

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSE CHEMISCHE VERENIGING

INHOUD

	Blz.		Blz.
Verhandelingen, Overzichten, Verslagen	745	Verenigingsnieuws	758
Dr. J. H. van Santen, Het magnetische gedrag van niet-metallische vaste stoffen.		Mededelingen van het Secretariaat. — Examens voor Analyst. — Secties. — Chemische Kringen. — Commissies.	
Prof. Dr. A. F. Holleman, Dr. J. J. Polak †.		Mededelingen van verwante verenigingen	759
Octrooien	756	Mededelingen van verschillende aard	759
Octrooiaanvragen openbaar gemaakt per 15 Juni 1949.		Vraag en Aanbod	760
Korte Economische berichten	757	Aangeboden betrekkingen	760
Allerlei nieuws op chemisch en aanverwant gebied	757	Gevraagde Betrekkingen.	760
Personalia	758	Agenda van Vergaderingen	760

Verhandelingen, Overzichten, Verslagen

Het magnetische gedrag van niet-metallische vaste stoffen

door J. H. van Santen *)

539.184.12

Inleiding.

Wanneer men een stof in een magnetisch veld brengt, wordt in die stof in het algemeen een magnetisch moment opgewekt. De verhouding tussen dit magnetische moment per volumeneenheid, I , en de in de stof heersende veldsterkte, H , noemt men de susceptibiliteit per volumeneenheid, χ :

$$\frac{I}{H} = \chi \quad \dots \quad (1)$$

Wij zullen nu het verband bespreken tussen de macroscopische grootheid de magnetische susceptibiliteit enerzijds en de eigenschappen der atomaire bouwstenen der materie anderzijds. Dit verband zal eenvoudig blijken voor het geval dat de wisselwerking tussen de atomen (of ionen) zeer gering is; het verband zal in toenemende mate gecompliceerder worden naarmate de wisselwerking tussen de atomen (of ionen) sterker is.

Phaenomenologisch worden de verschillende stoffen veelal als volgt ingedeeld:

diamagnetica	$\chi < 0$,
paramagnetica	$\chi > 0$,
ferromagnetica	$\chi \gg 1$.

We wijzen er hier reeds op, dat de begrippen „diamagnetisch” en „paramagnetisch” bij de atomaire behandeling van het magnetisme in een iets andere, later te bespreken betekenis zullen worden gebruikt.

2. Het magnetische bedrag van vrije atomen.

(In deze paragraaf zal onder „atomen” steeds „atomen of ionen” worden verstaan.)

*) Uitgewerkte vorm van een voordracht, gehouden voor de Sectie voor Fysische Chemie en Kolloïdchemie op 12 Juli 1949.

2. 1. De toestanden van een vrij atoom.

Als voorbeeld van een eenvoudig atoom zullen we eerst een atoom met één electron beschouwen. De energie van het electron in een dergelijk waterstofachtig atoom wordt praktisch geheel bepaald door het hoofdquantumgetal n , dat hier de waarden 1, 2, 3, ... kan aannemen (K-, L-, M, ... banen). Bij één bepaalde waarde van het hoofdquantumgetal, n , zijn nog verschillende toestanden mogelijk, die zich onderling onderscheiden door de grootte van het impulsmoment van het electron in zijn baan. Men duidt deze toestanden aan met het nevenquantumgetal l , dat de waarden 0, 1, 2, ..., $n-1$ kan aannemen en dat als volgt met het baanimpulsmoment, M_{baan} , samenhangt:

$$M_{\text{baan}} = \sqrt{l(l+1)} \frac{h}{2\pi} \quad \dots \quad (2)$$

(h = constante van Planck).

In plaats van over toestanden met $l = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ spreekt men vaak van s-, p-, d-, f-, g-, ... toestanden.

Bij het aangeven van de toestand van het electron schrijft men eerst het hoofdquantumgetal, n , en vervolgens het nevenquantumgetal, l . Zo is een 4_3 - of een 4f-baan een baan waarvoor $n = 4$ en $l = 3$.

Ook bij andere atomen dan waterstof, dus bij atomen waar de electronen zich bewegen in het gecompliceerde elektrische veld van de kern en van de overige electronen, beschrijft men de toestanden der electronen met behulp van de quantumgetallen n en l . De energie is hier echter niet alleen afhankelijk van n , maar ook nog in zekere mate van l .

Met het mechanische impulsmoment van de baan, M_{baan} , gaat een magnetisch moment, μ_{baan} , gepaard. Wanneer men het electron opvat als een in zijn baan

rondlopend puntladinkje leidt men gemakkelijk af dat een dergelijk kringstroompje aanleiding geeft tot een magnetisch moment

$$\mu_{\text{baan}} = \frac{e}{2mc} M_{\text{baan}} \quad (3)$$

(e , m = lading, resp. massa van electron; c = lichtsnelheid), een formule die ook in de exacte theorie juist blijkt te zijn. Uit formules (2) en (3) volgt:

$$\mu_{\text{baan}} = \frac{eh}{4\pi mc} \sqrt{l(l+1)} = \beta \sqrt{l(l+1)} \quad (4)$$

Hierin betekent $\beta = \frac{eh}{4\pi mc}$ het Bohr magneton, een eenheid waarin we voortaan alle magnetische momenten zullen uitdrukken.

Het is echter gebleken dat met de quantumgetallen n en l de toestand van een electron nog niet voldoende beschreven is. Men heeft aan het electron, behalve het impulsmoment van zijn baanbeweging nog een impulsmoment (spin) om zijn eigen as moeten toekennen. Het verband tussen dit impulsmoment, M_{spin} , en het quantumgetal s luidt:

$$M_{\text{spin}} = \sqrt{s(s+1)} \frac{h}{2\pi} \quad (5)$$

waarbij s steeds de waarde $\frac{1}{2}$ heeft.

Het is gebleken, dat ook met dit spinimpulsmoment een magnetisch moment, μ_{spin} , correspondeert; namelijk:

$$\mu_{\text{spin}} = 2 \frac{e}{2mc} M_{\text{spin}} = 2\beta \sqrt{s(s+1)} \quad (6)$$

Door vergelijking van (3) en (6) ziet men dat bij gelijke impulsmomenten een spin met een twee maal zo sterk magnetisch moment gepaard gaat als een baan.

Zowel met de baan als met de spin van het electron is dus een magnetisch moment verbonden; het is dus energetisch niet onverschillig hoe het baanimpulsmoment t.o.v. het spinimpulsmoment is georiënteerd. Het is gebleken dat in het geval van één electron alleen de standen parallel en anti-parallel optreden. Het quantumgetal, j , van het totale impulsmoment van het electron bedraagt dan $j = l + s$ resp. $j = l - s$. Het totale impulsmoment, M_{tot} , hangt met j samen volgens

$$M_{\text{tot}} = \sqrt{j(j+1)} \frac{h}{2\pi} \quad (7)$$

De energieseparatie tussen de beide componenten van dit doublet, d.w.z. tussen de toestand met $j = l + s$ en de toestand met $j = l - s$ is een maat voor de spin-baankoppeling.

Beschouwen we thans een atoom met een aantal electronen, eenvoudigheidshalve met eenzelfde hoofdquantumgetal n , nevenquantumgetal l_i en spinquantumgetal s_i (i slaat op het i -de electron).

Een dergelijk atoom kan in een aantal energietoestanden verkeren. Deze energieniveaux liggen in groepen bijeen. Bij de zeer vaak gerealiseerde z.g. *Russel-Saunders* koppeling is iedere groep (multiplet) gekenmerkt door een bepaalde waarde van L , het totale baanimpulsmoment-quantumgetal van het atoom, en van S , het totale spinquantumgetal van het atoom.

$$M_{\text{baan}} (\text{atoom}) = \sqrt{L(L+1)} \frac{h}{2\pi}$$

$$M_{\text{spin}} (\text{atoom}) = \sqrt{S(S+1)} \frac{h}{2\pi}$$

L kan alle gehele waarden aannemen tussen 0 en Σl_i ; S kan voor een even (resp. oneven) aantal electronen alle gehele (resp. „half tallige”) waarden aannemen tussen 0 (resp. $\frac{1}{2}$) en Σs_i .

Ieder door S en L gekarakteriseerd multiplet bestaat uit $2S + 1$ termen (indien $L < S$ uit $2L + 1$ termen), elk gekenmerkt door een waarde van J , het totale impulsmoment van het atoom. J kan de waarden

$$|L - S|, |L - S| + 1, \dots, L + S$$

aannemen.

Bij de notatie van termen geeft men aan de waarde van L , met behulp van de letters $S, P, D, F, G, H, I, \dots$ voor resp. $L = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$, voorts (als index links bovenaan) de multipliciteit $2S + 1$ van het multiplet waartoe de term behoort, en tenslotte (als index rechts onderaan) de waarde van J . Zo betekent 3H_4 : van een door $L = 5$ en $S = 1$ (triplet) gekarakteriseerd multiplet, de term met $J = 4$.

De energie van een door S en L gekenmerkt multiplet wordt bepaald door de elektrische wisselwerking van kern en electronen. De splitsing van dit multiplet in $2S + 1$ termen wordt veroorzaakt door de magnetische spin-baanwisselwerking der electronen: hoe sterker spin-baaninteractie, des te groter multipletseparatie.

Het totale baanimpulsmoment van het atoom gaat gepaard met een magnetisch moment

$$\mu_{\text{baan}} = \beta \sqrt{L(L+1)}; \quad (8)$$

het totale spinimpulsmoment met een magnetisch moment

$$\mu_{\text{spin}} = 2\beta \sqrt{S(S+1)} \quad (9)$$

2. 2. Atomair paramagnetisme.

Wanneer men een atoom met een magnetisch moment in een uitwendig magnetisch veld brengt, zal er een energetische voorkeur bestaan voor een oriëntering van het magnetische moment in de richting van dit veld. Bij een verzameling van vrije atomen zal zodoende een resulterend moment in de veldrichting ontstaan, dat bepaald wordt, enerzijds door de oriënterende werking van het magnetische veld, anderzijds door de desoriënterende werking van de warmte-beweging.

De berekening van de susceptibiliteit is gecompliceerd, o.a. doordat de oriëntering der atomen in het aangelegde magnetische veld gequantiseerd is, en doordat de atomen bij eindige temperaturen in verschillende toestanden met verschillende magnetische moment kunnen zijn. Een atoom zal zich bij zeer lage temperatuur op het laagste, door een bepaalde waarde van J gekenmerkte niveau van een door L en S gekarakteriseerd multiplet bevinden. Bij verhoging van de temperatuur zal het atoom zich soms op hogere, door andere waarden van J gekenmerkte niveaux van dit multiplet ophouden, terwijl bij zeer hoge temperaturen, zodanig, dat de energie der warmtebeweging, kT (k = gasconstante, T = absolute temperatuur) groot is t.o.v. de multipletseparatie, een energetische

voorkeur voor de verschillende termen van het multiplet niet merkbaar zal zijn.

Van Vleck¹⁾ heeft voor verschillende gevallen de susceptibiliteit berekend voor een verzameling van vrije atomen.

1. $kT \ll$ multipletseparatie: praktisch alle atomen in de door J gekenmerkte grondtoestand.

$$\chi = \frac{N\beta^2 g^2 J(J+1)}{3kT} + N\alpha \quad (10)$$

Hierin is N het aantal atomen per cm^3 . De z.g. g factor van Landé hangt er mee samen dat de verhouding tussen het magnetische moment en het mechanische impulsmoment bij de spin twee maal groter is dan bij de baan. Een berekening leert, dat

$$g = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)} \quad (11)$$

Men ziet, dat voor zuiver baanmagnetisme ($S = 0$, $J = L$) $g = 1$ en dat voor uitsluitend spinmagnetisme ($L = 0$, $J = S$) $g = 2$, in overeenstemming met het in § 2.1 besprokene.

De term $N\alpha$ is een van de temperatuur onafhankelijke positieve bijdrage tot de susceptibiliteit. Op de verklaring willen wij hier niet ingaan; we vermelden slechts dat hij in het algemeen klein is en volkomen te vergelijken is met de optische bijdrage tot de elektrische polariseerbaarheid.

2. $kT \gg$ multipletseparatie: de atomen bevinden zich op alle mogelijke door de verschillende waarden van J gekenmerkte niveaus van het multiplet.

$$\chi = \frac{N\beta^2 \{L(L+1) + 4S(S+1)\}}{3kT} \quad (12)$$

Precies dezelfde formule zou men vinden indien de magnetische baanmomenten, $\beta\sqrt{L(L+1)}$; en de spinmomenten, $2\beta\sqrt{S(S+1)}$, onafhankelijk tot de susceptibiliteit bijdroegen.

3. Voor het tussenliggende geval, $kT \approx$ multipletseparatie, kan men geen eenvoudige formule voor de susceptibiliteit geven.

Het in deze paragraaf besproken paramagnetisme treedt alleen op wanneer in de atomen bepaalde electronenschalen niet volledig gevuld zijn. De edelgasachtige atomen en ionen leveren geen paramagnetische bijdrage tot de susceptibiliteit; immers zij bevinden zich allen in 1S toestanden, ($L = 0$ en $S = 0$) dus in toestanden zonder resulterend baan- of spinmoment.

2. 3. Atomair diamagnetisme.

Naast de in § 2.2 besproken positieve paramagnetische bijdrage tot de susceptibiliteit bestaat er nog een veel zwakkere, negatieve diamagnetische bijdrage, welke van essentieel verschillende aard is en geen electrisch analogon vindt.

Men kan afleiden, dat de diamagnetische bijdrage tot de susceptibiliteit wordt gegeven door

$$\chi = -N \frac{e^2}{6mc^2} \sum \overline{r_i^2} \quad (13)$$

waarbij $\overline{r_i^2}$ de quadratisch gemiddelde straal van de baan van het i -de electron is en de sommatie geschiedt over alle electronen in het atoom. Deze diamagnetische bijdrage treedt op bij alle atomen, onge-

acht het feit of hun electronenschalen geheel of gedeeltelijk gevuld zijn. Wel wordt bij atomen met onvolledig gevulde electronenschalen de negatieve diamagnetische bijdrage tot de susceptibiliteit volkomen overdekt door de positieve paramagnetische.

