nytt styre.

Optikk, atom og molekylærfysikk m/spektroskopi. Styre: T. Jæger, form., O. Harang, A. Lofthus, O.J. Løkberg. Skriftlig rapport:

Ved siste valg (1 juli 1973) fant styret det fornuftig å dele faggruppen i to seksjoner, en for optikk og en for atom- og molekylærfysikk m/spektroskopi. Jæger og Løkberg ble styremedlemmer fra optikkseksjonen, og Loftshus og Harang fra den andre seksjonen.

Optikkseksjonen arrangerte i tiden 10-13 april 1975 en konferanse i elektrooptikk på Rauland Høyfjellshotell. På konferansen deltok 55 personer, herav 10 utlendinger. Agendaen inneholdt 30 foredrag. Hovedtema var optisk kommunikasjon. I tillegg ble det presentert innlegg om aktivitetene innen de ulike forskningsinstitusjonene i Norge. Referat fra møtet er sendt «Fra Fysikkens Verden». Det var fjerde gang optikkseksjonen arrangerte en slik konferanse.

Akustikk. Styre: W. Løchstøer, form., G. Flottorp, M. Kringlebotn. Skriftlig rapport:

I samarbeid med Norsk Akustisk Selskap ble det 22. og 23. november 1974 holdt et faglig møte med foredrag og diskusjoner. Møtet ble holdt i Oslo i Oslo Helseråds lokaler.

De faglige temaer var spesielt viet de miljømessige aspekter innen akustikk, støyreduksjon, støyskader, lydisolering. (Møteprogrammet er oversendt styret i NFS.)

Biofysikk. Styre: O. Kaalhus, form., A.R. Dahler, K.B. Eik-Nes, J. Moan, J.B. Melø. Skriftlig rapport:

I gruppens forrige rapport ble det trukket opp et program for fagutvalgets virksomhet. Som første punkt på dette programmet hadde man et kontaktsymposium vinteren 1975. Dette ble avviklet på Gausdal Høyfjellshotell i dagene 14-16 januar med deltagelse av i alt 35 biofysikere fra Oslo, Bergen og Trondheim, og i tillegg to svenske gjester, professorene Ehrenberg og Vänngård. Møteprogrammet hadde følgende hovedpunkter: a) Presentasjon av deltakerne med oversikt over deres arbeidsområde og spesielle interesser, b) Diskusjon av utdanningen i biofysikk i Norge, målsetting og opplegg. (Møteprogrammet er oversendt styret i NFS).

Deltakerne mente at symposiet var meget nyttig, og de demonstrerte sin interesse for de forskjellige emner ved å møte trofast frem og engasjerte seg i diskusjonen fra kl. 9 om morgenen til kl. 22 om kvelden. Man ble enige om å fortsette med kontaktsymposier annet hvert år fremover.

Referat og «abstracts» fra symposiet er under utarbeidelse og blir sendt ut etter sommerferien. Fagutvalget er takknemlig for den støtte som ble bevilget av Norsk

Fysisk Selskaps styre til å subsidere deltakelsen for biofysikk-studerende.

Dessverre kolliderer fysikermøtet med en del andre gjøremål, kongresser etc. Faggruppen vil derfor holde sitt neste møte til høsten og velge et nytt fagutvalg.

Generell teoretisk fysikk. Styre: P.C. Hemmer, form., M. Kolsrud, S. Skavlem. Skriftlig rapport:

Gruppen for teoretisk fysikk har ikke hatt noe fellesmøte siste år. Aktiviteten har begrenset seg til kontakt mellom de teoretiske institutter vedrørende gjesteforelesere og enkelte NORDITA-saker. Det arbeides for å få avholdt et symposium på nordisk basis neste år i Trondheim.

Undervisning. Styre. G. André, form., A. Hallsteinslid, G.J. Kvifte. Skriftlig rapport.

Undervisningsutvalgets styre, som består av Gunnar Kvifte, Alf Hallsteinslid og Georg André, ble konstituert i møte på Blindern 6/5 1975. Som formann ble valgt Georg André.

Utvalget drøftet generelt fysikkundervisning på forskjellige fag- og modenhetsnivå. Man ble enig om å etablere seg som et sak-kyndig utvalg i spørsmål angående faglig-pedagogisk fysikkundervisning, slik at utvalget må få tilsendt, på like linje med andre berørte instanser, alle utredninger, proposisjoner, forslag, etc. som måtte foreligge.

Man besluttet å be gymnasrådet, forsøksråd, universiteter og distriktshøgskoler, pedagogiske seminar og kirke og undervisningsdepartementet om dette.

Et spørsmål som reiste seg for oss var hvorvidt vi bør handle på egen hånd, eller om skriv og uttalelser bør sendes gjennom styret for Norsk Fysisk Selskap.

Vi håper å høre fra dere om dette snarest mulig.

Riste fortalte at han hadde konferert med Hallsteinslid og andre medlemmer av undervisningsgruppen, og at det var enighet om at styret i gruppen til høsten skulle sende ut et sirkulære til alle medlemmene i gruppen, hvor de vil legge frem planer og be om kommentarer.

Geofysikk og ionosfærefysikk. Styre: NTNF's underutvalg for romforskning har fungert som styre for gruppen. Siden 1/1-75 er A. Egeland formann. Øvrige medlemmer: O. Dahl, O. Holt B.N. Mæhlum, F. Søraas, S. Ullaland. Dette utvalg koordinerer i stor utstrekning den aktiviteten som drives innenfor kosmisk geofysikk.

Faggruppen har ikke direkte tatt initiativ til noe møte eller symposium, men i tiden 9 – 12 september 1974 ble det arrangert et møte på Ørenes i Sverige under tittelen «European Soundingrocket and Scientific-Balloon acitvity at high latitudes, with emphasis on the international magnetospheric study (IMS)».

Medlemmene i styret for faggruppen deltok i planleggingen av møtet. Faggruppen hadde et møte i Bergen onsdag 18. juni. Her ble en eventuell reorganisering av gruppen tatt opp. Når en har kommet fram til et standpunkt, vil det bli avgitt rapport til NFS.

Som generell kommentar til de faglige grupper ble det spurt om det var rimelig å opprette en ny gruppe som Fysikk og Miljø, det er jo mange andre grupper som også er interessert i miljøspørsmål, f.eks. akustikk, biofysikk, reaktorfysikk. Det var enighet om at det til tider ville være behov for justeringer av gruppene. Som medlem av redaksjonskomitéen i Fra Fysikkens Verden, oppfordret Steinsvoll styrene i de faglige utvalg til å bruke FFV som meldingsblad, så fort et møte er planlagt bør det sendes en notis til FFV, senere bør det sendes referat.

Pkt. 4

Formannen i Norsk Fysikkråd refererte fra rådets virksomhet. Dette er gjengitt i rådets årsmelding og i referat fra rådets årsmøte som vil bli gjengitt i Fra Fysikkens Verden.

Pkt. 5

Riste redegjorde for European Physical Society (EPS). NFS har kollektivt medlemskap i EPS, i 1975 vil det koste oss ca. 6.500.- å være medlem, i 1976 nesten 8.000.- p.g.a. stigning i kontingenten. Riste mente likevel det var viktig at NFS er medlem, og at EPS har betydning for europeisk fysikk. Man kan også personlig være direkte medlem i EPS, det koster ca. 20 Sv.fr. i året, man får da tilsendt Europhysics News. Riste oppfordret medlemmene av NFS til å bli direkte medlemmer i EPS. EPS blir ledet av et råd (council) med et styre (executive comittee, hvor Riste er medlem). Det har forskjellige rådgivende komitéer og faglige grupper. Den økonomiske stillingen til EPS

har vært heller svak, men er nå atskillig bedret. Når det gjelder Europhysics News så er opplagstallet sunket endel siden flere av de nasjonale selskap har sagt det opp. – EPS arrangerer og støtter ca. 30 konferanser i året, det arbeider for å få bedre (og færre) tidsskrifter. EPS stimulerer faglig arbeid ved hjelp av priser, f.eks. Hewlett-Packard Prisen på Sw.f. 20.000.- EPS stimulerer til faglig kontakt fysikk/industri og fysikk/samfunn. Hvert 3. år arrangeres det en generalkonferanse, i 1975 skal den være i Bukarest.

Pkt. 6

Regnskapet for NFS ble godkjent uten kommentarer. Regnskapet for FFV viste et underskudd på kr. 9.907.60. Det ble uttrykt bekymring for FFV's økonomi og det var enighet om å søke NAVF om større støtte. Samtidig ble det bedt om at regnskapet for FFV i fremtiden blir satt opp på samme måte som NFS' regnskap da dette gir bedre oversikt. Det var enighet om at det var viktig å holde FFV i gang. Det arbeides fremdeles med planene om et felles nordisk meldingsblad, men man mangler stoff til et prøvenummer. Årsmøtet oppfordret til å gå aktivt inn for et nordisk meldingsblad da dette ville bedre økonomien. Det ble opplyst at tidsskriftet blir trykket på absolutt billigste måte.

Pkt. 7

Budsjettene for NFS og FFV for 1975 og 1976 ble vedtatt uten komentarer.

Pkt. 8

Riste refererte Arbeidsreglementet for Fra Fysikkens Verden, som er utarbeidet i samarbeid med redaksjonen. Det var ingen kommentarer til dette. Reglementet trer i kraft straks.

Pkt. 9

a) Valgkomitéens forslag ble enstemmig vedtatt. T. Riste ble gjenvalgt som formann, med A. Graue som viseformann og O. Bratteng som styremedlem. Som varamenn ble H. Pettersen og L. Owren gjenvalgt. Som revisorer ble J. Debernard og R. Høier med Ø. Hauge som varamann gjenvalgt.

b) Til Fysikkrådet skulle det velges 3 representanter for 1975/76 og 3 representanter for 1976/77. Styret hadde sendt ut forslag på det dobbelte antall kandidater for hver periode. I tillegg til styrets forslag ble for 1975/76 foreslått. A. Brekke, Ø. Falch. Valget fikk følgende utfall: (Det ble ikke spesifisert hvem som skal være representanter og hvem som skal være varamenn, dette vil Hovedkomiteen selv avgjøre)

P. Nyborg (31)
T. Amundsen (28)
A. Haatuft (30)
R.S. Sigmond(27)
I. Svare (29)
R. Tangen(27)

Tallene i parentes er stemmetallene.

For perioden 1976/77 ble J. Feder, I. Røeggen, A. Svardal og I. Øverbø foreslått i tillegg til styrets forslag. Valget fikk følgende utfall:

A. Lofthus (31)
B. Slagsvold (28)
Ø. Falch (28)
F. Søraas (27)
H. Høgaasen(28)
K. Nybø (25)

Pkt 10

Tromsø står for tur til å ha Fysikermøtet i 1976. Selskapet vil da kunne feire 25 års jubileum.

Pkt. 11

Fra Lothe var det kommet brev hvor han ber om NFS's synspunkt angående en eventuell nedleggelse av Physica Norvegica. Det har vært kontakt mellom de nordiske videnskapsakademier om dette, man vil forsøke å samle seg om det svenske Scripta. Det ble en del diskusjon frem og tilbake, men alle meningsytringer gikk i retning av fullstendig nedleggelse av tidsskriftet.

Referent G. Jarrett

Fysikermøtet 1976 (25 års jubileum) vil bli holdt i Tromsø i dagene 28. juni – 1. juli.

Fysikermøtet 1975

Møtet i år var lagt til Universitetet i Bergen, og fant sted i dagene 18. - 20. juni. På formiddagen var det oversiktsforelesninger fra ulike deler av fysikken og om ettermiddagen var det ekskursjon, møter i faggruppene, parallellsesjoner med korte forskningsrapporter, årsmøte og et diskusjonsmøte. Det ble travle dager for møtedeltakerne.

Kjente utenlandske fysikere var invitert som gjesteforelesere; den ene av dem er allerede sikker kandidat til en Nobélpris. Det er professor Samuel C.C. Ting, MIT, som fortalte om

Brookhavengruppens leting etter nye partikler. Som kjent hadde de hellet med seg og fant ψ-partikkelen (eller J-partikkelen som Ting foretrekker å si). Dr. B.N. Mæhlum, FFI, fortalte om kosmisk geofysikk anno 1975, professor V. Canuto, NASA, ga en oversikt over kosmologiens stilling for tiden og dosent J.M. Hansteen, UiB, tok for seg hva som skjer når tunge joner kolliderer med atomer. I en sterk forelesning fortalte B.R. Mottelson, NORDITA, om hva som skjer når en kjerne settes i sterk rotasjon. Som en kunne tenke seg får den en flattrykning (sammenlign jordkloden), kanskje også en sigarlignende form inntil den ved enda høyere angulært moment flyr i filler.

