

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING EN VAN
DE VEREENIGING VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE INDUSTRIE

Hoofdredacteur: Dr. W. P. JORISSEN, Leiden, Zoeterwoudsche Singel 18,
(part. adres: Hooge Rijndijk 15, telefoon 1449, postrekening 3569).

Redactie-Commissie: Dr. G. de Bruin, Dr. G. C. A. van Dorp, Dr. R. T. A. Mees, Dr. Jan Smit
en Dr. J. W. Terwen.

N.V. D. B. CENTEN's Uitgevers-Maatschappij, Amsterdam C., O.Z. Voorburgwal 115, telefoon 48695,
postrekening 39514.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Contributie 1935. — 76ste Algemeene Vergadering van de Nederlandsche Chem. Vereeniging (Voorloopig programma) — Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. — Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz. — Hoogewerff-Fonds. — Gevraagde betrekkingen. — Ruil-exemplaren. — Verzoek. — Verslag van het analyst-examen, 1e gedeelte, diploma A en B, in 1935. — Schriftelijk analyst-examen 1e gedeelte voor de diploma's A en B, 19 Februari 1935. — Drs. W. van Tongeren, De ontwikkeling van de geochemie in den jongsten tijd. — Dr. J. R. N. van Kregten, De jodometrische methode volgens Kingzett ter bepaling van perboraat in zeep-poeder (laboratoriummededeeling). — Boekaankondigingen — Chemische kringen. — Personalialia, enz. — Ter bespreking ont-vangen boeken. — Correspondentie, enz. — Vraag en aanbod.

MEDEDEELINGEN VAN HET ALGEMEEN BESTUUR DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

Nieuw lid.

Het in het Chemisch Weekblad van 23 Maart 1935 genoemde
candidaat-lid is thans aangenomen als buitengewoon lid.

Candidaat-leden:

109: Inckel (Mej. M.), chem. stud. (Bonn), Amsterdam-Z., Albr.
Dürerstraat 7; voorgesteld door Mej. Dr. M. E. A. de Jong
en Mej. Dr. L. M. Boerlage, beiden te Amsterdam.

Veranderingen aan te brengen in de ledenlijst.

- Blz. 33: Custers (Drs. M. Th. J.), Valkenswaard, Geenhovensche-
weg 8, scheik. b/d. Bierbrouwerij „de Zwaan”.
„ 36: Dijkstra (Dr. D. W.), Rotterdam-W., van Weelstraat 2.
„ 38: Favejee (Dr. J. Ch. L.), Utrecht, Lijsterstraat 4, ass.
van 't Hoff-lab. R. U.
„ 39: Gaade (Dr. W.), Amsterdam-Z., Amsteldijk 156 boven.
„ 64: Ottenhoff (Ir. P.), Amsterdam-Z., P. C. Hooftstraat 78,
tijd. ass. scheik. lab. v/d. N.V. Holl. Draad- en Kabelfabr.
„ 84: IJssel (Drs. J. J. van), Utrecht, Nachtegaalstraat 5bis, adj.
scheik.-bact. b. h. Rijksbureau v. Drinkwatervoorziening.

Wie kent het adres van:

Mej. Ir. D. van Stolk, vroeger Paris (6e), 115 Rue Notre-Dame
des Champs?

Met mededeeling zal men den Secretaris zeer verplichten.

* * *

Contributie 1935.

Een groot aantal leden heeft nog geen gevolg gegeven aan
het herhaalde verzoek van den Penningmeester, de voor het
loopende jaar verschuldigde contributie te voldoen. Alvorens de
contributie van deze leden per postkwitantie te innen, verzoekt
de Penningmeester hun nogmaals dringend, de kleine moeite te
willen nemen, het verschuldigde op postrekening 7680 van de
Ned. Chem. Ver. te Dordrecht te doen overschrijven.

De contributie bedraagt:

voor leden in Nederland en Ned. O.- en W.-Indië f 15.—.

„ „ „ het buitenland f 18.—.

in beide gevallen eventueel vermeerderd met f 6.— voor een
abonnement op het Recueil.

* * *

76ste ALGEMEENE VERGADERING van de NEDERL. CHEMISCHE VEREENIGING te GRONINGEN OP 17, 18 en 19 Juli 1935.

VOORLOOPIG PROGRAMMA:

Zie de aflevering van 11 Mei.

Aan de daar genoemde excursies worden nog toegevoegd:

10. N.V. Glasfabrieken A. J. Bakker te Nieuw-Buinen.
11. Organisch-en anorganisch-chemisch laboratorium der Rijks-
Universiteit.

Dr. G. J. VAN MEURS, *Secretaris-penningm.*,
Burgem. de Raadtsingel 23f, Dordrecht,
giro 7680. telef. (huis) 3867, (lab.) 5231.

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas.

De Redactie van het Recueil vestigt er de aandacht van
belanghebbenden op, dat artikelen, die van zuiver-technische
strekking zijn, en geen algemeen-wetenschappelijk belang hebben,
niet voor opneming in het Recueil in aanmerking kunnen komen.

Op zichzelf zal een technische oriëntering van een artikel
geen reden tot weigering zijn, maar de redactie zal eischen, dat
er dan ook een voldoende hoeveelheid zaken in worden behandeld,
die van zuiver wetenschappelijk belang zijn en dat het technische
deel er in wordt beperkt tot wat voor het begrip van het geheel
strikt noodzakelijk is.

De Redactie:

Voorzitter: OLIVIER.

Secretaris: v. NIEUWENBURG.

Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz. **)

Aan proefstation te Buitenzorg is een plaats vacant en komt
op 1 Januari 1936 een tweede vacant voor chemici met univer-
sitaire opleiding of scheikundig ingenieur. Zie verder de adv.
in de afl. van 25 Mei.

* * *

Bij de N.V. Vereenigde Schelpkalkfabrieken, Nieuwe Rijn 64,
Leiden, vacceert de betrekking van directeur. Sollicitaties worden
uitsluitend schriftelijk ingewacht aan bovenstaand adres.

* * *

Men vraagt een ervaren raffineerder voor voedingsoliën. Brieven
met ingesloten getuigschriften en opgaaf van verlangd salaris te
adresseeren: T. H. Maaldersstraat 48, Antwerpen.

* * *

Fabriek vraagt chemicus, eenigszins op de hoogte van de meel-
fabricage. Brieven met opgaaf van referenties enz. onder No. 8215
aan Max R. Nunes, Amsterdam.

* * *

Voor een medisch laboratorium met onderwijsinrichting wordt
gevraagd een jonge chemicus (Nederlander) als assistent gedurende
het cursusjaar Sept. 1935 tot Juli 1936. Zie verder de adv. in
de afl. van 11 Mei.

* * *

***) Men raadplege ook steeds de advertenties.

Gevraagd voor spoedige indiensttreding eenige jeugdige energieke scheikundig ingenieurs of doctoren in de scheikunde ter opleiding in de chemische bedrijven der N.V. Kunstzijdespinnerij Nyma, Nijmegen. Zie verder de adv. in de afl. van 11 Mei.

* * *

Voor octrooizaken wordt gevraagd een scheikundig ingenieur met ervaring op octrooigebied. Goede kennis der moderne talen vereischt. Zie verder de adv. in de afl. van 4 Mei.

* * *

Hoogewerff-Fonds. De Commissie van Beheer van het Hoogewerff-Fonds maakt bekend, dat aanvragen om steun voor wetenschappelijk chemisch-technisch onderzoek volgens art. 2, derde lid der Statuten, luidende: „Hem of haar, die een bepaald onderzoek wenscht te ondernemen, kan op aanvraag steun worden verleend, zoowel om zich, gedurende dit onderzoek, daaraan onbezorgd voor levensonderhoud te kunnen wijden, als om de kosten te bestrijden, die voor het onderzoek worden vereischt”, worden ingewacht bij den Secretaris van het Fonds. Prof. Ir. G. A. Brender à Brandis, van Hogenhoucklaan 59, 's-Gravenhage.

De aanvragen moeten liefst vóór 1 Augustus aan dit adres zijn ingekomen.

Het strekt in het belang van een aanvraag, om daaraan c.g. toe te voegen afdrucken van vroegere publicaties van de hand van aanvrager of aanvraagster, voor zoover die publicaties met het onderwerp der aanvraag verband houden.

* * *

Ter gelegenheid van het 25ste congres van de Vereeniging „Het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres”, op 23, 24 en 25 April te Leiden gehouden, is besloten een som van ten hoogste f 1.000.— ter beschikking te stellen van een jongen geleerde voor het ondernemen van een wetenschappelijk onderzoek. Om voor het ontvangen van dit bedrag in aanmerking te komen moet men een der volgende examens hebben afgelegd: doctoraal examen in de faculteit der wis- en natuurkunde, geneeskunde of veeartsenijkunde; doctoraal examen natuurkundige aardrijkskunde, ingenieursexamen aan de Technische hoogeschool te Delft of Landbouwschool te Wageningen; het artsexamen of veeartsexamen.

De toelage wordt niet verleend voor het bewerken van een proefschrift. Aanvragen worden vóór 1 Juni ingewacht bij den eersten algemeen secretaris Dr. D. Coelingh, Regentesselaan 2 te Bussum.

Gevraagde betrekkingen *) (plaatsing gratis voor leden).

No. 22. Chemicus met akte M.O., ervaren analyticus met vele jaren Indische en Nederlandsche praktijk in het chemisch en physisch-chemisch onderzoek van levensmiddelen, textielstoffen en grondsoorten, zoekt passende betrekking.

No. 136. Chem. drs., physico-chemicus, kristallograaf, ook analytisch en anorganisch-chemisch goed onderlegd, met tweejarige ervaring in pharmaceutisch bedrijf, zoekt anderen werkring.

No. 243. Chem. drs. met goede talenkennis, bekend met geneesmiddelfabricage en bacteriologie, zoekt betrekking.

No. 258. Chem. drs., bekend met levensmiddelenleer en bacteriologie, met goede talenkennis, zoekt betrekking.

No. 259. Scheik. ing., dipl. 1924, praktijk o.a. research en fabriek, organ.-chem., anorg.-chem., phys.-chem. en zeer algemeen techn.-chem. ontwikkeld, moderne talen grondig kennend, zoekt andere betrekking.

No. 268. Scheik. ing., dipl. Delft, 1933 (met lof), met een paar jaar praktijk in fabrieken en laboratoria, veelzijdig ontwikkeld en energiek, zoekt een andere betrekking.

No. 269. Chem. drs. (scheikunde, natuurkunde, microbiologie), 33 jaar, 7½ jaar werkzaam in de Java-suikerindustrie, zoekt verandering van positie (Indië of Nederland, eventueel ook buitenland).

No. 291. Dr. in de scheikunde, dipl. Zürich, ervaren op textiel-chem.-techn. gebied, kunstzijde, verfstoffen, appretuur, olie en vetten, waterreiniging, praktijk research en fabriek, zoekt betrekking.

No. 296. Dr. in de scheikunde, kolloidchemicus, 1 jaar practijk oliën en vetten, 3 jaar anorg. techniek, zoekt betrekking voor research of fabriek.

*) Brieven te richten tot de Chem. Arbeidsbeurs, Keizersgracht 732, Amsterdam (met ingesloten porto voor doorzending).

Ruilexemplaren.

Voor leden en oud-leden der Redactie van het Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas zijn beschikbaar als ruil-exemplaar (tegen betaling van een abonnement op het Recueil, ad f 6,75) de volgende tijdschriften: *Bulletin de la société chimique de France* (met 1. Jan. 1935) en *Bulletin de l'association des chimistes*, organe de l'association des chimistes de sucrerie, de distillerie et des industries agricoles de France et des colonies et de la commission internationale des industries agricoles (dadelijk).

Aanvragen te richten tot den redacteur-administrateur

W. P. JORISSEN.

Verzoek.