Wij zullen ons hier verder niet met het diamagnetisme bezighouden en bij het magnetische gedrag van de later te bespreken verbindingen stilzwijgend aannemen dat voor de diamagnetische bijdrage tot de gemeten susceptibiliteit is gecorrigeerd.

3. Invloed van de chemische binding op het magnetisme.

Wanneer atomen of ionen in wisselwerking treden onder vorming van verbindingen kunnen zich verschillende gevallen voordoen.

- Indien uit ionen (bijv. Na^+ en Cl^-) een heteropolaire verbinding (NaCl) wordt gevormd, komen de ionen wel in een andere omgeving, waar ze onderworpen zijn aan de zeer sterke in het kristal heersende electrische velden, maar hun electronenverdeling wordt daarbij niet diepgaand veranderd.
- Indien uit atomen een homopolaire verbinding wordt gevormd, dan treedt een sterke herverdeling der electronen op. Zo ontstaat bij samentreden van twee paramagnetische waterstofatomen, een diamagnetisch waterstofmolecuul.
- Ook bij vorming van een metaal uit atomen treedt een sterke herordening der electronen op. Zo treden paramagnetische koperatomen samen tot het diamagnetische metaal koper, terwijl paramagnetische ijzeratomen het ferromagnetische metaal ijzer leveren.

Wij zullen hier in hoofdzaak heteropolaire verbindingen beschouwen, opgebouwd uit in vrije toestand paramagnetische ionen (in het vervolg magnetische ionen genoemd) en diamagnetische bestanddelen.

Meestal is in deze stoffen een magnetisch ion (haast altijd een metaalion) in eerste sfeer omringd door diamagnetische bouwstenen als O^{2-} -ionen, SO_4^{2-} -ionen, H_2O -moleculen, terwijl zich pas op grotere afstanden andere magnetische ionen bevinden. In § 4 zullen we het geval behandelen dat er wel wisselwerking bestaat tussen de magnetische ionen en hun diamagnetische omgeving maar niet tussen de magnetische ionen onderling. In § 5 zal ook de interactie der magnetische ionen besproken worden.

4. Verbindingen, waarbij wisselwerking tussen de magnetische ionen en hun diamagnetische omgeving optreedt.

De invloed van de omgeving op een magnetisch ion zal des te geringer zijn, naarmate de voor het magnetisme verantwoordelijke, onvolledig gevulde electronenschalen dieper in het ion zijn verborgen. Bij de ionen der zeldzame aarden zal de invloed van de omgeving dan ook veel kleiner zijn dan bij de ionen der ijzergroep. Bij laatstgenoemde ionen zullen wij in de gelegenheid zijn de overgang naar een meer homopolaire binding te bespreken.

4. 1. Magnetisch gedrag van de ionen der zeldzame aarden.

De driewaardige ionen der zeldzame aarden hebben een electronenfiguratie, waarbij alle door een be-

paalde waarde van n en l gekarakteriseerde electronenschalen geheel vervuld zijn, behalve de $4f$ - of $4f$ -schaal. Algemeen kan men de electronenconfiguratie aangeven met de notatie $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^n 5s^2 5p^6$, waarbij de index rechts bovenaan het aantal electronen betekent dat in de betrokken n_l -toestand is. Gaande van La^{3+} naar Cp^{3+} neemt het aantal electronen in de $4f$ -schaal toe van 0 tot 14.

Men heeft langs optische weg het grondmultiplet van de verschillende ionen der zeldzame aarden kunnen bepalen en gevonden dat de niveaus quali-

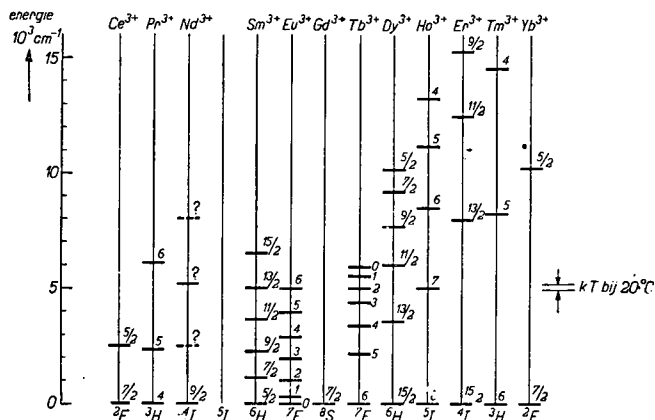


Fig. 1. Grondtermen van de driewaardige ionen der zeldzame aarden. De energieniveaus hebben, met uitzondering van die van het Ce^{3+} -ion, betrekking op in ionenroosters ingebouwde ionen. De getallen bij de niveaus geven de waarde van het quantumgetal J aan. In werkelijkheid zijn in het algemeen de energieniveaus door de in de kristallen heersende elektrische velden nog verder gesplitst in niveaus die van de orde van 100 cm^{-1} uiteen liggen. Lit.: H. Gobrecht, Ann. Physik 31, 755 (1938).

tatief zeer goed en zelfs redelijk quantitatief overeen kwamen met die welke voor de vrije ionen verwacht moesten worden (fig. 1). Voor al deze ionen (uitgezonderd het Eu^{3+} en het Sm^{3+}) is bij kamertemperatuur de multipletseparatie veel groter dan kT ($300\text{ k} \approx 200\text{ cm}^{-1}$). We kunnen dus met behulp van formule (10) de susceptibiliteit theoretisch berekenen; hierbij moet voor het Eu^{3+} en het Sm^{3+} een iets algemenere formule worden gebruikt wegens de met kT vergelijkbare afstand van de eerste aangeslagen toestand tot het grondniveau.

Wat leert nu het experiment?

Men heeft van zouten zeldzame aarden, hetzij in vaste, hetzij in opgeloste toestand, de susceptibiliteit als functie van de temperatuur gemeten. Het bleek dat bij niet te lage temperaturen en met uitzondering van Eu^{3+} en Sm^{3+} , de metingen voor te stellen waren door de formule van Curie

$$\chi = \frac{C}{T} \quad \dots \quad (14)$$

waarin C een van de temperatuur onafhankelijke constante, de constante van Curie, voorstelt. Men vergelijkt de experimenten en de theorie meestal door een effectief magnetisch moment, μ_{eff} , in te voeren, dat gedefinieerd is door

$$\chi T \equiv \frac{N \mu_{\text{eff}}^2 \beta^2}{3k} \quad \dots \quad (15)$$

In fig. 2 ziet men de zeer goede overeenstemming tussen de door Van Vleck en Frank¹⁾ berekende

en de uit metingen afgeleide momenten. μ_{eff} wijkt meestal slechts weinig af van de waarde $g\sqrt{J(J+1)}$, (verg. (10); N_A is klein). Voor Eu^{3+} en Sm^{3+} is μ_{eff} een functie van de temperatuur; de hier gegeven waarde heeft op de kamertemperatuur betrekking.

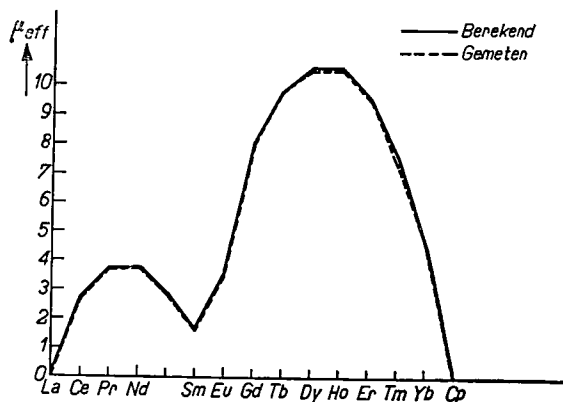


Fig. 2. Effectieve magnetische momenten van de driewaardige ionen der zeldzame aarden. De berekende momenten zijn afkomstig van Van Vleck en Frank¹⁾.

De toestand bij de in vaste stoffen ingebouwde ionen der zeldzame aarden is echter iets gecompliceerder dan wij hebben voorgesteld. Uit magnetische metingen bij lage temperaturen en ook uit optische onderzoeken heeft men geconcludeerd dat de door bepaalde waarden van L , S en J gekarakteriseerde energieniveaus, die in fig. 1 enkelvoudig zijn getekend, in werkelijkheid in een aantal dicht bijeen liggende onderniveaus zijn gesplitst. Dit is de oorzaak waarom formule (14) bij lage temperaturen haar geldigheid verliest; bij zeer lage temperatuur bevinden zich alle ionen in het laagste onderniveau, bij iets hogere temperaturen verdelen zij zich ook over de andere onderniveaus terwijl bij voldoende hoge temperatuur ($kT \gg$ afstand der onderniveaus) de verdeling der ionen over de onderniveaus zodanig is dat de formule van Curie geldig wordt.

Men heeft deze splitsing in onderniveaus met succes toe kunnen schrijven aan de elektrische velden van de omringende negatieve zuurstofionen en waterdipolen⁴⁾. Deze elektrische kristalvelden hebben bij de ionen der zeldzame aarden nog een betrekkelijk geringe invloed op de electronen van de diep gelegen $4f$ -groep. We zullen zien dat bij de ionen der ijzergroep, waar de voor het magnetisme verantwoorde elektronen zich vlak aan de periferie van het atoom bevinden, een zeer grote invloed van de elektrische kristalvelden wordt gevonden.

4. 2. Magnetisch gedrag van de ionen der ijzergroep.

Wij zullen hier alleen de verbindingen der ijzergroep-elementen bespreken, aangezien deze het uitvoerigst zijn onderzocht; de verschijnselen die hier optreden en de daaruit getrokken conclusies hebben echter evenzeer betrekking op de volgende twee groepen van overgangselementen.

De ionen van de ijzergroep bezitten de electronenconfiguratie $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^n$, waarin alle, door een bepaalde waarde van n en l gekenmerkte electronenschalen geheel gevuld zijn, behalve de buitenste, $3d$ - of $3d$ -schaal. In tabel I geven wij van enige dezer ionen de electronentoestand, zoals deze voor de vrije ionen langs optische weg is gevonden.

Tabel I.

ion	aantal 3 d-elec- tronen	grondterm van het vrije ion	μ_{eff} van het vrije ion	Totale spin- quantum- getal v/h vrije ion	μ_{eff} voor „spin only”
K ⁺ , Ca ²⁺ enz.	0	¹ S ₀	0	0	0
Ti ³⁺	1	² D _{3/2, 5/2}	2.18	¹ / ₂	1.73
V ³⁺	2	³ F _{2, 3, 4}	2.73	1	2.83
Cr ³⁺ ; Mn ⁴⁺	3	⁴ F _{3/2, 5/2, 7/2, 9/2}	2.97; 2.47	³ / ₂	3.87
Cr ²⁺ ; Mn ³⁺	4	⁵ D _{0, 1, 2, 3, 4}	4.25; 3.80	2	4.90
Mn ²⁺ ; Fe ³⁺	5	⁶ S _{5/2}	5.92; 5.92	⁵ / ₂	5.92
Fe ²⁺	6	⁵ D _{4, 3, 2, 1, 0}	6.54	2	4.90
Co ²⁺	7	⁴ F _{9/2, 7/2, 5/2, 3/2}	6.56	³ / ₂	3.87
Ni ²⁺	8	³ F _{4, 3, 2}	5.56	1	2.83
Cu ²⁺	9	² D _{5/2, 3/2}	3.53	¹ / ₂	1.73
Cu ⁺ , Zn ²⁺	10	¹ S ₀	0	0	0

Uit de spectroscopisch bekende grondmultiplets heeft Van Vleck¹⁾ de effectieve magnetische momenten der vrije ionengroep berekend. Aangezien bij de ionen der ijzergroep de multipletseparatie van de orde van kT is, zijn de aldus berekende magnetische momenten nog iets afhankelijk van de individuele eigenschappen der ionen (zie bijv. in de vierde kolom van tabel I Cr³⁺: 2.97 en Mn⁴⁺: 2.47).

De overeenstemming van de aldus berekende momenten met de experimenten bleek steeds slecht te zijn.

Alvorens hier verder op in te gaan willen we eerst verschillende verbindingen van de elementen der ijzergroep nader beschouwen. Het blijkt dat men deze verbindingen als volgt globaal kan indelen.

1. Verbindingen, waarbij de magnetische ionen door zuurstofionen of watermoleculen zijn omringd, terwijl de onderlinge afstand der magnetische ionen zo groot is dat hun wisselwerking verwaarloosd kan worden (§ 4. 21).
2. Verbindingen, als cyaniden, waarbij de onderlinge afstand der magnetische ionen wel groot is, maar waarbij de binding tussen de magnetische bouwstenen en hun naaste omgeving een overgang naar een covalente structuur vertoont. (§ 4. 22).
3. Verbindingen waarbij de wisselwerking der magnetische ionen groot is (§ 5).

4. 21. Het blijkt experimenteel dat bij de meeste, al of niet gehydrateerde, zuurstofzouten der ijzergroepionen het verband tussen de susceptibiliteit en de temperatuur wordt gegeven door de formule van Curie-Weiss

$$\chi = \frac{C}{T + \Delta} \quad (16)$$

waarin C en Δ van de temperatuur onafhankelijke constanten zijn. C is de Curie constante. De waarde van Δ kan enkele tientallen graden bedragen (+ of -). Op de verklaring van Δ komen we later terug. Analoog aan (15) kan men weer een effectief magnetisch moment definiëren door

$$\chi(T + \Delta) = \frac{N\mu_{\text{eff}}^2 \beta^2}{3k} \quad (17)$$

In fig. 3 zijn voor enige ionen uitgezet de aldus experimenteel bepaalde effectieve magnetische momenten en de in de vierde kolom van tabel I gegeven, voor de vrije ionen berekende magnetische momenten. Men ziet dat de overeenstemming niet goed is.