Dr. Cecilia Jarlskog, CERN, satte de nyfunne partiklene inn i en større teoretisk sammenheng. Som vi har nevnt før i FFV er det nå håp om å kunne forene den svake og den elektromagnetiske vekselvirkningen i en og samme teori. De nye ψ-partiklene har uvanlig lang levetid, og det må derfor være en eller annen mekanisme som hindrer dem i å gå over til andre partikler . . . En har til nå tumlet med ideer om at elementærpartikler er bygd opp av kvarker med ulik «farge». En ny teori går ut på å utvide kvarkfamilien til fire med tre farger. Den fjerde kvarktypen C skulle så være byggesteinen i ψ-partikkelen og bærer av et nytt kvantetall «sjarme». På samme måte som ortopositronium ($\uparrow e^+ - \uparrow e^-$) har lengere levetid enn parapositronium ($\downarrow e^+ - \uparrow e^-$) vil en kvarksammensetning «ortosjarmonium» $C\bar{C}$ kunne få forholdsvis lang levetid. Både foreleseren og forelesningen var svært sjarmerende og ga god støtte for den nye teorien.

Ekskursjonen til Rafinor på Mongstad var meget vellykket. Anlegget imponerte oss alle. Det er fullstendig automatisert med datamaskiner som tar seg av alt fra lossing av tankbåtene til destillasjonen og framstillingen av de ulike bensin- og olje-kvaliteter ved samtidig tapping fra ulike lagertanker. Dagen før hadde det nye koksanlegget vært prøvd ut for første gang. Den «enkle serveringen» viste seg å være middag med kylling i anleggets kantine.

Diskusjonsmøtet hadde tittelen «Forskning-/teknologispiralen, hvor lenge skal fysikere henge med?». Referat av denne diskusjonen og referat av årsmøtet i NFS kommer et annet sted i bladet. Festmiddagen på Fløirestauranten ble en hyggelig avveksling midt i alle fysikkdiskusjonene.

O.St.

Norsk Fysikkråd

Årsmelding 1974/75

Styret har i perioden bestått av:

Formann: Professor Arnfinn Graue
Nestformann: Førsteamanuensis Jon Gjønnes
Styremedlemmer: Amanuensis Ove Bratteng
Lektor Knut Jostein Knutsen Forsker Harald B. Steen
1. Vararepresentant: Professor Roald Tangen
2. Vararepresentant: Dosent Reidar S. Sigmond

Sekretær: Instituttsekretær Egil Dale har fungert som sekretær.

Siste årsmøte ble avholdt fradag 19. april 1974. Styret har hatt 2 møter h.h.v. 17. desember 1974 og 20. januar 1975.

Nestformannen, førsteamanuens John Gjønnes har i det meste av meldingsperioden vært i Japan, og i hans sted har professor Roald Tangen møtt til styremøtene. Dosent Reidar S. Sigmond er blitt innkalt som varamann for amanuensis Ove Bratteng til et styremøte.

Den midlertidige ordning med sekretærassistanse, der utgiftene blir dekket av Hovedkomiteen for norsk forskning, er opprettholdt i meldingsperioden.

På siste årsmøte drøftet Rådet Norges rolle i internasjonalt forskningsamarbeide. En drøftet videre forslaget om anskaffelse av en syklotron til Fysisk institutt, Universitetet i Oslo. En fant forslaget vel begrunnet og ga det sin støtte. Styret fikk fullmakt til å utarbeide en detaljert uttalelse som ble sendt til Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo. Til orientering for Rådets medlemmer kan det opplyses at Universitetet i Oslo siden har utarbeidet forslag til finansieringsplan der tilsagn om bevilgninger fra NAVF er innarbeidet. Kontraktsforhandlinger kan først finne sted etter at Stortinget eventuelt har bevilget midler til prosjektet over statsbudsjettet 1976.

På siste årsmøte drøftet Rådet også det innsamlede materiale vedrørende norske forskningsgrupper i fysikk i 1973. Styret har arbeidet videre med saken og sendt oversikten til samtlige gruppeledere.

Styret har i meldingsperioden studert de nye undervisningsplanene i fysikk og matematikk for

ungdomsskolen og den videregående skole. En er kommet til at disse planer vil medføre store forandringer i undervisningsopplegget i fysikk og har derfor satt opp som eget punkt på dagsorden for årsmøtet 1975 drøfting av de nye undervisningsplanene i fysikk i den videregående skole.

Styret har i meldingsperioden innhentet opplysninger om EISCAT-prosjektet som Rådet anbefalte i sitt møte den 20. juni 1973. Universitetet i Tromsø har sammen med NAVF nå påtatt seg Norges andel av de økonomiske forpliktelser både når det gjelder kapitalinvesteringer og driftsutgifter. Det er utarbeidet en avtaletekst for EISCAT som hittil er tiltrådet av Frankrike, Vest-Tyskland og Norge. Det er opprettet en internasjonal styringsgruppe der de formelle forhandlinger foregår, og en prosjektgruppe der det arbeides med koordinering av de tekniske forprosjekter.

Når det gjelder ESA (European Space Agency) hvor styret i Norsk Fysikkråd ikke fant å kunne prioritere grunnprogrammet foran andre større prosjekt i norsk fysikk, vil det være kjent at Regjeringen ikke gikk inn for fullt medlemsskap. Derimot er saken om medlemsskap i MAROTS (maritim satellittkommunikasjon) senere blitt tatt opp, og Utenriksdepartementet har nå inngått avtale om norsk medlemskap med NTNF som teknisk utøvende organ.

Vedrørende nordisk samarbeid innenfor eksperimentell kjernefysikk, anbefalte Fysikkrådet sterkt en formalisering av dette på sitt møte 20. juni 1973. Til orientering kan det nå opplyses at Nordisk ministerråd 1. juli 1974 opprettet «Nordisk Samarbeidskomite for akseleratorbasert forskning».

Styret

Norsk Fysikkråd

Referat fra årsmøte 7. mars 1975

Møtested: Hovedkomitéen for norsk forskning, Akersgt. 49, Oslo

Til stede: Førsteamanuensis Jon Gjønnes, Univ. i Oslo, Professor Arnfinn Graue, Univ. i Bergen, Dosent Ove Harang, Univ. i Tromsø, Lektor Knut Jostein Knutsen, Norsk fysisk selskap, Lektor Gunnar Kvifte, Norsk fysisk selskap, Førstelektor Kjell Mork, Univ. i Trondheim, Universitetslektor Kårmund Myklebost, Univ. i Bergen, Universitetsstipendiat Eivind Osnes, Univ. i Oslo, Laboratorieingeniør Jakob Sandstad, Norsk fysisk selskap, Dosent Reidar S. Sigmond, Norsk fysisk selskap, Forsker Harald B. Steen, Radiumshospitalet, Instituttsjef Kjell Steenberg, Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Professor Roald Tangen, Norsk fysisk selskap.

Dessuten møtte: Inspektør Sigmund Austenå, Univ. i Bergen, Lektor Knut Michelsen, Oslo Katedralskole, Instituttsekretær Egil Dale, Univ. i Bergen (referent)

Forfall: Dosent Kjell Bløtekjær, SINTEF, Amanuensis Ove Bratteng, Univ. i Tromsø, Direktør Viking O. Eriksen, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, Dosent Eivind Hiis-Hauge, Univ. i Trondheim, Professor Gotfred Kvifte, Norges Landbrukshøgskole, Høgskolelektor Per Nyborg, Norsk fysisk selskap, Forsker Trygve Røed Larsen, Norges almenvitenskapelige forskningsråd, Ass. direktør Henry Viervoll, Sentralinstituttet for industriell forskning.

Utsendte dokumenter: Utdrag fra Læreplan for den videregående skole vedr. midlertidig fagplan for naturfag, samt utdrag fra Læreplan for gymnaset vedr. fagplaner i fysikk for naturfaglig linje.

Det var ingen merknader til innkalling og dagsorden – denne ble godkjent.

Før rådet gikk til behandling av dagsorden opplyste formannen at lektor Magne Alfsen som skulle delta i paneldiskusjonen under sak 4, hadde meldt sykdomsforfall og at inspektør Sigmund Austenå ved Pedagogisk Seminar i Bergen på kort varsel hadde påtatt seg å delta i panelet.

Sak 1. Åpning. Valg av møtedirigent, oppnevning av valgkomité.
Formannen ble valgt til møtedirigent. Følgende ble oppnevnt til valgkomité: lektor Kvifte, dosent Sigmond, professort Tangen.

Sak 2: Årsmelding.
Årsmeldingen ble fremlagt på møtet. Formannen gjenomgikk årsmeldingen. Herunder ga han en kort redegjørelse for utviklingen av syklotronprosjektet ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, som Rådet ga sin støtte på Årsmøtet i 1974, og opplyste at Univ. i Oslo nå hadde utar-

beidet en finansieringsplan som var oversendt KUD. I denne forbindelse kommenterte Osnes «overskridelsen» på syklotron-prosjektet på ca. 1,6 mill. kr. (ca. 6 mill. kr. mot prosjektert 4,4 mill kr.) og ga en redegjørelse for hvordan de 1,6 mill kr. vil bli dekket.

Formannen orienterte også om Eiscat prosjektet og opplyste at NAVFs fagråd D har vedtatt å støtte prosjektet med kapitalinvesteringer på 0,5-1 mill. kr. pr. år i en 3-års periode, og driftsutgifter med 300-350.000 kr. over en 10-års periode. Dessuten har Universitetet i Tromsø vedtatt å bevilge 250-350.000 kr pr. år til driftsutgifter, og har på sitt budsjett foreslått 3 mill. kr. til bygninger for Eiscat, av disse 3 mill. kr. er det for 1975 bevilget 2,5 mill. kr. Det skulle etter dette være sikret både kapitalinvesteringer og driftsmidler for Eiscat-prosjektet.

Etter at årsmeldingen var gjennomgått etterlyste Osnes styrets behandling av rekrutterings- og bemanningssituasjonen i norsk fysikk. Formannen lovte at denne saken skulle bli tatt opp på første styremøte. Rådet vedtok et forslag fra Gjønnes om å be styret om å innlede neste årsmelding med en kortfattet oversikt over norsk fysikk. Oversikten skulle dels være basert på innsamlet materiale fra forskningsgruppene i fysikk, dels på tilgjengelig informasjon fra institusjonene.

Årsmeldingen ble deretter godkjent.

Sak 3. Valg

Valgkomitéen satte frem følgende forslag til styre for 1975: Graue, formann, Gjønnes, nestformann, Bratteng, Knutsen og Steen medlemmer, Sigmond første og Osnes annen varamann.

Da det til Årsmøtet ikke forelå oversikt over oppnevning av medlemmer for neste periode, ble Hiis-Hauge og Steenberg foreslått oppnevnt som reserve-varamenn i nevnte rekkefølge.
Det ble ikke fremmet andre forslag til kandidater og valgkomitéens forslag ble vedtatt enstemmig.

Sak 4. Drøfting av de nye undervisningsplanene i fysikk i den videregående skole.

Til innledningspanel ved drøftingen av denne saken hadde Rådet innbudt inspektør Sigmund Austenå, Pedagogisk Seminar og lektor Knut Michelsen, Oslo Katedralskole.

Formannen ønsket innlederne velkommen til møtet og uttalte at styret er kjent med at det har vært ført en utstrakt debatt i skolen om de nye undervisningsplanene. Styret har også drøftet både matematikkens og fysikkens plass i disse planer og har følt et behov for at Norsk Fysikkråd skulle bli informert gjennom en diskusjon der erfarne skolefolk kunne få gitt uttrykk for sitt syn. Formannen overlot deretter ordet til panelet, der inspektør Austenå var første innleder.

Austenå pekte i sitt innlegg på utviklingen i norsk skole der det skjer en sammensmelting av det «tradisjonelle» gymnas med andre yrkesutdannede skoleslag, og på denne bakgrunn var det etter hans mening nødvendig med en fornyelse av undervisningsopplegget. Han skisserte deretter de generelle trekk ved de nye fagplanene, alternativ A og alternativ B. Alternativ B er stort sett en tillempning av fysikkplanen for det «tradisjonelle» gymnas. Austenå opplyste at de fleste reformgymnas og gymnas med ny struktur i inneværende skoleår leser fysikk etter alternativ B, og opplyste at det bare er noen få skoler som følger A-alternativet. Han nevnte også at det har vært en relativ bastant motstand mot alternativ A blant fysikklærere i gymnaset. Austenå gikk deretter nærmere inn på alternativ A. Han omtalte inndelingen i *kjernestoff* og *tilvalgstoff* og pekte på prinsippet bak planen, som har vært å sikre et minimum av eksakte kunnskaper som grunnlag for meningsfylt arbeid med faget. Når dette grunnlag er lagt, skal elevene kunne fordype seg i mer eller mindre avgrensede områder av faget, *hvilke* områder en arbeider med er av mindre betydning. En prøver å legge vekt på *metoder* som er vesentlige i arbeidet med faget. Etter Austenås oppfatning gir alternativ A større muligheter for å imøtekomme virkelig flinke elever i skolen.

