



NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum

redigert av prof. dr. phil. Torbjørn Gaarder

med bistand av prof. dr. phil. Aug. Brinkmann, prof. dr. phil. Oscar Hagem,
prof. dr. phil. Bjørn Helland-Hansen og prof. dr. phil. Carl Fred. Kolderup

JOHN GRIEGS FORLAG - BØGEN

Nr. 12

59de årgang - 1935

Desember

INNHOLD

B. TRUMPY: Nobelprisen i fysikk og kjemi 1935.....	353
JACOB B. BARTH: Nyere anskuelser om elektricitetens og magnetismens natur.....	357
ERLING FROGNER: Halofenomener	372
SMÅSTYKKER: K. S. Klingenberg: Meterens historie ..	384

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
P. Haase & Søn
Kjøbenhavn



NATUREN

begynner med januar 1936 sin 60de årgang (6te rekkes 10de årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

NATUREN

bringer hver måned et rikt og allsidig *lesestoff*, hentet fra alle naturvidenskapens fagområder. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke å holde sin lesekrets underrettet om *naturvidenskapenes viktigste fremskritt* og vil dessuten etter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av vårt fedreland s rike og avvekslende natur.

NATUREN

har til fremme av sin oppgave sikret sig bistand av *tallrike ansette medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbeidelser etter de beste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en rekke av år, som en anerkjennelse av sitt almennyttige formål, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 800.

NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves *ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper* for å kunne lese dets artikler med fullt utbytte.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommisjon på *John Griegs forlag*; det redigeres av prof. dr. *Torbjørn Gaarder*, under medvirkning av en redaksjonskomité, bestående av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *Oscar Hagem*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup*.

Nobelprisen i fysikk og kjemi 1935.

Av B. Trumpy.

Meddelelsen fra Stockholm om at årets Nobelpris i fysikk er tildelt professor James Chadwick for opdagelsen av neutronet og at ekteparret J. Curie-Joliot og F. Joliot samtidig er blitt tildelt prisen i kjemi for opdagelsen av den kunstige radioaktivitet kommer langt fra uventet. Disse opdagelser er ikke bare av den aller største betydning for den moderne atomforskning, men synes allerede nu å løve betydelige praktiske resultater. Da de ligger innenfor det samme området av den moderne naturvidenskapelige forskning og er knyttet meget nære sammen, vil de bli omtalt under ett.

Chadwick som for kort tid siden ble utnevnt til professor i fysikk ved universitetet i Liverpool, har i en lang årrekke arbeidet ved professor Rutherford's laboratorium i Cambridge og har her fortsatt det grunnleggende arbeide over atomenes bygning, som ble utført av Rutherford i årene 1900—1920.

Oppdagelsen av de radioaktive stoffer omkring århundreskiftet gav støtet til disse arbeider. De radioaktive stoffers atomer er ustabile og spaltes av sig selv i andre atomsorter, idet de utsender den såkalte radioaktive stråling, hvis forskjellige komponenter kalles alfa-, beta- og gamma-strålingen. Alfastrålingen består som bekjent av positivt elektrisk ladede heliumatomer, som med en hastighet av omkring 20000 km/sek. utslynges fra de radioaktive atomer, beta-strålingen består av elektroner med henimot lyshastighet, mens gammastrålingen er en meget kortbølget lysstråling med stor gjennevnemtengende evne. Disse prosesser viser tydelig at elektronet og alfapartikkelen må være viktige byggestener for atomene. Alfapartikklene har størrelsesordenen 10^{-13} cm, men ved hjelp

av den moderne eksperimentalteknikk kan man allikevel studere disse partiklers bevegelse. Man kan fotografera strålebanene og ved hjelp av såkalte rørtellere som anvender moderne forsterkningsteknikk, kan de automatisk telles. Ved studier over alfapartiklens strålebaner i forskjellige gasser kom Rutherford frem til sin kjente atommodell. Ifølge denne består hvert atom av en positivt ladet kjerne, som bærer det vesentlige av atomets vekt, og kjernen omkretses av elektroner som planetene i et planetssystem. Antallet av elektroner som kjernen kan innfange, bestemmes av kjernens elektriske ladning og det er derfor kjerneladningen som bestemmer atomets art, og dets plass i det periodiske system. Nu viser det sig at et bestemt element er oppbygget av atomer med forskjellige kjerner. Disse kjerner, som riktignok har samme ladning men forskjellig vekt, kalles for isotoper, og etter de siste oppdagelser er antallet av kjente isotoper nu steget til ca. 250. Det viser seg at disse isotoper i forhold til vannstoff har meget nær heltallig atomvekt, hvilket synes å tyde på at alle atomer er oppbygget av vannstoffkjerner (protoner).

Det første eksperimentelle bevis for dette ble ført av Rutherford, som i 1919 frembragte den første kunstige atomspaltning, idet han spaltet vannstoff fra kvelstoffkjerner. Han utsatte kvelstoffatomer for et meget kraftig bombardelement av alfa-partikler fra radium, og kunde vise at når en alfapartikkkel traff en kvelstoffkjerne, blev denne i enkelte tilfeller knekket istykker og sendte ut en vannstoffkjerne. Et stort utbytte av vannstoff gir en slik prosess ikke, og de dannede vannstoffmengder kan ikke påvises ved kjemiske metoder, men må ved hjelp av spesielle metoder telles atom for atom. Der finner sted omtrent 20 atomspaltninger for hver million alfapartikler som sendes inn i kvelstoff av atmosfæretrykk. Senere er de fleste elementer som er lettere enn kalium, blitt spaltet på denne måten, og i alle tilfeller avspaltes et proton.

I 1932 oppdaget imidlertid Chadwick en ny partikkeltyp, som må spille en meget stor rolle ved oppbygningen av de forskjellige atomers kjerner. Allerede i 1930 hadde tyckerne Bothe og Becker vist, at hvis elementet Beryl-

lium blev utsatt for et bombardement av partikler fra radium, blev der utløst en meget energisk stråling med stor gjennemtrengningsevne. Denne stråling var elektrisk nøytral, og man trodde derfor til en begynnelse at det dreiet sig om en kortbølget lysstråling. Chadicke viste imidlertid i 1932 at det her dreiet sig om en hittil ukjent partikkeltyp, og det lyktes ham å bestemme partikkelenes vekt. Den har omtrent samme vekt som vannstoffatomet, men har i motsetning til de tidligere kjente elementærpartikler ingen elektrisk ladning. Disse partikler har derfor fått navnet neutroner, og man antar nu at alle stoffers atomkjerner er bygget opp av vannstoffkjerner (protoner) og neutroner. Dette har ført kjerneforskingen inn i et helt nytt spor, og Chadicks opdagelse har derfor vært av den aller største betydning for vår forståelse av stoffenes opbygning.

Som nevnt vil Beryllium, når det utsettes for bombardement av alfapartikler fra radium, utsende en intens neutronstråling. Det samme er tilfelle med andre stoffer som f. eks. magnesium. Ekteparret Joliot sökte nu å klargjøre den prosess som foregår i det bombarderte stoff før og etter bombardementet. De fant at alfapartikkelenes under bombardementet spalter det bombarderte stoffs atomer på en slik måte at et neutron utsøses av stoffets atomkjerner. Samtidig optas alfapartikkelen av atomresten som derved omdannes til en isotop av et nytt atom, som ligger to plasser høiere i det periodiske system enn det bombarderte atom. Av et magnesiumatom dannes på denne måte en silisiumisotop med vekt 27. Tidligere kjente man bare silisiumisotopene med vekt 28, 29 og 30. Ved hjelp av undersøkelser med Wilsonkamret kunde nu ekteparret Joliot vise at denne nyoppdagede silisiumisotop er ustabil og at den etter alfa-bombardementets ophør undergår en frivillig spaltning under utsendelse av positive elektroner. Den går da over i en normal aluminium-isotop. Denne opdagelse er av overmåte stor rekkevidde, idet den viser at det lar sig gjøre å fremstille radioaktive stoffer ad kunstig vei. Siden er en slik kunstig radioaktivitet påvist i en hel rekke nye tilfeller. Bomberes således aluminium med alfapartikler, dannes der en ustabil radioaktiv fosfor-

isotop, mens Bor gir radioaktivt kvelstoff. Det kan videre nevnes at lithium gir radioaktivt fluor, og fluor radioaktivt natrium. I fig. 1 vil man finne Wilsonbaner av de positive elektronter som sendes ut fra det radioaktive fosfor, som er dannet ved alfabombardementet av aluminium.

Den radioaktive stråling fra disse kunstig frembragte stoffer varer ikke lenge. Halveringstiden dreier sig om 2—40 minutter, mens halveringstiden for radium er omkring 1500 år. Ekteparret Joliots opdagelse av den kunstige

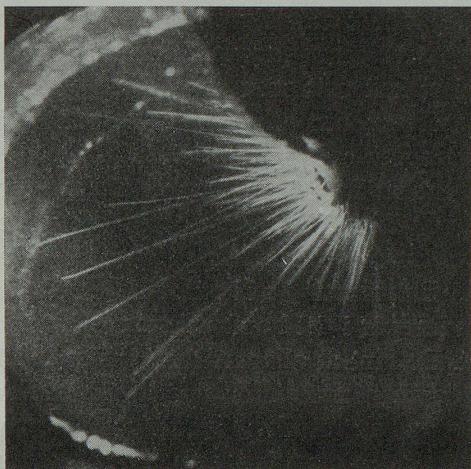


Fig. 1.

radioaktivitet blev gjort i 1934. I det siste år er undersøkelsene på dette område ført videre også på andre laboratorier, og har gitt viktige resultater. Det viser sig således at en slik kunstig radioaktivitet også kan frembringes ved bombardement med partikler, som er acsellerert i sterke elektriske felter. Man benytter for disse forsøk høispenningsanlegg for 1 million volt eller mere. Elektriske partikler acselereres i dette store spenningsfall og benyttes så til bombardement av forskjellige utvalgte atomer. På denne måte har man fremstillet en hel rekke kunstig radioaktive stoffer hvoriblandt kan nevnes: Surstoff, aluminium, magnesium og natrium. På dette forskningsområde står vi sikkert overfor

nye betydningsfulle opdagelser, idet strålingens intensitet nok vil kunne økes betraktelig. Når vi så videre tar i betraktning at denne kunstige radioaktivitet kan fremstilles meget billig, uten anvendelse av det kostbare radium — tør det ikke være for optimistisk å forutsi denne forskning en stor fremtid i medisinens tjeneste.