Op voorstel van eenige leden en in overleg met het Algemeen Bestuur worden zij, die in 't vervolg boeken ter bespreking ontvangen, uitgenoodigd 10% van de waarde der boeken te storten in de kas der Nederl. Chem. Vereeniging (postrekening 7680 te Dordrecht).

Van werklooze leden wordt deze bijdrage, die uitsluitend ten voordeele van het Chem. Weekblad zal worden gebruikt (bijv. ter vergrooting van den omvang), niet verwacht.

De Redactie-Commissie.

Verslag van het analyst-examen, te gedeelte, diploma A en B, in 1935.

Het schriftelijk deel van het analyst-examen te gedeelte werd op 19 Februari afgenomen te Amsterdam, Groningen, Nijmegen, Rotterdam en Utrecht¹⁾. Het mondeling en practisch deel werd in April in dezelfde steden gehouden. In Utrecht werd door twee commissies geëxamineerd.

Voor het examen hadden zich 291 kandidaten aangemeld, waarvan 6 door het overleggen van een verklaring wegens het met ruim voldoende uitslag afgelegde theoretische deel, alleen het examen in manipulaties behoeften te doen. Het schriftelijk examen werd dus afgelegd door 285 kandidaten, waarvan 60, d. i. 21.1%, vrijstelling van het mondeling examen in natuurkunde en scheikunde, 54, d. i. 19.0%, vrijstelling alleen voor natuurkunde, 12, d. i. 4.2%, vrijstelling alleen voor scheikunde verkregen, terwijl 88, d. i. 30.9%, op grond van de behaalde cijfers werden afgewezen. Na het mondeling examen werden afgewezen 32 kandidaten, d. i. 11.0% (van 291), na het practisch examen nog 50 kandidaten, d. i. 17.2%, terwijl 2 kandidaten niet waren opgekomen.

In totaal werden dus afgewezen 172 kandidaten of 59.1% van het totaal aantal.

Aan 18 der niet geslaagde kandidaten werd de bovengenoemde verklaring uitgereikt.

Geslaagd zijn de dames: M. J. Abrahamse, S. Baart, M. E. Balfoort, A. Boeijinga, A. M. Bourdillon, H. J. Brinkgreve, A. J. Buma, A. H. Buwalda, M. C. B. Bijlsma, A. G. M. Cieremans, M. C. Cremer, M. Levy—Davidsohn, P. B. van den Ende, W. Enklaar, D. E. Eshuis, H. H. Essers, C. A. J. von Frijtag Drabbe, G. Funke, P. E. Giessen—geb. Salm, E. S. Goud, A. T. de Haan, J. A. P. Hartmans, E. M. Hellingman, C. M. Hemmes, W. M. den Herder, J. M. v. d. Heyden, C. C. A. van Hille, M. A. E. Hobbel, A. C. Hooning, J. Jägers, M. de Jong, A. C. Kasteel, H. W. M. Kerkhoven, G. Klopper, R. v. Kollem, A. M. J. Kornelis, H. K. Kranenborg, P. Krikke, A. A. Kruijnk, M. Kijlstra, J. A. van der Laan, J. G. van Leenhoff, P. G. M. de Leeuw, M. E. van Lint, J. W. Mathol, J. J. H. van Meeverden, H. L. Meyst, H. J. M. Munting, G. A. Nicolai, A. J. M. Nollen, M. J. Noome, S. Noteboom, H. M. J. Nuis, M. A. L. van Oss, M. M. Overman, H. B. S. Piepenbrink, J. H. Pluym, F. B. H. Rijken, P. J. Schouten, L. Schreuder, E. A. A. Schutte, S. Siccamo, E. H. Slotboom, J. W. Smit, A. C. M. Smits, A. Tinbergen, H. J. van der Valk, G. Veenstra, E. M. Verheus, A. Vermeulen, N. P. de Vos, C. J. Voûte, W. de Vries, A. A. van der Wal, H. W. A. van den Wall Bake, E. H. G. Wallinga, C. W. J. van West, M. A. M. van Woerkom, N. G. Woutersen, J. M. Zeegers, W. P. de Zwaan, J. A. van Zwieten de Blom.

Geslaagd zijn de heeren: G. Achttienribbe, P. Beekhuis, I. A. Blaauw, T. F. Boelhauer, P. Buitenkamp, H. Carst, D. Dirkse, P. van Dijk, O. Eenshuistra, A. A. Evertzen, G. Ferwerda, D. M. v. d. Gugten, W. A. Hennevelt, P. A. de

Hullu, J. W. A. M. Hurkens, P. I. de Jager, L. H. de Jong, C. Jonker, D. Kingma, H. A. Kreutzer, N. van Kuyeren, M. van Leeuwen, J. W. Mansvelt, R. E. H. Marcus, C. Meyer, J. H. Mook, J. L. Nierstrasz, M. Offermans, J. A. G. Quadekker, J. Renema, J. C. H. Rijpkema, H. J. A. Sauter, E. T. Schouten, W. Vochtelo, P. H. Vrancken, G. Wever en J. B. M. Wilmer.

Examen algemeene ontwikkeling. Voor het volledig examen algemeene ontwikkeling hadden zich 36, voor één of twee vakken (algebra en/of een moderne taal) 17 kandidaten aangemeld.

Ingevolge het bepaalde in het examenprogramma werden de kandidaten, die op grond van het schriftelijk examen in natuur- en scheikunde werden afgewezen, niet tot het examen algemeene ontwikkeling toegelaten. Er vielen daardoor 23 kandidaten af voor het volledig examen algemeene ontwikkeling en 9 kandidaten voor het gedeeltelijke examen.

Het resultaat van het met de overgebleven 21 kandidaten gehouden examen was, dat 9 hunner slaagden zoowel voor het examen algem. ontwikkeling als voor het analyst-examen 1e gedeelte, terwijl aan 10 kandidaten, die voor het laatstgenoemde examen werden afgewezen, een bewijs werd uitgereikt, dat het examen algemeene ontwikkeling met voldoende uitslag was afgelegd.

Schiebroek,
Adrianalaan 283.

Dr. J. van der Lee, Secretaris
voor het Analyst-examen
namens de Centrale Commissie.

- ¹⁾ De examenopgaven zijn in dit nummer afgedrukt.
²⁾ Zie voor het examenreglement Chem. Weekblad 30, 581 (1933).

Schriftelijk analyst-examen 1e gedeelte voor de diploma's A en B, 19 Februari 1935.

Natuurkunde. (Beschikbare tijd 2 uur).

N.B. De antwoorden op onderstaande vragen moeten *duidelijk* maar *zoo beknopt mogelijk* zijn, *zonder uitwijdingen*. Zij moeten van *hetzelfde nummer* worden voorzien als de vragen, waarop zij betrekking hebben, en evenals deze, door *horizontale lijnen* duidelijk van elkaar worden gescheiden.

De vragen moeten *naar volgorde* worden beantwoord, zoodat ruimte moet worden open gelaten voor antwoorden, die eerst later worden ingevuld.

In den rechterbovenhoek van het papier moeten *naam* en *nummer* van de candidaat duidelijk worden ingevuld. Klappapier, voorzien van naam en nummer, eveneens inleveren.

1. In een calorimetervat bevindt zich 200 gram benzol, waarvan de temperatuur 15° is. Hierin wordt een stuk ijs geworpen, dat 90 gram weegt en een temperatuur heeft van -17°. Als het temperatuurevenwicht zich heeft ingesteld, waarbij geen warmteuitwisseling plaats heeft met de omgeving, is de temperatuur 1.5° geworden. Bereken de smeltwarmte van benzol.

Oplosbaarheid van benzol in water en omgekeerd mag worden verwaarloosd.

De waterwaarde van den calorimeter wordt *niet* in rekening gebracht.

De soortelijke warmte van vloeibaar benzol is	0.40.
" " " " vast	" " 0.35.
" " " " ijs	" " 0.50.
" smeltwarmte van ijs	" " 80 calorïën.
" smelttemperatuur van benzol	" " 5.5°.

2. Een bol drijft op kwik en is voor de helft ondergedompeld.

Men giet zóoveel water op het kwik, dat de bol niet meer boven het water uitsteekt.

Het hoeveelste gedeelte van de bol bevindt zich dan in het kwik? (De uitkomst opgeven in honderdste deelen).
s.g. kwik = 13.6; s.g. water = 1.0

3. Twee cilindervormige vaten, die op een horizontaal tafelblad staan, zijn verbonden door een dunne horizontale buis met een gesloten kraan in het midden. In het linkervat bevindt zich toluol (s.g. 0.8) 50 cm hoog, in het rechervat water (s.g. 1) 48 cm hoog. Bij opening van de kraan blijkt er niets te gebeuren. Hoe hoog bevindt zich de verbindingbuis boven den bodem? (De dikte van de verbindingbuis wordt verwaarloosd).

4. Het reservoir van een gastermometer wordt in smeltend ijs gezet en de ingesloten hoeveelheid gas op het gewone volume gebracht. De spanning bedraagt 762 mm kwik.

Daarna herhaalt men de proef met het reservoir in stoom van 100° C.; de spanning is dan 1038 mm kwik.

Brengt men nu het reservoir in de ruimte, waarvan men de temperatuur wil meten, dan blijkt na instelling op het gewone volume de spanning van het gas in het reservoir 824 mm kwik te zijn.

Wat is de temperatuur?

De spanningscoëfficiënt is 0.00367.

De uitzetting van het glas van het reservoir mag *niet* verwaarloosd worden.

5. Geef een verklaring van de werking van een hevel.

6. Wanneer kookt een vloeistof? Geef hiervan een definitie. Hoe kan men het kookpunt van een vloeistof verhoogen? Noem twee manieren.

7. Een oliedruppel zweeft in een alcohol-watermengsel. Bij temperatuursverlaging blijkt de oliedruppel naar de oppervlakte te komen. Verklaar dit.

Scheikunde. (Beschikbare tijd 2 uur).

1. Een waterige oplossing van zilversulfaat wordt met overmaat bariumchloride bedeed. Het neerslag wordt afgefiltreerd, uitgewassen, gedroogd en gewogen. Het gewicht bedraagt 0.8160 gram.

Hoeveel gram zilver bevat de oorspronkelijke oplossing? (Ag = 108; Ba = 137; Cl = 35.5; O = 16; S = 32).

2. 100 cm³ van een mengsel van kooloxyd en zwavelkoolstofdamp worden met 150 cm³ zuurstof (overmaat) vermengd en door ontploffing geheel verbrand. Na afkoeling op de oorspronkelijke temperatuur en aflezing onder denzelfden druk, blijkt het volume 190 cm³ te zijn geworden.

Welke samenstelling had het oorspronkelijke mengsel (volume-percenten)?

3. In 100 cm³ zuiver water zijn opgelost 400 milligram watervrij zuiver bariumchloride.

Men voegt aan deze oplossing toe 50 cm³ 0.1 n zwavelzuuroplossing, scheidt het neerslag op de bekende wijze af, filtreert, wascht goed uit en titreert het filtraat en al het waschwater met 0.2 N natriumhydroxyde.

Hoeveel cm³ loog zijn hiervoor noodig?

4. Men pipetteert bij een oplossing, waarin een overmaat joodkalium en zoutzuur, 25 cm³ van een kaliumpermanganaatoplossing, die 6.32 gram per liter water bevat. De verkregen vloeistof wordt nu met een natriumthiosulfaatoplossing getitreerd, waarvoor juist 30 cm³ noodig zijn.

Schrijf de reactievergelijkingen op.

Wat neemt men bij de reacties waar?

Welke indicator wordt gebruikt?

Bereken de titer van de natriumthiosulfaatoplossing. (K = 39.1; Mn = 54.9; O = 16).