Bose⁵⁾ en ook Stoner¹⁸⁾ hebben opgemerkt dat de gemeten effectieve magnetische momenten meer in overeenstemming zijn met de magnetische momen-

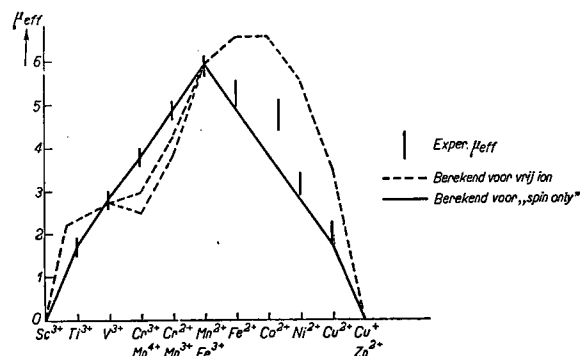


Fig. 3. Effectieve magnetische momenten van enige ionen der ijzergroep. De voor de vrije ionen berekende momenten zijn ontleend aan Van Vleck¹⁾.

ten die men berekent in de onderstelling, dat de baan, L , niet bijdraagt tot het magnetisme, maar de spin, S , wel, d.w.z. met de momenten

$$2\sqrt{S(S+1)}$$

(zie voor S de vijfde kolom van tabel I).

Deze „spin only” momenten (6e kolom van tabel I) zijn eveneens in fig. 3 uitgezet.

Men ziet dat in de eerste helft der ijzergroep bijna alleen de spin tot het magnetisme bijdraagt, terwijl in de tweede helft, met name bij het Fe²⁺, Co²⁺ en Ni²⁺, blijkbaar ook een bijdrage van de baan optreedt.

Hoe moeten we dit van de ionen der zeldzame aarden zo verschillende gedrag verklaren? De elektrische kristalvelden van de zuurstofionen en waterdipolen die de magnetische ionen omringen hebben op de ionen der ijzergroep met hun vlak aan de periferie gelegen, onvolledige 3d-schaal een veel grotere invloed dan op de diep in de ionen verborgen 4f-electronen der zeldzame aarden. Men kan nu inderdaad aantonen¹⁾ dat voor zo sterk werkende elektrische kristalvelden het totale baanimpulsmoment van het ion geheel of gedeeltelijk magnetisch onwerkzaam wordt, terwijl de bijdrage van de totale spin tot het magnetisme gehandhaafd blijft.

Hoe precies het magnetische gedrag wordt hangt af van de individuele eigenschappen van de magnetische ionen en het kristalveld. Aangezien de meeste magnetische ionen der ijzergroep in de hier besproken verbindingen door een octaëder van zes zuurstoffen (ionen of watermoleculen) zijn omringd

en de grootste bijdrage tot het elektrische kristalveld van de naaste buren afkomstig is, loopt het magnetisch gedrag van deze stoffen niet zeer sterk uiteen.

Bij deze berekeningen wordt de invloed der omringende ionen of dipolen geheel beschreven als een van puntladingen of puntdipolen afkomstig elektrisch veld. In § 4. 22 zullen we verbindingen beschouwen waarbij de invloed van de omgeving niet op deze eenvoudige wijze behandeld kan worden.

4. 22. Bij een aantal verbindingen van de elementen der ijzergroep wordt een magnetisch gedrag gevonden dat essentieel afwijkt van het in § 4. 21 besprokene.

Zo kan het magnetisme van $K_3Fe(CN)_6$ beschreven worden door de formule van Curie-Weiss (16) met een effectief magnetisch moment dat correspondeert met één spin. Wanneer in deze verbindingen Fe^{3+} - en CN^- -ionen zouden voorkomen zouden we een effectief magnetisch moment dat behoort bij $S = 5/2$ moeten verwachten (zie tabel I). Evenzo vinden we bij $K_4Fe(CN)_6$ geen paramagnetisme als van 4 spins met nog een bijdrage van de baan, maar diamagnetisme.

Het blijkt mogelijk ²⁾ ⁶⁾ deze verschijnselen te beschrijven door aan te nemen dat hierbij een covalente binding optreedt.

Men staat dan voor het probleem om van de elektronenbanen (golffuncties) van een ijzergroepenelement zodanige combinaties te maken dat naar elk te binden atoom of molecuul een valentie „wijst”. Bij het koolstofatoom kan dit op de welbekende wijze geschieden door een geschikte combinatie (hybridisatie) van de ene 2s- en de drie 2p-golffuncties tot vier nieuwe golffuncties die een tetraëdrische symmetrie bezitten (sp^3 -hybriden). Bij de elementen der ijzergroep komen voor een dergelijke hybridisatie in aanmerking de 3d-, 4s-, 4p- en misschien de 5s-golffuncties. Een analyse heeft geleerd dat men met twee d-, één s- en drie p-golffuncties zes nieuwe golffuncties op kan bouwen, die wijzen naar de hoekpunten van een octaëder (d^2sp^3). Met één s- en drie p- of d-functies kan men vier golffuncties met tetraëdersymmetrie construeren (sp^3 , d^3s), en met één d-, één s- en twee p-functies vier golffuncties die wijzen naar de hoekpunten van een vierkant (dsp^2). In deze door hybridisatie geconstrueerde, voor de chemische binding tussen het ijzergroepenelement en de omringende atomen of ionen verantwoordelijke golffuncties en in de bij de hybridisatie ongebruikt gebleven golffuncties van het ijzergroepenelement moeten nu worden ondergebracht:

- de elektronen die het centrale element in de betrokken iontoestand zou hebben, vermeerderd met
- per binding, twee van de omringende atomen of moleculen afkomstige elektronen. Hierbij worden de valentiegolffuncties ieder door twee elektronen met antiparallelle spins bezet, terwijl de overige golffuncties energetisch zo voordelig mogelijk worden bezet (d.w.z. eerst zoveel mogelijk iedere 3d-functie enkel bezet, dan dubbel tot de 3d-schaal vol is en vervolgens de 4s- en de 4p-schaal).

In fig. 4 is voor enige voorbeelden dit covalente recept toegepast.

Het blijkt dat het experimenteel bepaalde effectieve magnetische moment van vele cyaanverbindingen op

deze wijze kan worden begrepen indien men aan de bij dit procédé ongepaard gebleven spins een „spin only” magnetisme toekent.

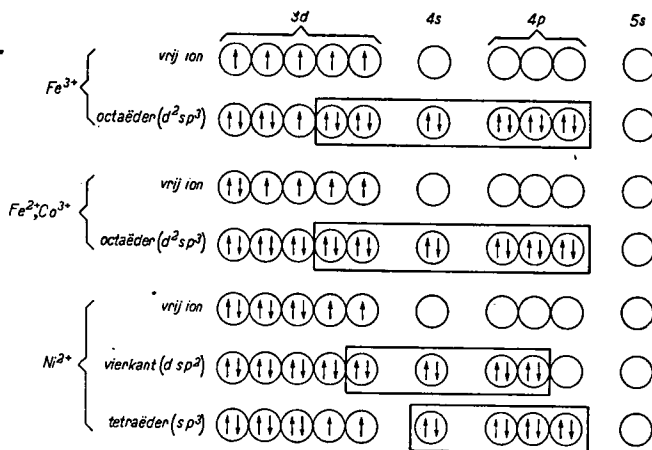


Fig. 4. Electronenconfiguraties van enige ionen der ijzergroep in vrije en in covalent gebonden toestand. De pijltjes in de hokjes stellen de richtingen der spins voor.

In tabel II zijn hiervan enige voorbeelden gegeven. De octaëdrische omringing van Mn en Fe en de vlakke omringing van het Ni staan röntgenografisch vast.

Tabel II.

Verbinding	Type van de hybride	Als „spin only” berekend magnetisch moment	Experimentele μ_{eff}
$K_3Mn^{III}(CN)_6$	d^2sp^3	2.83	≈ 3
$K_3Fe^{III}(CN)_6$	d^2sp^3	1.73	≈ 1.7
$K_4Fe^{II}(CN)_6$	d^2sp^3	0	0
$K_3Co^{III}(CN)_6$	d^2sp^3	0	0
$K_2Ni^{II}(CN)_4$	dsp^2	0	0

Men heeft de hier besproken verbindingen wel „doordringingscomplexen” genoemd, in tegenstelling tot de „normale complexen” als $Fe^{+3}(H_2O)_6$ (zie § 4. 21), waarbij het magnetisme veel duidelijker aan dat der ionen herinnert. We moeten echter de term „complex” met enig wantrouwen beschouwen en het verschil tussen beide typen niet te scherp willen zien. Beter lijkt het de toestand als volgt te beschouwen: Het systeem van een centraal ion met zijn buren kan in verschillende toestanden zijn, zoals een min of meer heteropolaire toestand en verschillende min of meer covalent gebonden toestanden, waarbij verschillende waarden van het magnetische spinmoment behoren. Wanneer de „heteropolaire” toestand energetisch het diepste ligt, vindt men een spinmoment als van het vrije ion en wanneer een der „covalente” toestanden het diepste ligt, zal men een ander magnetisch moment meten. De overgang hier-tussen gebeurt, magnetisch gezien, vrij plotseling; wat de ladingsverdeling in het systeem betreft echter, deze verandert veel geleidelijker, aangezien de beide bindingstoestanden, wanneer zij bijna dezelfde energie bezitten, niet meer als zuiver heteropolair of zuiver homopolair kunnen opgevat.

We kunnen de „gevoeligheid” van het magnetisme illustreren aan de hand van de ammoniakaten. Men zou verwachten, dat het gedrag van de ammoniakaten niet veel anders was dan dat der hydraten. Wel moet men het ammoniakmolecuul als sterker polari-

seerbaar dan het watermolecuul beschouwen en waarschijnlijk iets meer geneigd tot de vorming van covalente bindingen.

Tabel III.

Verbinding	Experimentele μ_{eff}	Experimentele μ_{eff} voor verbindingen van § 4.21
$\text{Fe}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_6 \text{Cl}_2$	5.3	5.0 à 5.5
$\text{Fe}^{\text{III}}(\text{NH}_3)_6 \text{Cl}_3$	4.5	5.9
$\text{Co}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_6 \text{Cl}_2$	4.96	4.4 à 5.2
$\text{Co}^{\text{III}}(\text{NH}_3)_6 \text{Cl}_3$	0	te verwachten als bij Fe^{III}

De in tabel III gegeven magnetische momenten laten zien dat de effectieve magnetische momenten bij sommige ammoniakaten overeenkomen met die van § 4. 21 maar dat zeer plotseling bij het drie-waardig cobalt het paramagnetisme verdwenen is.

Hoe gevoelig het magnetisme is, blijkt bijv. ook hieruit dat K_3CoF_6 een effectief moment van 5.3 bezit, terwijl het $\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{F}_3$ diamagnetisch is.

In het algemeen zal het zeer moeilijk zijn om bij de in deze paragraaf besproken stoffen uit het magnetisch gedrag conclusies te trekken omtrent de aard der chemische binding.

5. Verbindingen, waarbij wisselwerking tussen de magnetische ionen optreedt.

Bij een aantal verbindingen is de onderlinge afstand der magnetische ionen zo gering, dat hun interactie niet verwaarloosd mag worden en onder bepaalde omstandigheden zelfs van doorslaggevende betekenis voor het magnetisch gedrag van zulke stoffen zijn kan. Men zal een dergelijke wisselwerking vooral kunnen verwachten bij verbindingen van het type M_xX_y , waarbij de magnetische ionen M in eerste sfeer door X-ionen zijn omringd maar in de tweede sfeer terstond weer door magnetische ionen M. In § 5. 1 zullen we de wisselwerking tussen twee magnetische ionen behandelen, terwijl in § 5. 2 het magnetisch gedrag van verzamelingen van dergelijke atomen besproken zal worden.

(We spreken in deze paragraaf steeds over „ionen”; het zal echter duidelijk zijn, dat het in § 5. 1 en § 5. 2 besprokene ook voor atomen geldt).

Tenslotte (§ 5. 3) zal worden nagegaan in hoeverre de theorie hier in staat is het experiment te verklaren.

5. 1. Wisselwerking tussen twee magnetische ionen.

Tussen twee magnetische momenten bestaat allereerst een wisselwerking doordat het ene magnetische moment een magnetisch veld ter plaatse van het andere moment veroorzaakt. Deze wisselwerking is volkomen te vergelijken met die tussen twee elektrische dipolen; zij neemt betrekkelijk langzaam met de afstand af daar zij niets te maken heeft met „overlapping” van golf functies maar door het magnetische veld van een dipool wordt overgebracht.

Men vindt voor het eenvoudige geval van twee onderling evenwijdige magnetische momenten μ op een afstand r voor de wisselwerkingsenergie, U_{magn} ,

$$U_{\text{magn}} = -\frac{\mu^2}{r^3}(-1 + 3 \cos^2 \delta) \quad (18)$$

waarin δ de hoek is tussen de momenten en hun verbindingslijn. In fig. 5 is de wisselwerking dus in geval

I, $-2 \frac{\mu^2}{r^3}$ en in geval II, $+\frac{\mu^2}{r^3}$.

Deze magnetische interactie is echter zeer zwak. Voor een μ van 2 Bohr magnetonen (1 Bohr mag-

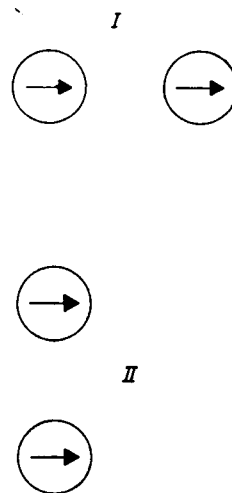


Fig. 5. Onderling evenwijdige spins waarvoor de Austauschwisselwerking gelijk is.

neton = $0.93 \cdot 10^{-20}$ erg gauss⁻¹) en een r van 2 Å komt zij voor geval I overeen met 0.44 cm^{-1} , d.w.z. met een kT behorende bij 0.63° K . Voor het gedrag van stoffen bij kamertemperatuur speelt zij dan ook geen rol.

Van essentieel andere aard en voor ons veel belangrijker is de z.g. „Austausch” of „exchange” wisselwerking. Men kan deze als volgt begrijpen.

De elektrische energie van een systeem van twee electronen is afhankelijk van de oriëntaties van de spins dezer electronen doordat de relatieve oriëntatie der spins bepaalde symmetrie-eigenschappen aan de banen der electronen oplegt. In het ene geval zal het energetisch voordelig zijn de spins parallel te stellen, in het andere geval zal een antiparallelstelling energetisch beter zijn.