Nyere anskuelser om elektricitetens og magnetismens natur.

Av ingenier Jacob B. Barth.

(Fortsatt fra s. 334).

II. »Elektricitetsstoffet«.

I det foregående avsnitt (se Naturen s. 321) har vi behandlet det elektromagnetiske kraftfelt uten å komme nærmere inn på kreftenes utspring. Vi skal nu gå over til å betrakte de feltfrembringende elektriske ladninger, *elektriciteten* i egentlig forstand.

En rekke grunnleggende undersøkelser førte allerede Faraday og hans nærmeste etterfølgere til å anta at elektriciteten har en viss stofflig karakter, og fysikkens senere utvikling har gjort det sannsynlig at all annen materie er oppbygget av elektricitet, det egentlige »urstoff«, i mangfoldig varierende rumlig tetthet og konfigurasjon.

Dette elektricitetsstoff optrer som bekjent alltid atomistisk opdelt i enorme antall meget små elementarkvanta, såkalte *elektroner*. Disse kvanta er alle nøyaktig like store og inneholder en ganske bestemt og absolutt uforanderlig elektricitetsmengde $e = -4,774 \cdot 10^{-10}$ elektrostatiske enheter, og ladningen er den samme for positive som for negative kvanta. En ytterligere opdeling av elektriciteten synes umulig. De negative kvanta kalles elektroner i snevrere forstand, en nyere betegnelse er *negatroner*; de positive kalles *protoner*. Begge arter er i besiddelse av treg og tung masse; protonet

er 1847 ganger så tungt som negatronet og er identisk med kjernen av det almindeligst forekommende vannstoffatom.

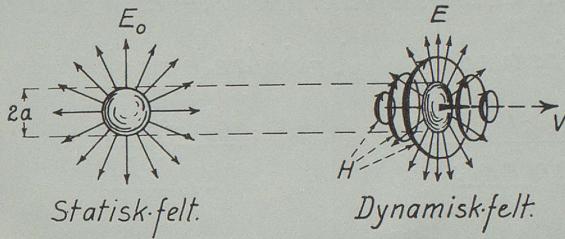
Ved en rekke berømte eksperimenter mente den klassiske fysikk på en overbevisende måte å kunne fastslå, at elektronene virkelig var *selvstendige partikler*. Meget håndgripelig demonstreres dette f. eks. ved å fotograferes enkelte elektroners tåkespor i ekspanderende, vanndampmettet luft. (Wilson-effekt). Eller ved sparsom bestråling av en fluorescerende skjerm fra et radioaktivt stoff (som utsender elektriske partikler) kunde man i mikroskopet iaktta enkeltpartiklenes støt mot skjermen som små, kortvarige lyspunkter (scintillasjon).

Eksperimentelle fakta av denne art gjorde det naturlig å regne med elektronene som små kuler ladet med elektricitet. Man antok ladningen fordelt på en eller annen måte over kulens overflate eller volum, og kunde da ut fra de Maxwellske grunnligninger regne sig til en hel del av elektronenes egenskaper. Fig. 5 viser skjematiske feltet omkring et slikt »klassisk« elektron når det er i ro og når det beveges. Elektronet i hvile har bare elektrostatisk felt og energi A_0 . Men når det beveges, får det i tillegg et magnetisk felt med cirkulære, koaksiale kraftlinjer, hvis magnetiske feltenergi A_H er proporsjonal med hastighetens kvadrat sålenge hastigheten er liten. Det viser sig da, at denne magnetiske feltenergi er nettopp lik den kinetiske energi $\frac{1}{2} m_0 v^2$, hvor m_0 er elektronets masse ved små hastigheter v . (»Hvilemassen«). Herav følger at massen m_0 kun er et uttrykk for den magnetiske energi. Man sier at *elektronets* masse er av *elektromagnetisk* natur, og da all materie i verden er oppbygget av positive og negative elektroner, må all mekanisk treg og tung masse ha elektromagnetisk oprinnelse. Når elektronets hastighet nærmer sig lysets, viser beregningene at massen vokser voldsomt, og det nettopp etter den samme formel som relativitetsteorien forlanger. Ved en hastighet lik lysets hastighet ville massen være uendelig stor, d. v. s. det er umulig å accellerere et elektron op til lyshastighet, idet der hertil vilde kreves en uendelig stor energitilførsel. En accelasjon bevirker at elektronet utstråler feltenergi i form av

en elektromagnetisk bølge; denne utstråling må kompenseres med en tilsvarende tilførsel av energi, hvilket igjen vil arte sig som en sterk trehetsreaksjon fra elektronet på dets omgivelser. Vi får herved en naturlig elektromagnetisk »forklaring« på Newtons trehetsprinsipp. Det viser også hvorfor lyshastigheten må være den selvfølgelige hastighetsgrense i relativitetsteoriens trafikkreglement. Stoffet kan ikke flykte fra sitt eget felt, da var det ikke stoff lenger.

„Klassisk“ elektron.

Ladning $e = -4,774 \cdot 10^{-10}$ c.g.s.



$$A_0 = \frac{e^2}{a} = m_0 c^2$$

$$m_0 = \frac{e^2}{a c^2}$$

$$A_H = \frac{1}{2} m_0 v^2, v \ll c$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}, v \rightarrow c$$

Eksperimentfelt: $\frac{e}{m_0} = 5,3 \cdot 10^{17}$, ∵ $a = 2,82 \cdot 10^{-13}$ cm.
 $m_0 = 9,00 \cdot 10^{-28}$ gr.

Fig. 5.

Når elektroner utsender eller treffes av elektromagnetisk bølgestrålning, foregår imidlertid dette etter visse eiendommelige lover, som ikke kan utledes av partikkelbildet eller av de elektromagnetiske grunnligninger; ja, der synes endog å være avgjort uoverensstemmelse med de klassiske lover. Allerede år 1900 var Max Planck kommet til den eiendommelige slutning, at energiutsendelsen fra lysende legemer ikke foregår i kontinuerlige mengder, slik som Maxwellens elektromagnetiske bølgeteori forlanger, men at energien utsendes i visse overordentlig små kvanta (»photoner«). Stør-

relsen av disse kvanta skulde være proporsjonal med lysbølgens frekvens ν , altså $A = h\nu$ hvor h er en universell konstant av dimensjonen *energi × tid = impulsmoment*. Altså har hver bølgelengde et bestemt energikvantum. Plancks konstant er: $h = 6,545 \cdot 10^{-27}$ erg sek. Herved blev tanken ledet tilbake på Newtons forlengst forkastede *lyskorpuskelteori*. Kanskje var det noe partikkel-lignende ved lyset allike-

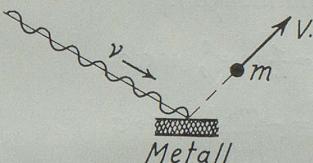
Planck's virkningskvantum „ h “

$$h = 6,545 \cdot 10^{-27} \text{ erg sek.}$$

Strålings-energi-kvantum $A = h\nu$ ("photon").

$$\nu = \text{frekvens}, \quad \lambda = \text{bølgelengde}.$$

Fotoelektrisk effekt:



$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 \quad (\text{Einstein}).$$

Compton-effekt:

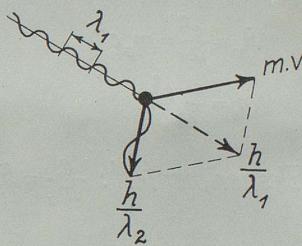


Fig. 6.

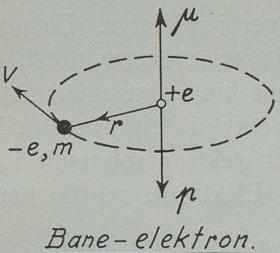
vel, tiltross for at partikkel-forestillingen ikke kunde forklare lysets interferens og polarisasjon. På den annen side kunde bølgeteorien ikke gjøre rede for Plancks lysenergi-kvanta, en hypotese som fullt ut forklarte energifordelingen i spektret, hvilket bølgeteorien på ingen måte kunde makte. Plancks hypotese blev overraskende fruktbar: Einstein kunde ved hjelp av denne straks forklare den »fotoelektriske effekt«, d. v. s. det fenomen, at et metall utsender elektroner når det blir strålet med kortbølget ultrafiolett lys eller rønt-

genstråler, fig. 6. Einstein antok, at bevegelsesenergien av det utsendte elektron $\frac{1}{2} m v^2$ var nettopp lik et energikvantum av den innfallende lysstråle $h\nu$, altså

$$h\nu = \frac{1}{2} m v^2.$$

Herved forklares at »foto-elektronets« hastighet v vokser med lysets frekvens, altså er elektronstrålingens energi av-

Gyro-Magnetisme.



Magnetisk moment:

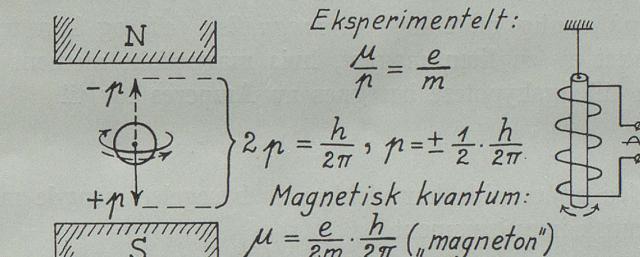
$$\mu = i \cdot F = \left(\frac{e}{2\pi r} \cdot v \right) \cdot (\pi r^2)$$

$$\mu = \frac{1}{2} e \cdot v \cdot r$$

Mekanisk impulsmoment:

$$p = mv \cdot r ; \quad \frac{\mu}{p} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m}$$

Bane-elektron.



"Spin"-elektron.

Fig. 7.

hengig av belysningens farve, men uavhengig av dens intensitet. Fig. 6 viser også forholdene ved den såkalte Compton-effekt, hvorved man forstår det fenomen, at sammen treff av en røntgenstråle og et fritt elektron foregår etter lovene for elastisk støt mellom punktformige legemer. En stråle av bølgelengde λ_1 treffer elektronet, hvis masse er m .