5. Wanneer men bij een oplossing van een magnesiumzout ammonia voegt, slaat magnesiumhydroxyde neer. Dit geschiedt niet, wanneer men een voldoende hoeveelheid ammoniumchloride toevoegt. Verklaar dit met behulp van de ionentheorie.

6. Hoe wordt in de techniek de stikstof uit de lucht gebonden? Noem zeer in het kort één methode, geef de reactievergelijking, de voornaamste voorwaarden, waaronder de reactie verloopt en het principe, waarop de reactie berust.

7. Geef de vergelijkingen van de reacties, die plaats vinden bij de volgende handelingen en vermeld de waargenomen verschijnselen (kleursverandering, neerslag, gasvorming, enz.).

- Verhitting van kaliumchloraat.
- Verhitting van loodnitraat.
- Verhitting van aluminiumpoeder met een oplossing van natriumhydroxyde.
- Langzame toevoeging van ammonia aan een oplossing van een zinkzout, totdat een overmaat ammonia aanwezig is.
- Langzame toevoeging van ammonia aan een oplossing van een aluminiumzout, totdat een overmaat ammonia aanwezig is.

8. Geef de structuurformules van de volgende stoffen: secundaire butylalcohol (secundaire butanol); diphenylamine; acetylchloride; trichloorazijnzuur; barnsteenzuur; fructose; salicylzuur; oliezuur; benzolsulfonzuur (benzeensulfonzuur); para xylool (para xyleen).

(De nieuwe benamingen zijn tusschen haakjes achter de oude geplaatst).

9. Wanneer zijn twee stoffen stereoisomeer?

Waardoor worden deze stoffen gekenmerkt en wat voor bijzondere eigenschap hebben ze?

55.04

DE ONTWIKKELING VAN DE GEOCHEMIE
IN DEN JONGSTEN TIJD ¹⁾

door

W. VAN TONGEREN.

I.

Verre van alleen een grensgebied te vormen tusschen scheikunde en geologie heeft de geochemie veel meer de resultaten noodig van vrijwel alle natuurwetenschappen. Met de verdieping van onze kennis op deze gebieden heeft de vooruitgang van de geochemie dan ook gelijken tred gehouden en is daarbij nu en dan van invloed geweest op de ontwikkeling van de voorstellingen, die we ons in een bepaald vak over het gebeuren in de natuur maken.

Het terrein van de geochemie kunnen we in tweeën verdeelen. In het eerste deel heeft onze kennis in het laatste decennium de grootste vermeerdering ondergaan en we zullen ons in het volgende vooral daarmee bezighouden. Van oudsher werd hierin al de verdeeling van de chemische elementen over de aarde behandeld; in den laatsten tijd is het vooral het onderling verband van de daarbij opgemerkte regelmatigheden, dat de aandacht heeft getrokken.

Veel langer is het reeds bekend, dat ook in geochemisch opzicht de aarde allerminst in rust verkeert; in een eens ontstane verdeeling van de elementen wordt door allerlei oorzaken verandering gebracht. In de tweede plaats houdt de geochemie zich dus bezig met de stofwisseling van de aarde; de meeste daarbij optredende processen blijken bij nadere beschouwing neer te komen op kringlopen.

Opvallend is de plaats van de levende natuur als factor in de geochemie. Bij de in eersten aanleg tot stand gekomen verdeeling is hoegenaamd geen sprake van eenige beïnvloeding door levensprocessen. Zeer sterk verandert dit, wanneer de omstandigheden gunstig worden voor de ontwikkeling van het leven op aarde. We constateeren daarbij een geweldige inwerking op de huishouding van de anorganische natuur. Niet het minst is dit het geval met de menschelijke maatschappij welke ons aan den eenen kant bewondering afdwingt voor haar technische prestaties, maar waarbij we ons toch ook nu en dan met ontzetting afvragen, hoe lang dat op dezen voet nog door kan gaan. In een tijdperk van 100 jaar van industriële ontwikkeling is de mensch erin geslaagd een hoeveelheid grondstof te verkwisten, mag men in dit opzicht wel zeggen, waarvoor de natuur millioenen en nog eens millioenen jaren noodig heeft gehad om ze te concentreren in zoodanige hoeveelheid, dat die stoffen loonend ontgonnen konden worden.

Het doel van het eerste deel van dit artikel is dus het volgen van de ontwikkelingsgeschiedenis van de aarde in geochemisch opzicht vanaf het eerste optreden als afzonderlijke planeet. We moeten daarvoor eerst inzicht trachten te krijgen in den huidige toestand.

Oppervlakkig beschouwd moge dit al een bijna

¹⁾ Voordracht, gehouden voor den Utrechtschen Chemischen Kring op 21 Maart 1935.

onuitvoerbare taak schijnen; de straal van de aarde is bijna 6400 km lang, terwijl het deel van de aarde, dat ons uit eigen aanschouwing bekend is, in vergelijking daarmee niet meer dan een zeer dun schillete is. De mijnbouw moet het al betrekkelijk spoedig opgeven tegen de naar binnen toe snel stijgende temperatuur; elke 100 m dalen komt overeen met een gemiddelde verhooging van 3° C. Met boringen komen we wel iets verder, maar toch niet veel dieper dan 2½ km en ook dan moet het al om zeer kostbare delfstoffen of belangrijke onderzoeken gaan, wil men de fondsen voor dergelijke dure diepboringen bijeen kunnen brengen.

Op sommige plaatsen heeft de oceaan een diepte van ruim 10 km, maar het dieplood, dat ons deze cijfers verschaft brengt niet meer dan een oppervlakkig laagje slib of kalk mee uit de voor ons overigens onbereikbare diepte. Bovendien worden tegenwoordig de meeste dieplodingen gedaan met het echo-toestel; deze geven ons dus in het geheel geen gegevens over het materiaal van den bodem.

Uit geologische waarnemingen kunnen we in vele gevallen de structuur van den ondergrond met vrij groote zekerheid afleiden. De geologische methodes worden aangevuld door de vooral in den laatsten tijd veel toegepaste geophysische onderzoeken. Algemeen rekt men, dat zodoende de aardkorst tot een diepte van ca. 16 km (10 mijl) voldoende bekend is.

Het is echter een gelukkige omstandigheid, dat we over allerlei indirecte gegevens beschikken, die ons het een en ander over den toestand van dieper gelegen deelen van de aarde kunnen vertellen.

Als eerste wilde ik noemen de dichtheid. Uit de wet van Newton is gemakkelijk de massa van de aarde te berekenen, welke ons, gedeeld door het bekende volume, de gemiddelde dichtheid van de aarde oplevert. Het blijkt dat deze 5.52 bedraagt, belangrijk hooger dan de dichtheid van de meeste in de aardkorst voorkomende stoffen. De gesteenten van de vaste aardkorst hebben n.l. een dichtheid, die zelden boven 3 uitgaat en meestal kleiner is, terwijl de oceanen, die meer dan 2/3 van de oppervlakte innemen, soortelijk maar weinig zwaarder zijn dan 1. Om dit tekort te compenseeren moeten de dieper gelegen deelen van de aarde een dichtheid hebben van aanzienlijk meer dan 5½.

Men zou kunnen veronderstellen, dat dezelfde stoffen, die ook aan de aardoppervlakte voorkomen, aan dezen eisch zouden voldoen, wanneer ze maar onder den zeer hoogen druk staan, die we ongetwijfeld in het binnenste van de aarde moeten aannemen. Nu heeft echter de compressibiliteit van vaste en vloeibare stoffen een zeer geringe waarde, welke bovendien bij toenemenden druk steeds kleiner wordt; ook verhooging van temperatuur en de overgang van den vasten in den vloeibaren toestand werken in tegengestelde richting; tenslotte is gebleken, dat de dichtheidstoename niet continu verloopt naar grootere diepte, zooals we bij onze eerste veronderstelling zouden verwachten, maar dat op bepaalde diepten de dichtheid sprongsgewijs verandert; waarschijnlijk is dus onze onderstelling onjuist en moeten we een ander materiaal zoeken van een grootere soortelijke massa dan 5 à 6. Van de aan de aardoppervlakte voorkomende stoffen

voldoen alleen de zware metalen aan dezen eisch.

De discontinuïteit bij de dichtheidstoening volgt uit de verschijnselen, die zich voordoen bij de voortplanting van aardbevingsgolven. Evenals lichtstralen gebroken worden, wanneer ze van een *optisch* minder dichte in een optisch dichtere stof komen, is dit het geval met de golven, die zich door de aarde voortplanten als gevolg van aardbevingen, wanneer ze van een *soortelijk* lichtere stof in een zwaardere overgaan: Het is mogelijk gebleken op grond hiervan niet alleen de diepte van de scheidingsvlakken te berekenen, maar bovendien tennaastebij de soortelijke massa van de doorlopen lagen ²⁾.

De ligging van de drie op deze wijze gevonden scheidingsvlakken is als volgt: het diepste ligt op een afstand van 2900 km onder de oppervlakte, het middelste op 1200 km, het buitenste op 20—50 km al naar de plaats op aarde waar men die diepte bepaalt. Het middelste vlak vormt een minder scherpe overgang dan de beide andere, waarvoor een mogelijke verklaring verderop volgt.

Wanneer lichtstralen in een *optisch* geleidelijk dichter wordende stof doordringen — bijv. de atmosfeer — blijft hun weg niet recht. We zien dit o.a. heel duidelijk aan den afgeplatten vorm van zon en maan, als ze laag boven den horizon staan. Nu blijken ook de aardbevingsgolven volgens gebogen banen te loopen in de lagen, die we reeds in de aarde onderscheiden hebben. We moeten dus behalve met de sprongwijze dichtheidstoening aan de drie scheidingsvlakken ook rekening houden met een geleidelijke daartusschen, welke misschien verklaard kan worden door een verandering in samenstelling van de lagen en ten deele wellicht ook volgt uit de compressie onder den langzaam toenemenden druk.

Reeds in de buitenste aardkorst kunnen we deze continue verandering in de samenstelling van de gesteenten vrij goed volgen. Hoe lager het niveau, waar het vandaan komt, des te kleiner is in het algemeen het kiezelzuurgehalte van een gesteente. Tevens daalt daarbij het gehalte aan alkaliën, terwijl de andere basische oxyden, n.l. calcium-, magnesium- en ijzeroxyde een steeds belangrijker plaats gaan innemen. De gesteenten worden daardoor soortelijk zwaarder.

Het bovenste grensvlak komt overeen met het uit de theorie van Wegener bekende scheidingsvlak tusschen de aan de oppervlakte liggende sial-schollen (v.n.l. bestaande uit aluminiumhoudende silicaten, vandaar hun naam) en het simasubstraat, waarin de eerste drijven, en dat voornamelijk uit zwaardere magnesiumhoudende silicaten bestaat. Onder de continenten ligt dat grensvlak a.h.w. bij definitie dieper dan onder de door oceanen bedekte deelen van den aardkorst, waar een sial-korst of geheel afwezig of indien wel aanwezig, dan toch zeer dun is ³⁾.

Een tweede reeks van feiten van belang voor het onderzoek naar de samenstelling van de aarde geven ons de meteorieten. Uit de spectraalanalyse van het door de sterren uitgezonden licht is de homogeniteit van het heelal gebleken. Dezelfde chemische elemen-

ten die op aarde voorkomen, vinden we terug in de spectra van het licht van de meeste hemellichamen. Geregeld vallen op aarde fragmenten van groote lichamen uit de wereldruimte; de meteorieten. Op gezag van de met de spectroscopie verkregen resultaten mogen we nu zeggen, dat de samenstelling van de meteorieten ons een beeld geeft van de gemiddelde samenstelling niet alleen van de lichamen waaruit ze zijn ontstaan, maar ook van de aarde als geheel genomen.