In fig. 6 is de energie van een waterstofmolecuul gegeven als functie van de afstand der kernen voor

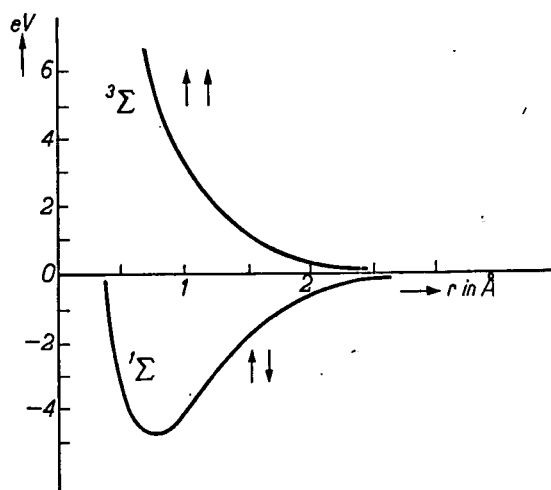


Fig. 6. Energie (in het electron volt) van een waterstofmolecuul als functie van r , de afstand tussen de kernen.

parallele spins ($^3\Sigma$ -toestand) en antiparallele spins ($^1\Sigma$ -toestand) der electronen, terwijl in fig. 7 de bij de evenwichtsafstand behorende electronendichtheden zijn getekend. Men ziet hieruit dat met een andere relatieve oriëntering der spins de electronenverdeling en de energie van het systeem sterk be-

invloed wordt. Het energieverschil tussen de $^3\Sigma$ - en de $^1\Sigma$ -toestand kan als maat voor de Austauschwisselwerking worden beschouwd. In het geval van het waterstofmolecuul, waarbij de spins het voor- deligst antiparallel staan, noemen we de Austausch- wisselwerking negatief.

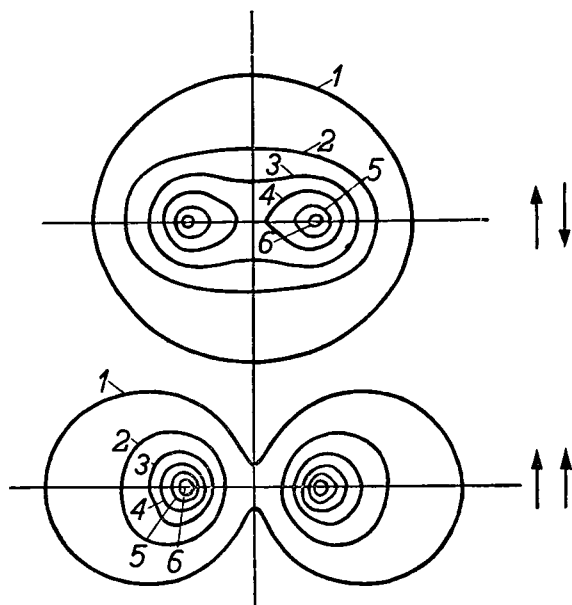


Fig. 7. Lijnen van constante electronendichtheid in het waterstofmolecuul. Boven: spins antiparallel, chemische binding. Onder: spins parallel, afstoting.

(Evenals bij het waterstofmolecuul is de Austausch- interactie negatief bij alle normale covalente bindin- gen welke worden verzorgd door paren van electronen met antiparallelle spins.)

Men kan bewijzen dat de Austauschwisselwerking tussen dergelijke electronen alleen afhankelijk is van de afstand der atomen en de onderlinge oriëntering der spins. Voor onderling evenwijdige spins is zij dus (zie fig. 5) in geval I en II gelijk.

In tegenstelling tot de boven besproken magne- tische wisselwerking zijn de Austauschkrachten ge- bonden aan een overlapping der electronendicht- heden; zij zullen dus zeer snel (exponentieel) met de afstand afnemen.

Wat kunnen we nu zeggen over de Austausch- wisselwerking tussen twee magnetische ionen? Men kan plausibel maken dat wanneer het magnetisme der ionen zijn oorzaak vindt in onvolledig gevulde schalen met laag nevenquantumgetal (s-, p-toestanden), de Austauschwisselwerking voor alle afstanden negatief is. Voor magnetische ionen met onvolledig gevulde d- en f-schalen kan de Austauschwisselwerking zo- wel positief als negatief zijn. Volgens Slater⁷⁾ mag men verwachten dat de Austauschwisselwerking tussen laatstgenoemde ionen op een wijze als sche- matisch in fig. 8 is aangegeven, van de onderlinge afstand der ionen afhangt. Voor kleine afstanden is zij negatief, vervolgens wordt zij positief om tenslotte exponentieel naar nul te gaan. Men neemt in het algemeen aan dat een en dezelfde curve van het in fig. 8 gegeven type voor een gehele groep van niet te zeer verschillende ionen (bijvoorbeeld de ionen van de ijzergroep) dienst kan doen, indien we als abscis niet de afstand nemen, maar de afstand ge-

deeld door de baanstraal der voor het magnetisme verantwoordelijke electronen.

Uit het besprokene volgt dat een positieve Aus- tachwisselwerking betrekkelijk zeldzaam moet zijn en dat zij voor kleine veranderingen in de afstanden der magnetische ionen gevoelig moet zijn.

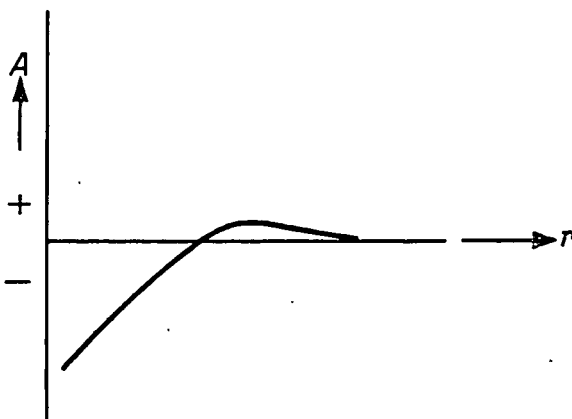


Fig. 8. Door Slater ondersteld verband tussen A, de Austauschwisselwerking en r, de onderlinge afstand van twee magnetische ionen (of atomen).

Wij moeten opmerken dat bij deze beschouwingen en bij alle op dit gebied uitgevoerde berekeningen ondersteld is dat zich geen materie bevindt tussen de magnetische ionen. Kan men dus reeds betwijfelen of de berekeningen zinvol zijn voor metalen, waar de magnetische ionen door het electronengas worden omspoeld, bij verbindingen waarbij zich grote deeltjes als ionen tussen de magnetische ionen bevinden mag men slechts hopen dat de door Slater gegeven be- schouwingen nog kwalitatieve waarde bezitten.

Reeds in 1933 heeft Kramers⁸⁾ de mogelijkheid onder ogen gezien van een indirecte Austauschwissel- werking tussen de magnetische ionen, waarbij de tussengelegen niet-magnetische ionen een actieve rol spelen. Het lijkt waarschijnlijk dat de door Kramers besproken indirecte Austausch van groot belang is; het probleem is echter zo ingewikkeld dat men nauwelijks mag verwachten dat van zuiver theoretische zijde de oplossing kan worden gebracht.

5. 2. Theoretisch gedrag van een verzameling ionen met onderlinge wisselwerking.

5. 21. Ferromagnetische modellen^{8) 10) 13).}

We beschouwen een verzameling van magnetische ionen, geplaatst op de hoekpunten van een regel- matig ruimtelijk rooster en waartussen een positieve Austauschwisselwerking, A, bestaat. Aangezien de Austauschwisselwerking snel met de afstand af- neemt, onderstellen we haar slechts tussen de naaste burenen. De statistische mechanica is nog niet in staat geweest het magnetisch gedrag van een dergelijk systeem exact op te lossen. Wel vertoont ons model zeker de typisch ferromagnetische eigenschappen:

1. Onder een temperatuur θ (de Curietemperatuur), zodanig dat $k\theta \approx A$, is de meest stabiele toestand de situatie waarbij als spins onderling evenwijdig staan en wel des te meer naarmate $T \ll \theta$.

(In deze paragraaf zullen we korthedshalve over „spins” in plaats van over „magnetische momenten” spreken; dit betekent niet dat onder bepaalde om- standigheden een van de baan afkomstig magnetisme geen rol kan spelen).

2. Bij temperaturen, voldoende groter dan θ , geldt voor de magnetische susceptibiliteit een formule van Curie-Weiss

$$\chi = \frac{C}{T - \theta} \quad (19)$$

ad. 1. Voor $T < \theta$ treedt spontane magnetisatie op. Voor ons model is de richting van deze magnetisatie energetisch onbelangrijk. Een oneindig klein uitwendig magnetisch veld kan haar in haar geheel in de gunstigste stand draaien. De susceptibiliteit van ons model is dus oneindig groot.

Bij werkelijke ferromagnetica is de toestand gecompliceerder, in de eerste plaats doordat deze stoffen meestal niet in hun geheel zijn gemagnetiseerd maar uit een aantal, in verschillende richtingen spontaan gemagnetiseerde gebiedjes bestaan (gebiedjes van Weiss); in de tweede plaats doordat voor de spontane magnetisatie niet alle richtingen energetisch gelijkwaardig zijn maar er een uitgesproken voorkeur voor bepaalde kristallografische richtingen bestaat.

Het resultaat is dat de susceptibiliteit van reële ferromagnetica zeer groot is en afhankelijk van de sterkte van het veld waarmee men haar bepaalt.

ad. 2. Wanneer wij formule (19) met (16) vergelijken, zien wij dat Δ in verband te brengen is met de interactie van magnetische momenten. Het zou echter onjuist zijn het optreden van de term Δ uitsluitend hieraan toe te schrijven.

Tenslotte moeten wij nog opmerken dat men uit de verzadigingsmagnetisatie een iets ander magnetisch moment berekent dan het door (17) gedefiniëerde effectieve magnetische moment. Zo kan men aantonen dat voor „spin only” magnetisme de verzadigingsmagnetisatie per atoom 2 S Bohr magnetonen bedraagt terwijl het corresponderende paramagnetische moment $2 \sqrt{S(S+1)}$ is.

5. 22. Antiferromagnetische modellen^{10) 11) 12) 13)}.

Evenals in de vorige paragraaf beschouwen we weer een systeem van magnetische ionen, doch nu met een negatieve Austauschwisselwerking. Een dergelijk model vertoont de volgende, voor antiferromagnetica karakteristieke eigenschappen;

- 1) Onder een Curietemperatuur θ , zodanig dat $k\theta \approx |A|$ staan de spins zoveel mogelijk antiparallel en wel des te beter naarmate $T \ll \theta$.
- 2) Bij temperaturen, voldoende groter dan θ geldt voor de magnetische susceptibiliteit de formule van Curie-Weiss.

$$\chi = \frac{C}{T + \theta} \quad (20)$$

Ons model levert dus een Curie-temperatuur zonder dat daaronder spontane magnetisatie optreedt.

Wanneer men aanneemt dat de spins behalve aan hun onderlinge wisselwerking nog onderworpen zijn aan sterke krachten die hem in bepaalde kristallografische voorkeursrichtingen dwingen, komt men tot het schematisch in fig. 9 gegeven verband tussen $\frac{1}{\chi}$ en de temperatuur¹²⁾.

5. 23. Gecomplieerdere modellen.

In de beide vorige paragrafen werd ondersteld dat we te maken hadden met één soort magnetische ionen, waartussen, indien zij burenen waren, één bepaalde

Austauschwisselwerking bestond. Men kan dit model nu compliceren door de magnetische ionen niet op kristallografisch aequivalente plaatsen te zetten, maar door hen verschillende kristallografische posities te doen innemen.

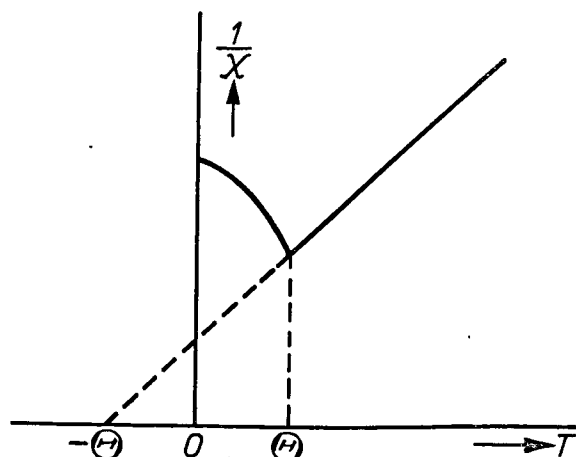


Fig. 9. Verband tussen $1/\chi$, de reciproke susceptibiliteit, en T , de absolute temperatuur, voor het antiferromagnetische model.

Denken wij ons de ionen geplaatst op bijvoorbeeld twee ongelijkwaardige deelroosters a en b, dan wordt het magnetisch gedrag niet meer door één Austauschwisselwerking, A , bepaald, maar door drie van dergelijke grootheden: A_{aa} , A_{ab} , A_{ba} , A_{bb} (A_{aa} of A_{bb} is de Austauschwisselwerking tussen twee buurionen, die zich beide op het deelrooster a (resp. b) bevinden, A_{ab} is de wisselwerking tussen twee buurionen waarvan er één tot het deelrooster a en één tot het deelrooster b behoort). Néel¹⁴⁾ heeft laten zien, hoe een dergelijk model al naar gelang de keuze van de waarde der drie Austauschinteracties ferromagnetisme dan wel antiferromagnetisme kan leveren. De spontane ferromagnetische magnetisatie behoeft hierbij niet de som van de magnetisaties der deelroosters te zijn; zij kan ook het verschil zijn.

Naast deze complicatie die door het invoeren van verschillende kristallografische plaatsen was ontstaan is er die welke ontstaat door de aanwezigheid van verscheidene soorten magnetische ionen. Wanneer wij bijvoorbeeld twee soorten ionen α en β hebben, dan wordt het magnetisch gedrag, zelfs voor kristallografisch gelijkwaardige plaatsen, door drie grootheden $A_{\alpha\alpha}$, $A_{\alpha\beta}$, $A_{\beta\alpha}$, $A_{\beta\beta}$ bepaald (hierin is bijvoorbeeld $A_{\alpha\alpha}$ de Austauschwisselwerking tussen twee ionen α).