Røntgenstrålen har en impuls (bevegelsesmengde) $\frac{h}{\lambda_1}$. Efter støtet fortsetter strålen i en ny retning med en ny bølge-

lengde λ_2 og impuls $\frac{h}{\lambda_2}$, mens elektronet får en hastighet

v med impuls $m v$. De tre impulsvektorer sammensetter sig som ved mekanisk støt etter parallelogramloven.

De siste par decenniers utvikling av elektrombegrepet på kvanteteoriens basis er noe knyttet til atomforskningen og spektralanalsen. Av størst interesse for oss i denne forbindelse er spørsmålet om *atomenes magnetisme*. Som bekjent opstilte Niels Bohr den arbeidshypotese, at atomene var oppbygget som solsystemer i miniatyr. En positiv elektrisk kjerne, hvori atomets masse er koncentrert, tilsvarer solen, og omkring denne kjerne kretser et antall negative elektroner, tilsvarende planetene, i cirkulære eller elliptiske baner. Vi betrakter et slikt elektron roterende i en cirkelbane med radius r , se fig. 7. Elektronet representerer en elektrisk strøm $i = \frac{e}{2\pi r} v$, hvor v er bevegelseshastigheten;

denne strøm omslutter et areal $F = \pi r^2$. Strømmen omgir sig på vanlig måte med et *magnetisk felt*, og kan tenkes erstattet av en liten magnet, hvis magnetiske moment uten noen tilleggshypotese beregnes av Amperes lov til

$$\mu = iF = \frac{1}{2} e v r.$$

På den annen side har elektronets bevegelsesmengde $m v$ et mekanisk impulsmoment

$$p = m v r$$

og det teoretiske forhold mellom disse to momenter blir $\frac{\mu}{p} = \frac{1}{2} \frac{e}{m}$. Vi ser altså at atomenes magnetiske moment og deres mekaniske impulsmoment er uløselig sammenknyttet i et naturbestemt, uforanderlig forhold. Dette resultatet kan kontrolleres ved et interessant eksperiment som er uttenkt av Einstein, den såkalte *gyromagnetiske effekt*. En jernstav magnetiseres aksialt ved hjelp av vekselstrøm, som sendes gjennem et solenoid som omgir stavens. I stavens indre oppstår da et magnetisk vekselfelt, hvilket betyr at de roterende elektroner i jernatomene delvis skifter omløpsretning i takt

med magnetiseringssstrømmens vekslinger. Når elektronene utfører slike rotasjonssvingninger i takt med hverandre, må de utøve reaksjonskrefter på jernstaven som helhet. — Eksperimentet er analogt med et mekanisk fenomen fra hverdagslivet: Henger man et lommeur fritt på en spiker og overlater det til sig selv, vil uret snart komme i små pendel-swingninger p. gr. av uroens pendlinger frem og tilbake inne i urverket. — Ophenges jernstaven i vårt eksperiment i en elastisk anordning, slik at den kan dreie sig fritt inne i magnetiseringsspolen, og avstemmes ophengningens elastisitet på resonnans med vekselstrømmens frekvens, så vil stavens swingninger om sin lengdeakse bli så sterke at de kan måles. Av swingningenes amplitude og stavens magnetisme kan man slutte tilbake til forholdet $\frac{\mu}{p}$, som man ganske visst finner konstant, men merkelig nok *nøyaktig* dobbelt så stort som teorien forlangte. Herav har man sluttet at det må være noe galt med Bohrs atommodell; forestillingen om de mekaniske elektronbaner er utvilsomt ureiktig, et resultat som også spektralanalysen førte til.

Man mener nu at atommagnetismen *ikke* skyldes elektronenes banerotasjon omkring kjernen, noen slik rotasjon eksisterer sannsynligvis ikke. Istedet antok Uhlenbeck og Goudsmit i 1925, at magnetismen skyldes elektronets *egenrotasjon* omkring en akse gjennem sin midte, en rotasjon i likhet med jordens om en akse gjennem polene. Efter engelsk kaller man dette for et »*spin-elektron*«. Denne elektronmodell inneholder imidlertid ikke noe holdepunkt vedrørende ladningens eller massens fordeling over elektronets volum, og man er derfor avskåret fra en teoretisk forutberegning av forholdet $\frac{\mu}{p}$. Heldigvis, kan man si, for derved fikk man full frihet til å sette forholdet lik den eksperimentelle verdi $\frac{e}{m}$.

Imidlertid forlanger kvanteteorien at spin-elektronets rotasjonsakse bare kan innstille sig på to måter i et magnetisk felt, nemlig parallelt eller antiparallelt med kraftlin-

jene, og en overgang fra den ene til den annen stilling må skje diskontinuerlig ved at elektronaksen plutselig klapper helt om 180° . Forskjellen i impulsmoment i de to stillinger skal være lik et helt kvantum, som ved roterende bevegelse kan

$$\text{vises å være } \frac{h}{2\pi}. \text{ Altså er } 2p = \frac{h}{2\pi}, \text{ hvorav } p = \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2\pi}.$$

Herav følger at der eksisterer et *magnetisk elementærkvantum*

$$\mu = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{h}{2\pi}.$$

De materielle legemers magnetisme kan kun forandre sig sprangvis i atomistiske kvanta av denne størrelse. Et slikt kvantum kalles et »*magneton*«.

Efter denne teori synes det kanskje vanskelig å forstå hvordan forskjellige stoffer kan opvise så kolossal forskjell i magnetiske egenskaper, som f. eks. metallene jern og kobber. De to atomsorters forskjellige antall elektroner rettferdiggjør på ingen måte det faktum, at jern kan bli mange tusen ganger sterkere magnetisk enn kobber. Undersøker man imidlertid magnetiserbarheten av *fri* atomer, d. v. s. metallene i flytende, eller i dampformig tilstand, så finner man at det ikke er nevneverdig forskjell i de magnetiske egenskaper. De faste metallers forskjellige magnetiserbarhet henger på det næreste sammen med atomenes sammenslutning til krystallkorn. Magnetisering av et stoff betyr som vi har sett, en orientering av de enkelte spinnelektroners rotasjonsakser parallelt med det magnetiserende felts retning. Atomenes temperatur-bevegelser motvirker denne orientering på det kraftigste; men krystallstrukturen — som allerede er en ordning av atomene i parallelle rekker — kan begunstige magnetiseringen. Jernets spesielle krystallstruktur er tydeligvis avgjørende for dets sterke magnetiserbarhet. Mekanismen ved krystallstrukturens eiendommelige innflytelse på magnetismen er man enda ikke helt på det rene med. Muligens dreier det sig her om et slags resonans-fenomen.

Vi har omtalt lys- og røntgenstrålenes dobbeltsidige natur, og sett at de snart må oppfattes som bølger, snart som kvanta med partikkellignende egenskaper. Louis de

Broglie fremkastet i 1924 den tanke, at også de materielle *partikler* — elektronene — kanskje kunde ha en slik dobbelt natur, således at de samtidig også har bølgeegenskaper. Han bygget på følgende ræsonnement. Både den klassiske elektron teori og Einsteins relativitetsteori forlanger, at en partikkels masse m_0 har et latent energiinnhold $A = m_0 c^2$ (c = lysets hastighet). Plancks kvanteteori gir på den annen side en relasjon mellom energi og svingningsfrekvens: $A = h\nu$. De Broglie antar nu, at partiklene er tilordnet en bølge, hvis frekvens ν bestemmes ved at de to energiuttrykk er *identiske*:

$$h\nu = m_0 c^2$$

Kort etterat de Broglie hadde opstillet sin dristige hypotese, blev elektronbølgene påvist eksperimentelt. Man kunde fotografere interferensbilleder fremkommet ved bøying av elektronstråler, når disse sendes gjennem krystallinske stoffer.

Sådanne fotografier og mange hermed beslektede eksperimenter viser, at elektronene har *bølgenatur* likeså sikkert som at de gamle banefotografier og andre klassiske eksperimenter »beviste« at elektroner var *partikler*. Den moderne videnskap har bøiet sig for disse kjengjerninger. Materiens kvanta har på en gang begge egenskaper, intet av de to bilder er sig selv uttømmende; men i forening gjør de god rede for de aller fleste eksperimentelle fakta.

Elektronbølgeteorien har fått en enorm betydning for atom- og spektralforskningens utvikling i de senere år gjennem arbeider av Schrödinger og Dirac. Et elektronet en i rummet fordelt bølge, blir elektronets fysiske individualitet forholdsvis utvist i sammenligning med det klassiske partikkelsbegrep. Man kan ikke eksakt angi et punkt i rummet hvor et elektronet befinner seg i et gitt øieblikk. Schrödinger opstiller en *bølgeligning* for elektronets tilstand i atomet, og antar at det er elektronets *ladning* som er bølgeformig fordelt i rummet omkring atomkjernen. Bølgens intensitet setter han lik ladningens tetthet i vedkommende rumpunkt. Elektronet i de Bohrske planetbaner er hos

Schrödinger så å si fordampet og danner tåkeaktige sfærer omkring atomkjernen. — Born har gitt en annen fremstilling. Han tenker sig fremdeles elektronet som en »punktformig« partikkkel; men det beveger sig innenfor atomet på en irregulær måte, hvis lovmessighet ikke kan forfølges i detalj. Schrödingers bølgeintensitet er for Born et mål for den *sannsynlighet*, eller statistiske hyppighet, hvormed elektronet inntreffer i de forskjellige rumpunkter. De mikrokosmiske naturlover er ikke absolutte, de er av statistisk art. — Heisenberg har ophøyet denne ubestemthet til et universelt prinsipp i atomenes verden. Han har påvist at det er principielt umulig med noe middel å observere eksakt hvor et elektron befinner sig, og samtidig angi hvorledes det beveger sig. Dette fremgår allerede som et resultat av den før omtalte Compton-effekt. Når et elektron observeres, betyr det at der foregår en energiutveksling mellom elektronet og observatøren eller hans apparater, f. eks. i form av en elektromagnetisk stråling. Men idet strålen utsendes eller reflekteres fra elektronet, får dette som vi har sett, et støt som øieblikkelig slynger det ut av synsfeltet, slik at elektronet aldeles ikke befinner sig der man tror å observere det, og har heller ikke den observerte bevegelsestilstand. Heisenberg har formulert en berømt *ubestemthetsrelasjon* som uttaler, at ved en atomistisk prosess er usikkerheten aldri mindre enn svarende til Plancks virkningskvantum \hbar , en ganske visst lav, men dog meget bestemt grense for vår formulering av naturens lovmessighet. Om dette betyr principielt brudd på den absolutte årsakssammenheng i tilværelsen, vet man ennu ikke. Man kan si, at elektronene, liksom menneskene, er innrømmet en tilsynelatende individuell frihet innenfor de kollektive lovers ramme.