Austenå tok deretter spesielt for seg fysikken i Naturfag I som er obligatorisk i første klasse i den videregående skole. Han påpekte at lærebøkene i faget etter hans oppfatning ikke var særlig velegnet idet de i for stor utstrekning var «komprimerte» realgymnasfremstillinger av fysikkemner.

Det har vært hevdet at planen gir et svakere grunnlag for videregående studier idet en har vist til reduksjon i timetall for fysikken og til den foreslåtte valgfriheten innenfor tilvalgsfag og studieretningsfag.

Austenå konstaterte at når det gjelder grunnskolen er reduksjonen både absolutt og prosentvis følbar.

Fysikken har ikke lenger den plass og status som tidligere i folkeskole og realskole samlet. Her deler imidlertid fysikken skjebne med flere andre orienteringsfag. Hva angår nivået i fysikk i den videregående skole, mente han at valgfriheten innenfor tilvalgsstoffet i seg selv ikke ville senke nivået. Austenå mente at plan A kun-

ne gi et høyere nivå fordi spesielt arbeidsmetodene og emnevalget er mer i pakt med den generelle målsetting for skolen. De flinke og modne elever og den dyktige og interesserte lærer får større muligheter til å arbeide med stoffet fordi elevene oftest har små forutsetninger når det gjelder å foreta valg. Det kan også by på problemer å plassere valgstoffet i leseplanen for skoleåret. Lektor Michelsen mente dessuten at skolene ikke hadde de nødvendige ressurser å sette inn hvis plan A forsøkes generelt innført. Han mente også at det var en svakhet ved fysikkplanene både pedagogisk og faglig sett at man kunne avslutte fagstudiet etter hvert årskurs.

Etter å ha gjennomgått plan A i noen større detalj, konkluderte han med at den virket for løst oppbygget. Han mente at man i et såpass krevende fag må ha krav på et mer gjennomprøvet opplegg før større endringer blir gjennomført. Alternative studieplaner må gradvis utprøves.

Til avslutning på sitt innlegg understreket Michelsen spesielt at fagplan A ikke måtte bli påtvunget fysikklærerne.

I debatten som fulgte etter innledningsforedragene ble mange synspunkter på de nye undervisningsplanene drøftet. Det ble av flere hevdet at reduksjonen av det obligatoriske stoff og innføring av stor valgfrihet er en svakhet ved planene. En større del av pensum burde være felles for alle elever som velger fysikk-kurs i den videregående skole. Andre var derimot ikke så redd for den store spredning i emner, men syntes det var verre med nivåsenkningen som skjer på grunn av tendensen at alle skal ha gymnas.

Læreboksituasjonen for de forskjellige kurs ble tatt opp og det var enighet om at det burde nedlegges et større arbeide på å utarbeide mer egnete lærebøker, samstemt til hverandre og tilpasset de forskjellige trinn.

Rådets medlemmer var bekymret over «flukten» fra fysikken. Det ble videre hevdet av både tilhengere og motstandere av de nye undervisningsplanene, at matematikkens reduserte stilling i den videregående skole var ytterst alvorlig, og ville få konsekvenser for fysikkundervisningen uavhengig av valget av fagplan A eller B.

Det ble av flere rådsmedlemmer stilt spørsmål om hva Fysikkrådet bør gjøre i den foreliggende sak. En drøftet bl. a. hvilken betydning en uttalelse fra Rådet kunne få.

Rådet vedtok til slutt å be Styret om å utarbeide en uttalelse om saken på grunnlag av debatten på årsmøtet. Uttalelsen forutsettes å gå på sirkulasjon til rådsmedlemmene.

Sak 5 Eventuelt

Graue tok opp spørsmålet om og i tilfelle når Norsk Fysikkråd skal foreta en ny oppdatering av norsk fysikk. Gjønnes viste her til sitt forslag om en kortfattet oversikt i forbindelse med neste årsmelding. Styret forutsettes å arbeide videre med saken.

Møtet hevet kl. 17.00.

Arnfinn Graue
formann

TIL LESERE OG VENNER AV «FRA FYSIKKENS VERDEN».

På årsmøtet i NFS i sommer kom det fram at økonomien til «Fra Fysikkens Verden» er blitt svært dårlig i løpet av de siste par år på grunn av stigningen i papirpris og trykningsomkostninger. For å kunne gi ut FFV i år må en tære på oppsamlede reserver i en grad som gjør at en kan forutsi den dagen da tidsskriftet må innstille. Det er mange som mener at FFV har en stor misjon innen vår krets av gymnaslærere, universitetslærere og forskningspersonell. Vi har alle behov for å vite hva som skjer innenfor andre områder av fysikken enn dem vi arbeider med selv. Vi trenger et blad der nye resultater og gjennombrudd i fysikkens fremste forskningsfront raskt kan meddeles på en lettfattelig måte. Fysikken er den del av vår kulturarv som kanskje sterkest har bidratt til vår nåværende materielle velstand, men samtidig har fysiske forskningsresultater, både eksperimentelle og teoretiske, store konsekvenser for vårt syn på materien, på universet, hvordan begynte det – hvor går verden? Dette er selvfølgeligheter for de fleste av oss. Skal ikke et rikt samfunn ha råd til å holde i gang et lite blad der slike emner blir behandlet? For å kunne holde FFV i gang foreslår jeg derfor at alle interesserte lesere av bladet i første omgang prøver å øke utbredelsen av det ved selv å tegne et personlig abonnement eller gi bort gaveabonnement. Dette, sammen med en økning av abonnementsprisen og større støtte fra det offentlige (NAVF) vil forhåpentlig redde FFV gjennom krisen.

Olav Steinsvoll

Rettelse

I referatet fra NFS årsmøte 1974 (FFV nr. 1, 1975) er falt ut en setning nederst på side 5: Resolusjonen ble også sendt til presidenten for Sovjetsamveldets vitenskapsakademi.

Normal drift av kjernekraftverk

Er det riktig at stråledosene fra utslipp til atmosfæren er så lave?

U. Tveten og Dag Thomassen

Innledning

Under normal drift av et kjernekraftverk vil det være et visst utslipp av radioaktive stoffer til atmosfæren, men beregning av de resulterende stråledoser viser at disse er fullstendig uten betydning. Forsøk på å måle stråledoser rundt kjernekraftverk viser at stråledosene pga. utslipp fra kjernekraftverket er svært lave sammenlignet med den naturlige bekgrunnsstrålingen. I det følgende vil vi forsøke å forklare, på en mye grundigere måte enn det er vanlig i såkalte «opplysende» artikler, sammenhengen mellom utslipp og dose.

Vi vil gjøre dette ved å ta for oss et sett beregninger og gå gjennom disse i detalj. De beregningsmetoder som beskrives vil nødvendigvis være noe enklere enn de som vanligvis benyttes, og vil også være noe mer konservative, det vil si de beregnede doser vil være endel høyere enn det som ventes.

Fisjonsprodukter i brenselet

Under reaktordrift bygges det opp fisjonsprodukter i brenselselementene. De fleste av disse er radioaktive og sender ut gamma- og betastråling. Størstedelen av fisjonsproduktene og deres datter-produkter er bundet i urandioksydet hvor de dannes, men fra et tynt sjikt på overflaten av brenselsmaterialet vil en del flyktige fisjonsprodukter lekke ut til gassvolumet i brenselsstavene, mellom brenselet og innerkapslingen.

Erfaring viser at det kan oppstå små lekkasjer i kapslingen, og gjennom disse lekkasjene kan noe av de flyktige fisjonsproduktene komme ut i kjølemediet. I alt vesentlig er det edelgassene krypton og xenon og halogenene jod og brom som er av betydning.

Kort resymé av spredning og virkning

De radioaktive stoffene som lekker ut i kjølemediet, vil bringes videre gjennom reaktorsystemet, og noen av dem vil etter å ha passert gjennom et avgass-system slippes ut i atmosfæren gjennom skorsteinen. Hvilke stoffer og hvor meget som slippes ut avhenger av hvordan avgass-systemet og reaktorsystemet forøvrig er bygget opp. Filtre av forskjellige typer vil fjerne det meste av de radioaktive stoffene, bortsett fra edelgassene, og forsinkelse av gassene i systemet vil føre til reduksjon av de radioaktive stoffene som har kortere eller midlere halveringstid.

De radioaktive stoffene som slippes ut til atmosfæren, vil fortynnes i luften og føres bort fra utslippsstedet med vinden. Dette vil føre til bestråling av forskjellig art til personer i omgivelsene.

Gamastråling fra de radioaktive stoffene vil gi stråledose til hele kroppen. Denne omtales som helkroppsdosen, og da en person vil motta stråling fra ganske store deler av luften omkring, må helkroppsdosen bestemmes ved integrasjon over luftvolumet.

Betastråling har kort rekkevidde og vil derfor bare gi dose til huden. Denne omtales følgelig som en huddose. Klærnes beskyttende virkning vil vi se bort fra. Vi har også sett bort fra den genererte bremsestrålingen.

Kroppen vil også oppta visse stoffer, hvis de finnes i luft som pustes inn. Ved normalutslipp fra et kjernekraftverk er det bare jod som har betydning i denne forbindelse. Jod opptas av blodet og avsettes i skjoldbruskkjertelen, som på den måten mottar en stråledose. Mengden radioaktivt jod i skjoldbruskkjertelen vil så reduseres av to grunner: radioaktiv nedbrytning og den biologiske utskiftning av stoffer i kroppen.

Lekkasjeveier

Som nevnt ovenfor kan en del flyktige fisjonsprodukter lekke ut til reaktorvannet gjennom små hull i kapslingen. Edelgassene løses bare i liten grad i vannet, og vil kontinuerlig fraskilles vannet under normal drift. Derimot vil stoffene jod og brom i stor utstrekning løses i

Inst. for atomenergi, Kjeller.

vannet, og vil bare i liten grad fraskilles. Ved lekkasje på rørene i dampgeneratorene (dette gjelder for trykkvannsreaktorer) vil en del av de radioaktive stoffene som finnes i primærkretsen lekke over til sekundærkretsen. Dette kan lede til utslipp via avgassene fra sekundærkretsen og via ventilasjonsluften fra rom som omgir deler av denne kretsen.

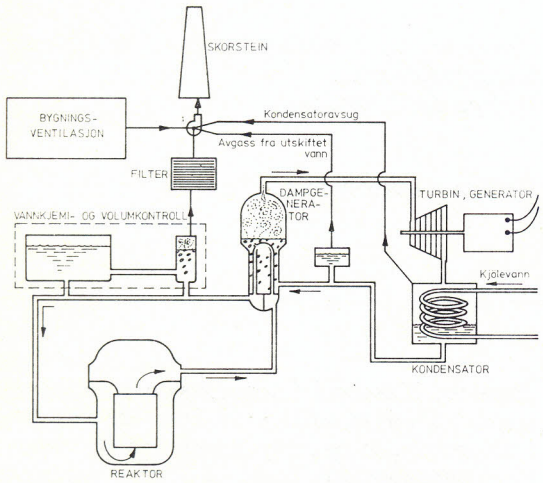


Fig. 1. Skjematisk oversikt over en trykkvannsreaktor.

Også en del andre steder i systemene er det mulighet for lekkasje som kan føre til utslipp av radioaktive stoffer til atmosfæren.

Hvilke lekkasjeveier er viktige?

Utslipp av radioaktive stoffer til atmosfæren under normal drift kan skje via ventilasjonssystemene og via avgass-systemene for primærkretsen. For en trykkvannsreaktor kan de også skje via sekundærkretsen. I denne artikkelen har vi valgt å konsentrere oss om en trykkvannsreaktor. Grunnen til dette er at forholdene ved en trykkvannsreaktor best lar seg tilpasse forenklede beregningsmetoder. Lekkasjeveiene for en trykkvannsreaktor er angitt i tabell 1. Det er også angitt en del opplysninger om systemenes funksjon og om utstyret. Figur 1 er en skjematisk fremstilling av en trykkvannsreaktor og kan hjelpe forståelsen av tabell 1. Alle utslipp måles og kan om nødvendig reguleres.

Hva slipper ut?

I 1973 publiserte den amerikanske atomenergikommisjonen, United States Atomic Energy Commission, USAEC (ref. 1) et stort arbeid som gir retningslinjer for de deler av konstruksjonen som bestemmer utslippet av radioaktive stoffer til omgivelsene. De utslippsmengder som er forutsatt i denne artikkelen, er basert på data fra denne referansen.