We kennen verschillende soorten meteorieten: de eerste groep bestaat vooral uit een nikkelijzerlegeering met ca. 10 % nikkel, de tweede soort, de steenmeteorieten, wijkt in samenstelling weinig af van de ook op aarde bekende gesteenten, de derde groep bevat in grootere hoeveelheden sulfiden en oxyden van zware metalen, in de eerste plaats weer van ijzer. De derde groep is het slechtst vertegenwoordigd en dat ligt ook voor de hand: gedurende den tijd, dat de meteoriet door de atmosfeer voortsnelst heeft de zuurstof gelegenheid er op in te werken onder vorming van weinig samenhangende producten, waarvan we dus meestal niet veel terug zullen vinden. Overigens komen de drie groepen niet streng gescheiden, maar veelal in één meteoriet te zamen voor.

V. M. Goldschmidt heeft gewezen op een derde verschijnsel, dat ons, zij het in vergelijking met de aarde op zeer kleine schaal, een inzicht geven kan in den opbouw van onze planeet. Goldschmidt vestigt de aandacht op de overeenkomst, die er moet bestaan tusschen de structuur van de aarde en het resultaat van het hoogovenproces. Zooals bekend, vormen zich bij dit laatste drie lagen; bovenop drijft de slak, bestaande uit silicaten, welke laag zich dus aansluit bij de buitenste lagen van de aarde. Daaronder volgt een laag, „steen” geheeten, welke uit sulfiden en oxyden gemengd van zware metalen bestaat en dan pas de laag waarom het bij het hoogovenproces te doen is, de koning of regulus, het gesmolten metaal. Dit beeld is dus geheel in overeenstemming met wat de meteorieten ons leeren.

Op grond van deze feiten ontmoeten we nu in de literatuur twee voorstellingen over het inwendige van de aarde. Ze zijn naast elkaar voorgesteld in fig. 1. De linker voorstelling vindt men in navolging van den

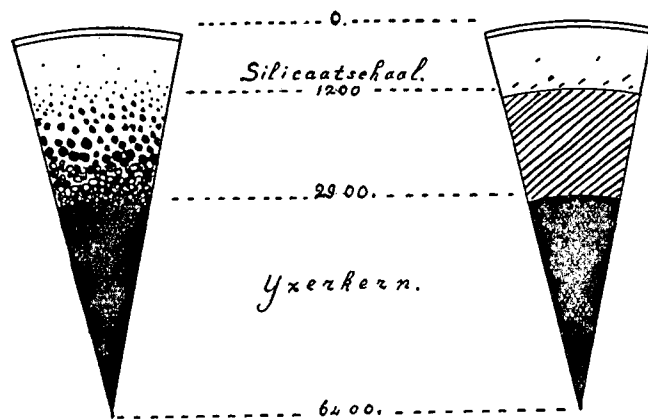


Fig. 1. Voorstelling van de aarde volgens H. S. Washington (l.) en V. M. Goldschmidt (r.).

bekenden petrochemicus Washington veel in de Amerikaanse stukken die over dit onderwerp handelen, de rechter, van Goldschmidt, heeft in Europa veel aanhangers verworven.

²⁾ cf. Jeffreys, *The Earth*, Sec. Ed., 1929, Chapter VI. Prey, Mainka, Tams, *Einführung in die Geophysik*, 1922, pag. 156, 170 e. v.

³⁾ cf. A. Wegener, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Braunschweig, 1929.

In beide voorstellingen worden de centrale deelen ingenomen door een nikkelijzerlegering van de bovenaangegeven samenstelling. Bij Goldschmidt volgt dan eerst een schaal bestaande uit sulfiden en oxyden, daarna het omhulsel van silicaatgesteenten, de lithospheer. Bij Washington gaan ijzerkern en lithospheer geleidelijk in elkander over; waarschijnlijk heeft hij daarbij gedacht aan het nu en dan voorkomen van gedegen ijzer in basische magmatische gesteenten, een verschijnsel overigens, dat tamelijk zeldzaam en geheel en al plaatselijk is en dan ook meestal aan plaatselijke reducerende werkingen toegeschreven wordt. Bij Washington komt het diepste grensvlak dus overeen met het eerste optreden van silicaten, bij Goldschmidt met het scherpe grensvlak tusschen twee lagen van een zoo sterk verschillende samenstelling als hij aanneemt. M.i. pleit dit voor de juistheid van de rechter figuur, waarin een veel scherper grensvlak voorkomt dan in het linker gedeelte. Het tweede scheidingsvlak heeft in de voorstelling van Washington geen plaats; het moet erkend worden dat het veel zwakker ingrijpt in de voortplanting van de aardbevingsgolven, dan de andere twee. Bij de drieschalige voorstelling is voor dit laatste feit de volgende verklaring gegeven: hoe hooger de temperatuur van een mengsel van de samenstelling zooals we die nu voor de aarde nemen, hoe beter de mengbaarheid van de verschillende fasen. Bij afkoelen verloopt de volledige ontmenging tusschen vloeibaar metaal en sulfide zeer snel, terwijl nog lang silicaten onder de sulfide gemengd blijven en omgekeerd. Bij de nog steeds voortgaande differentiatie in de verschillende schalen kan het dus geen verwondering wekken, dat, waar we het onderste grensvlak reeds geheel en al scherp aantreffen, het tweede nog maar zeer vaag en onscherp aanwezig is. In Washington's voorstelling doet dat veel voorkomen van ijzer temidden van de silicaten bovendien vreemd aan; de meest waarschijnlijke toestand zou toch zijn, dat reeds lang geleden deze zware deelen uitgezakt en met de kern samengevloeid zouden zijn. Weliswaar is de viscositeit van de binnen in de aarde voorkomende stoffen zeer hoog als gevolg van den hoogen druk, maar op den langen duur zou toch de evenwichtstoestand bereikt moeten worden.

Hoe moeten we ons namelijk den toestand van de deelen van de aarde onder de buitenste korst indenken? We weten dat de temperatuur aanvankelijk snel toeneemt met de diepte; wanneer dit de eenige factor was, zou op een diepte van ca. 50 km reeds geen vast gesteente meer voorkomen. Een vloeistof, zelfs een vloeistof met de viscositeit van gesmolten silicaten, kunnen we echter onmogelijk onder een zoo dunne korst aannemen, de werking van de getijden zou zich zoo sterk doen gevoelen, dat de korst daaraan geen weerstand zou kunnen bieden. We stuiten hier dus op een groote moeilijkheid, welke echter vervalt, wanneer we den invloed van den druk in rekening gaan brengen. In de eerste plaats stijgt door den druk het smeltpunt van het magma, omdat bij overgang van vasten in vloeibaren toestand volumevermeerdering optreedt. In de tweede plaats is het waarschijnlijk te achten, dat door den geweldigen druk de toch al niet dun vloeibare gesmolten silicaten, nog zeer veel taaier zullen worden. Op kort werkende krachten, zooals de getijde-veroorzakende, reageert de aarde als een vast lichaam; de rigiditeit (de star-

heid), is t.o. daarvan zelfs tweemaal zoo groot als die van staal. Dat bij krachten, die gedurende zeer langen tijd steeds in dezelfde richting werken, wel het vloeistofkarakter op den voorgrond treedt, zien we uit de aanpassing van de afplating van de aarde aan den tegenwoordigen stand van de aardas. Geologisch gesproken nog kort geleden (begin van het kwartaire tijdvak) lag de pool op een afstand van ca. 20° van zijn tegenwoordige plaats! De uitwendige vorm van de aardoppervlakte heeft zich echter steeds volkomen aan de nieuwe ligging van de pool aan kunnen passen⁴⁾.

Wordt nu door een of andere oorzaak de druk op het magma weggenomen, b.v. door het ontstaan van spleten en breuken in de aardkorst als gevolg van gebergtevormende bewegingen, dan herneemt het magma ook onmiddellijk zijn eigenschappen van minder visceuze vloeistof en vormt, zoolang de wonde niet definitief geheeld is, een vulkaan.

De aardkorst is dus het eenige deel van de aarde, dat normaal in den vasten aggregaattoestand optreedt. Op de scheiding van de korst en de in den hierboven geschetsten toestand verkeerende silicaten treffen we de eerste sprongsgewijze dichtheidsverandering aan. Het magma heeft op dat niveau ongeveer de samenstelling van basalt, met weinig kiezelzuur dus. De druk is daar voldoende hoog geworden om bij eenzelfde chemische totaal-samenstelling moleculen te vormen, die in staat zijn, in een kleiner volume evenveel stof te bevatten als de bij lagere druk stabiele molecuulcombinaties. Dit is dus een gevolg van het principe van Van 't Hoff-Le Chatelier. Zoo komen in de uitvloeiingsgesteenten, die onder atmosferischen druk stollen, mineralen voor, die een grooter volume innemen, dan men op grond van de volumina van de samenstellende oxyden zou berekenen; in de gewone dieptegesteenten, die op gemiddelde diepte vastgeworden zijn, treffen we mineralen aan welke volume weinig afwijkt van het berekende moleculair-volume; op zeer groote diepte en in gesteenten, die aan hoogen druk zijn onderworpen geweest, treffen we bijna uitsluitend mineralen aan, die een kleiner volume hebben dan het berekende. Komt een mineraal in meerdere vormen voor (polymorphie) dan vinden we op grootere diepte uitsluitend den vorm met de hoogste dichtheid:

Naam	Formule	Moleculairvolume		
		berek.	max.	min. gevonden
Andalusiet	Al ₂ Si O ₅	53.3	48.1	51.8
Sillimanniet	Al ₂ Si O ₅			50.2
Distheen	Al ₂ Si O ₅			44.0

Uit een mengsel van de mineralen (anorthiet, augiet en olivijn) kan door hooger druk een gesteente ontstaan, dat opgebouwd is uit granaat en kwarts, terwijl als gevolg daarvan een ruimtebesparing is verkregen van ca. 16%. De drie hier genoemde mineralen zijn de belangrijkste en meest voorkomende in basische dieptegesteenten; op grootere diepte vormt zich als aanpassing aan den druk een gesteente, dat men *eklogiet* genoemd heeft. Wanneer bij een vulkanische eruptie of op een andere manier dergelijke gesteenten maar snel genoeg omhoog gebracht worden, dan behouden ze hun aan de grootere diepte aangepaste structuur, die we zodoende kunnen bestu-

⁴⁾ cf. lit. in vorige noten aangehaald, daarin veel andere lit. over deze onderwerpen.

deeren. Ook deze feiten zijn dus een steun voor de verklaring die we voor het optreden van het bovenste grensvlak hebben gegeven⁵⁾.

De opeenvolging van de verschillende lagen wordt geheel en al bepaald door hun soortelijk gewicht.

Wanneer we hetgeen hierboven gezegd is ten aanzien van de verschillende deelen, waaruit de aarde opgebouwd is, als juist aannemen, kunnen we op grond daarvan berekenen welk aandeel elk van de meest belangrijke elementen daarin heeft. Ik wil daarbij op den voorgrond stellen, dat de getallen, die door verschillende auteurs gegeven worden, hier en daar niet onbelangrijk verschillen. De hier medegedeelde waarden heb ik verkregen met de laatste gegevens die me ter beschikking stonden; ze vormen tevens een gemiddelde waarde van eenige uiteenlopende schattingen. Een kleine verandering in deze cijfers zal echter aan onze algemeene conclusie geen afbreuk doen⁶⁾.