Imidlertid kunde hverken Heisenbergs eller Schrödingers teorier gjøre rede for spinn-elektronets magnetisme. Dette lyktes dog Dirac, som opstilte ennu mer fundamentale ligninger gjeldende i relativitetsteoriens 4-dimensjonale rum-tidskoordinater. I virkeligheten fremgikk hans ligninger for en stor del av et gjennemført krav til en harmonisk 4-dimensjonal symmetri. I tillegg til Schrödingers resultater fremkom

elektronets *spinn* og *magnetisme* umiddelbart som et uventet ekstraresultat av Diracs teori uten noen som helst tilleggs-hypotese.

En ennu merkeligere, og til en begynnelse ikke forståelig følge av Diracs teori var at den forutsa eksistensen av *positive* partikler med samme masse som de negative elektroner. Senere er denne forutsigelse blitt eksperimentelt bekreftet, første gang høsten 1932 av Carl D. Anderson ved universitetet i Pasadena, Kalifornia. Han offentliggjorde et opsigtsvekkende Wilson-tåkespor-fotografi av banen for en slik partikkelen. Av banens krumning under innflytelse av et magnetfelt og av partiklens hastighetstap ved å passere gjennem en 6 mm tykk blyplate kunde Anderson fastslå, at partiklen virkelig var positiv, og at dens ladning og masse var noenlunde lik negatronets. Senere forsøk har bekreftet dette med større nøyaktighet. Anderson kalte de nye positive partikler for *positroner*. Ved hans eksperimenter var det kosmiske ultrastråler som utløste positroner av metallatomer i forsøksapparatene. Andre fysikere har utløst positroner ved hjelp av gamma-stråling fra radioaktive stoffer, og nyere Wilson-fotografier har vist at positronet alltid fremkommer ved en slags *tvillingfødsel*, idet der samtidig fra et punkt utskytes et positron og et negatron, som avbøies til hver sin kant i et magnetfelt. Denne prosess betyr muligens at et strålingskvantum går til grunne og nye partikler dannes: »energiens overgang til materie«? Dirac forutsa at positronet måtte ha en overordentlig kort levetid, nemlig ca. 10^{-10} sek., fordi det er så lett utsatt for sammenstøt med negatroner som nøytraliserer positronet. Dette forklarer delvis hvorfor positronet ikke tidligere var blitt observert.

Man har også opdaget elektrisk nøytrale materiepartikler, såkalte *neutroner*, hvis masse er meget nær lik protonmassen. Neutronet synes å være en vesentlig grunnbestanddel av atomkjernene. Vi skal ikke gå nærmere inn herpå, men kun nevne at neutronet, tross sin manglende elektriske ladning tør ha den største betydning for utforskningen av elektricitetens natur, idet en hypotese går ut på at denne partikkelen er en meget intim forbindelse mellom et proton og et negatron.

Tilslutt skal kort skisseres noen av den engelske astrophysiker Eddingtons fantasifulle ideer. Eddington er ad spekulativ vei kommet til slutninger som viser en forbløffende overensstemmelse med eksperimentelle data. Hans *kosmologiske elektronteori* er intet mindre enn et forsøk på å utlede elektronenes eksistens og egenskaper som en slags spontane egensvingninger eller stående bølger i hele universets geometriske struktur. — Den enkleste vekselvirkning man kjenner mellom to partikler, er mellom et proton og et negatron i vannstoffatomet. Eddington antar at der består en lignende vekselrelasjon mellom en hvilken som helst elektrisk partikkel og hele det øvrige materielle univers, og han betrakter relativitetsteoriens hypersfæriske verdens-rumtid som den ene »partikkel« og det enkelte elektron som den annen.

I spektralteorien og Diracs bølgemekanikk optrer en merkelig størrelse: den spektrale »finstrukturkonstant« (se fig. 8) som bortsett fra den trivielle faktor 2π — er den eneste enkle kombinasjon av de tre universelle konstanter h , c og e , som gir et dimensjonsløst tall. Dette hele tall (137) tyder Eddington som partikkelsystemets $136 + 1$ »elektriske frihetsgrader«. Jeg skal kort antyde hvad man mener med dette. For å være i det klassiske partikkelbilde: en liten kule, så har denne i vårt vanlige 3-dimensjonale rum *frihet* til å bevege sig translatorisk i de 3 akseretninger, og dertil kan den rotere om 3 på hinannen loddrette akser. Dette blir 6 *mekaniske frihetsgrader*. I det 4-dimensjonale tidrum får man 10 frihetsgrader — nemlig 4 »translasjoner« og 6 »rotasjoner« — like mange som antallet av Einsteins gravitasjonspotentialer (g_{ik}). Dette tall 10 fremkommer av partiklens $4 \times 4 = 16$ koordinatkombinasjoner, slik som fremgår skjematisk ved 10 sorte punkter i det 16-rutede kvadratnett, se fig. 8. De 4 diagonale ruter symboliserer translasjonene. De øvrige $16 - 4 = 12$ gir rotasjoner, men av disse er 2 og 2 symmetriske og parvis identiske, slik at det bare blir 6 rotasjoner tilbake. Når nu 2 partikler står i vekselvirkning, har de hver sitt 16-rutete »koordinatskjema«, og energiutvekslinger mellom dem beherskes av 16×16 kombinasjonsmuligheter. Men også dette skjema er diagonalsymmetrisk, og det

blir 16 »elektriske translasjoner« og 120 »elektriske rotasjoner« tilbake, ialt 136 »frihetsgrader«. Systemet *proton-negatron* i vannstoffatomet har ifølge Eddington 1 frihetsgrad i tillegg til dette, ialt 137, fordi atomet som helhet beveger sig fritt i verdensrummet. Systemet *univers-partikkelen* må dog noe sig med 136 frihetsgrader, fordi universet som helhet er bundet til sin egen størrelse og konfigurasjon. På denne

Eddingtons kosmologiske elektroneteori

»Den spekrale finstrukturkonstant»:

$$\frac{hc}{2\pi e^2} = 137 = 136 + 1 \\ (\text{dimensionsløs}).$$

»Frihetsgrader».

10 »mekaniske« {
(antal gikk).

Antal elektroner eller protoner i universet = N .

$$\text{Elektronets radius: } a = \frac{e^2}{mc^2}$$

$$\text{Universets radius: } R = a\sqrt{N}$$

$$10m^2 - 136m \cdot \frac{\sqrt{N}}{R} + \frac{N}{R^2} = 0. \quad \left\{ \frac{m_p}{m_e} = 1847,6 \right.$$

Fig. 8.

basis kombinerer han Schrödingers og Diracs bølgemekanikk og opstiller tilslutt en ligning for egenmassen m , av den elektriske elementærpartikkel. I denne ligningen er de ovennevnte tall 10 og 136 karakteristiske koeffisienter, og setter man for enkelhets skyld masseenheten lik 1, lyder ligningen:

$$10m^2 - 136m + 1 = 0$$

Denne 2nen grads ligning gir som vanlig 2 løsninger, nemlig

m_e (negatronets masse) og m_p (protonmassen), og ved utregning finnes

$$\frac{m_p}{m_e} = 1847,6$$

Dette forhold avhenger bare av koefficientene 10 og 136, altså av geometriske data, og stemmer påfallende med den eksperimentelle verdi som er $1847,0 \pm 0,5$ etter de beste nyere målinger. Eddington viser også at de to løsninger tilsvarer ladninger av motsatt polaritet.

I Eddingtons teori inngår videre elektronets effektive radius $a = \frac{e^2}{mc^2}$, og ved et indirekte ræsonnement kommer han til at den gjennemsnittlige radius av relativitetsteoriens hypersfæriske univers må være $R = a\sqrt{N}$, hvor N er det totale antall protoner eller elektroner i hele universet. — På den annen side fører Einstein — de Sitter — Lemaître's relativistiske kosmologi til en herav uavhengig relasjon mellom N og R, således at Eddington kan beregne disse størrelser. Han finner $N = \text{ca. } 10^{79}$, $R = \text{ca. } 1000 \text{ millioner lysår}$, samt universets totale masse, som blir omrent $N.m_p = \text{ca. } 10^{22}$ solmasser.

Disse fantastiske tall kan jo neppe kontrolleres, men den samme kosmiske teori fører til en merkelig konsekvens, som lar sig underkaste astronomisk prøve. Det viser sig nemlig at alle masser virker på hverandre på 2 måter. Foruten tiltrekningen, gravitasjonen, som avtar sterkt ved voksende avstand, eksisterer der også en *frastøting* som øker med avstanden mellom legemene. Frastøtingen er normalt forsvinnende svak; men ved de enorme avstander mellom stjernetåkkene får den overtalet og bevirker at universet som helhet stadig utvider seg — (»Expanding Universe«). Stjernetåkkene — f. eks. vort melkeveisystem — vokser imidlertid ikke, da gravitasjonen her er overveiende, skjønt den balanseres av centrifugalkrefter.

Dette er nettop hvad astronomene i de senere år har observert. De fjerne stjernetåker beveger sig bort fra oss i synsretningen med hastigheter som vokser proporsjonalt med

avstanden fra vårt system, — ganske i overensstemmelse med Lemaître's teori. Det lyktes Eddington å beregne eks-pansjonshastigheten, som han finner er *165 km/sek. pr. 1 million lysårs avstand*, en verdi som med 10 % toleranse stemmer med observasjoner av astronomen H u b b l e ved Mount Wilson-observatoriet. Denne enorme ekspansjon betyr at verdensradien fordobles i løpet av 1300 millioner år. Ekspansjonen har allerede nådd en slik fart, at lyset forlengst er handicapped som budbringer mellom de fjernest adskilte stjernesystemer.