Ook in dit geval kan men door een geschikte keuze der wisselwerkingen een model voor ferromagnetisme of anti-ferromagnetisme verkrijgen.

De hier besproken modellen leveren boven hun Curie-temperaturen een paramagnetisme dat meestal tot temperaturen ver boven het Curie-punt afwijkt van de formule van Curie-Weiss.

5. 3. Experimenteel gedrag van stoffen, waarbij wisselwerking der magnetische ionen optreedt.

Wij zullen ons hier beperken tot verbindingen van de ijzergroep. Bij de andere groepen van overgangselementen vindt men echter analoge verschijnselen. Van vele halogeniden van de elementen der ijzergroep is bekend dat zij bij zeer lage temperaturen een van de grootte der magnetische veldsterkte afhanke-

lijke susceptibiliteit en hysteresis vertonen (bijvoorbeeld CrCl_3 , MnCl_2 , FeCl_2 , FeCl_3).

Anomaler is echter het gedrag van de oxyden dezer elementen.

Zo vertoont Cr_2O_3 ¹⁵⁾ ¹⁶⁾ boven 40°C een zwak, met de temperatuur afnemend, paramagnetisme waarbij de susceptibiliteit voldoet aan de formule van Curie-Weiss (16) met $\Delta = 400$ à 485° , $\mu_{\text{eff}} = 3.6$ à 3.8 . Bij ca. 40°C heeft de susceptibiliteit een maximum; daaronder neemt zij weer iets af. Het effectieve magnetische moment is in overeenstemming met de „spin only” waarde voor het Cr^{3+} ion, welke 3.87 bedraagt (zie tabel I). Wanneer we het gedrag van het Cr_2O_3 antiferromagnetisch willen noemen, moeten we bedenken dat, in tegenstelling tot fig. 9 de temperaturen 315°K en -400 à 485°K niet symmetrisch ten opzichte van het absolute nulpunt zijn gelegen.

MnO ¹⁶⁾ ¹⁷⁾ ¹⁹⁾ heeft een Curie temperatuur bij ca. 115°K waaronder de susceptibiliteit iets afneemt bij dalende temperatuur en waarboven een formule van Curie-Weiss geldt met $\Delta \approx 540^\circ$, $\mu_{\text{eff}} = 5.91$. Ook hier stemt het effectieve magnetische moment goed met de „spin only” waarde 5.92 overeen (zie tabel I). De temperaturen 115°K en -540°K zijn nog asymmetrischer ten opzichte van $T = 0^\circ \text{K}$ gelegen dan de corresponderende temperaturen bij het Cr_2O_3 .

Bij Mn_2O_3 is gevonden ¹⁶⁾ $\mu_{\text{eff}} = 5.17$ („spin only”: 4.90) en $\Delta = 170^\circ$. MnO_2 ¹⁶⁾ leverde $\mu_{\text{eff}} = 3.73$ („spin only”: 3.87) en $\Delta = 470^\circ$.

Bij FeO ¹⁹⁾, CoO ¹⁹⁾ en NiO ²⁰⁾ vertoont de susceptibiliteit als functie van de temperatuur een duidelijk maximum (bij resp. 198, 271 en 647°K). Ook hier treedt blijkbaar antiferromagnetisme op.

Het Fe_3O_4 is ferromagnetisch met een Curie-temperatuur van 860°K . Daarboven geldt niet de formule van Curie-Weiss, terwijl de spontane magnetisatie in de ferromagnetische toestand bij lage temperatuur tot slechts 4 Bohr magnetonen per Fe_3O_4 nadert in plaats van tot ca. 14, de waarde die we zouden verwachten wanneer alle magnetische momenten parallel stonden, (5 spins voor beide Fe^{3+} ionen en 4 spins met eventueel nog een bijdrage van de baan voor het Fe^{2+} ion).

Het Fe_3O_4 , dat in het spineltype kristalliseert, heeft een rooster waarin twee kristallografisch verschillende plaatsen door ijzerionen zijn bezet. Néel ¹⁴⁾ heeft laten zien hoe men met een model van het in § 5. 23 besproken gecompliceerde type, het gedrag van Fe_3O_4 kan begrijpen. Het verzadigingsmoment 4 ontstaat als het verschil tussen een magnetisatie van twee deelroosters: het ene deelrooster, dat der octaëderholten, bevat per Fe_3O_4 één Fe^{3+} en een Fe^{2+} ion, dus tezamen 9 spins; het andere deelrooster, dat der tetraëderholten, bevat per Fe_3O_4 één Fe^{3+} ion, dus 5 spins. Door de alles overheersende negatieve Austauschwisselwerking tussen octaëder- en tetraëderplaatsen staan de spontane magnetisaties der beide deelroosters tegen elkaar in.

Het is duidelijk dat wanneer men het Fe_3O_4 , de ijzerionen, voor een deel door andere ionen vervangt, vervangt, de complicaties zeer groot worden.

In dit verband willen we nog vermelden dat een aantal verbindingen als TiO_2 en CrO_3 , die, zuiver electrostatisch gezien uit diamagnetische ionen met edelgasconfiguratie moeten zijn opgebouwd, een zwak, weinig van de temperatuur afhangend para-

magnetisme vertonen. Men is geneigd te onderstellen dat in een aantal gevallen dit paramagnetisme meer aan het type van de term $N\alpha$ uit formule (10) in § 2. 2 herinnert en niet op een sterke interactie van magnetische ionen berust.

Het gedrag van de sulfiden van de elementen der ijzergroep is uitermate gecompliceerd.

Bij MnS vindt men antiferromagnetisme, in de systemen Cr—S en Fe—S vindt men binnen nauwe samenstellingsintervallen ($\text{CrS}_{1.10-1.18}$; $\text{FeS}_{1.09-1.14}$) ferromagnetisme.

Het zou ons te ver voeren hier nader op in te gaan, te meer daar deze verbindingen nauwelijks meer als heteropolair mogen worden beschouwd maar eerder overgangen vormen naar de covalente dan wel naar de metallische binding.

6. De betekenis van magnetische metingen voor onze kennis aangaande de bouw van chemische verbindingen.

Wanneer wij ons afvragen wat voor conclusies wij uit het magnetische gedrag van een stof omtrent zijn bouw kunnen trekken, dan moeten we in de eerste plaats de gevallen onderscheiden, waarbij het voldoende is na te gaan of de verbinding diamagnetisch dan wel paramagnetisch is. Men maakt dan slechts gebruik van het feit dat een verbinding met een oneven aantal electronen practisch nooit diamagnetisch is.

Op deze wijze kan men bijvoorbeeld tot de dimere formules $\text{K}_2\text{B}_2\text{H}_6$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ of Hg_2Cl_2 komen, terwijl men van andere verbindingen het vrij-radicaal karakter kan verifiëren.

Het zal duidelijk zijn dat we in andere gevallen, waarbij pas de bijzondere aard van het paramagnetisme ons inlichtingen moet verschaffen, zeer op onze hoede moeten zijn. Bovendien is de indeling, die wij voor de verschillende stoffen hebben gegeven, ter wille van de overzichtelijkheid scherper voorgesteld dan zij in werkelijkheid is. Wel mogen wij stellig verwachten dat ondanks deze moeilijkheden, ook voor de in § 5 besproken stoffen, voor de chemie belangrijke conclusies uit magnetische gegevens zullen kunnen worden getrokken.

Eindhoven, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

Discussie:

Naar aanleiding van een vraag van Dr. H. de Bruyn over het verschillend gedrag van het zeer zwak ferromagnetische $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ en het ferromagnetische $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kunnen we aan § 5. 3 nog toevoegen dat het $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (haematiet) korundstructuur vertoont en zeer waarschijnlijk antiferromagnetisch is met een Curiepunt bij 675°C . De verschijnselen zijn gecompliceerd doordat haematiet meestal met iets Fe_3O_4 is verontreinigd. (Zie hiertoe het recente artikel van L. Néel, Ann. phys. 4, 249 (1949)).

Het $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kristalliseert in het spineltype; de formule kunnen we schrijven als $\text{Fe}_{2\frac{2}{3}}\text{O}_4$. Een der Fe^{3+} -ionen bevindt zich op de tetraëderplaats, terwijl de resterende $1\frac{2}{3}$ Fe^{3+} -ionen statistisch over beide octaëderplaatsen zijn verdeeld. Het ferromagnetisme van $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ moet men waarschijnlijk op dezelfde wijze verklaren als dat van het Fe_3O_4 ; het wordt veroorzaakt door een negatieve Austauschwisselwerking tussen paren van ionen waarvan het ene zich op een octaëderplaats en het andere zich op een tetraëderplaats bevindt.

Het standaardwerk is nog steeds het boek van *Van Vleck*¹⁾; zeer goed en meer chemisch is *Klemm's*²⁾ „Magnetochemie“; terwijl het recentere „Magnetochemistry“ van *Selwood*³⁾ een aantal belangrijke literatuurgegevens bevat.

¹⁾ *Van Vleck, J. H.*, The theory of electric and magnetic susceptibilities, Oxford Univ. Press, Oxford, 1932.

²⁾ *Klemm, W.*, Magnetochemie, Akad. Verl. Ges., Leipzig, 1936.

³⁾ *Selwood, P. W.*, Magnetochemistry, Interscience Publ., New York, 1943.

⁴⁾ *Penney, W. C., Schlapp, R.*, Phys. Rev. 41, 194 (1932).

⁵⁾ *Bose, D. M.*, Z. Physik 43, 864 (1927).

⁶⁾ *Pauling, L.*, The nature of the chemical bond, Cornell Univ. Press, Ithaca, 1939 en 1940.

⁷⁾ *Slater, J. C.*, Phys. Rev. 35, 509; 36, 57 (1930).

⁸⁾ *Kramers, H. A.*, Physica 1, 182 (1933).

⁹⁾ *Heisenberg, W.*, Z. Physik 49, 619 (1928).

¹⁰⁾ *Opechowski, W.*, Physica 4, 181 (1937).

¹¹⁾ *Firgau, U.*, Ann. Physik 40, 295 (1941).

¹²⁾ *Van Vleck, J. H.*, J. Chem. Phys. 9, 85 (1941).

¹³⁾ *Van Vleck, J. H.*, Rev. Mod. Phys. 17, 27 (1945).

¹⁴⁾ *Néel, L.*, Ann. phys. 3, 137 (1948).

¹⁵⁾ *Foëx, G., Graff, M.*, Compt. rend. 209, 160 (1939).

¹⁶⁾ *Bhatnagar, S. S., Kapur, P. L., Prakash, B.*, Current Sci. 8, 253 (1939).

¹⁷⁾ *Squire, C. F.*, Phys. Rev. 56, 922 (1939).

¹⁸⁾ *Stoner, E. C.*, Phil. Mag. 8, 250 (1929).

¹⁹⁾ *Bizette, H.*, Ann. phys. 1, 295 (1946).

²⁰⁾ *Foëx, M., Henry la Blanchetais, Ch.*, Compt. rend. 228, 1579 (1949).

Dr. J. J. Polak †

92 (Dr. J. J. Polak)

Enigen tijd geleden las ik onder de overgenomen familieberichten in de NRCT:

Overleden J. J. Polak te Asheville.

Op mijnen brief van deelneming aan zijn vrouw antwoordde zij mij, dat hij op 30 Juli ll. geheel onverwacht een hartaanval kreeg, waaraan hij 4 dagen later is overleden. Hij zou op 31 Augustus zijn 65ste levensjaar bereikt hebben.



James Joseph Polak werd op 31 Augustus 1884 te Rotterdam geboren. Zijn vader was een bekend chirurg daar ter stede. Hij bezocht het Erasmiaans gymnasium en kwam in 1903 naar de Universiteit van Amsterdam om chemie te studeren. Zijn grote aanleg bleek doordien hij zijn kandidaats- en doctoraalexamen cum laude aflegde. Op 16 December 1908 promoveerde hij, ook weer cum laude, op een proefschrift over de sulfonering van benzolsulfozuur. Hij was toen mijn assistent; ik waardeerde hem zeer, zodat ik hem de drukproeven van mijn boek: „Die direkte Einführung von Substituenten in den Benzolkern“ ter inzage gaf, waarbij hij menige voor mij nuttige opmerking maakte.

Ofschoon hij een beslist wetenschappelijke aanleg

had, verkoos hij toch de praktijk van ons vak. Daardoor was hij ook niet in de gelegenheid om onderzoeken te doen, die voor publicatie geschikt zijn. Voor zover mij bekend is zijn proefschrift, vertaald in Recueil 29, 416 (1910), dan ook zijn enig zuiver wetenschappelijk werk gebleven.

Na zijne promotie was hij werkzaam onder Voorman aan het Rijksbureau voor het onderzoek van Handelswaren, daarna als Directeur van de keuringsdienst van waren te Hilversum. Van 1920—25 was hij verbonden aan Philips' Gloeilampenfabrieken, waarna hij overging naar de Kunstzijde industrie, die hij tot aan zijn dood trouw is gebleven. Aanvankelijk was hij adjunct-directeur der E.N.K.A., later directeur der research-afdeling der Algemene Kunstzijde Unie. In 1940 is hij naar Asheville, North Carolina, U.S.A. vertrokken en is daar aan een docterfabriek der A.K.U. werkzaam geweest tot aan zijn heengaan.

Hij was in 1911 gehuwd met Mej. Dr. T. van der Goot, zijne vakgenote, die hij in mijn laboratorium heeft leren kennen.