Dagens reaktoranlegg dimensjoneres for normalt å kunne drives med lekkasje fra en liten del av brenselsstavene. Våre beregninger er basert på lekkasje fra 0.25 % av brenselsstavene. Beregningene er utført for et kjernekraftverk med effekt 1000 MWe.

De isotopene som er av betydning for stråledosene til personer i omgivelsene under normal drift, er angitt i tabell 2. Der angis foruten halveringstid også radioaktiv datterisotop (når nedbrytningen resulterer i en slik), og den gammaenergien som sendes ut i forbindelse med nedbrytningen. Dessuten angis eventuelle betapartiklers maksimale energi.

Avhengig av mengden av fisjonsprodukter via forskjellige lekkasjeveier og deres egenskaper kan det komme på tale å gjøre et av følgende:

a) Slippe dem direkte ut.
b) Gi dem en forsinkelse før utslipp.
c) Absorbere dem i filtre.

Behandlingen av avgassene fra de forskjellige lekkasjeveier (utslippskilder) er angitt i tabell 1 for et trykkvannsreaktorsystem av den typen som vi har utført beregninger for i denne artikkelen.

I vårt beregningsmeksempel vil avgassene fra primærsystemets vannkjemisystem bli filtrert for å redusere avgassenes jodinnhold med en faktor ti. Så vil avgassene forsinkes i 40 døgn slik at de kortlivede isotopene gis tid til å dø ut.

Ventilasjonsluften kan inneholde radioaktive edelgasser og halogener. Mengden av edelgasser i ventilasjonsluften er ubetydelig sammenlignet med dem som frigjøres via avgassene, og mengden av halogener i ventilasjonsluften er betydelig større enn i de behandlede avgassene, men likevel så små at ventilasjonsluften slippes direkte ut via skorsteinen.

For avgassene fra det sekundære systemet gjelder også at mengden edelgasser er ubetydelig i forhold til dem i avgassene fra primærsystemet, og avgassene fra sekundærsystemet slippes derfor direkte ut til omgivelsene gjennom skorsteinen. Mengden av halogener er større enn i avgassene fra primærsystemet, men mindre enn i ventilasjonsluften.

Utslippskilder	Behandling
1. Avgasser fra primærsystemet	
a. Avgass fra reaktorens vannkjemisystem under drift	40 dagers oppholdstid for radioaktiv desintegrasjon. Reduksjon av mengden halogener med en faktor 10 ved hjelp av kullfiltre. Utslipp til skorstein.
b. Avgass fra reaktorens vannkjemisystem ved avstengning	
2. Avgasser fra sekundærsystemet	
a. Avgass fra nedblåsningsvann	Ventileres til hovedkondensator via en ventileringsforbindelse. Utslipp via skorsteinen.
b. Avsug fra hovedkondensatoren	
c. Avsug fra turbinens sperredampkondensator	
3. Ventilasjon	Utslipp via skorsteinen.
a. Sikkerhetsbeholder	
b. Hjelpeutrustnings- og avfallsbygning	
c. Turbinbygning	

Tabell 1. Lekkasjeveiene for en trykkvannsreaktor.

Fortynning av atmosfæren

De radioaktive stoffene som slippes ut vil føres av sted med vinden og fortynnes i luften. Graden av fortynning vil avhenge av vindhastigheten og av de såkalte atmosfæriske stabilitetsforhold, foruten av tidsforløpet på utslippet. De atmosfæriske stabilitetsforhold gir uttrykk for turbulensforholdene i luften. Stabile forhold innebærer liten turbulens og langsom fortynning, ustabile forhold innebærer stor turbulens og rask fortynning. Nøytrale forhold ligger mellom disse to. Maksimal konsentrasjon i enhver avstand vil for et utslipp av kort varighet ligge i vindretningen og i høyde med utslippspunktet. Konsentrasjonsfordelingen på tvers av skyen anses å være Gaussisk både i vertikal og horisontal retning. Dette gjelder når vindretningen ikke har forandret seg i løpet av utslippstiden. Vanligvis vil jo vindretningen ikke være konstant over lengre tidsrom, og fluktuasjoner i vindretningen vil modifisere den gjennomsnittlige konsentrasjonsfordelingen i horisontal retning

Isotop	Halveringstid	Datterisotop	Total γ-energi pr. desintegrasjon (MeV)	Maksimal β-energi (MeV)
Kr83m	114 m	stabil	0.00081	–
Kr85m	4.4 t	Kr85	0.15	0.64
Kr85	10.7 år	stabil	0.0022	0.66
Kr87	76 m	stabil	0.83	3.15
Kr88	2.80 t	Rb88	2.03	0.89
Kr89	3.17 m	Rb89	1.95	3.9
Xe131m	12.0 d	stabil	0.0033	–
Xe133m	2.26 d	Xe133	0.033	–
Xe133	5.65 d	stabil	0.031	0.35
Xe135m	15.6 m	Xe135	0.42	–
Xe135	9.14 t	stabil	0.25	0.90
Xe137	3.81 m	Cs137	0.46	3.5
Xe138	14.2 m	Cs138	0.65	2.4
I131	8.07 d	stabil	0.38	0.54
I133	21.0 t	Xe133m Xe133	0.66	1.16

Tabell 2. Radioaktive egenskaper for de viktigste stoffene for doseberegninger under normal drift.

på tvers av skyen. Et kontinuerlig utslipp er det ekstreme tilfelle, gjennomsnittskonsentrasjonen horisontalt, normalt på vindretningen kan være flat innen begrensede sektorer. Er det samme sannsynlighet for at vinden blåser i enhver retning innen f. eks. en 30° sektor omkring retning Nord, fører det til at innen denne 30° sektoren vil den gjennomsnittlige konsentrasjonsfordeling være flat. Ligningen som er brukt for beregning av konsentrasjoner her i denne artikkelen, har vi valgt å presentere sammen med selve beregningene, og de finnes i avsnittet «Tidsintegralet av konsentrasjonen».

Enheter som benyttes i strålehygiene

Før vi går inn på beregningsmetodene for å bestemme stråledoser er det en fordel å se nærmere på en del definisjoner. Det lar seg nemlig gjøre å utlede enkle beregningsmetoder direkte fra disse definisjonene.

To ofte benyttede enheter er rad og rem. Rad er en enhet som beskriver den absorberte energi pr. masseenhet, mens rem angir biologisk virkning av strålingen.

Den internasjonale komiteen for radiologiske enheter og målinger (ICRP) har i ref. 2 gitt definisjonen for dose som

$$D = \frac{\Sigma E_{in} - \Sigma E_{ut} + \Sigma Q}{\Delta M}$$

hvor

- ΣE_{in} – den totale energien for alle direkte og indirekte joniserende partikler som har kommet inn i et volum ΔV (hvileenergier unntatt)
- ΣE_{ut} – den totale energien for alle direkte og indirekte joniserende partikler som har forlatt volumet ΔV (hvileenergier unntatt)
- ΣQ – summen av all frigjort energi minus summen av energien benyttet til kjernereaksjoner, overganger og elementærpartikkelprosesser inenfor volumet ΔV
- ΔM – massen innenfor volumet ΔV.

For alle praktiske formål er energiavsetningen lik den genererte varme, unntakene er når bestrålingen endrer bindingen atomene i mellom. Rad er enheten for absorbert dose, slik at 1 rad = 100 erg/g.

Konsekvensen av joniserende stråling for biologisk vev er ikke bare avhengig av avsatt energi pr. masseenhet. For å få en størrelse som angir den biologiske effekt, må man multiplisere den spesifikke energiavsetning med en vektfunksjon som beskriver forskjellige typer strålings relative biologiske effektivitet. Denne vektfunksjonen, den relative biologiske effektivitet, er sterkt avhengig av jonisasjonstettheten langs en joniserende partikkels spor. Rem er enheten for biologisk dose, og dose i rem er lik dose i rad multiplisert med relativ biologisk effektivitet.

For både gamma- og betastråling er den relative biologiske effektivitet lik 1. Det betyr at tallverdien for dosen målt i rem for γ- og β-stråling er den samme som for dosen målt i rad.

Hvordan beregnes dosene?

Her skal vi antyde hvordan doser av forskjellig art kan beregnes når konsentrasjonen av radioaktive stoffer er kjent. De radioaktive stoffene som slippes ut av skorsteinen, føres avgårde med vinden, og ved bruk av beregningsmetoder for atmosfærisk spredning (som vi kommer nærmere inn på litt senere i artikkelen), kan man finne konsentrasjonen i en bestemt posisjon. Derfra skal så dosene bestemmes. I den forenklede modellen som vi skal bruke her, antas det nå at vi har en uendelig sky med radioaktive materialer der konsentrasjonen overalt er den samme. Da vet vi at absorpsjonen pr. masseenhet må være lik kilden pr. masseenhet. I hovedavsnittet før dette ser vi at dosen i rad er absorbert energi pr. masseenhet (1 rad = 100 erg/g). Av dette følger at dosen (i første omgang for betastråling) er

$$\dot{D}_{\beta\infty} = \frac{\bar{E}_\beta (1.6 \cdot 10^{-6})\,(3.7 \cdot 10^{10})\,\chi}{(1293) \cdot (100)}$$

der

$\dot{D}_{\beta\infty}$ er betadosen pr. tidsenhet fra en uendelig sky (rad/s)

$\bar{E}_\beta$ er midlere beta-energi pr. desintegrasjon (MeV)

$1.6 \cdot 10^{-6}$ omregningsfaktor fra MeV til erg (erg/MeV)

χ – Konsentrasjon av beta-radioaktiv isotop (Ci/m^3)

$3.7 \cdot 19^{10}$ omregningsfaktor, antall desintegrasjoner pr. sekund pr. Curie

1293 – luftens tetthet ved standard trykk og temperatur (g/m^3) . .

100 – omregningsfaktor, rad til erg/g (erg/g rad)

Ligningen er altså rett og slett den radioaktive kildens energi pr. masseenhet, og dette er det samme som absorbert energi pr. masseenhet, og så er det delt på hundre for at det skal bli uttrykt i rad. Utregnet får vi: $\dot{D}_{\beta\infty} = 0.457\ \bar{E}_\beta\ \chi$.

I vårt regneeksempel er vi interessert i dosen i løpet av et helt år, dvs. tidsintegralet av $\dot{D}^\beta{}_\infty$ over ett år:

$$D_{\gamma\infty} = 0.457\ \bar{E}_\beta \int_0^{1\text{ år}} \chi(t)\,dt$$

Dette er dosen fra betastråling. Vi har god sikkerhetsmargin når vi antar at skyen er uendelig i utstrekning. Men rekkevidden til betastråling er kort, så feilen (på grunn av denne antagelsen) er ikke så stor når skyen har en viss utbredelse og konsentrasjon ikke varierer for brått.

Rekkevidden for gammastråling er meget lengre, og derfor forårsakes gammadosen delvis av gammastråling fra deler av skyen som er opptil noen hundre meter fra dosepunktet. Ved antagelsen om en uendelig sky forutsettes det at konsentrasjonen av radioaktive stoffer er den samme overalt. Hvis dosepunktet er på skyens senterlinje, er i virkeligheten konsentrasjonen i de fleste andre deler av skyen lavere enn i dosepunktet. Og derfor fører antagelsen om en uendelig sky til at de beregnede gammadoser blir for store. Sikkerhetsmarginens størrelse avhenger av hvor brått konsentrasjonen varierer. Likevel er det, for å gjøre enkle beregninger mulig, ved beregning av gammadosen brukt en ligning av akkurat samme type som ved beregning av betadosen, og de beregnede doser vil altså være for høye.

Ligningen som er brukt for beregning av gammadosen er

$$\dot{D}_{\gamma\infty} = 1.11 \cdot 0.457\,\bar{E}_\gamma \int_0^{1\text{ år}} \chi(t)\,dt =$$

$$= 0.5\ \bar{E}_\gamma \int_0^{1\text{ år}} \chi(t)\,dt$$

Her er

$\bar{E}_\gamma$ – midlere gammaenergi pr. desintegrasjon (MeV)

$\chi(t)$ – aktivitetskonsentrasjonen i det ønskede punkt ved tiden t (Ci/m^3)

0.457 – fremkommer på samme måte som for β-stråler

1.11 – forholdet mellom elektrontettheten pr. masseenhet i vev og luft

Stråledoser som skyldes radioaktivt jod må beregnes på en annen måte enn huddosen fra betastråling og helkroppsdosen fra gammastråling. For jod er det nemlig ikke helkroppsdosen eller huddosen som er viktig, men den såkalte skjoldbruskkjerteldosen. Når jod innåndes, vil det opptas i blodet, og størstedelen vil deretter avsettes i skjoldbruskkjertelen, en kjertel som har med stoffskiftet å gjøre. Hvis det opptatte jod er radioaktivt, vil skjoldbruskkjertelen bli utsatt for stråling som kan skade kjertelen.