Disse påstander synes ved første øiekast å stå i skarpeste motsetning til relativitetsteoriens kardinalhypotese: ingen materiell bevegelse kan nå, enn si overskride lys-hastigheten. Man må imidlertid erindre at her gjelder kun relative synsmåter. Lyshastighetens størrelse må tenkes uttrykt i forhold til en eller annen grunn-enhet, og som sådan har man i siste instans intet annet enn tid-rummets krumningsradius i vedkommende verdensregion. Innen vårt melkeveisystem — en »liten«, uforanderlig blære på verdensballongen — er visstnok krumningsradien overordentlig stor, og lyshastigheten står for oss i et bestemt forhold til denne; men i det »tomme rum« mellom stjernetåkene er den flere tusen ganger større radius for universet som helhet målgivende. Stjernetåkenes hastighet bort fra hverandre vil derfor allikevel være mindre enn den korresponderende lys-hastighet derute, idet disse hastigheter må vurderes i relasjon til en langt større lengdeenhet: »verdensradien».

En lysstråle på vei henimot oss fra en av de fjerneste stjernetåker er å ligne med en flue som forsøker å krype fra et punkt til et annet på en gummiballong, idet denne opblåses så sterkt at dens omkrets vokser hurtigere enn fluen kan bevege sig. Hermed brister ethvert håp om ved hjelp av aldri så fullkomne teleskoper å motta bud fra verdensrum-mets fjerneste »antipoder«. Naturen har her etter satt en øvre grense for menneskenes evne til å utforske tilværelsens dybder.

Halofenomener.

Av Erling Frogner.

Halofenomenene omkring solen 31. mars 1935.

Søndag formiddag 31. mars i år var der over meste-
parten av det sydlige Norge synlig en rekke interessante lys-
fenomener (haloformer) omkring solen.

Disse halofenomener optrådte med en lysintensitet og
med en mangfoldighet i former som det er sjeldent anled-
ning til å få se, og de har da også vakt adskillig opmerk-
somhet blandt folk utover landet.

Det kan derfor ha sin interesse å se litt nærmere på
hvorpeltes fenomenet forløp, og hvorpeltes de forskjellige halo-
former opstår.

Jeg iakttok synsfenomenet fra Lier, og jeg vil først gi en
beskrivelse av hvorpeltes det tok sig ut derfra. Jeg blev op-
merksom på halofenomenene litt før kl. 8 om morgenens, da
jeg skulde dra ut på skitur. Der var da en ganske tett op-
trekksbanke i horisonten mot syd-vest. Over sydhimmelen og
syd-østhimmelen var der et tynt slør av cirrus og cirrostratus,
nordhimmelen var klar.

Halosynet hadde da følgende form (fig. 1): Nærmest
solen var der den vanlige haloring på 22° , R_1 , farvet og
meget lyssterk. 22° -ringen var synlig helt rundt. Av far-
vene var der kun rødfarven på ringens innside som var sær-
lig fremtredende. Like i ytterkanten av 22° -ringen var der
2 isoler, B_1 og B_2 , 1 på hver side av solen og i samme høyde
over horisonten som solen. Isolene var meget lyssterke, sær-
lig B_1 på vestsiden av solen. Denne isol, B_1 , hadde også en
meget tydelig hale, h , parallel med horisonten og hvitfarvet.
Isolene var rødfarvet på den ene side som vendte mot solen.
Isolenes bredde vertikalt var omrent som solens diameter,
bredden horisontalt litt større. B_1 's hale, h , smalnet av utover
og tapte sig i lysstyrke, h 's lengde var ca. 20° .

22° -ringen hadde en berøringsbue på oversiden, b_1 , rett
over solen. Denne berøringsbue hadde en meget karakteristisk
form, nemlig som utspente fuglevinger. Det var tydelig å se

at berøringsbuen på midten var konkav opover, mens den lenger ut på begge sider krummet sig nedover igjen. b_1 , som kalles for 22° -ringens øvre horisontale berøringsbue, var like som 22° -ringen selv rødfarvet nærmest solen.

Der var også en haloring, R_2 , på 46° om solen med tydelige spekterfarver, rødt på ringens innside. 46° -ringen hadde også en berøringsbue, b_2 , rett over solen, og tilsynelatende med krumningen opover. Berøringsbuen, b_2 , var også tydelig spekterfarvet, med rødt nærmest solen. Så vidt jeg kunde se var berøringsbuen en cirkelbue, parallel med hori-

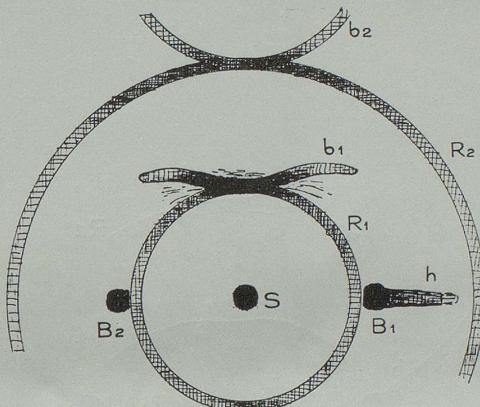


Fig. 1.

sonten. I dette tilfelle kalles berøringsbuen for cirkumzenithalbuen. Har den en annen form kalles den for 46° -ringens øvre berøringsbue. Av 46° -ringen var ved 8-tiden synlig ca. 180° . Denne ring var, undtatt det øvre parti, nokså lyssvak. Cirkumzenithalbuen, b_2 , var lyssterkere enn 46° -ringen. Med sine skarpe farver var denne del av halosynet den vakkreste.

Ovenstående beskrivelse var av synet ved 8-tiden om morgenen. Senere forandret fenomenet sig, dels på grunn av at solen steg høiere på himmelen, dels på grunn av at optrekket blev tettere og bredte sig over hele himmelen. Og disse *forandringer* av halofenomenenes utseende var etter min mening det interessanteste ved selve fenomenet.

Ved $\frac{1}{2}10$ —10-tiden var optrekket kommet over hele himmelen, og nu var der synlig en hvit horizontal ring, H, rundt hele himmelen, fra den ene bisol B_1 til den annen B_2 . (Fig. 2). Ringens bredde var omtrent som solens diameter, og den var for mig ikke synlig innenfor 22° -ringen. På

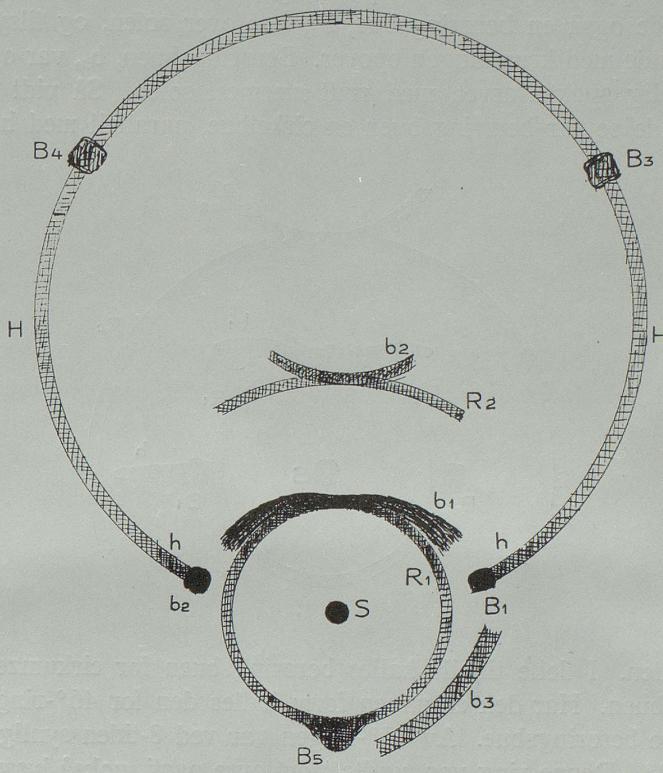


Fig. 2.

denne horisontale ring var der synlig 2 bisoler til, B_3 og B_4 , nemlig i 120° 's avstand fra solen, 1 på hver side av solen. Disse bisoler (også kalt bimotsoler) var hvite, og optrådte kun som en forsterkning og fortykkelse av horisontalringen. Jeg kikket etter motsolpunktet på horisontalringen den 31., men jeg kunde ikke med bestemhet fastslå nogen bisol der. 46° -ringen var ved $\frac{1}{2}10$ -tiden adskillig lyssvakere enn ved 8-tiden. Der var igjen bare et lite stykke av ringen rett

over solen, og snart etter forsvant ringen helt. Cirkumzenithalbuen, b_2 , blev også lyssvakere utover formiddagen, men den blev ikke så sterkt svekket som 46° -ringen, og den var også synlig på himmelen etterat 46° -ringen var forsvunnet.

Nu var det merkbart at det var foregått en interessant forandring i isolene B_1 og B_2 's stilling og likeledes med den øvre berøringsbue, b_1 , til 22° -ringen. Isolene B_1 og B_2 var rykket lenger bort fra solen, slik at de nu stod tydelig utenfor haloringen på 22° , men fremdeles i samme høide som solen. Berøringsbuen, b_1 , til 22° -ringen (fuglevingene) hadde senket sig litt med sine ytre partier og lå nærmere ned mot haloringen.

Ved 10-tiden var der også synlig lysfenomener under solen, hvor optrekket nu var ganske tett. Rett under solen på 22° -ringens ytterside var der en isol, B_5 , av utseende som en sterkt, men diffust lysende skive, større enn solen. Utenfor haloringen på 22° , nedenfor tilhøire, gikk der en sterkt, men diffust lysende bue b_3 , som var krummet opover, men litt svakere krummet enn haloringen. Buen b_5 gikk ikke helt op til horisontalringen og var heller ikke synlig helt inn til isol B_5 rett under solen. På venstre (østre) side var der ikke synlig nogen slik bue. Disse lysfenomener under solen blev iaktatt kun kort tid.

Den hvite horisontalring var synlig ca. $1\frac{1}{2}$ time, fra $10\frac{1}{2}$ til 11, dog ikke hele ringen hele tiden.

Utover formiddagen var det interessant å legge merke til hvorledes isolene B_1 og B_2 på hver side av solen like utenfor 22° -ringen, fjernet sig fra denne eftersom solen steg på himmelen. Ved $\frac{1}{2}12$ -tiden var isolene 4—5 soldiametre utenfor haloringen, d. v. s. vel 2° . Solens høide var da omrent 30° . Isolene befant sig stadig i samme høide som solen.

Likeledes var det morsomt å iaktta hvorledes berøringsbuen, b_1 , oventil på 22° -ringen senket sig ned mot denne. Disse forandringer i isolenes stilling og berøringsbuens stilling fremgår også av den teori man har til forklaring av disse halofenomener, og de har derfor spesielt interesse, idet de bidrar sterkt til å bekrefte teoriens riktighet.