Omtrent zijne werkzaamheden aan de A.K.U. vermeldt „de spindop“, uitgave dier N.V. onder anderen het volgende: „Dr. Polak heeft zeer grote verdienste gehad voor de A.K.U. en als thans, alleen in Nederland, bijna 7000 mensen bij onze onderneming hun dagelijks brood verdienen, is dit mede te danken aan zijne eminente leiding van het chemisch onderzoek... Tot '40 hebben wij met hem die mooie en bewogen periode meegemaakt van de ontwikkeling van het strekspinnen, van de crisisviscose en de ontdekking van Laura, waarin hij persoonlijk een groot aandeel had. Ook voor de American Enka heeft hij zich zeer verdienstelijk gemaakt, maar zeker ook nog voor de A.K.U., want bij onze honderden verzoeken om inlichtingen was hij zeer geïnteresseerd en alle antwoorden werden in overleg met hem samengesteld.“

Met diep leedwezen heb ik mijn oud-leerling, oud-assistent en vriend zien heengaan. Hij behoorde onder de besten van hen. Hij ruste in vrede.

A. F. Holleman.

Bloemendaal, October '49.

Octrooiaanvragen openbaar gemaakt per 15 Juni 1949.

De datum tussen haakjes is de voorrangsdatum.

Klasse 6a 15, O.A. 130.439 — 17-2-47 (v. 20-2-46).

A.S. Dansk Gaerings-Industri. Werkwijze ter bereiding van gist in twee of meer fermentatiekuipen.

De bereiding vindt plaats met lucht inlaten onder toevoeging van geconcentreerd beslag tijdens het fermenteren. Het eerste gedeelte van de fermentatie geschiedt in een aantal kuipen, dat kleiner is dan het aantal waarvan men zich later bedient. De hoeveelheid zaaigist bedraagt ten minste 20% van de hoeveelheid koolhydraten bevattende uitgangsmateriaal, die voor de gehele fermentatie wordt gebruikt. Het geconcentreerde beslag en de voedingsstoffen worden gedurende het eerste gedeelte van de fermentatie in overeenkomstig grote hoeveelheden toegevoegd.

Klasse 6b 16a, O.A. 133.810 — 30-7-47 (v. 15-8-46).

Hoffmann-La Roche. Werkwijze ter bereiding van lactoflavine.

Door vergisten van voedingsoplossingen met eromothecium ashbyii. De gebruikte voedingsoplossing bevat 1—10% fijn-gemalen linzen (lens esculenta) en 0.5—10% vergistbare koolhydraten. Door meer vergistbare koolhydraten later toe te voegen kan een bepaalde pH-waarde in stand gehouden worden. Eventueel voegt men nog ammoniumzouten van organische zuren toe.

Klasse 6d 5, O.A. 132.980 — 23-6-47 (v. 4-7-46).

Soc. Alfa-Laval. Werkwijze voor het snel rijpen van bier. Jongbier, afkomstig uit de fermentatiekuip, wordt op een temperatuur van 15° C en in een centrifuge met lucht, zuurstof of ozon behandeld. Door de centrifugale werking wordt ontgast en geklaard.

Klasse 8i 5, O.A. 128.511 — 1-11-46.

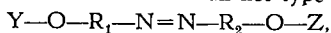
Dobbelman N.V. Werkwijze ter bereiding van sterk schuimende wasmiddelen, shampoo's e.d., welke zouten van zwavelzure esters van hogere secundaire alcoholen bevatten.

De esterzouten worden gemengd met 5—50% al of niet veredelde, niet-gesulfoneerde harsen en/of zouten daarvan.

Klasse 8m 7, O.A. 130.617 — 27-2-47 (v. 27-2-46).

Ciba. Werkwijze ter verkrijging van echte uitvervingen met monoazokleurstoffen volgens de één-bad-chromeringswerkwijze.

Geverfd wordt met kleurstoffen van het type



waarin —O—Y en —O—Z zich in orthostand t.o.v. de azogroep bevinden, R₁ een naphhtaleen, R₂ de rest van een koppelings-component, Y een carbonzuurrest door middel van de CO groep aan zuurstof gebonden en Z een waterstof of een carbonzuurrest = Y voorstelt en de groep R₁—N=N—R₂ één sulfonzuurgroep bevat, in tegenwoordigheid van een chroomafgevend middel.

Klasse 8p m11, O.A. 125.230 — 9-5-46 (v. 20-5-43).

Lever Brothers. Werkwijze en preparaten ter verbetering van de witheid van diverse materialen.

In het materiaal wordt een kleine hoeveelheid van een blauw fluorescerende stof gebracht tezamen met een blauwsel.

Klasse 12a 2a, O.A. 127.160 — 21-8-46 (v. 5-7-46).

Solvay & Cie. Werkwijze en inrichting voor het neerslaan van stoffen uit haar oplossingen onder toepassing van een hulpvloeistof.

Klasse 12e 2b 3, O.A. 128.619 — 7-11-46.

Ir. F. de Boer en N.V. Voltawerk. Werkwijze voor het afscheiden van stof uit een gasstroom.

De afscheiding vindt plaats d.m.v. een bundel parallel geschakelde cyclonen en een aftapcyloon.

Klasse 12g 1b, O.A. 128.867 — 19-11-46 (v. 9-9-42).

Cellulose Developm. Corp. Toren voor chemische behandeling van vezelig materiaal.

Klasse 12o 27d, O.A. 87 Cur. — 3-2-44 (v. 30-1-43).

N.V. De Bataafse Petr. Mij. Werkwijze voor de geleide katalytische oxydatie van organische verbindingen.

De oxydatie vindt plaats in tegenwoordigheid van een waterstofhalogenide bij verhoogde temperatuur, lager dan de ontbrandingstemperatuur en onder invloed van ultraviolet licht.

Klasse 12o 27d, O.A. 135.473 — 17-10-47.

Staatsmijnen in Limburg. Werkwijze voor de katalytische oxydatie van organische stoffen in de dampfase.

Geoxydeerd wordt met vrije zuurstof bevattende gassen. De

katalysator bevat vanadiumpentoxyde en stannioxyde in een hoeveelheid van 5—15% t.o.v. de hoeveelheid V₂O₅.

Klasse 17g 3b, O.A. 140.694 — 29-5-48 (v. 29-5-47).

Skoda Works. Werkwijze en inrichting voor het vullen van drukflessen, meer in het bijzonder van flessen voor het aanzetten van motoren met inwendige verbranding.

Klasse 18b 20g, O.A. 94.167 — 4-7-39 (v. 9-7-38).

Savoia Marchetti. Werkwijze voor het maken van een staal-legering met grote treksterkte en welke na het lassen niet thermisch behoeft te worden nabehandeld.

De legering bestaat uit 0.16—0.20% koolstof, 0.6—1.0% chroom, 0.3—1.0% molybdeen, 1.0—1.8% mangaan, 0.3—0.8% vanadium, tot 0.4% silicium en voor het overige uit ijzer.

Klasse 22g 10a, O.A. 130.526 — 22-2-47 (v. 12-4-40).

Viktor Gluk e.a. Bladvormig voorwerp, bestemd om geplakt te worden op glas en dergelijk doorschijnend materiaal, teneinde dit mist- en ijsvrij te maken.

Men plakt op glas een blad van buigzaam, doorschijnend, water absorberend cellulosemateriaal. Plakmiddel een film van door azijnzuur, fosforzuur of salicylzuur gemodificeerde gelatine.

Klasse 22h 2k 9, O.A. 124.079 — 14-3-46 (v. 21-2-45).

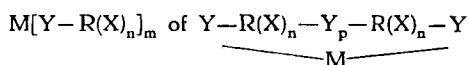
Gen. Aniline & Film Co. Werkwijze ter bereiding van gelijkmatig hoogmoleculaire, rubberachtige, vormbestendige vinyl-aetherpolymeren, vrij van de laagmoleculaire polymeren.

De hoogmoleculaire polymeren worden bij lage temperatuur uit het reactiemengsel, waarin de laagmoleculaire polymeren opgelost blijven, afgescheiden.

Klasse 23c 1, O.A. 101.333 — 12-5-41 (v. 7-5-40).

Standard Oil Dev. Cy. Werkwijze voor het verbeteren van minerale smeeroliën.

Aan de smeerolie wordt toegevoegd een hogere alcohol (bijv. stearylalcohol) en een geringe hoeveelheid van een in olie oplosbaar metaalzout van een phenolische verbinding met de algemene formule



waarin M voorstelt het metaal, Y zuurstof, zwavel, seleen of telluur, R aryl, X een anorganische of organische substituent en n tenminste één bedraagt, m de valentie van het metaal is en p gelijk is aan 1 of 2.

Klasse 23c 2, O.A. 127.774 — 24-9-46.

H. Woudhuysen. Werkwijze ter bereiding van emulgeerbare complexe mengsels.

Het mengsel bevat o.a. in water onoplosbare metaalzepen en stoffen met insecticide, fungicide of andere parasiticide werking.

Klasse 23e 1c, O.A. 98.403 — 19-7-40 (v. 29-6-39).

The Sharpless Corp. Werkwijze voor de bereiding van zeep.

Continue verzeeping, waarbij een vet onder krachtig roeren wordt gemengd met het verzeepingsmiddel en een uitzoutingsmiddel wordt toegevoegd. Na het toevoegen hiervan wordt het roeren voortgezet. De gelijkmatig door de massa verdeelde zeep-deeltjes worden continu door centrifugeren afgescheiden.

Klasse 29b 5, O.A. 127.266 — 27-8-46 (v. 23-12-42).

Pellissier, Jonas & Rivet. Werkwijze ter bereiding van een waterige beitsoplossing voor het behandelen van viltharen.

De oplossing bevat per 100 cm³ tenminste 1.0 g salpeterzuur, tenminste 2.0 g waterstofperoxyde en tenminste 0.5 g zwavelzuur of 1.0 g fosforzuur.

Klasse 29c 4h, O.A. 138.907 — 18-2-48.

La Sedà de Barcelona. Werkwijze en inrichting ter vervaardiging van kunstmatige draden met een aperiodisch wisselende titer.

Klasse 29t 2, O.A. 130.946 — 14-3-47 (v. 22-3-46).

I.C.I. Werkwijze ter vervaardiging van films uit synthetische lineaire polyester volgens de smeltvormingsmethode.

De polyester zijn bereid door verhitting van diolen van de reeks HO—(CH₂)_n—OH (n = 2—10) en terephtaalzuur of een ester daarvan.

Klasse 39b 3, O.A. 130.370 — 13-2-47 (v. 16-12-40).

British Rubber Prod. Res. As. Werkwijze ter bereiding van reactieproducten van SO₂ en rubber.

Als katalysator wordt een alkalinitraat gebruikt.

Klasse 40a 43, O.A. 123.787 — 28-2-46 (v. 14-10-42).

Nicar Nickel Cy. Werkwijze ter behandeling van nikkel en eventueel cobalt houdende, ijzer bevattende, oxydische ertsen, teneinde daaruit nikkel en eventueel cobalt met een ammoniakale vloeistof op te lossen.

(Wordt vervolgd).

Korte economische berichten

Indexcijfers van groothandelsprijzen September 1949.

Het door het C.B.S. berekende indexcijfer van groothandelsprijzen voor September 1949 geeft ten opzichte van dat voor Augustus 1949 een stijging te zien van 1.0%.

Het indexcijfer voor de hoofdgroep Voedingsmiddelen steeg met 2.2 %, ten gevolge van een verhoging van de marktprijzen van inlandse granen en van boter en kaas.

Tegenover deze stijgingen stond een daling van de marktprijzen van aardappelen en bruine bonen.

Bij de grondstoffen vielen eveneens enige prijsstijgingen en -dalingen op te merken. De prijzen van inlandse koeleiden en kalfsvellen blijven nog steeds de stijgende tendens op de

wereldmarkt volgen. Bij de textielgrondstoffen deed zich een prijsstijging, ten gevolge van de devaluatie, van geïmporteerde katoenen garens gelden. Prijsdalingen kwamen voor in de groepen grondstoffen voor chemische producten (intrekking heffing op grondnoten- en soyavetzuren) en papier. Deze prijsstijgingen en -dalingen resulteerden in een stijging van het indexcijfer voor de hoofdgroep Grond- en hulpstoffen van 0.3 %.

Het indexcijfer van de hoofdgroep Afgewerkte producten steeg onder invloed van prijsstijgingen in de groepen Chemische producten (kunstmeststoffen) en Textiel met 1.0 %.

P. E. Z.

Indexcijfers groothandelsprijzen ¹⁾ (basis Juli 1938—Juni 1939 = 100)

	Jaargemiddelde			1949				
	1946	1947	1948	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Voedingsmiddelen	200	214	231	240	233	233	230	235
Grond- en hulpstoffen	282	328	342	367	367	364	364	365
Afgewerkte producten	261	276	283	294	296	295	295	298
Algemeen indexcijfer	251	271	281	294	294	293	292	295

¹⁾ De wegings-coëfficiënten zijn vastgesteld overeenkomstig de verhoudingen in het jaar 1941.

P. E. Z.

Productie-indexcijfers van de industrie

Algemeen productie-indexcijfer over September: 130

Het Centraal Bureau voor de Statistiek geeft de hieronder vermelde productie-indices (1938 = 100)

	Maandgemiddelde				1949				
	1947	1948	1e kw.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	
Algemeen	94	113	120	122	122	123	121	130	
Aantal arbeidsdagen in de betrokken maand	23 ¹ / ₂	23 ¹ / ₂	23 ¹ / ₂	23	23	23 ¹ / ₂	25	24	
Gemiddelde dagproductie	94	113	121	125	125	123	114	127	
Bouwmaterialen *	71	95	104	102	107	111	112	114	
Chemische producten	83	105	110	106	103	103	107	103	
Confectie	59	71	79	87	98	74	—	—	
Leder, rubber, schoenen	129	166	162	144	141	129	—	—	
Steenkolen	75	82	84	85	84	87	88	89	
Metaalproducten	93	122	136	146	144	150	135	159	
Papier	84	110	126	107	129	107	105	—	
Textiel	87	105	116	117	118	107	121	128	
Openbare nutsbedrijven	125	148	162	154	144	144	147	153	
Voedings- en genotmiddelen	92	97	92	101	105	111	111	—	

P.E.Z.

Nederlandse deelnemingen aan Buitenlandse Jaarbeurzen programma 1950.