Deze gegevens zijn verwerkt in fig. 2, welke de samenstelling in gewichtsprocenten voor de heele aarde aangeeft. De voornaamste plaats neemt,

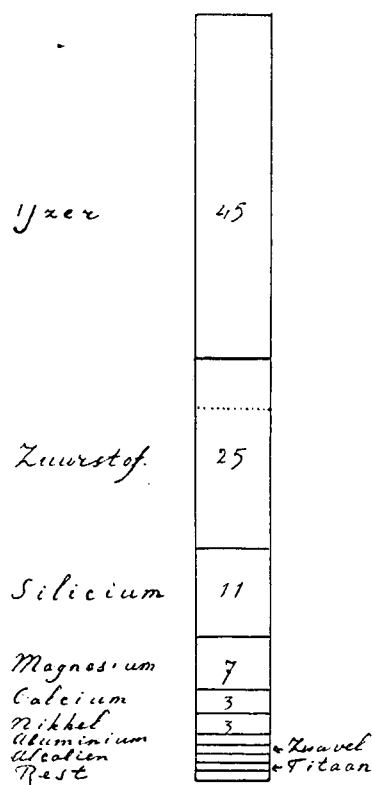


Fig. 2. Grafische voorstelling van de waarschijnlijke samenstelling van de aarde in gewichtsprocenten.

zoals we zien, ijzer in, als tweede komt zuurstof, terwijl de volgende elementen, silicium, magnesium, calcium en nikkel, kwantitatief snel in belangrijkheid afnemen. Aluminium, zwavel en titaan vertegenwoordigen elk nog ongeveer 1% van het geheel, de alkalien samen eveneens, zoodat voor alle andere elementen tesamen nog maar 1-2% overblijft. Op het eerste gezicht schijnt het onge-

loofelijk, dat deze stoffen, waarvan vele in het dagelijksch leven een buitengewoon belangrijke rol spelen bij elkaar slechts zoo'n klein deel van de aarde uitmaken.

In de figuur is met een stippellijntje in het vakje van de zuurstof aangeduid welk deel daarvan noodig is geweest om met de elementen die daarvoor in aanmerking komen (behalve het ijzer), oxyden te vormen. Voor het ijzer blijft dus maar ongeveer 1/4 van de totale hoeveelheid zuurstof over, lang niet toereikend om al het ijzer te oxydeeren. Bijgevolg kan de atmosfeer in den tegenwoordigen toestand met vrije zuurstof eerst gevormd zijn, nadat de ijzerkern door de buitenste lagen tegen verdere oxydatie beschut was; in het tweede deel van dit artikel komen we hierop nog terug.

De eerste belangrijke differentiatie in de aarde heeft dus door ontmenging in vloeibaren toestand plaats gehad, de daarbij gevormde lagen volgen van binnen naar buiten op elkaar met afnemende dichtheid. In de kern concentreerden zich het niet chemisch gebonden deel van het ijzer en nikkel, daarop kwamen te drijven de oxyden en sulfiden van zware metalen, vooral weer van ijzer, terwijl de buitenste laag werd ingenomen door de silicaten, welke laag zooals we gezien hebben nog in twee deelen gesplitst werd; het onderste deel, de eklogietschaal bestaat als gevolg van den zeer hoogen druk uit zware silicaten, waarop of waarin de continenten drijven, die over het algemeen uit lichtere bestanddeelen bestaan. Het water begon meer en meer een samenhangend omhulsel voor groote deelen van de vaste aarde te vormen (de hydrosfeer), gasvormige en vluchtige elementen en verbindingen vormen de atmosfeer.

Tot nu toe hebben we alleen aangeduid hoe de verdeling is voor de kwantitatief belangrijkste elementen met voorbijgaan van alle overige, waaronder ten deele voor ons leven en voor de tegenwoordige maatschappij onmisbare grondstoffen. We vragen ons af, wat het lot van deze stoffen is bij de ontmenging in vloeibaren toestand?

Het is duidelijk, dat we daarbij volgens twee manieren te werk kunnen gaan, welke beide toegepast worden; we kunnen de gevormde producten onderzoeken, analyseeren en zoodoende nagaan, in welk deel van de aarde een bepaald element in hogere concentratie voorkomt dan in de rest, maar we kunnen deze kwestie natuurlijk ook experimenteel aanpakken. We imiteeren dan zoo goed mogelijk de samenstelling van de aarde in een mengsel en voegen daaraan toe kleine hoeveelheden van elementen, die nog niet vertegenwoordigd waren en bepalen hun verdeelingsquotienten over de verschillende fasen.

Volgens beide methoden blijkt, dat de meeste elementen een uitgesproken voorkeur hebben voor één van de vier lagen: zoo zullen zware elementen met een geringe neiging zich met zuurstof of zwavel te binden in den vorm van legeringen in de kern terecht komen, ze zijn *siderophil*. Als voorbeeld noem ik de platinametalen. Met nauwkeurige microdocimastische methoden is aangetoond, dat het percentage aan platina in ijzermeteorieten van 2000 tot 117000 maal zoo groot is, als gemiddeld

⁵⁾ cf. Grubenmann—Niggli, Die Gesteinmetamorphose. Allgem. Teil. Berlin, 1924.

⁶⁾ cf. G. Berg, Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde, 1932, Leipzig, p. 115 e. v.

in de silicaten van de aardkorst aanwezig is ⁷⁾).

Elementen, welke oxyden en sulfiden van hooge dichtheid vormen, concentreeren zich in de chalcospheer, zooals de middelste schaal genoemd wordt, naar de ertsen die er zoo rijkelijk in voorkomen. Eenigszins spijtig, maar ongetwijfeld zeer terecht formuleert Hedlinger dit als volgt:

„So haben wir die relative Seltenheit der meisten Kulturmetalle aufzufassen als das Ergebnis einer groszartigen metallurgischen Schmelzoperation auf deren Schlacke wir leben.“

Grondstoffen met een sterke neiging tot zuurstof en daarmee lichte oxyden gevend komen in de lithospheer terecht. We zullen hiervan nog talrijke voorbeelden tegenkomen.

In de atmosfeer tenslotte verzamelen zich die stoffen, die hetzij op zichzelf of als verbinding met andere elementen in gasvormigen toestand optreden en daardoor in de andere drie schalen geen plaats vonden. Bij het geleidelijk afkoelen van de aarde zijn ze tendeele in de hydrosfeer terecht gekomen, voor de rest behooren ze nog steeds tot de atmosfeer, misschien ook zijn enkele lichtere stoffen aan de werking van het zwaartekrachtveld van de aarde ontsnapt in de interstellaire ruimte.

We zien, dat de scheiding van de aarde in drie lagen en de atmosfeer de oorzaak is geweest van een eerste splitsing van de elementen in vier hoofdgroepen, bepaald door de chemische affiniteit van de elementen die in kleinere hoeveelheid optreden tot de elementen die quantitatief belangrijk zijn en door de soortelijke massa van de daarbij gevormde producten.

Rekening houdende met de voorkeur van de levende natuur voor sommige elementen kunnen we dus een verdeling in vijf groepen opmaken naar hun geochemisch gedrag:

er ook verschillende aan, waarbij we voor dit verschijnsel een andere oorzaak moeten zoeken. Nemen we bijv. het ijzer. Het is daarvoor zeer waarschijnlijk te achten, dat hoewel eigenlijk in de kern thuishoorend, het daárom nog zooveel tot in de lithospheer zelfs doordringt, omdat de verbindingen van het tweewaardig ijzer groote overeenkomst vertoonen met die van magnesium, er o.a. veelal isomorph mee zijn. IJzer wordt als het ware door het magnesium meegesmokkeld naar gebieden waar het feitelijk niet thuishoort.

In het verdere deel van dit artikel zullen we ons niet meer bezig houden met de aardkern en de chalcospheer. Hoe de verhoudingen daar precies zijn, interesseert ons betrekkelijk weinig, nu we een inzicht hebben gekregen in de algemeene verdeling; het is toch het meest waarschijnlijk te achten, dat die lagen tamelijk homogeen zullen zijn.

Daarentegen is bij de afkoeling van de buitenste schil van de aarde tot de tegenwoordige temperatuursverdeling, de aardkorst bij het vastworden het tooneel geweest van een steeds verdergaande differentiatie. Het is de groote verdienste van V. M. Goldschmidt geweest, dat hij de groote rol, die de isomorphie hierin speelt, voor het eerst duidelijk heeft ingezien en met talloze scherpzinnige experimenten en combinaties van gegevens tot klaarheid gebracht. Het doelbewuste en consequente doorvoeren van deze lange reeks van onderzoekingen met talrijke medewerkers, maakt het lezen van de elkaar opvolgende publicaties over de geochemie tot een veel spannender bezigheid dan de lectuur van welken detectiveroman ook ⁹⁾.

Wat kan er gebeuren, wanneer een silicaatmagma langzaam afkoelt? Zooals bekend, moeten we het magma opvatten als een wederzijdsche oplossing van een groot aantal bestanddeelen in

Geochemische indeeling der elementen ⁸⁾.

I. Ijzer, siderophiel.	II. Zwavel, chalcophiel.	III. Silicium, lithophiel.	IV. Atmophiel.	V. Biophiel.
Fe, Ni, Co P, (As), C Ru, Rh, Pd, Os, Pr, Pt, Au Ge, Sn Mo, (W) (Nb), Ta	O, S, Se, Te Fe, (Ni), (Co) Cu, Zn, Cd, Pb Sn, Ge, Mo As, Sb, Bi Ag, (Au), Hg Pd, Ru, (Pt) Ga, In, Tl	O, (S), (P), (H) Si, Ti, Zr, Hf, Th (Sn) F, Cl, Br, J B, Al, (Ga), Sc, Y La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tu, Yb, Cp Li, Na, K, Cs, Rb Be, Mg, Ca, Sr, Ba, (Fe), V, Cr, Mn, (Ni), (Co), Nb, Ta, W, U, C	H, N, C, (O) Cl, Br, J He, Ne, Ar, Kr, Xe	C, H, O, N, P S, Cl, J (B) (Ca, Mg, K, Na) (V, Mn, Fe, Cu)

We zien hieruit, dat er elementen zijn die werkelijk bijna uitsluitend in een van de vier hoofdgroepen optreden, dat andere echter met een zekere hardnekkigheid in twee of meer groepen voorkomen. Men heeft de laatste doorloopers genoemd. Naast een weifelend karakter op het punt van de affiniteit (C, Pd !) treffen we onder deze doorloopers

elkaar. Bij afkoeling zullen dus bestanddeelen, die onder de omstandigheden welke op elk oogenblik heerschen niet meer in de homogene vloeibare phase kunnen voorkomen, daaruit verwijderd worden, hetzij als tweede vloeibare phase (ontmenging of liquatie) hetzij door uit te kristalliseeren.

Tijdens de afkoeling van een magmahaard zal dus een steeds grooter deel daarvan uit gaan

⁷⁾ cf. V. M. Goldschmidt en Cl. Peters, Zur Geochemie der Edelmetalle. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Klasse, Fachgruppe 3, No. 24 (1932).

⁸⁾ V. M. Goldschmidt, Drei Vorträge über Geochemie. Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar, 1934, p. 385 e. v.

⁹⁾ V. M. Goldschmidt c.s., Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. I—VIII. Oslo. Norske Videnskaps-Akademi, 1923—1927; V. M. Goldschmidt, Kristallchemie, Fortschr. Mineral. 15, 73 e.v. (1931). Veel lit.!

kristalliseeren. De daarbij gevormde verbindingen hebben soms een eenvoudige samenstelling, maar meestal is dat niet het geval. Dit wordt juist veroorzaakt, doordat we hier met stoffen te maken hebben die mengkristallen vormen. Het komt maar hoogst zelden voor dat de zuivere componenten van dergelijke isomorphe reeksen geheel vrij van andere bestanddeelen ontstaan. Het is duidelijk, dat de vraag waar we een bepaald element zullen moeten zoeken geheel beantwoord is, wanneer we weten welke veel voorkomende elementen het in hun verbindingen isomorph kan vervangen.

Hoewel het verschijnsel van de isomorphie reeds lang bekend is — onafhankelijk van elkaar werd het door Wollaston en Mitscherlich in het eerste deel van de 19e eeuw gevonden — heeft men tot voor korten tijd eigenlijk geen vaste regels ervoor kunnen geven en bijgevolg bracht ook de verklaring vele moeilijkheden met zich. Ook op dit gebied heeft het röntgenonderzoek van kristallen inzicht gegeven.