Ved normal drift av et kjernekraftverk vil både bestrålingen til hele kroppen og til skjoldbruskkjertelen foregå fordelt over hele året. Dosens størrelse avhenger av utslippet og av værforholdene. To naturlige prosesser fører til kontinuerlig reduksjon av innholdet av radioaktivt jod i kjertelen. Den ene er en radioaktiv nedbrytning, som for den viktigste jodisotopen har en halveringsgrad på åtte døgn. Den andre er biologisk utskiftning, som for jod i skjoldbruskkjertelen foregår med en halveringstid på 138 døgn.

Nå har vi rett ut fra definisjonene for dose utviklet forenklede ligninger for beregning av betadose og gammadose. Sammenhengen mellom skjoldbruskkjerteldose og jodkonsentrasjon i luft lar seg ikke utvikle ved tilsvarende enkle betraktninger. Skjoldbruskkjerteldosen er proporsjonal med jodkonsentrasjonen og det luftvolumet personen puster pr. tidsenhet. Personens alder er også av stor betydning.

Dosen til skjoldbruskkjertelen over et år er:

$$D_S = DCF \int_0^{1\text{ år}} \chi(t)\,dt$$

hvor

D_S– skjoldbruskkjerteldosen (rem)

DCF – dosekonversjonsfaktor avhengig av isotopblanding, pustehastighet og personens alder (rem · m^3/Ci ·s)

Dosekonversjonsfaktorer for en del isotoper for voksne og barn med en gjennomsnittlig pustehastighet er gitt i tabell 3.

	Voksne	Barn
I131	290	980
I132	3.73	12.60
I133	72.50	245
I134	0.74	2.50
I135	16.0	54

Tabell 3. Dosekonversjonsfaktorer for 5 jodisotoper for voksne og barn (rem·m^3/Ci·s).

Det som er omtalt i dette hovedavsnittet, er nærmere beskrevet i ref. 3.

Innebygget i ligningene for beregning av beta- og gamma-dose ligger enda en forenkling som også medvirker til at de dosene som beregnes blir høyere enn om de var beregnet med mer eksakte metoder. I en uendelig radioaktiv sky i luft vil strålingsfluksen overalt være lik. Når noe av denne luften blir erstattet med et annet stoff (i vårt tilfelle en person), vil fluksen i og omkring personen forandres; den vil reduseres. Absorbert energi er proporsjonal med fluksen, så derfor vil de beregnede doser være for høye når man ser bort fra denne effekten.

Gammadosen vil i realiteten variere for forskjellige deler av kroppen, og vil være lavest for de deler som er «lengst inne» i kroppen. Likevel er det i beregningene i denne artikkelen sett bort fra denne effekten, og gammadosen er satt lik gammadosen i luft.

Betastråling har derimot så kort rekkevidde at ikke noe trenger gjennom kroppen. Praktisk talt all betastråling absorberes derfor som før nevnt i huden. Derfor vil huddosen forårsakes bare av stråling som faller inn mot kroppen. Betadosen i luft vil derimot forårsakes av betastråling fra alle retninger. Derfor er huddosen fra betastråling temmelig nær halvparten av betadosen i luft. Beregningene i denne artikkelen er utført slik at huddosen fås ved at resultatene fra ligningen for betadose i hovedavsnitt «Hvordan beregnes dosene?» divideres med to. Huddosen vil i realiteten ytterligere reduseres på grunn av klærnes skjermende virkning.

Værstatistikk

For å kunne beregne dosene i områdene rundt et kjernekraftverk må man vite endel om de lokale meteorologiske forholdene. Ved målinger over lange tidsperioder bestemmes vindretningsfordelingen, vindhastighetsfordelingen og stabilitetsfordelingen, og dessuten koblingen mellom disse. Det kan f. eks. være at når vinden blåser i en bestemt retning, er det ofte stabilt vær, og det kan også være at når det er stabilt vær, er det også som oftest lav vindhastighet.

Disse meteorologiske data brukes til å bestemme persondoser i forskjellige retninger. Her i denne artikkelen, hvor vi har bestemt oss for å finne en maksimalverdi, er beregningene utført bare for *en* fremherskende vindretning.

Tidsintegralet av konsentrasjonen

I alle ligningene for doser som er vist i hovedavsnitt «Hvordan beregnes dosene?» inngår tidsintegralet av konsentrasjonen. Konsentrasjonen varierer jo med avstanden fra utslippspunktet og høyden over bakken, så dosene som beregnes må referere til et bestemt punkt. I vårt regneeksempel har vi bestemt oss for å være ekstreme, og skal beregne dosene til en person som befinner seg på skyens senterlinje i en kilometers avstand fra utslippspunktet. I praksis vil det vanligvis si at personen befinner seg hundre meter over bakken et sted innenfor anleggsområdet. Situasjonen er vist skjematisk i figur 2.

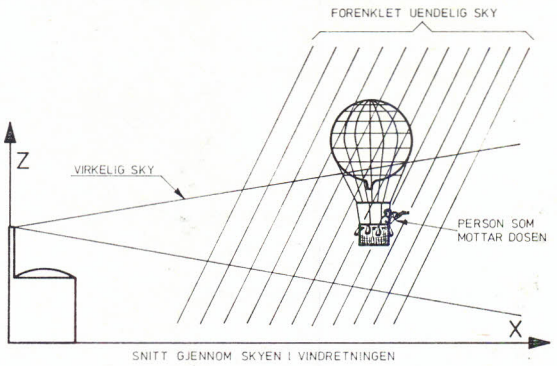


Fig. 2. Skjematisk fremstilling av den forenklede modell.

Som nevnt utføres beregningene for den fremherskende vindretning. For denne vindretningen har vi følgende fordeling mellom stabilt og ikkestabilt vær, og mellom forskjellige vindhastigheter. Disse data er typisk for et sted i Oslofjorden

Vindhastighet (m/s)	1	3	5
Stabilt	1.4	3.1	1.1
Ikke-stabilt	2.0	5.4	5.5

Tabell 4. Vindfrekvenser for en fremherskende vindretning (% av året).

De meteorologiske data samles i 30° sektorer. Summen av alle tallene i tabell 4 ovenfor gir den prosent av året det blåser innen 30° sektoren omkring fremherskende vindretning. Nå er det klart at over året vil det blåse i alle retninger innen denne 30° sektoren. Som årsgjennomsnitt vil derfor ikke konsentrasjonen i 30° sektoren variere i horisontal retning. Den vertikale konsentrasjonsfordelingen antas å være Gaussisk med følgende stabilitetsavhengige parametre (vertikal spredningsparameter).

Stabilitetsklasser	σ_z (m)
Stabilt	$0.12 \cdot r^{0.85}$
Ikke-stabilt	$0.06 \cdot r^{0.8}$

Tabell 5. Formler for den vertikale spredningsparameter. Funksjoner av avstanden r fra utslippunktet i meter.

Værstatistikken og angivelsen av stabilitetsparametre er utført av Norsk Institutt for Luftforskning (NILU).

Følgende formel gir konsentrasjonen i skyens senterlinje fra en enhetskilde, og den gjelder for en 30° sektor.

$$\chi_{max}/Q = 1/(0.524 \cdot r \cdot u \cdot \sigma_z \cdot \sqrt{2\pi})$$

der

Q – utslippets størrelse (Ci)

r – avstand fra utslippspunktet (m)

u – midlere vindhastighet (m/s)

σ_z – vertikal spredningsparameter (m)

Utregnet for tre vindhastigheter, to stabilitetsklasser og i avstand 1000 m, blir konsentrasjonene fra en enhetskilde:

Vindhastighet (m/s)	1	3	5
Stabilt ($\cdot 10^{-5}$)	5.05	1.69	1.01
Ikke-stabilt ($\cdot 10^{-6}$)	17.9	5.96	3.58

Tabell 6. Konsentrasjon fra en enhetskilde i 1000 m avstand i skyens senterlinje (m^{-3}).

Ved å anta at utslippet finner sted kontinuerlig over hele året med konstant kildestyrke blir tidsintegralet av konsentrasjonen:

$$\int_0^{1\text{ år}} \chi(t)dt = Q\,[5.05 \cdot 0.014 + 1.69 \cdot 10^{-5} \cdot 0.031 + 1.01 \cdot 10^{-5} \cdot 0.011 + 1.79 \cdot 10^{-5} \cdot 0.02 + 5.96 \cdot 10^{-6} \cdot 0.054 + 3.58 \cdot 10^{-6} \cdot 0.055]$$
$$= Q \cdot 2.22 \cdot 10^{-6}\ \text{Ci s/m}^3$$

Q – utslippets størrelse (Ci)

Hva blir nå dosene?

Doseberegningene, utført med de enkle metoder som er beskrevet her i artikkelen, gir resultatene i tabell 7. Det er også angitt hvor stor dose av forskjellig art hver enkel isotop gir.

Her er det nødvendig med litt ytterligere informasjon for å kunne se huddose, helkroppsdose og skjoldbruskkjerteldose i relasjon til hverandre. I denne forbindelse kan ICRPs kriterier gi retningslinjer. ICRP anbefaler at doser til enkeltindivider i en befolkning ikke skal overskride følgende verdier (ref. 4):

Huddose:	3	rem/år
Helkroppsdose.	0.5	»
Skjoldbruskkjerteldose, voksne	3	»
Skjoldbruskkjerteldose, barn:	1.5	»

Et raskt blikk på tabell 7 viser at resultatene her ligger mellom en faktor 1000 til 3000 under disse kriteriene. Dessuten ser vi at skjoldbruskkjerteldosen er den som ligger nærmest kriteriet, mens huddosen er den som ligger lengst fra.

De ICRP-kriteriene som er gitt ovenfor, gjelder alle typer stråling, unntagen naturlig stråling og medisinsk stråling. Det er forutsatt at en enkelt strålekilde (f. eks. et kjernekraftverk) ikke skal gi for stor del av denne dosen. Det er i enkelte land gitt bestemte grenser for hvor stor strålingen kan tillates å være fra normal drift av et kjernekraftverk. I USA har den ameri-

Isotop	Totalutslipp fra trykkvannsreaktor (Ci/år)	Helkroppsdose (mrem/år)	Huddose (mrem/år)	Skjoldbruskkjerteldose for barn (mrem/år)
Kr83m	3.44	$3.0 \cdot 10^{-6}$	–	
Kr85m	18.4	$3.1 \cdot 10^{-3}$	$6.0 \cdot 10^{-3}$	
Kr85	818	$2.0 \cdot 10^{-3}$	0.28	
Kr87	10.2	$9.4 \cdot 10^{-3}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	
Kr88	32.3	$7.3 \cdot 10^{-2}$	$1.5 \cdot 10^{-2}$	
Kr89	.77	$1.7 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	
Xe131m	109	$4.0 \cdot 10^{-4}$	–	
Xe133m	35.6	$1.3 \cdot 10^{-3}$	–	
Xe133	4030	$1.4 \cdot 10^{-1}$	.72	
Xe135m	2.30	$1.1 \cdot 10^{-3}$	–	
Xe135	55.5	$1.5 \cdot 10^{-2}$	$2.6 \cdot 10^{-2}$	
Xe137	1.61	$8.1 \cdot 10^{-4}$	$2.9 \cdot 10^{-3}$	
Xe138	7.58	$5.5 \cdot 10^{-3}$	$9.3 \cdot 10^{-3}$	
I131	0.954	$4.0 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	2.07
I133	0.328	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$1.9 \cdot 10^{-4}$	0.18
	Sum:	$2.5 \cdot 10^{-1}$	1.08	2.25

Tabell 7. Utslipp og doseregnskap for de viktigste isotopene.

kanske atomenergikommisjon bestemt at helkroppsdosen til det mest utsatte individ ikke får overskride 5 mrem/år. I Tyskland brukes 30 mrem/år for den samme grensen. Den dosen vi har kommet frem til i tabell 7, ved meget konservative beregninger og for et ekstremt utsatt individ, ligger langt under disse grensene.

Og hvordan ligger disse dosene an i forhold til den naturlige strålingen? Typisk verdi for bakgrunnsstråling i Norge (kosmisk stråling + stråling fra kroppen) er 100–150 mrem/år. Flytting fra lavereliggende til høyereliggende strøk gir et tillegg til bakgrunnsstrålingen på 2 mrem/år for hver 100 meter høydeforskjell. Arten bolig har også mye å si. I betong- eller mursteinshus kan stråling fra bygningsmaterialene gi et tillegg til bakgrunnsstrålingen på opp til 100 mrem/år.