Het Centraal Instituut ter Bevordering van de Buitenlandse Handel, Bezuidenhoutseweg 64/66, te 's-Gravenhage, heeft het voornemen, bij voldoende belangstelling en onvoorziene omstandigheden voorbehouden, met een collectieve Nederlandse inzending aan onderstaande Internationale Jaarbeurzen deel te nemen:

1e halfjaar 1950

Leipzig	5 Maart— 12 Maart
Frankfort	19 Maart— 24 Maart
Milaan	12 April — 29 April
Poznan	29 April — 14 Mei
Brussel	29 April — 14 Mei
Parijs	13 Mei — 29 Mei

2e halfjaar 1950

Stockholm	26 Aug.— 22 Oct.
Praag	Sept.
Zagreb	Sept.
Brussel: Salon voor Voedingsmiddelen en Huishoudelijke Artikelen	7 Oct. — 10 Sept.

Ten aanzien van de Nederlandse collectieve inzending op de a.s. Internationale Jaarbeurs te Brussel wordt verwezen naar de reeds eerder gepubliceerde mededeling in No. 210 van het dagblad „Economische Voorlichting” dd. 8 September j.l.

Ook voor eventuele individuele deelneming aan genoemde en andere jaarbeurzen is de Afdeling Buitenlandse Jaarbeurzen

van het CIHAN gaarne bereid, alle gewenste inlichtingen en medewerking te verlenen.

De organisatie der inzendingen aan de beide eerstgenoemde Jaarbeurzen — de te Leipzig en te Frankfort — heeft plaats in samenwerking met de Nederlandse Kamer van Koophandel voor Duitsland, van de Spiegelstraat 18 te 's-Gravenhage, tel. 321205, tot welk adres men zich voor deelneming of voor het verkrijgen van inlichtingen gelieve te wenden.

Bedrijven en instanties, welke voor deelneming aan een der overige genoemde jaarbeurzen belangstelling hebben, wordt verzocht, zich schriftelijk aan te melden bij het CIHAN, afdeling Jaarbeurzen, Bezuidenhoutseweg 64 te 's-Gravenhage, zo mogelijk onder opgave van het aantal vierkante meters expositieruimte dat wordt gewenst en van de producten of artikelen, welke zullen worden geëxposeerd. Telefonische inlichtingen zijn verkrijgbaar op No. 720060, toestel 529.

P. E. Z.

Allerlei nieuws

op chemisch en aanverwant gebied

Cyclotron van het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek te Amsterdam officieel in werking gesteld.

Op Donderdag 10 November des namiddags ten twee ure werd in tegenwoordigheid van een groot aantal genodigden het eerste Nederlandse cyclotron officieel in gebruik gesteld. Prof. Dr. J. Clay, voorzitter van het Curatorium van de Stichting Instituut voor Kernfysisch Onderzoek heette de aanwezigen welkom en gaf een overzicht van het ontstaan van de Stichting door samenwerking van het Rijk, de Gemeente Am-

sterdam en de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken. Hierna voerden het woord Mr. Reinink namens de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, Prof. Dr. Kramers als voorzitter van het F.O.M. (Fundamenteel Onderzoek der Materie), de Burgemeester van Amsterdam Mr. d'Ailly en Prof. Dr. Casimir namens de N.V. Philips', waarna Prof. Dr. C. J. Bakker, directeur van het Instituut, een kort overzicht gaf van de geschiedenis van het door Prof. Dr. Ir. Heyn en hem ontworpen en gebouwde cyclotron, waarmede reeds in de bezettingsjaren, zij het clandestien, werd begonnen. Hierna gaf hij aan de hand van een aantal lantaarnplaatjes een beschrijving van het cyclotron en zijn werking, waarna de aanwezigen het apparaat in werking werd gedemonstreerd.

Met de ingebruikneming van dit cyclotron is Nederland, wat betreft de productie van radio-actieve stoffen voor het wetenschappelijke onderzoek, onafhankelijk geworden van het buitenland.

Na de demonstratie in het laboratorium had een ontvangst plaats in de bibliotheek van het Administratiegebouw.

Personalia

Op 22 November a.s. hoopt de N.V. Maatschappij voor Wasverwerking, Erdalfabriek, te Amersfoort de dag te herdenken, waarop het concern 35 jaar bestaat en de Hoofd-Directeur, de heer Joh. Wolbers Sr., 30 jaar aan de bedrijven is verbonden. Het 25-jarig bestaan kon wegens de tijdsomstandigheden 10 jaar geleden niet worden herdacht. Ter gelegenheid van dit dubbele jubileum is er een receptie van 3-5 uur in de recreatiezaal der Vennootschap, ingang Poort 3, Kleine Koppel, Amersfoort.

* * *

Ir. J. Straub zal per 1 Januari 1950 een positie bij het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek T.N.O. te Utrecht aanvaarden om zich geheel te kunnen wijden aan onderwerpen, die hij tot nu toe naast het Keuringsdienstwerk met T.N.O.-assistentie bewerkte.

* * *

Drs. M. van Dam, research chemicus bij de N.V. Maatschappij voor Wasverwerking, Erdalfabrieken te Amersfoort, is met ingang van 1 Februari 1950 benoemd tot leider van het Organisch Laboratorium van de Nederlandsche Fotografische Industrie te Soestduinen.

* * *

Drs. A. H. Holtz te Utrecht is thans werkzaam als assistent bij de medisch-veterinaire chemie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.

* * *

Dr. Ing. G. Salomon (Rubber-Stichting) is uitgenodigd voor de Chemische Gesellschaft Zürich, op 23 November 1949 te spreken over „Neuere Untersuchungen über die Chemie des natürlichen Kautschuks" en op 25 November voor de Vereinigung Schweizer Gummi und Thermoplasten Industriellen over: „Kautschukgifte und Alterungsschutzmittel".

* * *

Aan de Universiteit van Amsterdam zijn geslaagd voor het doctoraal-examen wis- en natuurkunde, hoofdvak scheikunde, de heren J. Stark en H. A. van Vucht.

* * *

Aan de Universiteit te Utrecht is geslaagd voor het doctoraal-examen wis- en natuurkunde, hoofdvak scheikunde, de heer O. H. W. den Boer; idem, hoofdvak pharmacie, mejuffrouw E. M. L. Vissers; idem voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde, letter f, de heer F. A. Tolck.

* * *

Aan de Universiteit te Groningen is geslaagd voor het candidaatsexamen, letter l, mejuffrouw M. J. Haring.

Verenigingonieuws

Mededelingen van het Secretariaat

('s-Gravenhage, Lange Voorhout 5, tel. 110744, postrekening 7680)

Candidaat-leden.

33: Baylé (Ir. G. G.), Voorburg, Vijverhof 26, hoofdass. T.H.; voorgesteld door Ir. C. A. van Gunst en Dr. Ir. G. A. M. Diepen, beiden te 's-Gravenhage.

- 34: Boer (Drs. D. H. W. den), Soestdijk, Beetslaan 22, ass. org. chemie R.U. Utrecht; voorgesteld door Dr. F. J. Barendregt en Dr. J. Halberstadt, beiden te Utrecht.
- 35: Haak (P. J. van den), chem. cand., Amsterdam-O., Linnaeusstraat 70 II; voorgesteld door Prof. Dr. J. A. A. Ketelaar en Dr. H. Gerding, beiden te Amsterdam.
- 36: Hiemstra (P.), chem. cand., Hilversum, S. Stevinweg 132; voorgesteld door Prof. Dr. J. Th. G. Overbeek te Bilthoven en Dr. A. L. Th. Moesveld te Hilversum.
- 37: Liem Hoo Soei, tech. stud., Delft, P. v. d. Burgstraat 24; voorgesteld door Prof. Dr. Ir. C. J. van Nieuwenburg te Delft en Ir. F. H. Ch. Barkhuysen te 's-Gravenhage.
- 38: Smits (P.), chem. stud., Alphen a. d. Rijn, Julianastraat 93; voorgesteld door Prof. Dr. Ir. J. Smittenberg te Utrecht en Drs. H. J. Wigman te Lunteren.
- 39: Veerdonk (F. C. G.), chem. cand., Utrecht, Oudwijkerlaan 12; voorgesteld door Dr. C. A. Salemink te Amersfoort en Drs. J. A. Bos te Baarn.
- 40: Broek (W. H. van den), tech. stud., 's-Gravenhage, Boksdorpenstraat 30;
- 41: Heldep (R. van), tech. stud., Rotterdam, Wolstraat 24; beiden voorgesteld door Prof. Dr. Ir. P. E. Verkade te 's-Gravenhage en Dr. Ir. B. M. Wepster te Dordrecht.

Aanvulling: Het adres van candidaat-lid 27 F. J. Ritter is: Utrecht, J. v. Effenstraat 38.

De naam van het candidaat-lid no. 7 moet zijn Luijpen (A. F. M. G.).

Adreswijzigingen, enz. aan te brengen in de ledenlijst 1949.

- Blz. 28: Arens (Prof. Dr. J. F.), Bandoeng, Java, Lembangweg Km 10.2.
- " " : Ark (Ir. R. J. van), Heerde, Ararat.
- " 31: Berge (Ir. H. J. P. van den), Uithoorn, van Seumerenlaan 14.
- " 33: Bochove (Drs. C. van), Delft, van Bossestraat 5.
- " 36: Bosz (Dr. J. E. Quintus), tijdelijk (van 21-12-1949 af), Utrecht, Prins Hendriklaan 96.
- " 42: Corsmit (A. F.), chem. stud., Utrecht, Oudegracht 374 bis.
- " 46: Dubel (Drs. E. J.), Amsterdam-Z., Scheldestraat 94 III.
- " 50: Eyk (Prof. Dr. B. J. van), Soerabaja, Java, Karangmandjarang.
- " 63: Horst (P.), chem. stud., Leiden, Jan van Goyenkade 12.
- " 74: Kuizinga (Drs. S. P.), Geulem (L.), Post Houthem, „Vue des Montagnes".
- " 77: Licht (Ir. J. E.), Batavia, Java, Willemslaan 2.
- " 80: Luteijn (Ir. D.), Delft, H. de Grootstraat 164.
- " 85: Mulder (W. C.), Amsterdam-Z., J. Obrechtstraat 72 B.
- " 86: Ng Tet Soei, tech. stud., Delft, Oostsingel 119.
- " 87: Noltes (A. W.), chem. cand., Utrecht, Laan van Minsweerd 18 bis.
- " 88: Nijholt (Ir. J. A.), Buitenzorg, Java, Pledang 30.
- " 92: Pohlmann (Dr. C. W.), Enschede, Dahliastraat 116.
- " 99: Schoorl (Dr. Ir. P.), Bennekom, Selterskampweg 12.
- " 100: Schotte (Ir. E.), 's-Gravenhage, Delistraat 30.
- " 112: Verlinde (C.), tech. stud., Ouderkerk a. d. Amstel, Amstelzijde 89.
- " 123: Zaaier (Dr. W. H.), Batavia-C., Java, Willemslaan 2.

Wie kent het adres van:

Ir. H. A. Th. Bodmer, vroeger Bandoeng, Lab. v. Delfstofonderzoek. Thans vertrokken naar Nederland?

Met mededeling zal men het secretariaat zeer verplichten.

Examens voor Analyst

Algemeen Analystexamen eerste gedeelte, incl. examen naar de algemene ontwikkeling.

Materiaalanalystexamen eerste gedeelte.

Klinisch analystexamen eerste gedeelte en tweede gedeelte.

De aanmelding voor bovengenoemde examens is opengesteld. Men zie voor de bijzonderheden de oproepen in het Chemisch Weekblad van 22 October j.l., blz. 688 e.v.

Wij vestigen er nogmaals ernstig de aandacht op, dat zij, die niet volledig zijn vrijgesteld van het examen algemene ontwikkeling, zich uiterlijk op 30 November a.s. moeten hebben aangemeld voor het Algemeen Analystexamen eerste gedeelte.

Hetzelfde geldt voor hen, die een of meer jaren uitstel wensen van het afleggen van het Algemeen Analystexamen, eerste gedeelte.

Secties

Vereniging voor klinische chemie.

(Sectie der Ned. Chem. Ver.).

Vergadering

op Zaterdag 26 November 1949 des morgens om 10.30 uur in het Hygiënisch Laboratorium, Catharijnesingel 59, Utrecht.

Agenda.

1. 10.30 uur: De bestudering van de resorptie-coëfficiënt van vet, verzadigde vetzuren en onverzadigde vetzuren in verband met de vetresorptie bij gezonde en zieke zuigelingen en kinderen.
 - a. Dr. H. A. Weijers, kinderarts: De betekenis voor de medicus.
 - b. Dr. J. H. v. d. Kamer: Bepalingsmethodes.
2. ± 12.00 uur: Huishoudelijke vergadering.
 - a. Bestuurswisseling.
Bespreking van de positie van de klinisch chemicus ten aanzien van de nieuwe ziekenfondstarieven.
 - c. Rondvraag.

Chemische Kringen

Dordrechtse Chemische Kring. Vergadering op Maandag 21 November om 20.00 uur in Café „Te Merwe“, Dordrecht. Dr. A. J. Staverman (Leiden) zal spreken over: „Verband tussen chemische structuur en mechanische eigenschappen van kunststoffen“.

* * *

Chemische Kring Limburg. Vergadering op Vrijdag 25 November a.s. in Hotel de Zwaan te Sittard. Spreker is Dr. H. Veldstra met als onderwerp: „Plantengroei-regulatoren, nieuwere resultaten van theoretisch en praktisch onderzoek.“

* * *

Tilburgse Chemische Kring. Op Woensdag 30 November a.s. zal een bijeenkomst worden gehouden in Café Restaurant „Modern“, Heuvel, alhier, waar zal gesproken worden door Prof. Dr. A. G. M. van Melsen over het onderwerp: „De betekenis der wijsbegeerte voor de beoefenaars der natuurwetenschappen“. Aanvang 20.00 uur.

Commissies

Commissie voor Vacantieleergangen voor leraren.

Verslag van de Vacantieleergang 1949.

Excursie naar de Staatsmijnen in Limburg.