Uit röntgenopnamen kan men berekenen hoe de deeltjes in het rooster gerangschikt zijn; men vindt tevens afstanden van de centra van die deeltjes tot elkaar. Nadat al vóór de toepassing van de röntgenmethoden zoowel chemici als kristallographen getracht hadden de structuren van de kristallen te verklaren als stapelingen van elkaar rakende bollen¹⁰⁾ brachten de onderzoekingen van de Bragg's daar zeer sterke aanwijzingen voor. Kent men eens de straal van één element, dan is het natuurlijk mogelijk uit de verbindingen, die dit element met andere grondstoffen vormt, ook daarvan de stralen van de deeltjes te berekenen. Terwijl dit voor een groot aantal structuren tot bevredigende resultaten leidde was dit geenszins voor alle het geval. Van verschillende zijden werd dan ook gegronde twijfel geuit t.a.v. de waarde van het begrip atoomstraal.

Nu waren de berekeningen tot op dat oogenblik uitgevoerd aan willekeurige verbindingen van de elementen. Goldschmidt toonde in 1926 aan de hand van een uitgebreid waarnemingsmateriaal aan, dat de straal van een deeltje weliswaar niet onder alle omstandigheden dezelfde is, dat men echter de verschillende kristallen in groepen in kan delen; in elke groep gaat dan voor de afstanden van de centra van de partikels de additiviteit van de atoomstralen goed op. Men mag dus alleen de afstanden van deeltjes in één groep vergelijken, elke groep bestaat uit commensurabele kristalsoorten en zooals Goldschmidt het uitdrukt, structuren die in verschillende groepen thuishooren zijn inkomensurabel.

Goldschmidt kon verder aantonen, dat voor het indeelen van de kristallen in de verschillende groepen de ionisatietoestand van de deeltjes in het rooster de beslissende factor is. Van invloed op de grootte van de straal zijn in elk geval bovendien de rangschikking en aard van de naburige deeltjes (polarisatie door sterk deformeerende ionen!) en de omstandigheden van temperatuur en druk. De polarisatietoestand is verantwoordelijk te stellen voor de afwijkingen van den bolvorm van de in een structuur voor een deeltje benodigde ruimte. Omdat deze afwijkingen in eerste instantie voor de geochemie van minder belang zijn, kan ik er hier niet nader op ingaan.

¹⁰⁾ Zelfs Chr. Huygens deed dit al. Hardheid en omwentelingsellipsoïde!

Op grond van optische gegevens waren door Wasastjerna de radii van zuurstof en fluor beide als negatief ion bekend geworden.¹¹⁾ Hiervan uitgaande kon Goldschmidt voor bijna alle elementen de stralen van hun ionen en atomen uit de door hem en zijn school gemeten structuren berekenen. In sommige gevallen was het mogelijk nog op andere wijze controle te krijgen, dan uit „zuurstof- en fluorwaarden”, namelijk wanneer in een kristal groote deeltjes met zeer veel kleinere gecombineerd zijn. Wanneer het verschil in straal maar groot genoeg is, wordt de onderlinge afstand der grootste deeltjes alleen door hun eigen straal bepaald; de kleinere tegengesteld geladen ionen zitten in de door grotere vrijgelaten ruimten en houden juist door hun lading de structuur in evenwicht. Zoo heeft zuurstof in vergelijking tot andere ionen een vrij groote straal. De lithospher is dus op te vatten als een zuurstofstapeling, aangevuld en bijgehouden door de verschillende metaalionen.

In fig. 3 zijn de voor de ionen en atomen gevonden stralen vereenigd. Op de verticale as zijn de atoomstralen uitgezet, op de horizontale as staan de elementen in de volgorde van het periodiek systeem. De atoomradius is aangegeven met een zwarte stip, de straal van een ion door een kringetje waarboven het symbool van het element en waaronder de waardigheid van het ion. Vele elementen komen dus twee en meer malen in de graphiek voor.

De volgende regelmatigigheden zijn van belang om op te merken:

1. In een verticale kolom van het periodieke stelsel, dus bij chemisch verwante elementen, neemt het atoomvolume toe naarmate het kernladingsgetal hooger wordt. Dit ligt ook voor de hand: de atomen worden immers grooter. Voorbeelden: Li, Na, K, (Rb), (Cs). Cl, Br, J.
2. Hetzelfde is het geval met positieve en negatieve ionen; het ionvolume neemt toe, naarmate het atoom dat eraan ten grondslag ligt grooter is. Voorbeelden: F, Cl, Br, J (— 1) Ca, Sr, Ba (+ 2).
3. Het bereik van dezelfde grondstof hangt af van den ionisatietoestand. Dit wordt duidelijk, als men bedenkt, dat een ion uit een atoom ontstaat door opneming of afgifte van electronen. Hoe meer electronen om de atoomkern wentelen, hoe grooter de ruimte, die het geheel noodig geeft. Een negatief ion zal dus een grootere ruimte opeischen dan het neutrale atoom, een positief ion daarentegen is met een kleinere ruimte reeds tevreden. We zien dit duidelijk bij elementen, die in verschillende waardigheden voorkomen.

De periodiciteit van het systeem der elementen komt in deze graphiek ook weer zeer fraai te voorschijn. Zooals bekend, wordt die regelmaat op verschillende plaatsen verbroken; het sterkste is dit het geval bij de zeldzame aarden. Zoowel de regelmatigheden als de afwijkingen kunnen uit de atoomtheorie verklaard worden. Beschouwen we daarvoor het atoommodel van Bohr. Het atoom bestaat daarin uit een kern, waarom de electronen in meerdere banen of schalen cirkelen. (We zien af van de verschillende energieniveaus, die bij elke schaal weer voorkomen).

¹¹⁾ J. A. Wasastjerna, Soc. Scient. Fenn. Comm. Phys. Math. I. 38, 22 e.v. (1923).

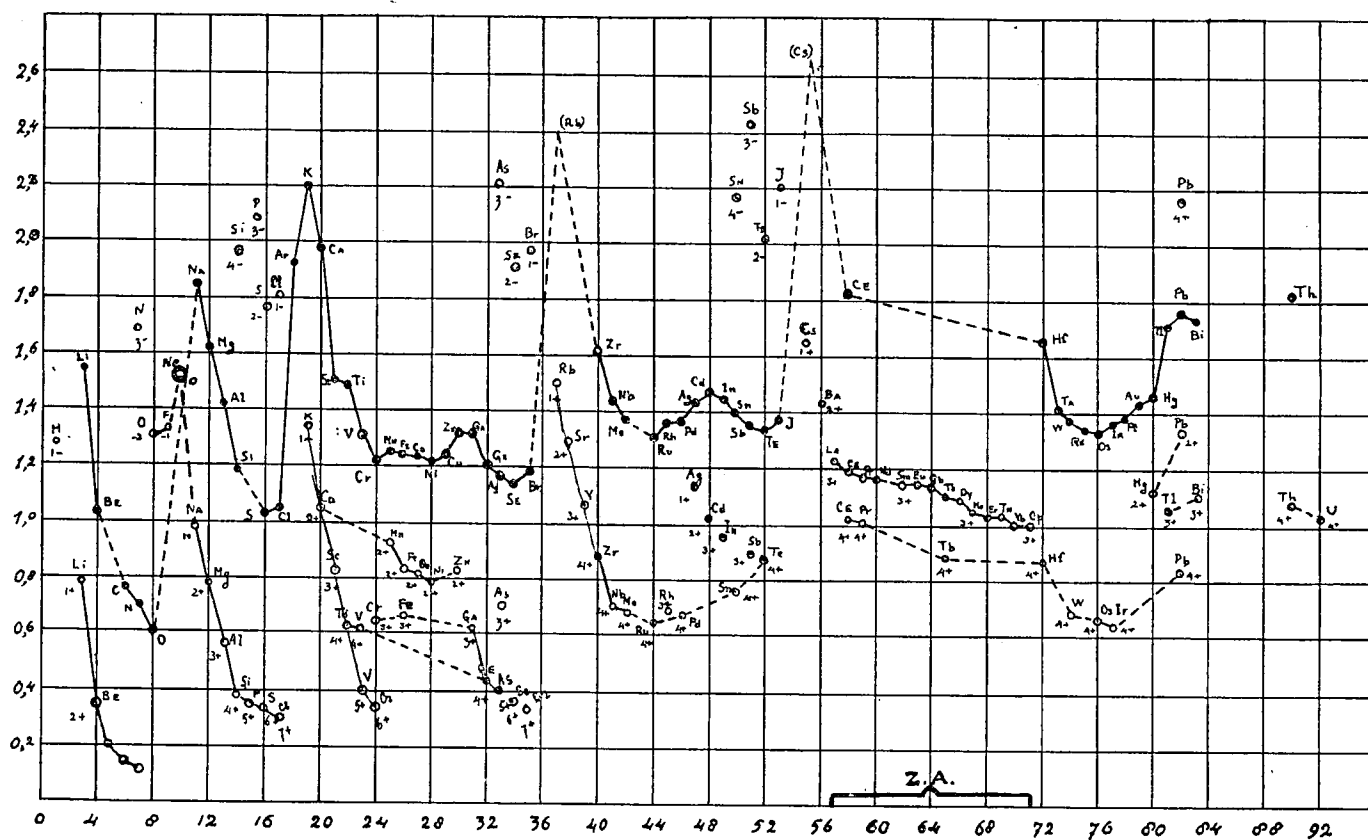


Fig. 3. Schijnbare stralen van atomen en ionen in kristallen. $\frac{r}{Z.A.} = \frac{r}{\text{zeldzame aarden}}$.

In elke horizontale rij van het P.S. wordt in het algemeen zo'n schaal met electronen geleidelijk gevuld tot niet meer electronen in die schaal opgenomen en de volgende opgebouwd moet worden. Tegelijk met het aantal electronen in de schillen nemen lading en gewicht van de kern toe, het atoom wordt zwaarder maar blijft electrisch neutraal. De binnenste electronenbaan heeft een straal, die omgekeerd evenredig is met het kernladingsgetal en neemt dus aanvankelijk snel, later langzamer af. De stralen van de andere beschikbare banen verhouden zich tot die van de eerste als de quadraten van de geheele getallen.

Gaan we nu uit van een edelgas, bijv. neon. Naar beide zijden neemt de straal van het ion af, voor de positieve echter veel sneller dan voor de negatieve ionen. We hebben hier met twee factoren te maken: in de eerste plaats de werkelijke straal van de ionen, daarop gesuperponeerd wordt echter de werking van de aantrekkingskracht volgens Coulomb tusschen kern en electronen. Van neon naar zuurstof neemt ondanks de vergrooing van den straal door het vermeerderen van de lading t.o.v. het neutrale atoom de gemeten ionstraal af door de overheerschende werking van de aantrekkingskracht volgens Coulomb. Van neon naar het zevenwaardig positieve chloor neemt door beide factoren de straal af en zien we het effect nog duidelijker. Dit verklaart dus het verloop van de graphiek.

In de dubbel-perioden van 18 elementen treden onregelmatigheden op; daar worden soms in een meer naar buiten gelegen schil een of meer electronen opgenomen, terwijl dieper gelegen schillen nog niet geheel gevuld zijn. Eenige plaatsen verder in het P.S. wordt dan de niet volledig bezette baan verder aangevuld, waarbij dus de buitenste schil onveranderd blijft. De structuur van de buitenste schil is maatgevend voor de chemische eigenschappen van het

element, er volgen dus in die dubbel-perioden telkens eenige nauw verwante elementen op elkaar, welker atoom- en ion-stralen ook weinig uiteen loopen: Fe, Co, Ni; Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt. Tevens verklaart dit de wisselende valentie van de elementen, een verschijnsel dat in deze groepen regel is. Als voorbeeld zij mangaan genoemd (2-, 3-, 4-, 6- en 7-waardig).