Et annet faktum som det er verdt å merke seg, er at det er slett ikke proporsjonalitet mellom antall Curie som slippes ut av en isotop og den dosen denne isotopen forårsaker. Dette er spesielt tydelig for Kr85. Sett i antall Curie slippes det ut ca. 25 ganger så mye av denne isotopen som av noen annen kryptonisotop. Men med *en* unntagelse gir alle de andre kryptonisotopene høyere helkroppsdose. Man skal med andre ord være meget forsiktig med å trekke slutninger om et utslipps betydning bare på basis av hvor mange Curie som slippes ut, enten det gjelder utslipp av en enkel isotop eller et sammensatt utslipp.

Resultatene i tabell 7 er, som nevnt før i artikkelen, beregnet for et ekstremt tilfelle, der en person befinner seg på høyde med skorsteinsutslippet (100–150 m over bakken) 1 km borte. Det finnes selvfølgelig liten mulighet for at noen skal kunne befinne seg i en slik posisjon selv i meget korte tidsrom, og langt mindre kontinuerlig over 1 år.

Hvor meget slippes i virkeligheten ut fra et kjernekraftverk?

Svaret avhenger av om man snakker om moderne eller eldre kjernekraftverk. I moderne verk investeres det vesentlig større pengebeløp på behandling av radioaktive avgasser før utslipp.

Når utslipp til atmosfæren diskuteres, må man i tillegg til kunnskaper om det totale utslipp også kjenne isotopsammensetningen for å kunne bedømme den biologiske virkning. Et forhold som man skal være klar over er at isotopsammensetningen av utslippene fra trykkvanns- og kokvannsreaktorer er svært forskjellige. I kokvannreaktoren har man en mye større andel kortlivede isotoper.

I tabell 8 er oppgitt utslippene til atmosfæren for årene 1970, 1971 og 1972 for endel forskjellige kjernekraftverk i USA. Tallene er offentliggjort av den amerikanske atomenergikommisjon (ref. 5).

Første kritikalitet	Reaktor	Installert effekt (MWe)	Utslipp edelgasser (Ci)		
			1970	1971	1972
14/ 6–67	San Onofre 1	430	420	7 670	19 100
9/11–69	R. E. Ginna	490	10 000	31 800	11 800
2/11–70	Point Beach 1	497	–	838	2 810
24/ 7–67	Connecticut Yankee	575	700	3 250	645
20/ 9–70	Robinson 2	700	–	18	257
2/ 8–62	Indian Point 1	615 (MWt)	1 700	360	543
19/ 8–60	Yankee Rowe	175	17	12.8	18.3
24/ 5–71	Palisades	710	–	–	505
Eksemplet i denne artikkel		1000		5 125	

Tabell 8. Utslipp fra forskjellige kjernekraftverk som er i drift.

Den trykkvannsreaktoren som det er regnet for i denne artikkelen er også tatt med i tabellen. Det er meget viktig å være oppmerksom på forskjellen på utslippstallene for vårt eksempel og på de navngitte reaktorer. Vårt tall er konstruksjonskriteriet, mens tallene for de navngitte reaktorene er virkelige utslipp, og ligger for de fleste av dem på brøkdeler av prosent av det tillatte utslipp.

De retningslinjer som vi har basert beregningene i denne artikkelen på stammer fra 1973, og det er grunn til å vente at kjernekraftverk bygget for å tilfredsstille disse nye retningslinjene også vil bli bygget slik at de reelle utslipp kommer til å ligge langt under grensen for tillatt utslipp. Det vil si at de reelle dosene for det kjernekraftverket som vi har gjort beregninger for sannsynligvis kommer til å være en brøkdel av de dosene som er oppført i tabell 7.

Konklusjon

Vi har i denne artikkel beregnet årsdosen til en ekstremt, utsatt person fra en trykkvannsreaktor under normal drift. Aktivitetsmengden som antas sluppet ut i løpet av et år er realistisk. Beregningsmodellen derimot er urealistisk, men på en slik måte at de beregnede dosene representerer en øvre grense.

Den beregnede helkroppsdose er 0.25 mrem/år, mens huddosen er 1.08 mrem/år og skjoldbruskkjerteldosen 2.25 mrem/år for en person i pipehøyde 1 km fra skorsteinen i den fremherskende vindretning. Atmosfærisk spredning og radioaktiv desintegrasjon medfører at den gjennomsnittlige dosen til befolkningen blir langt mindre. Når man ser disse dosene i forhold til den naturlige bakgrunnsstrålingen og variasjonene i denne er det vanskelig å forstå engstelsen for kjernekraftverks luftutslipp under normal drift.

Grunnen til at beregningene ikke er utført for en kokvannsreaktor, er at ufullkommenhetene i de enkle beregningsmodellene vil gi større feil på resultatet for utslipp fra en kokvannsreaktor; men retning av høyere doser. Doser fra en kokvannsreaktor vil være noe høyere enn for en trykkvannsreaktor, men fremdeles langt under bakgrunnsstrålingens nivå.

REFERANSER

1. Final Environmetal Statement Concerning Proposed Rule Making Action. Numerical guides for design objectives and limiting conditions for operation to meet the criterion «as low as practicable» for radioactive material in light-water-cooled nuclear power reactor effluents. Vol. 1, WASH–1258.
2. International Commission on Radioactive Units and Measurements, report 11, 1968.
3. Meteorology and Atomic Energy, TID–24190, 1968.
4. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 9, 1966.
5. Report on releases of radioactivity in effluents and solid waste from nuclear power plants for 1972. USAEC, Aug. 1973.

Faseoverganger og kritiske fenomener I

Olav Steinsvoll

Kjennetegn for faseoverganger

Ganske tidlig i løpet av skolegangen lærte vi at det kjemiske stoffet dihydrogenoksyd kan opptre under tre ulike fysiske forkledninger: is, vann og damp. Noe seinere blei disse formene av H_2O kalt faser, og vi fikk lære at når 1 kg vann ved 0° går over til is ved 0°, avgir vannet 333 kJ. Allerede fra eksemplet vann har vi derfor fått demonstrert det som karakteriserer mange faseoverganger:

1. Et kjemisk stoff har en bestemt fysisk struktur eller fase for bestemte temperatur- og trykkområder.
2. Når stoffet avkjøles eller opphetes fra ett temperaturområde til et annet, skjer det en faseovergang ved en bestemt temperatur. Denne temperaturen er så karakteristisk at den kan nyttes som fikspunkt for termometre. Ved denne temperaturen kan to, eller flere faser være i termisk likevekt med hverandre.
3. Ved faseovergangen skjer det en endring av den indre energi for stoffet. Ved avkjøling går stoffet alltid over til en energifattigere fase, og forskjellen i indre energi kan avgis som såkalt latent varme.
4. Den fasen som oppstår ved oppvarming er kjennetegnet ved større indre uorden. En sier at stoffets entropi har økt. Entropi er nemlig mål for uorden. Is har en ordnet krystallinsk struktur; vann er en væske med stor uorden.
5. Noen av stoffets egenskaper endrer seg brått ved faseovergangen. Is er et fast stoff, mens vann er en væske der uttrykket fasthet ikke lenger kan anvendes.

Overgangene mellom de tre aggregattilstandene fast, flytende eller gassformig, er de faseendringene en lettest kan observere fordi de ulike fasene danner klare grenseflater mot hverandre. Det er ikke mulig å se utenpå en messingbit, CuZn, at den gjennomgår en faseovergang omkring 450°C. Her er nemlig begge fasene et fast stoff, og forskjellen mellom dem skyldes en endring av kopper- og sinkatomenes innbyrdes symmetriforhold. I dette tilfelle skjer det også endringer i stoffets energi og entropi, men de er mye mindre enn for eksemplet H_2O ovenfor.

Tilstandsflater

En oversiktlig måte å framstille et stoffs faser på er å tegne en såkalt tilstandsflate i et rom med tre dimensjoner der trykk, volum og temperatur for en bestemt masse av stoffet avsettes langs de tre aksene (se fig. 1). Ved termisk likevekt vil bare bestemte kombinasjoner av P, V og T kunne opptre for stoffet. De tillatte kombinasjoner danner en flate i dette spesielle rommet.

Innenfor noen områder på tilstandsflaten er stoffet enten fast, flytende eller gassformig (strekete områder i figur 1). Innenfor andre områder på tilstandsflaten kan to faser opptre i likevekt,

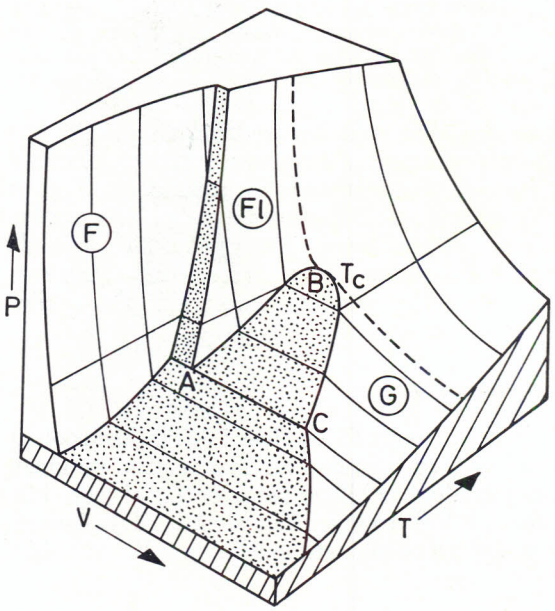


Fig. 1 Tilstandsflate for et generelt stoff. Innenfor de strekete områdene på flaten eksisterer stoffet bare i en fase (F = fast form, Fl = flytende, G = gass.) Innenfor de prikkete områder kan to eller flere faser eksistere side om side. Ovenfor den kritiske temperatur T_c vil stoffet oppføre seg som en ideell gass. Ved punktet B på den hesteskoformete sameksistenskurven har stoffet en annen ordens overgang.

Fig. 2 Tiltrekking og frastøting mellom molekyler som funksjon av avstanden. Ved overgang til fast form vil gjennomsnittsverdien for avstanden mellom molekylene ligge ved minimum på kurven.

side om side med hverandre uten at den ene fasen «spiser opp» den andre (prikkete områder i figur 1). Generatrisene for sameksistensflatene står normalt på P,T-planet, og det gir grunnlag for en enklere framstilling; ved å projisere alt ned i P,T-planet får en fram sameksistenskurver. De andre projeksjonene i V,T-planet eller i V,P-planet, er også nyttige.

Tilstandslikning

Vi kan framstille en flate i et tredimensjonalt rom ved en likning, en matematisk sammenheng mellom verdiene langs de tre aksene. Flatene i P,V,T rommet kan altså i tillegg beskrives ved en såkalt tilstandslikning. Boyle – Mariottes lov:

$$PV = RT \qquad (1)$$

er en slik likning som beskriver en ideell gass. van der Waals modifiserte likninga slik at den skulle passe bedre for en virkelig gass. Han kom fram til følgende form:

$$(P + a/V^2)\ (V - b) = RT \qquad (2)$$

Konstanten b tar hensyn til at molekylene i gassen har en endelig størrelse slik at det er en grense for hvor lite volumet av gassen kan bli ved sammentrykning. Leddet a/V^2 er en korreksjon som tar hensyn til svake tiltrekkende krefter mellom molekylene. I figur 2 har vi framstilt vekselvirkningspotensialet mellom to molekyler i en gass skjematisk. Kommer molekylene for nær hverandre, frastøtes de voldsomt. Økes avstanden litt, setter tiltrekkinga inn, men krafta minker så med sjuende potens av avstanden mellom dem. Tiltrekkinga kaller en gjerne for van der Waals kraften.

Skredtilstand

Både av likning 2 og figur 2 ser vi at leddet a/V^2 og dermed tiltrekkingskreftene mellom molekylene gir opphav til et skred i retning av den flytende fasen når vi trykker gassen sammen. Først øker trykket P som $1/V$, men etterhvert vil korreksjonsleddet a/V^2 bli større og større ettersom V minker; ved å presse molekylene nærmere sammen vil altså tiltrekkinga øke og dette har tilsynelatende samme virkning som at trykket hadde økt ytterligere. Vi har altså en tilbakekoplingseffekt som til slutt fører til at gassen gir helt opp og går over til væske. Samtidig med skredet i retning av væskefasen vil gassen avgi energi i form av varme. van der Waals likning gir derfor en enkel forklaring på og beskrivelse av hva eksperimentene forteller oss.