De commissie bestond in 1949 uit: voor de Ned. Chem. Ver.: Prof. Dr. J. M. Bijvoet en Mejuffrouw Dr. J. G. Modderman; voor Velines: Dr. A. L. W. de Gee en Ir. P. Schut. Voorzitter was Prof. Bijvoet, secretaresse-penningmeesteres Mejuffrouw Modderman; bij afwezigheid van de voorzitter trad Dr. de Gee op als plaatsvervangend voorzitter en leidde als zodanig de excursie.

Daar de vakantieleergangen voor leraren in 1947 en 1948 door gebrek aan belangstelling niet waren doorgegaan, werd besloten aan deze leergang een ander karakter te geven. In plaats van een serie voordrachten in een laboratorium in een plaats in het centrum van het land werd nu een excursie georganiseerd naar een excentrisch oord, nl. naar de Staatsmijnen in Geleen en wel op 31 Augustus en 1 September.

De Directie van de Staatsmijnen was zo vriendelijk de excursie niet alleen toe te staan, maar ook alle mogelijke medewerking te verlenen. De gehele ontvangst werd door haar keurig verzorgd; bovendien bood zij de deelnemers een warme maaltijd aan in hotel Steinerbos.

Na aankomst op 31 Augustus om 11 uur in Sittard begaf men zich per bus naar het Centraal Laboratorium te Geleen. In de collegezaal werd een uitvoerig overzicht van het bedrijf gegeven, gevolgd door een rondgang door het laboratorium. Na een koffiemaaltijd in de cantine van het laboratorium werden de deelnemers vervoerd naar de cokesfabriek Maurits. Ook hier ging een grondige inleiding vooraf aan de bezichtiging, welke even interessant als warm was. Een gezellig samenzijn in Steinerbos friste de deelnemers zo op, dat velen 's avonds nog van de gelegenheid gebruik maakten onder leiding van Dr. Kurris het scheikunde-lokaal (gecombineerd practicum- en les-lokaal) van de R.K. H.B.S. in Geleen te bezichtigen. Overnacht werd in de hotels „de Prins“ en „de Zwaan“ in Sittard.

Op 1 September werd 's morgens een bezoek gebracht aan het enorme stikstofbindingsbedrijf en 's middags aan het bovengrondse bedrijf van de mijn Maurits, beide voorafgegaan door een grondige bespreking.

De koffiemaaltijd werd weer in de cantine gebruikt. Om 16 uur 30 bracht een extra-bus de deelnemers naar het station Sittard, waar men uit elkaar ging, moe en vuil, maar uiterst voldaan.

Voor de excursie hadden zich 35 deelnemers opgegeven (een enkele voor een gedeelte van de excursie). Hiervan waren 23 lid van beide verenigingen, 3 alleen van de Nederlandse Chemische Vereniging en 9 alleen van Velines. Drie deelnemers verschenen niet; van 2 van hen kwam de volgende dag nog bericht van verhindering, de derde bleek het uitvoerige programma helaas niet te hebben ontvangen.

Mededelingen van verwante verenigingen

Natuur-philosophische faculteit Amsterdam.

Het Bestuur van de Amsterdamse Studenten Vereniging Natuur-Philosophische Faculteit heeft zich voor het verenigingsjaar 1949—50 als volgt samengesteld:

J. Bruinsma, praeses.

A. H. Bloksma, vice-praeses.

J. de Wit, ab-actis; Ab-actiaat: Adm. de Ruyterweg 40, Amsterdam-W.

A. J. J. Aarts, Quaestor (gem.giro N 49).

C. Kelder, assessor I.

Mejuffrouw E. Schuyt, Assessor II.

Mededelingen van verschillende aard

Sugar Research Foundation.

Prijs van \$ 25000..

Herinnerd moge worden, aan de jaarlijkse prijzen van \$ 5000, uitgelooft door de Sugar Research Foundation in U.S.A. voor het belangrijkste werk op het gebied van de chemie, de physiologie, het metabolisme of de technische toepassingen van suiker.

In 1946 viel de prijs ten deel aan Drs. W. Z. Hassid, M. Doudoroff en H. A. Barker van de University of California, Berkeley, voor onderzoekingen leidende tot de enzymatische synthese van saccharose, in 1947 aan Dr. Carl F. Cori, Washington University, St. Louis, Missouri voor een onderzoek over het koolhydraatmetabolisme in het dierlijke lichaam, in 1948 aan Dr. Leslie F. Wiggings van de University of Birmingham, England, voor chemische studies over het saccharose-molecuul en omzettingen, die saccharose zouden kunnen maken tot een belangrijke grondstof voor de chemische industrie en in 1949 aan Dr. Hermann O. L. Fischer van de University of California, Berkeley, voor diens bijdragen tot de kennis van de molecuulstructuur der koolhydraten en zijn studies over glycer-aldehyde, inositol en de nitromethaansynthese.

In 1950 zal nu een 5-jaarlijkse prijs uitgereikt worden van \$ 25000 voor het meest belangrijke werk, op dit gebied verricht in de afgelopen 5 jaar.

De mededeling staat voor iedereen open. Verhandelingen of mededelingen deze prijs betreffende, moeten voor of uiterlijk op 1 Februari 1950 ingezonden worden aan:

Executive Secretary
National Science Fund of the National Academy of Sciences,
2101 Constitution Avenue, N.W., Washington D.C.

Een tweetal exemplaren van het programma van voorwaarden (Prize award program) zijn aan het Redactie bureau toegezonden en zullen gaarne aan belangstellenden ter inzage worden verstrekt.

Vraag en Aanbod

Plaatsing geschiedt alleen voor leden der Nederl. Chem. Vereniging.

Correspondentie wordt over deze rubriek niet gevoerd: de Redactie, Lange Voorhout 5, 's-Gravenhage, zendt alleen brieven door, waarvoor men porto insluite.

Ter overneming gevraagd:

DIABOX-projectielantaren voor platen 83×83 mm. (Spoed gevraagd).

Anthonie van Leeuwenhoek 10, no. 1 en 2; 11, 3 en 4; 13, 1.

M. E. Stas, Proefschr. Fluoropsporing en fluorvergiftiging, 1945, Utrecht.

Ter overneming aangeboden:

Lassar-Cohn, Allgem. Gesichtspunkte f. org. chem. Arbeiten 1904.

Symp. over samst. en voedingsw. v. aardapp. prod. 1943.

Symp. over Sterke electrolyten en over de electr. dubbellaag 1944.

Fortsschr. d. physiol. Chem. 1929—1934. (Overdr. uit Angew. Chem. 1934).

P. M. de Wolf, De electronentheorie 1926.

Enzymologia, vol. 10 en 11 gebr.

A. W. Stewart en H. Graham, Recent advances in org. chem. II, 1936.

F. M. Jaeger, Inl: t: d: studie der kristalkunde.

Huntres E. H., The preparation, properties, chemical behavior and identification of organic chlorine compounds geb. 1948.

Vegetable oils and oilseeds. A summary by the Commonwealth Econ. Comm. 1948.

Ir. J. F. de Geus, Bergcultuurgronden op Java 1949.

Inlicht. en onderz. v. d. Afd. Tropische Producten (Ind. Instituut) van 1948 en 1949.

Bakhuis-Roozeboom, Heterogene Gleichgew. I en II.

Pascal, Explosifs, poudres, gaz de combat.

Ostwald, Grosze Männer.

Bragg & Bragg, X-rays a. crystalstructure.

Klimont, Synt. Verfahren d. Fettindustrie.

v. Arkel, Moleculen en kristallen.

v. Alphen, Org. scheikunde.

Walden, Die Lösungstheorien.

Thiel, Der Stand d. Indikatorenfrage.

Kränzlein, Künstl. org. Farbstoffe.

Hari, Physiol. Chemie.

H. Ulich, Kurz. Lehrb. d. physik. Chem. 1940.

Warenwet, 9e dr. 1943.

Het Hormoon, jrg. 10, 11, 12 en 13 (no. 1 t/m 6) in afl.

Gewichtendoos (50 g t/m 10 mg).

Anal. chem. glaswerk (pipetten, buretten maatkolven e.d.).

Anal. gewichtendoos tot 50 g.

Als nieuwe Seibertmicrocoop, 3 ocul., 3 obj. olieïmersie.

Sirk, Mathematik f. Naturwiss. u. Chemiker, 3. Aufl. 1942.

Ind. Eng. Chem. Ind. Ed. 1944 (no. 10 ontbr., no. 8 dubbel); 1946 1 t/m 5; 1947, no. 1.

Ind. Eng. Chem. News. Ed. 1936; 1940 (ontbr. no. 8); 1941; 1942, 1943, 1944 (ontbr. April 25, May 25, August 10); 1945 (ontbr. Jan. 10 en 25, Febr. 10 en 25); 1945 (idem); 1946 May 10.

Rec. trav. chim. 1929 t/m 1933; 1942, 1943, 1944.

Chem. Abstr. 1923; 1925 (no. 9 en 10); 1941 (no. 9 en 10); 1946 (1 t/m 9); 1946 (1 t/m 24, behalve part 2 van no. 24); 1947 (1 t/m 12 en 24 (1 + 2)); 1947 1 t/m 4.

J. Am. Chem. Soc. 1946, no. 1 t/m 5.

Chem. Abstr. 1941 no. 1, 2, 3, 4, 7, 8 en 11; 1944 no. 19 t/m 22 en 24; 1945 no. 1—5, 8—10, 13, 14, 16 en 18—23.

J. Am. Chem. Soc. 1941, no. 2 en 4 t/m 12; 1944 1—3 en 6—12.

Waterman, Perquin en Leendertse, Tech. Anal. I. Benzine, olie, verbrandingswarmte, water, 5e druk.

Waterman en Perquin, Tech. Anal. II. Onderz. gassen, 3e druk.

Heertjes, Tech. Anal. IV. Droge verfstoffen, oliën, i. d. verf-industrie, 5e druk.

Dooremans, Anal. betrekking hebbende op de vet- en olie-industrie.

v. Royen en de Vooy, Mech. technologie I. IA Metalen, 6e druk.

v. Nieuwenburg, Kwalitatieve chem. anal. 1945.

Theilheimer, Synth. Meth. d. org. Chem., dl. I, 1946.

Adams e.a., Org. Reactions, vol. 1.

v. Arkel, Moleculen en kristallen, 9e druk, 1946.

de Haas, Thermodynamica, 3e druk 1946.

v. d. Have en Verver, Aardolie en aardolieprod. 1943.

Schoorl, O.r.g anal. dl. 1, 2 en 3, 3e druk.

J. R. Pakington, Chem. thermodynamics. 1940.

E. S. Gygell, Appl. Chem. for engineers 1946.

F. E. C. Scheffer, Toepass. v. d. thermodynamica op chem. processen 1945.

De opgaaf van het aangeboden en gevraagde wordt tweemaal geplaatst. Wenst men daarna nog plaatsing, dan is daarvoor een nieuwe opgaaf nodig. Men wordt dringend verzocht dadelijk kennis te geven, indien plaatsing niet meer nodig is.

Aangeboden betrekkingen

Zie de advertenties in no. 46.

Bij het Instituut International des Brevts in Den Haag kunnen ingenieurs geplaatst worden van de studierichting scheikunde en natuurkunde; ook universitair opgeleide chemici en physici kunnen solliciteren.

Door Mycologisch-chemisch Laboratorium te Utrecht wordt gevraagd een bekwaam organisch-chemicus.

In de apotheek van het Wilhelmina-Gasthuis te Amsterdam is binnenkort te vervullen de functie van tweede apotheker.

Gevraagde betrekkingen

792: Chem. Drs., organicus, 4 jaar ervaring levensmiddelen-industrie, $2\frac{1}{2}$ jaar literatuurstudie en advieswerk, enige ervaring in octrooizaken, zoekt verandering van positie.

822: Scheikundig ingenieur, diploma Delft 1932, zoekt passende functie; ervaring op het gebied van gasfabricage, stremselfabricage en celluloselakken. Ook genegen op ander terrein werkzaam te zijn.

827: Scheikundig ingenieur (academicus) met jarenlange ervaring in binnen- en buitenland op gebied van bedrijfsleiding, research- en octrooibewerking; goed organisator. Grondige kennis van organische chemie; plastica en lakken; Physische chemie; adsorptie en filtratie, wenst van werkkring te veranderen.

828: Chem. Drs., physico-chemicus, promotie voorbereidend, met onderwijs ervaring (bevoegdheden, natuurk., mechanica) zou gaarne enige avonden en eventueel een aantal uren overdag productief maken (Amsterdam of omgeving).

830: Chemisch doctoranda, grote analytische ervaring, zoekt een haar passende werkkring, bijvoorkeur bij Universiteit of Hogeschool.

Agenda van vergaderingen

19 Nov. Nederl. Natuurk. Vereniging (Utrecht): Wetenschappelijke vergadering. Zie het programma in Chem. Weekblad pg. 727.

21 Nov. Dordrechtse Chemische Kring (Dordrecht): Dr. A. J. Staverman, Verband tussen chemische structuur en mechanische eigenschappen van kunststoffen. Zie Chem. Weekblad pg. 759.

23 Nov. Eindhoven'sche Chemische Kring (Eindhoven): Mej. Dr. C. H. MacGillavry, Röntgenvaria uit de Verenigde Staten. Zie Chem. Weekblad pg. 709 en 743.

25 Nov. Gooische Chemische Kring (Hilversum): Prof. Dr. Ir. R. J. Forbes, Onderzoek en restauratie in de leerschool der spade. Zie Chem. Weekblad pg. 743.

25 Nov. Groningsche Chemische Kring (Groningen): Prof. Dr. J. A. A. Ketelaar, Insecticiden. Zie Chem. Weekblad pg. 743.

25 Nov. Chemische Kring Limburg (Sittard): Dr. H. Veldstra, Plantengroei-regulatoren, nieuwere resultaten van theoretisch en praktisch onderzoek. Zie Chem. Weekblad pg. 759.

26 Nov. Vereniging voor klinische Chemie (Utrecht): Zie het volledige programma in Chem. Weekblad pg. 759.

30 Nov. Tilburgse Chem. Kring (Tilburg): Prof. Dr. A. G. M. van Melsen, De betekenis der wijsbegeerte voor de beoefenaars der natuurwetenschappen. Zie Chem. Weekblad pg.