In veel sterkere mate vinden we dit terug bij de groep van de zeldzame aarden. Bij Nr. 57, lanthaan is het zoo bont gemaakt, dat 14 plaatsen in een naar binnen gelegen schil niet door electronen zijn ingenomen. Deze plaatsen worden dan achter elkaar bezet, waarvan het gevolg is, dat we hier een groep van elementen krijgen welke chemisch zeer nauw verwant zijn, terwijl de straal van de deeltjes langzaam af moet nemen; immers: meer schillen met electronen worden niet aangelegd, de straal van de binnenste wordt regelmatig kleiner, de electrostatische aantrekkingskracht tusschen kern en electronenschillen wordt steeds grooter, het resultaat is een in totaal niet onbelangrijke verkleining van den straal van cassiopeium t.o.v. den straal van lanthaan.

Na dezen omweg komen we terug op het probleem van de isomorphie en de vraag, welke elementen elkaar isomorph kunnen vervangen. Wanneer we dit met de graphiek van de atoomstralen erbij nagaan, blijken dit steeds elementen te zijn, welke in de isomorphe verbindingen in zoodanigen ionisatietoestand voorkomen, dat atoom- of ionvolume evengroot zijn, althans weinig van elkaar verschillen. Goldschmidt formuleert dit aldus: „Der Krystall wägt seine Bestandteile nicht, sondern ordnet sie nach ihrem Raumbedarf.“

Wanneer we dus isomorphieën op het spoor willen komen, moeten we nagaan, onder welke con-

ditities twee elementen ionen of atomen van ongeveer gelijke grootte kunnen vormen.

We weten bijv. dat kalium een grootere straal heeft dan natrium, ook als eenwaardig positief ion. Op kalium volgt nu echter calcium en door de gezamenlijke werking van eigenlijke verkleining van radius en vergroote electrostatische aantrekking is de straal van het calcium-ion ongeveer gelijk geworden aan die van het natrium-ion. Onder overigens gunstige omstandigheden zullen dus natrium en calcium elkaar isomorph kunnen vervangen, veel eerder bijv. dan natrium en kalium, ondanks de grootere overeenkomst in chemische eigenschappen tusschen de laatste twee. De „overigens gunstige omstandigheden” zijn gelegen in de rest van het rooster, dat zich bijv. in dit geval eerst aan een eenwaardigen tegenhanger, bij calcium daarentegen aan een tweewaardig positief ion moet kunnen aanpassen.

Het kost weinig moeite hiervan meerdere voorbeelden te geven.

Een tweede mogelijkheid tot isomorphie is gegeven in de groepen van elementen met gelijke buitenste electronenschillen. Slechts een of meer binnenelectronen ontbreken; de isomorphieverschijnselen zijn er des te pregnanter door, omdat deze elementen chemisch zooveel verwantschap hebben. Voorbeelden zijn hierboven al genoemd.

Dezelfde gunstige omstandigheden doen zich voor bij een derde groep van gevallen, waarbij isomorphie op kan treden. We hebben gezien, dat in de groep van de zeldzame aarden een voortdurende verkleining van de radii plaats vindt. Goldschmidt noemt dit verschijnsel de Lanthaniden-contractie. De lanthanidencontractie werkt nog bij een aantal elementen na; we kunnen de invloed ervan volgen ongeveer tot kwik. Het gevolg ervan is o.a. het hooge soortelijk gewicht van de elementen 73—80. Vooral ook is als afwijking van den gewonen gang van zaken nauwelijks sprake van een vergrooting van de atoomstraal t.o.v. de overeenkomstige elementen in dezelfde verticale kolommen van het periodiek systeem. Zelfs is hier en daar een verkorting geconstateerd, zooals bij Au en Ag.

We ontmoeten hier dus een aantal paren elementen met ongeveer gelijken radius en gelijke chemische eigenschappen. De buitenschillen hebben evenveel electronen, de binnenschillen zijn veelal geheel bezet, de valentie is dus evengroot.

Van elk van de hier genoemde gevallen zullen we eenige voorbeelden geven.

Ad. 1. Natrium en calcium: zoo zijn de verbindingen natriumnitrat en calciumcarbonaat isomorph.

In de petrographie spelen een groote rol de veldspathen. De belangrijkste zijn kaliveldspaat, natriumveldspaat en kalkveldspaat.

De natrium- en calciumveldspathen vormen een continuereeks van mengkristallen, terwijl de natrium- en kaliumveldspathen bij veel grootere overeenstemming in samenstelling dit niet doen:

K-veldspaat: $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$.
Na- „ $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$.
Ca- „ $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8 SiO_2$.

We zien hoe hier de moeilijkheden voortspruitend uit de verschillende valentie opgelost zijn, in het

eene geval door een heel andere zuurrest met het metaal te combineren (carbonaat en nitrat), in het andere geval door een verschil in de per molecuul gebruikte hoeveelheid kiezelzuur.

Lithium en magnesium vervangen elkaar isomorph in de toermalijnen, ingewikkelde silicaten.

Yttrium en calcium: yttrium als bestanddeel van vloeispaath, CaF_2 , wordt nu en dan aangetroffen.

Scandium en zirkoon: Scandium vervangt wel een deel van het zirkoon in het gelijknamige mineraal zirkoon: $ZrSiO_4$.

Ad. 2. Als voorbeeld noemden we reeds de ijzergroep, de groep van de platina-metalen, ten slotte de lanthaniden. Bij deze laatste elementen is de neiging tot het vormen van isomorphe mengkristallen zoo sterk, dat het de grootste moeite kost, om ze chemisch zuiver te bereiden. Bij de kleine hoeveelheden, die bij analytisch werk optreden, is men al heel blij, wanneer men bij benadering weet hoeveel van de oxyden van de cerium-groep en hoeveel van de yttrium-groep aanwezig is.

Ad. 3. Elementenparen, waarvan een voor, het andere na de zeldzame aarden komt, zijn er ook vele. We wijzen hier op de twee deelen, waarin de platina-groep uiteenvalt, verder op strontium en lood; hun sulfaten zijn isomorph.

Zilver en goud komen in de natuur bijna altijd gezamenlijk voor.

Zirkoon en hafnium: deze elementen hebben een straal, die voor de vierwaardige positieve ionen zoo weinig verschilt, dat het hafnium eigenlijk altijd in zirkoonmineralen een deel van het zirkoon isomorph vervangt. Door de sterke chemische overeenkomst tusschen de twee elementen had men dit vroeger niet bemerkt. Tot in 1923 stond de plaats van het hafnium in het periodieke systeem nog open; men wist niet, waar men het meeste kans zou hebben dit te vinden. De hierboven weergegeven beschouwingen leidden Coster en Hevesy ertoe, zirkoonmineralen aan een nader onderzoek te onderwerpen en inderdaad vonden ze toen vrij gemakkelijk de aanwezigheid van een voordien onbekend element spectroscopisch. De moeilijkheid is echter de twee van elkaar te scheiden. De overeenkomst gaat evenwel niet zoo ver, dat de zouten van beide metalen niet een duidelijk verschil in oplosbaarheid vertoonen. Door gefractioneerde kristallisatie hebben Coster en Hevesy ze dan ook, zij het met veel moeite, kunnen scheiden. Als gevolg van de aanwezigheid van onbekende hoeveelheden hafnium in de vroeger voor de atoomgewichtsbeplating van zirkoon gebruikte praeparaten hebben deze dus geen waarde meer. Gewoonlijk ziet men tegenwoordig dit atoomgewicht opgegeven als 91,.....

Uit al deze voorbeelden is wel duidelijk gebleken, dat elementen, die in kleine hoeveelheden in het magma voorkomen, groote kans loopen in mineralen van andere elementen isomorph in te treden, ze worden niet geconcentreerd in eigen mineralen, maar blijven diffuus door het gevormde gesteente verdeeld. Ze treden gecamoufleerd op. In de Deutsche literatuur heet dit verschijnsel „Tarnung”. Evenals de Tarnkappe uit de Nibelungensage de eigenschap bezat den drager onzichtbaar te kunnen maken, zoo onttrekt het isomorphieverschijnsel spo-

ren van elementen aan elke behalve de meest nauwkeurige waarneming.

In een bepaald geval, nl. indien een hoogerwaardig ion een lagerwaardig in kristallen vervangt, geeft dit voordeel in de balans van de roosterenergie. Bijgevolg is een dergelijke combinatie een in de natuur zeer geliefd verschijnsel, Goldschmidt noemt het het „Abfangen” van een bepaald ion. Zoo heeft, om een voorbeeld te geven Noll in een onlangs verschenen publicatie aan kunnen toonen, dat strontium in kalimineralen meestal in grotere concentratie voorkomt dan in omgevende bestanddeelen van de aardkorst.¹²⁾

Slechts twee mogelijkheden hebben zeldzamere elementen om aan de vergetelheid te ontsnappen: ten eerste wanneer ze eigen verbindingen vormen, die eerder dan alle andere uit het magma uit gaan kristalliseeren, voordat ze dus zijn blootgesteld geweest aan de gevaren van camouflage en „invangen”. Als voorbeeld noem ik zirkoon, dat in het reeds eenige malen genoemde $ZrSiO_4$ als een van de vroegste kristallisatieproducten van sommige magma's verschijnt, en het ook slechts in kleine hoeveelheden aanwezige element phosphor, dat men in allerlei gesteenten als kleine apatietnaaldjes gewoonlijk bij microscopisch onderzoek aantreft.

De tweede mogelijkheid, dat ze ontsnappen aan de sterker vertegenwoordigde elementen, is, dat ze zich van deze onderscheiden door een zeer afwijkende straal, hetzij naar den hoogen of naar den lagen kant.¹³⁾ Er bestaat dan weinig kans, dat er een element is, dat in staat is, ze in zijn eigen kristallisaties mee te sleepen. Terwijl een steeds grooter deel van het magma vast wordt concentreren deze elementen zich in de restoplossingen van de magmatische differentiatie. Het uitkristalliseeren van deze oplossingen vormt het laatste stadium in het proces van het vastworden van het magma. Ze kristalliseeren meestal buitengewoon fraai door hun groote bewegelijkheid, gevolg van het hooge gehalte aan gemakkelijk vluchtige bestanddeelen, zooals fluor- en boriumverbindingen, koolzuur en water. Het tekort aan stof, dat om een groeiend kristal ontstaat, wordt daardoor gemakkelijk aangevuld, waardoor men in deze afzettingen geweldig groote kristallen aantreft. Men heeft eens een kristal van Spodumeen, een lithium-aluminium-silicaat aangetroffen met een lengte van 21 m. Ook de gewone kwarts komt in deze afmetingen voor tot in metergrootte homogene kristallen.

Voorbeelden van elementen met een te groot ionenvolume om dispers in de gesteenten terecht te komen, zijn o.a. zirkoon, hafnium, thorium, uraan, de zeldzame aarden, tantalium en niobium. Met een klein ionenvolume komen in de pegmatieten zooals de bovenbeschreven vormingen heeten, voor: lithium, beryllium, borium en fluor. Het zijn dus bijna zonder uitzondering, elementen, die hun plaats, hetzij geheel voorin, dan wel juist achteraan het periodiek systeem hebben. Wat er daarna nog van het magma overblijft is weinig anders dan een

waterige oplossing, waaruit in het op het pegmatitische volgende hydrothermale stadium nog verschillende verbindingen kristalliseeren, vnl. waterhoudende silicaten van de alkali- en aardalkalimetalen, zeolieten geheeten. Ook worden door deze oplossingen eerder gevormde verbindingen door ionenomschikking veranderd. Tenslotte blijft koolzuurhoudend water met gemakkelijk oplosbare verbindingen over. Deze oplossing zoekt zich een weg te banen naar de aardoppervlakte en kan daar met andere verschijnselen nog lang van de vroeger plaats gehad hebbende vulcanische werkzaamheid in de diepte getuigen, zooals o.a. nu nog in de Eiffel het geval is, waar het echte vulkanisme al in voorhistorische tijden uitgedoofd is.