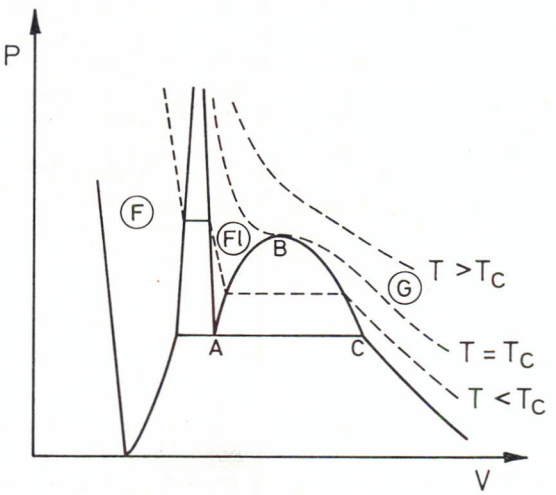


Fig. 3 Tilstandsflater og sameksistenskurver projisert inn i P,V-planet. Isotermen for den kritiske temperaturen T_c har et vendepunkt i B.

Kritisk temperatur

En kan vise at det fins en kritisk temperatur, T_c for alle gasser. Over denne temperatur vil en ikke kunne føre gassen over i væskeform; under T_c kan gassen kondenseres. I figur 3 har vi framstilt en projeksjon av tilstandsdiagrammet for en reell gass inn i P,V-planet. Isotermene, (kurver gjennom tilstander med samme temperatur) under T_c har rette strekninger. På den såkalte kritiske isoterm for $T = T_c$ har den rette delen skrumpet inn til et vendepunkt ved B. Sammentrykkbarheten av gassen måles ved uttrykket

$$-(1/V)\,(\partial V/\partial P)_T \qquad (3)$$

og vi ser at i punktet B går dette uttrykket mot uendelig. Egenskapen at en materialparameter går mot uendelig kan vi legge til som et punkt seks i listen over hva som kan skje ved en faseovergang.

Ordensparameter

I punktet B på figur 3 har både gass og væske tettheten, ρ_c, og en vil ikke kunne skille mellom de to fasene. For temperaturer under T_c har væsken eller gassen langs den hesteskoformede sameksistenskurven A–B–C tetthetene ρ_V og ρ_c. Det er vanlig å kalle uttrykket $\rho_V - \rho_c$ for ordensparameteren for stoffet under T_c Over T_c har ordensparameteren verdien null, mens den øker kontinuerlig som funksjon av temperaturen under T_c . Overgangen mellom gassfase og flytende fase for alle edelgassene Ne, Ar, Kr, Xe og gassene N_2, O_2, CO og CH_4 skjer på denne måten, og det har også vist seg at den hesteskoformete sameksistenskurven for alle disse stoffene kan uttrykkes med samme matematiske formel når tetthet og temperatur blir normalisert (eller skalert) på den riktige måten. Vi finner nemlig:

$$\frac{\varrho_V - \varrho_G}{\varrho_c} = 2A\left[\frac{T_c - T}{T_c}\right]^{\beta} \qquad (4)$$

der den kritiske eksponenten β har verdier i området 0.3 – 0.5. ρ_c er tettheten til stoffet i det kritiske punktet B.

Kontinuerlig faseovergang

Vi så ovenfor at når gassen har en temperatur vel under T_c vil en ha endelige sprang i indre energi og entropi når stoffet bringes over fra gassfasen til den flytende fasen. Ettersom vi nærmer oss T_c vil dette spranget bli mindre utpreget; for $T = T_c$ kan vi gå fra gass til

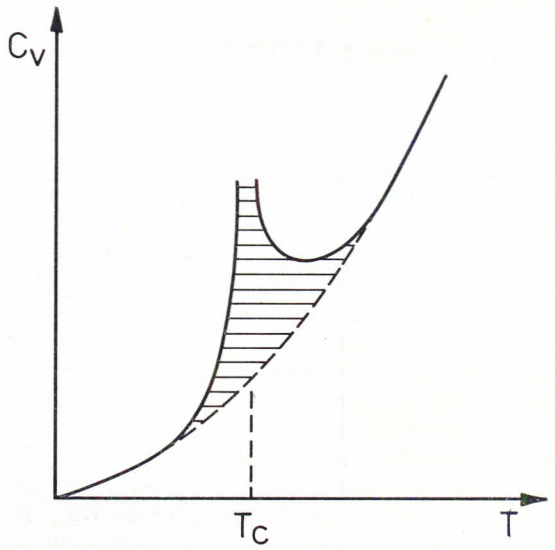


Fig. 4 Spesifikk varme, C_V for et stoff som funksjon av temperaturen, T. Ved den kritiske temperaturen for en annen ordens overgang T_c, vil C_V gå mot uendelig. Det skraverte området under kurven er et mål for energiendringen ved overgangen.

væske uten latent varmeutvikling. Det viser seg likevel at det nå er den spesifikke varme for stoffet ved B som oppfører seg unormalt. Framstilles den spesifikke varme som funksjon av temperaturen i området like ved B, finner vi nemlig en kurve noe i likhet med figur 4: For $T = T_c$ går den spesifikke varme mot uendelig. Energiendringen ved faseovergangen kan nå finnes av integralet under den anomale toppen i C_V ved den kritiske temperaturen T_c

I motsetning til overgangen mellom vann og is som skjer brått og med store sprang i tetthet og med latent varme, skjer altså overgangen mellom gass og væske ved punktet B i fasediagrammet kontinuerlig. En kaller da også dette for en kontinuerlig faseovergang eller ofte «en annen ordens overgang».

Det er den siste typen av faseoverganger som er blitt omfattet med en nesten eksplosiv interesse i de siste tiåra. Det har nemlig vist seg at slike faseoverganger i helt ulike fysiske systemer oppfører seg likt matematisk, dvs. vi kan finne liknende formler for ordensparameteren i (4) med samme eksponent, β for f.eks. gass-væske overgang, ferromagnet-paramagnet overgang, orden-uordens overgang i messing, osv. Dette peker hen mot det en kan kalle et *universalitetsprinsipp.*

I neste artikkel skal vi ta for oss bare kontinuerlige faseoverganger og se på hva nyere tids forskning har kommet fram til om dem.

Magnetiske monopoler

Det er nå kommet meldinger om at en forskergruppe i California har funnet spor etter en magnetisk monopol i en fotografisk film som hadde vært på en ballongferd i store høyder over jorda.

Allerede på 1600-tallet forsøkte Gilbert å finne en magnetisk pol eller ladning ved å bryte i stykker en stavmagnet, men resultatet står referert i alle lærebøker i fysikk: Hvert bruddstykke bærer alltid både en nordpol og en sydpol, de opptrer altså bare i par. Dette er en egenskap ved statisk magnetisme som står i skarp kontrast til statisk elektrisitet. Her kan atskilte legemer være bærere av to slag elektrisk ladning og de kan frastøte eller tiltrekke hverandre alt etter som ladningene er like eller ulike.

J.C. Maxwell forente i 1874 erfaringene en hadde vunnet ved både elektrisitet og magnetisme i sine berømte likninger

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho_e \qquad \nabla \cdot \mathbf{H} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \qquad \nabla \times \mathbf{H} = \frac{1}{c}\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c}\mathbf{J}$$

I det dynamiske tilfellet er likningene fullstendig symmetriske med hensyn på magnetiske og elektriske felt: Tidsvarierende elektriske felt gir opphav til magnetiske felt og omvendt. Dette gir nettopp opphavet til elektromagnetiske bølger. Likningene viser likevel en matematisk usymmetri som Maxwell var den første til å mislike. For å få fullstendig matematisk symmetri måtte en postulere en magnetisk ladning ρ_m og sette opp to nye likninger:

$$\nabla \cdot \mathbf{H} = 4\pi\rho_m$$

og

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} - \frac{4\pi}{c}\mathbf{J}_m$$

Dette ville innebære frie magnetiske ladninger (= monopoler) og dessuten at en slik magnetisk pol i bevegelse ville forårsake en strøm J_m.

P. M. Dirac regnet i 1931 ut at slike monopoler ville kunne forklare kvantiseringen av elektrisk ladning ved likningen:

$$m = n(\hbar\, c/2e)$$

der n er et helt tall, $\hbar$ er Plancks konstant dividert på 2π, c er lyshastigheten, e er elektrisk elementærladning og m er magnetisk ladning på en monopol. For en «Dirac monopol» vil n = 1. I 1966 la J. Schwinger fram beregninger som viste at en for monopolen burde sette n = 2. En Dirac og en Schwinger monopol skulle altså ha en magnetisk ladning som er henholdsvis 68.5 eller 137 ganger den elektriske elementærladning.

Hvordan vil så en monopol oppføre seg? Den vil sannsynligvis være atskillig ganger tyngre enn f.eks. et proton p.g.a. den sterke vekselvirkningskraften nevnt ovenfor. Søkningen etter monopoler har foregått i masseområdet 2 – 10 ganger protonets uten resultat, men forskerne i California mener nå at monopolen de har funnet må ha en masse som er flere hundre ganger protonets. Dessuten fant forskerne ut at ladningen tilsvarer en Schwinger monopol. Dette er vel grunnen til at en ikke har oppdaget dem før.

For å lage en partikkel med så stor masse kreves stråling med svært høy energi, og dette finnes i den kosmiske strålingen. Letingen etter monopoler har derfor foregått i meteoritter som etter sin ferd i verdensrommet i noen milliarder år burde ha fanget opp monopoler. En har dessuten lett etter monopoler i jernleier fordi en monopol ville bli fanget inn i det magnetiske feltet rundt disse.

På analog måte som positiv og elektrisk ladning må det finnes nordmonopoler og sydmonopoler, og de må skapes samtidig i den kosmiske strålinga. To monopoler av ulik ladning vil kunne forenes, annihilere, under utsending av kraftig stråling.

Vi har sett at en kan symmetrisere Maxwells likninger ved å innføre magnetiske monopoler, men det vil oppstå store omveltninger i andre deler av den teoretiske fysikk hvis monopolen eksisterer. I 1969 viste J. Schwinger at en ved å anta eksistensen av partikler med både elektrisk og magnetisk ladning – såkalte *dynonos*, kunne forklare hele jungelen av elementærpartikler. Dyonbildet står altså nå i motsetning til kvarkbildet innen elementærpartikkelteorien. Vi må derfor ta den nye oppdagelsen med en klype salt (bare en monopol er funnet), men skulle den medføre riktighet, åpner det i sannhet nye perspektiver.

P. A. M. Dirac, Proc. Roy Soc. (London) *A133*, 60 (1931) J. Schwinger, Phys. Rev. *144*, 1087 (1966) J. Schwinger, Science *165*, 757 (1969).

O.St.

Første Meddelelse, 22. mai 1975. *Plasma og Gassutladningssymposiet 1976.*

Det 11. symposium vil bli avholdt på Gausdal Høifjellshotell, Tretten, i tiden 12.-14. februar. Arrangementet er som vanlig slik at deltagerne får servert middag ankomstdagen den 12. februar og frokost og lunch avreisedagen den 14. februar. Oppholdet strekker seg således over tre døgn. Prisen blir:

Pensjon: kr. 125,- pr. person, alt inklusive
Deltageravgift: kr. 80,-.

Som vedlagte brosjyre viser finnes det utmerket anledning til å dyrke både alpine og langrenns-skiferdigheter i fritiden. Møtelokalene i hotellet er også de beste. Forholdene skulle derfor ligge vel til rette for god oppslutning om møtet.

Som ved tidligere møter mottar vi enkeltbidrag og arbeidsrapporter innen et bredt faglig spektrum. Om det imidlertid kommer inn gode forslag til en begrensning omkring visse spesialemner med tilfredsstillende antall bidrag vil vi også ta opp til overveielse å arrangere møtet omkring et mer begrenset fagområde.

Selv om du kan vente en påminnelse om møtet en gang i august-september ber vi deg likevel fylle ut det tilsendte skjema og returnere det til undertegnede. Dette vil være til stor hjelp i møteplanlegningen.

Med hilsen
T. Hagfors,
Elektroavdelingen,
N-7034 TRONDHEIM-NTH.