Ved denne anledning hadde jeg kun adgang til å ta 2

billeder. Jeg tok da 1 billede av den høire (vestre) bisol (fig. 3) og 1 av 22° -ringens øvre del (fig. 4). Apparatet var et almindelig kasseapparat, uten avstandsinnstilling og uten eksponeringsregulator. Billedene blev tatt kl. 9. Dessverre er billedene ikke blitt gode. De gir ikke på langt nær uttrykk for hvilket storslagent syn halofenomenene var den dag. Men bildene kan ha sin interesse allikevel, nemlig til å vise fordelingen av lysintensiteten omkring solen. Dette skal jeg omtale nærmere senere under forklaringen av halofenomenenes opståen. Forøvrig kan jeg nevne at professor Størmer



Fig. 3.

har tatt nogen praktfulle fotografier av halofenomenene den 31. mars. Disse fotografier vil bli offentliggjort i Geofysiske Publikasjoner.

Meteorologisk Institutt, Oslo, har mottatt en rekke beretninger fra folk som har iaktatt halofenomenene 31. mars, og dessuten har Instituttet mottatt meldinger fra sine faste iakttagere. Disse beretninger viser at halofenomenene har vært synlig over mesteparten av Norge, sønnenfor Trøndelag. Over Østerdals- og Trysiltraktene har halofenomenene dog neppe vært synlig, da der ikke er kommet nogen melding derfra. Efter værkartet å dømme skulde de atmosfæriske forhold være gunstige for halo på Vestlandet 30. mars. Men kun 2 steder melder om halo, nemlig Lista og Rødland. Den

30. mars var der også halo over den sydlige del av Østlandet, men i svak grad.

Alle innsenderne melder om 22° -ringen R_1 , dennes øvre berørende bue b_1 og isolene B_1 og B_2 . De øvrige haloformer er omtalt mere ufullstendig. Det er dog grunn til å anta at halofenomenene har vist sig nogenlunde ens over hele området hvor de er iakttatt, hvad de optredende former angår. Mest praktfullt har dog synet ganske sikkert vært over høifjellet og på Telemarkskanten. 2 innsendere (fra Larvik og Modum) beretter om en farvet cirkel som tangerte 22° -ringen

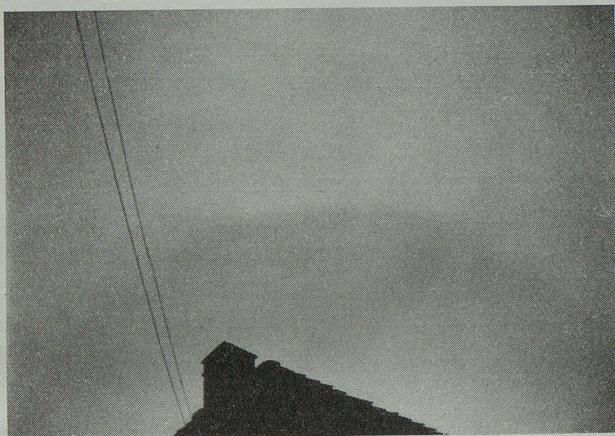


Fig. 4.

utvendig og 46° -ringen innvendig rett over solen. Dette høres nokså merkelig ut, og det vilde være meget interessant hvis det var riktig, men jeg er tilboelig til å tro at det er en erindringsfeil angående ringenes øvre berørende buer.

Stasjonsmester Gokstad på Gvarv st. melder om en ring rundt solen med mindre radius enn 22° (efter tegningen ca. 15°). Denne ring forsvandt ved 9-tiden. Denne oplysning er meget interessant og også troverdig.

Den første omfattende beskrivelse av et vel utviklet halosystem har man fra jesuiten P. Scheiner i Rom i året 1630. Det kalles det romerske halofenomen, og var av utseende omtrent som halofenomenet 31. mars hos oss med undtagelse av isolene B_3 og B_4 . Halofenomener har selv-

følgelig forekommet før den tid, men man savner ordentlige beretninger om dem.

Av andre storslagne halofenomener fra gammel tid kan nevnes Danziger-fenomenet, iaktatt i Danzig 20. febr. 1661 av astronom H e v e l, og Petersburger-fenomenet iaktatt i Petersburg 18. juli 1794 av astronom T. L o w i t z. Dette siste er vel det vakreste og mest detaljrike halofenomen som nogensinne er iaktatt.

Her i Norge har man pålitelige meldinger om halo fra begynnelsen av det 19. årh. 2. påskedag 27. mars 1826 var der et kraftig og detaljrikt halofenomen over det sydlige Norge. Dette blev iaktatt av professor H a n s t e e n i Kristiania (fig. 5). Man har tegninger av det samme halofenomen fra prost H e r t z b e r g i Ullensvang (fig. 6), og fra L a r s T o r j e l s S ø n (sannsynligvis Leikanger i Sogn) (fig. 7). På en annen tegning har Torjels Søn de samme cirkelbuer gjennem solen som på Hertzbergs tegning.

Av vakre halofenomener fra den senere tid må særlig nevnes de som er beskrevet av lærer M a g n u s O s, Offersøy (»Naturen« 1930, s. 360, og »Naturen« 1934, s. 345).

For å få et inntrykk av med hvilken hyppighet de forskjellige haloformer optrer i forhold til hverandre, hitsetter jeg en observasjonsrekke fra Holland som omfatter 10 år (1892—1901). Iakttagerne var spredt over hele Holland, og rekken gjelder således for hele landet og ikke bare et enkelt sted:

Haloring på 22°	1689
Bisol 22° fra solen	423
Øvre berøringsbue til 22°-ringen	113
Øvre berøringsbue til 46°-ringen	67
Lyssøiler	43
Haloring på 46°	38
Horisontalcirkel	22
Omskrevnen halo	13
Nedre berøringsbue til 22°-ringen	10
Kors	6
Bimotsol (eller bisol 120° fra solen)	2
Bisol 46° fra solen	1
Abnormale fenomener	13

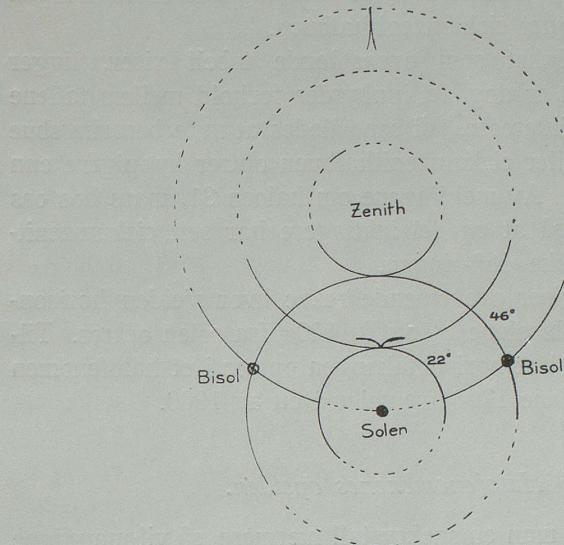


Fig. 5.

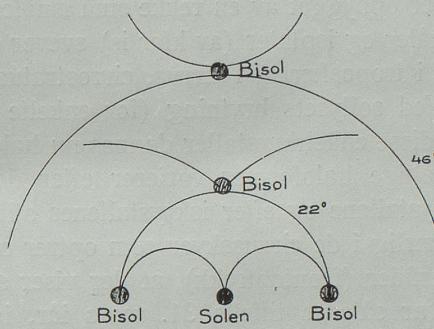


Fig. 6.

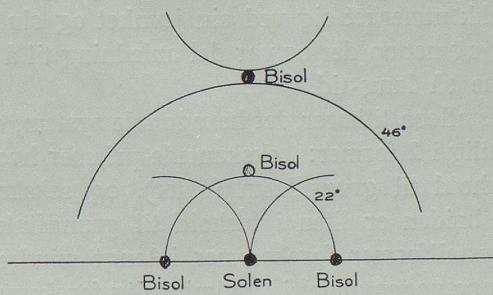


Fig. 7.

Under de 67 tilfeller av øvre berøringsbue til 46° -ringen er også medregnet cirkumzenithalbuen.

Den hyppighet som ovenstående tabell viser, ligger nokså høit. Det er dog det innbyrdes forhold mellom tallene som har størst interesse. Vi ser således at øvre berøringsbue til 46° -ringen eller cirkumzenithalbuen optrer hyppigere enn 46° -ringen selv. Av meldingene om haloen 31. mars hos oss fremgår det også at en del iakttagere har sett cirkumzenithalbuen, men ikke 46° -ringen.

Likledes viser ovenstående rekke hvor sjeldent horisontalringen H og bisolene B₃ og B₄ 120° fra solen optrer. Tilnærmet kan vi si at horisontalringen optrer i et halofenomen av 100, og bisolene 120° fra solen i ett av 1000.

Undersøker man en snekrystall nærmere, så vil man finne at krystallen er opbygget av en rekke små isnåler og isplater. Slike små isnåler og isplater (av klar is) svever enkeltvis i de høieste skyer i troposfæren, i cirrus, cirrostratus og altostratus-skyene. Ved sollysets brytning (for enkelte former også refleksjon) i disse enkeltkrystaller dannes nu halofenomenene, og de forskjellige haloformer varierer etter de lysbrytende vinkler i iskrystallene og etter iskrystallenes stilling i luften.

Det er særlig i de cirrusskyer som optrer som forløpere for nedbørsmråder (frontoptrekk), at der viser sig utpregede halos. Det var således tilfelle 31. mars i år, idet der kom inn en varmfront fra Nordsjøen mot det sydlige Norge. Dette frontoptrekk utmerket seg ved sin jevnhet og sin langsomme bevegelse, og nettop derfor var det anledning til å iaktta halo-fenomenene så lang tid.

Iskristallene tilhører det hexagonale system, og forekommer vesentlig i 2 former: sekskantede prisma hvor høyden er stor i forhold til grunnflaten (nåler), og sekskantede prisma hvor høyden er liten i forhold til grunnflaten (plater). Andre krystallformer forekommer i langt mindre antall, og de har neppe nogen andel i de almindelig forekommende haloformer. Det lys som hver enkelt krystall gir ved sin brytning,

er nemlig meget svakt, og for at en lysvirkning fra en bestemt retning skal bli merkbar for øjet, må et stort antall ensartede og likedan beliggende krystaller virke sammen, og derfor kommer bare de krystaller i betraktnsing som optrer i stort antall. Man har også plausible forklaringer på praktisk talt alle forekommende haloformer ved hjelp av de 2 ovennevnte krystalltyper.

De lysbrytende vinkler i disse krystaller er 60° (mellem 2 sideflater, ikke naboflater) og 90° (mellem sideflate og grunnflate); og krystallene inntar (hvis de er homogene) i almindelighet en slik stilling i luften at luftmotstanden under fallbevegelsen blir størst mulig. Det er nemlig tregheten som gjør sig gjeldende på denne måte. Dette vil si at nålene hyppigst svever med aksen horisontalt og platene med aksen vertikalt. Nålene kan også sveve med aksen vertikalt hvis de inneholder luftblærer eller hvis de har isplater festet til sin ene grunnflate. Uregelmessig vind vil dog bevirke at krystallene svever hulter til bulter med aksen i alle retninger.

Når lys brytes i et prisme, så blir som bekjent den brutte stråle avbøiet i forskjellig grad etter prismets stilling i forhold til lysstrålen. For en viss stilling av prismet (hovedstilling) blir strålen avbøiet minst mulig, og den brutte stråle har da maksimum av lysintensitet. Dette forhold spiller en fundamental rolle for dannelsen av haloformene.

Vi vil nu omtale nærmere hvorledes de forskjellige haloformer opstår.

Haloringen på 22° dannes ved lyssets brytning i prismekanter på 60° og i krystaller i hovedstilling. Disse krystallers akser peker i alle retninger, loddrett på linjen solen—iakttager. Da rødt lys brytes minst, blir ringen rød på innsiden. Utover blir farvene utvist, da de dekker over hverandre. I de øvrige krystaller (med aksen i alle retninger) blir sollyset avbøiet sterkere, men svekkes mere i lysstyrke, og følgen blir en hel lysende sone som er skarpt avgrenset innad ved 22° -ringen og som taper sig ut over i lysstyrke. Dette forhold bevirker at det blir vanskelig å opta skarpe billeder av 22° -ringen. På de fotografier jeg

tok av haloen den 31. mars, er det også merkbart hvorledes lysintensiteten avtar fra 22° -ringen og utover.

På lignende måte dannes 46° -ringen og dens utenforliggende lysende sone ved brytning av sollyset i prismekanter på 90° og med den brytende kant i alle retninger. 46° -ringen selv dannes ved krystaller med den brytende kant loddrett på retningen sol—iakttager og i hovedstilling som gir maksimum av lysstyrke, og den utenforliggende hvite sone dannes ved de øvrige krystaller.

Tidligere er nevnt en lysende ring om solen med radius ca. 15. Denne ring frembringes ved lysbrytning i prismekanter på ca. 48° , og med den brytende kant vilkårlig fordelt. Nu kan der riktignok forekomme prismevinkler på ca. 48° , så iakttagelsen er sannsynligvis riktig. Men det er litt underlig at ikke flere har sett denne ring.

Bisolene B_1 og B_2 , på eller like utenfor 22° -ringen, likeså isolenes haler, dannes ved lysets brytning i prismekanter på 60° og med den brytende kant vertikalt. Da isolene i alminnelighet er meget lyssterke, tyder dette på at det er et stort antall krystaller som svever med aksen vertikalt. Når solen står i horisonten er isolene på 22° -ringen, men rykker ut fra ringen når solen stiger på himmelen. Isolene selv dannes av prismaer som står i hovedstilling, som gir minimum av avbøining og lysmaksimum. Halen h dannes av de øvrige krystaller med aksen vertikalt, og den taper sig i lysstyrke utover, på samme måte som den lysende sone utenfor 22° -ringen. Undertiden ser man tilsvarende isoler på 46° -ringen, og disse isoler dannes da ved lysbrytning i vertikaltstående prismekanter på 90° . Når disse isoler optrer meget sjeldent og meget svakt, tyder det på at krystallene meget sjeldent inntar en slik stilling i luften.

Tidligere er nevnt at 22° -ringen fremkommer ved lysets brytning i 60° -kanter i alle de krystaller hvis akse står loddrett på linjen sol—iakttager, og som samtidig står i hovedstilling. Betrakter vi en slik krystall med aksen horisontal, så vil denne krystall gi lys fra et punkt i 22° -ringen rett over (eller under) solen. Tenker vi oss nu at denne krystall dreier seg om en vertikal akse slik at den fremdeles blir i

hovedstilling, vil det lysende punkt beskrive en kurve som svarer til 22° -ringens øvre (nedre) berørende bue. Denne form varierer med solens høide over horisonten¹⁾. 22° -ringens øvre og nedre berøringsbue fremkommer således ved alle isnåler med aksen horisontalt og samtidig i minimum av avbøining.

Liket fremkommer 46° -ringens øvre berørende bue ved lysbrytnign i horisontale prismekanter på 90° og samtidig i minimum av avbøining.

Cirkumzenithalbuen (som er hyppigere enn den egentlige berøringsbue og som også ofte berører 46° -ringen), dannes ved lysbrytnign i prismekanter på 90° i alle de krystaller som svever med aksen vertikalt.

46° -ringen har undertiden berøringsbuer på skrå neden til (konvekse mot solen). Lærer Magnus Os beskriver en slik bue i »Naturen« for 1934, s. 348. Disse berøringsbuer fremkommer sannsynlig ved lysbrytnign i visse 90° -kanter i de isnåler som svever med aksen horisontalt, og samtidig dreiet slik om sin akse at det horisontale snitt i krystallen blir størst mulig.

Der er også haloformer som fremkommer ved refleksjon eller speiling.

Horisontalringen gjennem solen opstår ved sollysets speiling i vertikaltstående prismeflater, d. v. s. krystaller med aksen vertikalt.

Motsolen og isolene 120° fra solen på horisontalringen fremkommer ved dobbelt refleksjon. Denne dobbelte refleksjon skjer sannsynligst ved isnåler, som er koblet sammen 3 og 3 (isolene) eller 4 og 4 (motsolen). Isnålene er da pyramideformet tilspisset i den ene ende, og står med spissene mot hverandre, slik at vinklene mellom isnålene enten er 120° eller 90° .

Fra fjelltopper eller særlig nu fra flyvemaskiner ser man av og til undersolen. Denne står rett under solen, like langt under horisonten som solen over, og den fremkommer

¹⁾ Når solen står mer enn 30° over horisonten, går øvre og nedre berøringsbue sammen til omskrevne halo (»Naturen« 1934, s. 348, fig. 2).

ved sollysets speiling i horisontale krystallflater. Hvis disse krystallflater pendler om en horisontal akse, fremkommer vertikale lyssøiler gjennem solen. Disse lyssøiler sees hyppigst ved solopgang eller solnedgang.

De forklaringer på de forskjellige haloformer som er nevnt foran, er de sannsynlige årsaker, og man har også ved laboratorieforsøk frembragt de forskjellige haloformer. Men man kan ikke alltid med bestemthet si at slik foregår det også i naturen. En bestemt haloform kan nemlig fremkomme på flere måter. En nøy diskusjon av halofenomenenes utseende vil dog ofte ha betydning for å avgjøre hvilken teori er den riktige, og derfor vil noiaktige beskrivelser av de mene sjeldne haloformer alltid ha interesse.

Småstykker.

Meterens historie. I »Naturen« for oktober 1935 har lektor S. Alsaker-Nøstdahl under meterens historie anført at på Union Géodésique et Géophysique International's kongress i Madrid i 1924 blev vedtatt felles internasjonale mål for jordellipsoiden, nemlig for $a = 6\,378\,062$ m, $b = 6\,356\,667$ m,

$$f = \frac{1}{298,2}.$$

Dette er *feilaktig*.

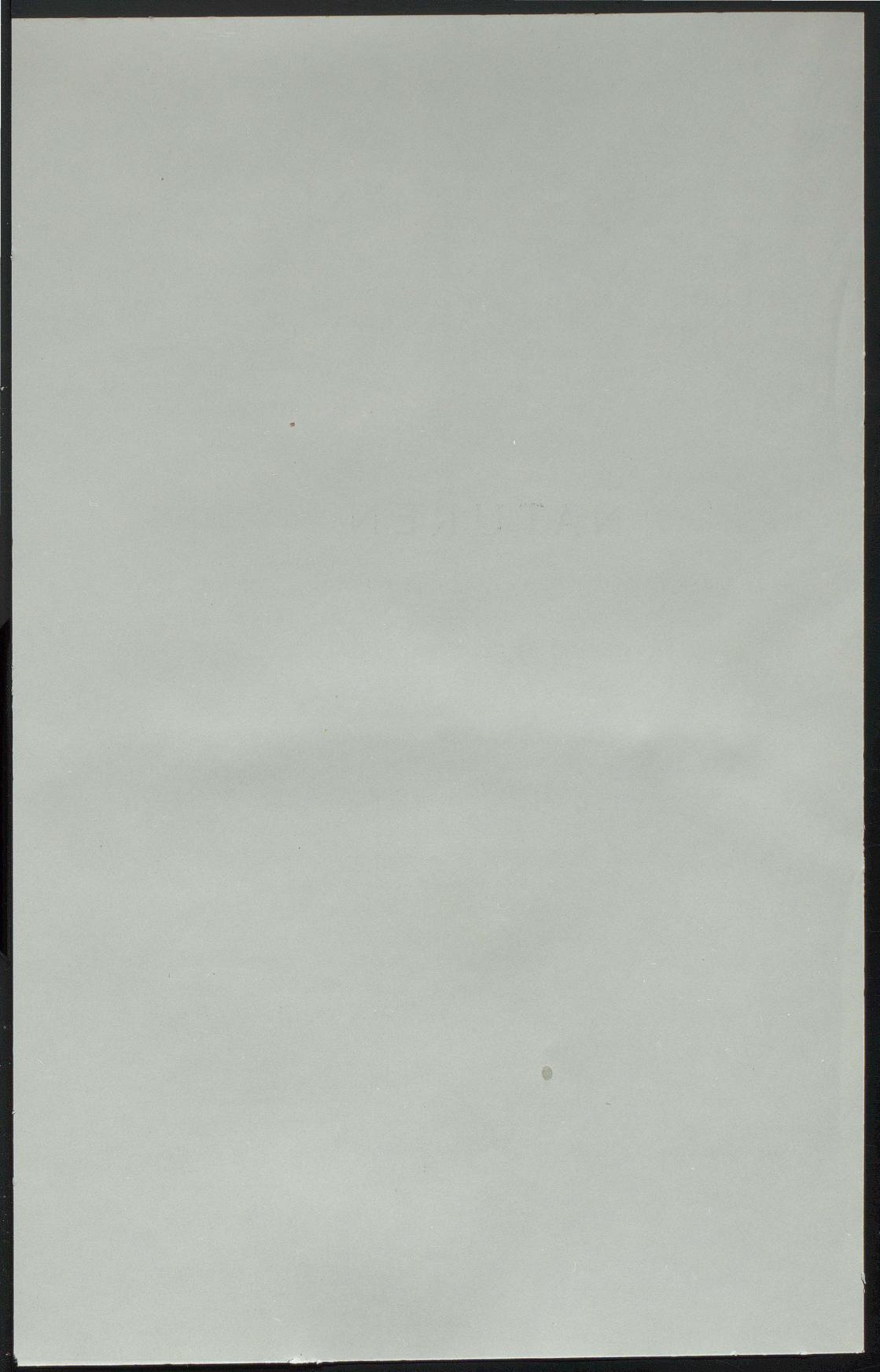
På kongressen i Madrid blev amerikaneren Hayfords verdier for jordens store halvakse og for flatttrykningen vedtatt, jfr. Bulletin Géodésique nr. 7, 1935, s. 555 og flg., nemlig $a = 6\,378\,388$ m