American Physical Society
vurderer reaktortryggleik

Eit dusin fysikarar, kjemikarar og ingeniørar har i eitt år vurdert tryggleiken til reaktorar, modererte med lettvatn, for American Physical Society (APS). Dette arbeidet er utført uavhengig av det Rasmussen-gruppa har gjort for Atomenergikommisjonen, og inneheld ingen kritikk eller vurdering av Draft Wash-1400, Rasmussen-rapporten. APS-gruppa har rapportert til rådet i APS gjennom ein styringskomité av tre kjende fysikarar: K.H. Panofsky (formann), H.A. Bethe og V.F. Weisskopf. Rapporten er gjengitt in exento i Reviews of Modern Physics, eit samandrag og kommentarar er gjeve i Physics Today, juli 1975. Det vil føre for langt å gje att heile samandraget her, men eg rår alle interesserte til å lese det. Formannen i gruppa, professor R.W. Lewis, seier at resultatet av studiet kan oppsummerast slik: «Vi har ikkje funne grunn til særleg (substantial) bekymring på kort sikt over tryggleiken til lettvassreaktorar, men heller ikkje har vi funne ei fullt tilfredsstillande kvantitativ behandling av dei viktige problema når det gjeld reaktortryggleik. Av denne grunn, og særleg fordi vi har funne at konsekvensane av store reaktorulykker truleg er meir alvorleg enn ein til denne tid har trudd, har vi tilrådd eit mykje større og noko endra program for reaktortryggleik med tanke på å få redusert talet på spørsmål ein enno ikkje kjenner seg trygg på».

I ein leiarartikkel i same nummer av Physics Today har Professor W.W Havens, sekretær i APS, nokre interessante refleksjonar i høve den rapporten som er lagt fram. Han seier her at dette igjen rieser det gamle spørsmålet om korleis fysikarar og andre forskarar bør engasjere seg i spørsmål av offentleg interesse. Han meiner at objektive utsegner som alle fysikarar kan einast om, uavhengig av den politiske oppfatninga dei har, kan gjevast om fysiske system. Ein ansvarleg fysikar vil kjenne seg forplikta til å presentere alle fakta, anten dei støttar eller går i mot dei personlege meiningane hans i tilgrensande samfunnsspørsmål. Når fysikaren så vender seg til publikum, må han ikkje påstå anna enn det han har fagleg dekning for.

«Han kan ikkje berre seie at ein reaktor er trygg eller utrygg, fordi denne utsegna ikkje har fysisk meining. Men han kan samanlikne kor sannsynleg det vil vere at ein vanleg borgar kan bli skadd i ei reaktorulykke med det at han kan bli skadd i ei bilulykke, på tennisbanen eller i skiløypa. Slike utsegner har ei meining». Til slutt viser han til det ansvar fysikarar har som trer fram offentleg som representantar for fysikarstanden. Han åtvarar dei mot å bruke same taktikk som ein advokat eller politikar gjer nytte av. Eg synest dette er tankevekkande ord.

Tormod Riste

Bøker

Springer Tracts in Modern Physics, Vol.66. Quantum Statistics in Optics and Solid-State Physics, 173 p., Springer-Verlag, Berlin 1973, DM 78,-.

En bok om spennende problemfelt som dessuten er fasjonable for tida. To tredjedeler utgjøres av R. Grahams artikkel «Statistical Theory of Instabilities in Stationary Nonequilibrium Systems with Applications to Lasers and Nonlinear Optics.» Både emnet og forfatteren skulle være kjent for deltakerne (anmelderen

hørte dessverre ikke til dem) på siste Geilomøte. Tittelen er vel ikke helt dekkende, forfatteren prøver å gi en enhetlig *fenomenologisk* teori for ustabiliteter i ikkelikevekts systemer, og belyser den dernest ved anvendelseseksempler. Det kjøres friskt og effektivt på Fokker-Planck tilnærmelser og Taylorutviklinger i velvalgte variable. I analogi med Landau-teorien for «2, ordens» faseoverganger.

Med andre ord: Forfatteren streber etter å oppnå best mulig oversikt med enklest mulige midler. En fornuftig innledende strategi, etter anmelderens mening! Men med åpenbare begrensninger. Og svakheten i framstillingen ligger nettopp her: Den mangler kritisk tyngde. Emnet er fascinerende, angrepsvinkelen har mye for seg, og presentasjonen av stoffet er effektiv. Men, i hvert fall for undertegnede, er resultatet mer stimulerende enn egentlig tilfredsstillende.

F. Haake's artikkel, «Statistical Treatment of Open Systems by Generalized Master Equations» fyller resten av boka. Krumtappen her er Zwanzig's projeksjonsoperator-teknikk. Teknikken anvendes på diskusjon av bl. a. superradians, lasere og dynamikken til kritiske fluktuasjoner i Heisenberg-magneter. De enkelte systemer behandles med velgjørende klarhet på et halvfenomenologisk nivå: Enkelte frihetsgrader tas med i mikroskopisk detalj, andre representeres skjematisk ved dissipative ledd i Hamiltonoperatoren. Projeksjonsoperatorene retter så oppmerksomheten mot de relevante variable, og interessante resultater følger med kjapp presisjon. Utmerket, en artikkel til å lære av, den anbefales herved!

Bare en ørliten advarsel til slutt. Zwanzigmaskineriets konsise eleganse kan lett overdekke det enkle faktum at resultatene aldri blir bedre enn brukerens fysiske innsikt tillater. Det er *han* som på solid eller sviktende grunnlag forhåndsutpeker de relevante variable. Bommer han her, er maskineriet like tjenestevillig, men produktene ikke annet enn tomme flottheter. På dette punktet kunne nok Haake advart staerkere enn han gjør, og helt fri for å gå i fellen er han ikke selv heller, når han i siste avsnitt påstår at han har gitt Kawasakiteorien for kritiske fluktasjoner en mikroskopisk utledning. Det han *har* gjort er å redusere og økonomisere de fenomenologiske antakelsene som inngår. Intet mindre, men heller ikke mer.

E.H Hauge

W.C. Schieve and J.S. Turner (eds.) : Lectures in Statistical Physics. (Lecture Notes in Physics nr. 28, Springer 1974). 342 sider. Pris DM 24,-.

Siktemålet med Springerforlagets Lecture Notes in Physics er å meddele nye utviklinger og resultater raskt og uformelt. Basis for bøkene er – som i dette tilfellet – ofte sommerskoleforelesninger, her fra en skole i statistisk mekanikk og termodynamikk arrangert 1971 i Austin, Texas, av professor Prigogines institutt samme sted. Halvdelen av innholdet er da også viet Brusselskolens metoder for behandling av ikkelikevektsproblemer i statistisk fysikk, med biologiske anvendelser.

I tillegg gir J. Ehlers en oversikt over relativistisk kinetisk teori på Boltzmann-likning-nivå, og R. Miller omtaler to interessante men preliminære, regnemaskineksperimenter på partikkelaggregater med gravitasjonsvekselvirkning. Det ene sikter mot holdepunkter vedrørende dannelse av spiralstrukturer som i spiralgalaksene.

Ergodeteori er i det siste tiåret blitt et aktiv felt. J. Ford viser i sine forelesninger at selv tilsynelatende meget enkle rent mekaniske fåpartikkelsystemer har et utrolig komplisert faseromsforløp, og at numeriske undersøkelser kan kaste lys over når disse oppfører seg «stokastisk». E. Montroll tar opp et beslektet tema i sine elegante forelesninger. Han begrenser seg til ergodiske problemer i anharmoniske kjeder, og videre hvorledes udempede formbevarende pulser – solitoner – kan forplante seg i slike ikke-lineære media. Dette er et meget interessant felt som bl.a. på grunn av M. Todas banebrytende arbeider vekker stor interesse for tiden, og meget er skjedd på de tre årene som er gått fra Montrolls forelesninger ble holdt til boka ble trykket. (Den enkle fremstillingsformen garanterer altså ikke at disse Lecture Notes er så rykende ferske.)

Helhetsinntrykk: Middels bra, med enkelte lyspunkter. Det meste kan en nok lese bedre annetsteds.

P. C. Hemmer

J.L. Birman: Theory of Chrystal Space Groups an Infrared and Raman Lattice Process of Insulting Chrystals. Red. Flügge/Genzel Hd.buch d.Physik Bd. XXV/2b 538s Innb. DM 198,-.

De berømte bindene «Lys og Materie» har beholdt samme nummer XXV som i den gamle Hd.buch d.Physik. Men omfanget er vokset på en måte som gir et overveldende inntrykk av den store ophopning av materiale, knopskyting og forgrening som er skjedd i mellomtiden.

Ramanspredning og infrarøde strålingsprocesser har fra gammelt av gitt viktige innblikk i de faste stoffer. Men både teori og eksperiment har nå gjort slike fremskritt at dette feltet som engang var allemanns eie nå bare er ordentlig kjent av nogen få spesialister.

Birmans fremstilling hviler sterkt på gruppeteoretiske metoder hvorav han utvikler det han trenger meget utførlig.

Klassisk og kvanteoretisk gitterdynamik og gitterets vekselvirkning med strålingsfeltet blir så lagt til rette for dette synspunkt. Som anvendelseseksempler for teorien er valgt fonon-spektra og de optiske egenskaper ved gitre med stensalt og diamantstruktur.

Boken har nok mest interesse for spesialister i faste stoffers fysik.

Harald Wergeland

H. Haken og M. Wagner: «Cooperative Phenomena». Springer Berlin 1973, 458 s. pris innb. 132,–. DM.

Boken er en samling av artikler tilegnet Herbert Frølich ved hans avgang som professor i Bristol. Studiet av kooperative fenomener begynte før krigen med strukturomvandlingene i binære legeringer som det klassiske eksempel. De siste år har «kooperative fenomener» fått et mye videre innhold. Det berører så forskjellige områder som: Kvasipartikler, makroskopiske kvanteeffekter, dielektrika og «synergetiske systemer» som er noen av kapiteloverskriftene.

Hvert kapitel begynner med en innledning og oversikt skrevet av redaktørene. Artiklene er ellers bare løst sammenkoblet. Nogen av dem er ytterst interessante – andre igjen ikke. Men boken inneholder stoff fra nesten alle områder av Fysiken plus én artikel som arkitektur og endel biografisk og historisk stoff. Lesekretsen må vel helst bli universitetslærere eller fysikere i forskningsarbeid.

Harald Wergeland

DEN NEDERLANDSK-NORSKE REAKTORSKOLEN

Institutt for Atomenergi — 2007 Kjeller

KURS I DATABEHANDLING HØSTEN 1975

Kursene i databehandling omfatter både generelle kurs og spesielle kurs i bruk av Control Data CYBER–74 ved Regneanlegget Blindern–Kjeller (RBK).

8/9 —12/9	Grunnkurs i databehandling
15/9 —24/9	Assembly programmering — MIXAL
15/9 —24/9	MAC-assembler for NORD-maskiner
29/9 —15/10	FORTRAN
20/10—24/10	Sanntidsanvendelse av datamaskiner i prosess-styring og data-innsamling
3/11— 6/11	Programmeringsteknikk, programstrukturering
10/11—11/11	INTERCOM
12/11—13/11	UPDATE
17/11—21/11	Programmering i PASCAL
24/11—26/11	Videregående FORTRAN
1/12— 2/12	Control Data CYBER–74, maskinarkitektur og optimalisering av FORTRAN-program
8/12—11/12	Filebehandling

Detaljert program kan fåes ved skriftlig henvendelse til

Reaktorskolen
Institutt for Atomenergi
Postboks 40, 2007 Kjeller

eller pr. telefon til:

kurssekretær G. Jarrett, 71 25 60, linje 285, 303

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim — NTH

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos. Tormod Riste, Inst. for Atomenergi, Kjeller.

Styre: Professor dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.
Amanuensis Ove Dratteng, Universitetet i Tromsø.
Dosent dr. philos. Thormod Henriksen, Universitetet i Oslo, Blindern.
Dosent Ivar Svare, Ph.D., Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

Selskapets sekretær: Gerd Jarrett Kløytronfysikkavdelingen, Institutt for Atomenergi, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 88388 Bankgirokonto: 5102.20.16001

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Professor dr. techn. Haakon Olsen, Universitetet i Trondheim, Norges Lærerhøgskole.
Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.
Redaksjonskomité:
Lektor K. Jostein Knutsen Luftkrigsskolen, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet i Oslo, Blindern.
Forsker cand. real. Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Dosent Leif Owren, Ph.D., Univ. i Bergen.
Fagsekretær Helge Klemsdal, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genéve.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 20,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 15,00.

Sekretær: Gudrun Græsmann.
Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden, Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole, 7000 Trondheim.

Postgirokonto. 10472 Bankgirokonto: 8601 25 6545

Strømmålere under utsetting utenfor kysten av Oregon State, USA

RECORDING CURRENT METERS
for ocean currents down to 5000 meters depth.

TEMPERATURE PROFILE RECORDERS
for recording vertical temperature profiles in the sea.

CLIMATOLOGICAL RECORDING STATIONS
Land-based or mounted on buoys.

WATER HEIGHT GAUGES
based on recording hydrostatic pressure.

TAPE READERS for reading magnetic tape from the above instruments.

AANDERAA INSTRUMENTS

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
5050 NESTTUN
NORWAY
TEL.: BERGEN (05) 27 40 30
CABLE HELICON

Aktietrykkeriet Trondhjem