$$\text{og flatttrykningen } = \frac{1}{297,0}.$$

Det var forøvrig ikke Unionen, men dens geodetiske seksjon, nu Association Géodésique International som vedtok de internasjonale jorddimensjoner.

K. S. Klingenberg,
direktør for Norges geografiske opmåling.

NATUREN



NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP

UTGITT AV BERGENS MUSEUM

REDIGERET AV
TORBJØRN GAARDER

MED BISTAND AV
AUG. BRINKMANN, OSCAR HAGEM, BJØRN HELLAND-HANSEN,
CARL FRED. KOLDERUP

1935

SJETTE REKKE, NIENDE ÅRGANG
(59. ÅRGANG)



BERGEN
JOHN GRIEG

KJØBENHAVN
P. HAASE & SØN

ИСКУССТВО

СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ
и ДИЗАЙНА

СОВЕТСКИХ МИССИЙ

СОВЕТСКИХ ГОСУДАРСТВ

СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА
СОВЕТСКИХ ГОСУДАРСТВ

1035

СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ
и ДИЗАЙНА

III

СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ
и ДИЗАЙНА

Innholdsfortegnelse.

(«Småstykker» under streken).

Zoologi, antropologi og lægevidenskap.

	Side
A. Bjørkli: Fugler i Troms fylke	85
Bjørn Føyn: Problemet om artenes omdannelse sett i den moderne forsknings lys	257, 300
Knut Fægri: En interessant undersøkelse over minikryproblemet	46
Anatol Heintz: Den nye systematiske inndeling av hvirveldyrene	22
— Hvordan hvirveldyrene har erobret det faste land	203
Sigurd Johnsen: Om utbredelsen av vannsalamandrene i Norge	97
N. Knaben: Fløielskrabben (<i>Portunus puber</i> L.)	41
Per Ottestad: Nye undersøkelser over den norske silds livshistorie	14, 53
Ottar Rygh: Menneskets kvantitative vitaminbehov	141
<hr/>	
Hugh M. S. Blair: Sortterne i Finnmark	32
— Splitterne på Vestlandet	32
H. Delgobe: En underlig prosthese	160
Det biologiske Selskap i Oslo	191
Arne Digre: Sjeldne gjester	159
— Sjeldent fuglebesøk	160
John Giæver: Om moskusokse og isbjørn på Østgrønland	188
Mauritz Hauge og S. J.: Sløruglen (<i>Tyto alba</i>) påny påvist i Norge	95

	Side
Haakon Hougen: Krabbens skallskifte	93
Robert Kloster: Tidlig parring hos stær	158
Alf Wollebæk: Fuglenotiser	317

Botanikk.

Oscar Hagem: Virusforskning og virussykdommer	264, 289
Olaf Hanssen: Nokre heilage tré	248
— Smånøgde vokstrar	308
Gunnar Hiorth: Planteforedlingens tidsalder	65
Gunnar Holmsen: Skogenes utvikling belyst ved myrenes innhold av blomsterstøv	167

Olaf Hanssen: Eit lerketré	63
— Nye voksestader for storvaksi barlind	124, 160
— Sjølvfræving av Chamaecyparis nutkaensis Spach	318
— Prunus Padus L. f. chlorocarpa ogso austanfjells	319
— Kjempeeiner i Bjordal, Sogn	350
F. V. Holmboe: Kan hundekjeks gi usmak på melk? . .	320

Mineralogi, geologi, paleontologi og bergverksdrift.

Anatol Heintz: Fisker fra permavleiringer i Asker	181
— Hvordan hvirveldyrene har erobret det faste land	203
Anders K. Orvin: Om kontinentalforskyvningsproblemet	218
Halvor Rosendahl: Danmark og Norge. Ei geologisk jamstelling og samanlikning	334
Leif Størmer: Sjøskorpionene som levet i jordens oldtid	1
Thorolf Vogt: De norske fjells rikdommer. Metallråstoffene	111, 129

O. A. H.: Cellekjerner fra devontiden	157
---	-----

Fysikk, kjemi og tekniske meddelelser.

Side

Jacob B. Barth: Nyere anskuelser om elektricitetens og magnetismens natur	321, 357
Olaf Devik: Professor O. A. Krogness og hans innsats i norsk geofysikk	161
P. R. Sollied: Det periodiske system og opdagelsen av nye grunnstoffer	33
B. Trumpy: Nobelprisen i fysikk og kjemi 1935	353
Thorolf Vogt: De norske fjells rikdommer. Metallråstoffene	111, 129
<hr/>	
O. J. og Olaf Devik: Spenninger i glass	31

Meteorologi, fysisk geografi og astronomi.

J. Bjerknes: Utforskningen av de høiere luftlag	193, 278
Erling Frogner: Halofenomener	372
Olav Mosby: Hvorledes isfjellene driver	75
Anders K. Orvin: Om kontinentalforskyvningsproblemet	218
H. U. Sverdrup: Temperaturen i Vest-Spitsbergens breer	239

Odd Aarø: Luftspeiling	158
B. J. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge	32, 64, 96, 128, 160, 192, 288, 320, 352
Olaf Hanssen: »Kaldehol« i Gudvangen	351
Alsaker-Nøstdahl: Meterens historie	315
K. S. Klingenberg: — — —	384

Artikler av blandet innhold.

Olaf Devik: Professor O. A. Krogness og hans innsats i norsk geofysikk	161
Bjørn Føyn: Problemets om artenes omdannelse sett i den moderne forsknings lys	257, 300

	Side
Oscar Hagem: Virusforskning og virussykdommer	264, 289
Olaf Hanssen: Nokre heilage tré	248
Anatol Heintz: Hvordan hvirveldyrene har erobret det faste land	203
Gunnar Holmsen: Skogenes utvikling belyst ved myrenes innhold av blomsterstøv	167
Ottar Rygh: Menneskets kvantitative vitaminbehov . . .	141

Alsaker-Nøstdahl: Meterens historie	315
Det biologiske Selskap i Oslo	191
K. S. Klingenberg: Meterens historie	384

Bokanmeldelser.

K. O. Bjørlykke: Om stenene og jordbunnen (T. G.) .	314
Arthur Christiansen: Fugleriget i Vesterhavet (Sigurd Johnsen)	29
W. G. Hodgson: The natural history of the herring in the Southern North Sea (Sven Runnstrøm)	155
Gunnar Isachsen: »Norvegia« rundt Sydpollandet (Olav Mosby)	27
Alf P. Jacobsen og Ragnvald Nordbø: Hormonenes gåte (Oscar Hagem)	122
H. Spencer Jones: General Astronomy (H. U. S.) . . .	156
Otto Lous Mohr: Arvelighet og sykdom (A. Br.) . . .	122
E. Rosenberg: Oset och Kvismaren (Sigurd Johnsen) .	30
Alf Wollebæk: De forheksede øer (R. Natvig)	28

Nye bøker og avhandlinger.

Til redaksjonen er innsendt:

- Per Ottestad og Johan T. Ruud: Dyreliv og fangst i sjøen. 160 s., 58 ill. Cappelens bibliotek for kultur og natur. Oslo 1935. (J. W. Cappelens Forlag).
- Ola Rakstang: Dyrenes bygning. En rettledning ved praktiske øvelser i zoologi med arbeidsoppgaver. 90 s. med 47 ill. Oslo 1935. (J. W. Cappelens Forlag).
- Joh. N. L. Blytt: Reindsdyrjakter og friluftsliv. 122 s. med ill. Oslo 1935. (Gyldendal, Norsk Forlag).
- Andreas Dyrhaug, Ingrid Johnsen og Olav Kvalheim: Cappelens opslagsbok for ungdommen. 136 s. med ill. Oslo 1935. (J. W. Cappelens Forlag).
- Norges Fiskerier 1933. Utgitt av Fiskeridirektøren. Norges offisielle statistikk. IX. 68. 17 s. Oslo 1935. (I kommisjon hos H. Aschehoug & Co.).
- Helge Ingstad: Øst for den store bre. 182 s. med ill. Oslo 1935. (Gyldendal, Norsk Forlag).
-

Fra
Lederen av de norske jordskjelvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved å rette en innstengende anmodning til det interesserte publikum om å innsende beretninger om fremtidige norske jordskjelv. Det gjelder særlig å få rede på, når jordskjelvet inntraff, hvorledes bevegelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydfenomen var. Enhver oplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålslister til utfylling sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålslistene også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXX, 1934, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehæfte frit.

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornitologisk Forening

er stiftet 1906. Formanden er Overlæge I. Helms, Nakkebølle Sanatorium, Pejrup St. Fyen. Foreningens Tidsskrift udkommer aarlig med 4 illustrerede Hefter og koster pr. Aargang 8 Kr. og faas ved Henvendelse til Kassereren, Kontorchef Axel Koefoed, Tordenskjoldsgade 13, København, K.