Na deze kwalitatieve vermelding van de voornaamste elementen moge hier nog een enkel woord volgen over kwantitatieve betrekkingen, die, voor zover ze tegenwoordig bekend zijn, een rol in de geochemie schijnen te spelen.

We kennen daarvoor maar twee regels, de eerste, van Oddo en Harkins afkomstig, zegt ons, dat elementen met een even kernladingsgetal in het algemeen veelvuldiger voorkomen dan dezulke met een oneven kernladingsgetal; dit gaat meer speciaal op voor naast elkaar gelegen elementen in het periodiek systeem. De regel is opgesteld naar aanleiding van de zeldzame aarden en van de radioactieve elementen maar blijkt vrij uitgebreid geldig te zijn. Het ligt voor de hand, dat men dit verschijnsel het beste te zien krijgt juist bij de bovenstaande groepen, omdat die door hun bijzonder gedrag in geochemisch opzicht steeds bij elkaar tot afzetting komen. De lanthaniden blijven bij elkaar door de isomorphie van hun zouten, de radioactieve elementen komen tesamen voor doordat ze uit elkaar ontstaan.

Wat betreft de radioactieve elementen: hoe grooter de halveringstijd van een element, hoe meer er geregeld aanwezig zal zijn. De radioactieve elementen met een even kernladingsgetal blijken in het algemeen grotere halveringstijd te hebben, dan de oneven nummers. Even zijn o.a. uraan, radium en thorium, alle drie met een relatief lange halveringstijd, ook de stabiele eindproducten van de verschillende reeksen, de isotopen van het lood zijn even. De elementen met kleinere kernen welke ook radioactief zijn, hebben daarentegen een oneven atoomnummer. De halveringstijden, zoowel van uraan en thorium als van de beide laatstgenoemde elementen zijn nog groot, vergeleken bij het tot nu toe verloopen deel van de geschiedenis van de aarde als afzonderlijke planeet, we kunnen dus sinds het ontstaan van de aarde en tot nog over zeer langen tijd rekenen met deze energiebron in de warmtehuishouding van de aarde.

Wenden we ons nu tot de zeldzame aarden, welker voorkomen in de natuur als functie van het atoomnummer in fig. 4 is voorgesteld. Om deze graphiek te verkrijgen, heeft men in een aantal mineralen van verschillende vindplaatsen op aarde en waarin zeldzame aarden voorkomen, hun onderlinge verhouding bepaald. De resultaten vertoonden onderling goede overeenstemming. Het percentage is omgerekend op hun voorkomen in de aardkorst. Het element met atoomnummer 61 is nog niet met zekerheid aange-toond (Florentium, Illinium!); er is reden om aan te nemen, dat het zeer instabiel is. Ook de andere

¹²⁾ W. Noll, Geochemie des Strontiums. Chemie Erde 8, 507 (1934).

¹³⁾ V. M. Goldschmidt, Elemente und Minerale pegmatitischer Gesteine. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. physik. Klasse, Fachgruppe 3, No. 7 (1930).

elementen met oneven kernladingsgetal zijn quantitief veel minder belangrijk dan hun even burenen. De tweede regel brengt de hoeveelheid, die van

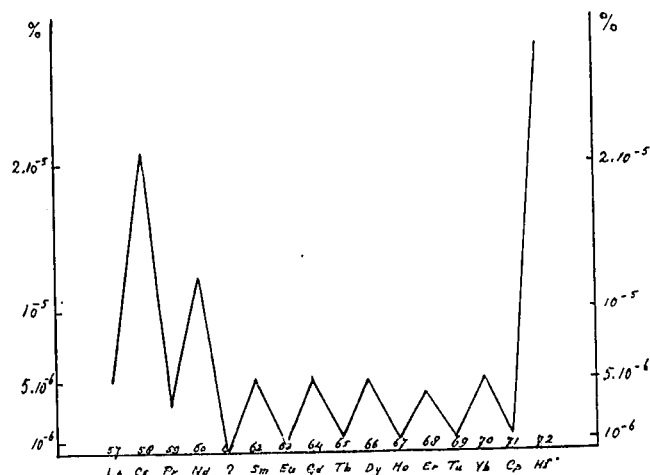


Fig. 4. Voorkomen der lanthaniden in de aardkorst.

een element op aarde voorkomt in verband met het atoomnummer; hoe hoger dit laatste is, hoe zeldzamer in het algemeen het element is. De hoeveelheid is tennaastenbij omgekeerd evenredig met de zevende macht van het kernladingsgetal. Graphisch zien we dit voorgesteld in fig. 5. Voor het percentage is

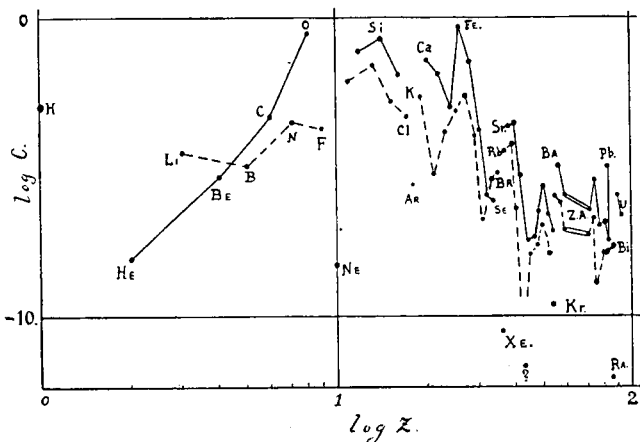


Fig. 5. Log. concentratie als functie van log. kernladingsgetal.

—●— Element met even rangnummer.
- - -●- - - " " oneven "

daarin een logarithmische schaal gekozen, waarin, als de bedoelde regel juist is, de elementen op een naar rechts dalende rechte lijn zouden moeten voorkomen. Op grond van den regel van Odde en Harkins is al te verwachten, dat we in plaats daarvan een min of meer breede band zullen vinden, waarin alle punten, die het voorkomen van de elementen voorstellen, ondergebracht zouden moeten worden, en in eerste benadering blijkt dit ook zoo ongeveer het geval te zijn. Er springen eenige uitzonderingen duidelijk in het oog: ijzer komt op aarde meer voor, dan men op grond van den tweeden regel zou verwachten. Bij spectraalanalyse van het door andere hemellichamen uitgezonden licht heeft men kunnen constateeren, dat het ijzer daarop in hoeveelheden voorkomt, die beter overeenstemmen met fig. 5. De aarde is dus een echte ijzerplaneet ¹⁴⁾.

¹⁴⁾ V. M. Goldschmidt, *Geochemische Verteilungsgesetze und kosmische Häufigkeit der Elemente*, Naturwissenschaften 18, 999 (1930).

Vervolgens zijn eenige elementen, die in het begin van het periodiek systeem staan, waarvan men dus zou kunnen verwachten, dat ze in groote hoeveelheden voorkomen, zeer slecht vertegenwoordigd. Het zijn lithium, beryllium, borium, koolstof en stikstof. Dit eigenaardige feit is misschien te verklaren uit het bekende verschijnsel, dat de kernen van deze lichte elementen vrij gemakkelijk door α -deeltjes stukgeschoten worden. Blijkbaar zijn dus ook deze kernen niet erg stabiel en bestaat de mogelijkheid, dat op deze wijze een oorspronkelijk grootere hoeveelheid er van door het werk van de radioactieve elementen vernietigd is.

De derde uitzondering wordt gevormd door de edelgassen; het is niet onwaarschijnlijk, dat vooral het lichte helium ten deele in de hemelruimte weggediffundeerd zou zijn.

Deze regels maken het dus waarschijnlijk, dat atoomkernen met een even rangnummer stabielere zijn, dan dezulke met een oneven en dat hoe grooter de kernen zijn, hoe minder stabiel in het algemeen.

Vatten we dit met eenige aanvullende opmerkingen in het kort samen, dan krijgen we in groote lijnen de geschiedenis van de aarde als volgt te zien:

Vermoedelijk was de aarde eerst gasvormig; door uitstraling moet in een niet te lang tijdsverloop — de geophysici schatten 5000 jaren — de hoofdmassa gecondenseerd zijn, waarna zich in den vloeibaren toestand de ontmenging in drie verschillende lagen voltrekt. Dit blijft plaats hebben zolang vloeibare deelen van de aarde nog afkoelen. Na ongeveer 10.000 jaar is de oppervlakte van het vloeibare deel zoover afgekoeld, dat de eerste schollen van de vaste aardkorst gevormd kunnen worden. De eerst uitgescheiden deelen hebben een meer basische samenstelling dan het magma, zijn daardoor en omdat ze in den vasten aggregaatstoestand zijn, zwaarder dan het magma. De eerste kristallisaties zinken dus omlaag en vormen in de diepte een schaal van zeer basische samenstelling, terwijl de oppervlakte steeds meer kiezelzuur en andere lichtere bestanddeelen gaat bevatten.

Terwijl op de aangegeven wijze de gravitatieve differentiatie voortschrijdt, zijn het de isomorphie-betrekkingen, die hetzelfde gebied op een veel verder gaande wijze verdeelen. Sommige elementen treden in kristallisaties van veelvuldig voorkomende elementen in, andere concentreeren zich meer en meer in het restmagma om ons in de pegmatieten, in de hydrothermale afzettingen en in de ertsaders een groote verscheidenheid van zeldzame stoffen te leveren, die dus gedurende de geheele ontwikkelingsgang van de aarde opgespaard blijven, waardoor we er eerst de beschikking over krijgen. Er zijn elementen, die veel meer voorkomen op aarde dan de hier bedoelde; doordat de natuur ze niet geconcentreerd heeft zijn ze praktisch ontoegankelijk voor ons, zijn meestal ook pas laat ontdekt. De mogelijkheid bestaat echter, dat elementen die niet primair op deze wijze geconcentreerd werden, in een voor ons bereikbaren vorm komen bij stofwisselingsprocessen van de aarde. We zullen er in het tweede deel eenige voorbeelden van tegenkomen.

II.

In dit tweede deel zullen we als vervolg op het voorgaande in het kort nagaan, door welke fysieke, chemische en biologische factoren in de eens tot stand gekomen verdeling verandering gebracht wordt. Het zal dan blijken, dat vele van deze stofwisselingsprocessen in hoofdzaak op kringlopen neerkomen.

Voor dit deel van de geochemie kunnen we met een veel korter behandeling volstaan, ten eerste, omdat de laatste jaren op dit terrein niet zooveel nieuwe gezichtspunten opgeleverd hebben, in de tweede plaats, omdat de beschrijving van feitenreeksen een veel grootere plaats zou vergen dan in het algemeene deel. We demonstreeren dus aan de hand van enkele gevallen de voornaamste regels, die men voor de stofwisseling van de aarde op heeft kunnen stellen.

Zoals we gezien hebben, zijn de bij afkoeling van de aarde ontstane vaste stoffen alleen maar bij uitzondering oplosbaar in water. Het waren die stoffen, welke door het water van vulkanischen oorsprong naar de oppervlakte gevoerd werden, bovendien een deel van de verbindingen die tot de oorspronkelijke atmosfeer behoorden.

Willen de bestanddeelen van de gesteenten dus getransporteerd kunnen worden, anders dan zuiver mechanisch, dan is het noodig, dat de gesteenten eerst verweeren. De verweering wordt begunstigd door verschillende, fysieke en biologische factoren, die in de algemeene geologie het onderwerp zijn van een uitvoerige bespreking. Vele bestanddeelen worden daardoor in tamelijk goed oplosbare verbindingen overgevoerd. Daarbij worden het snelste uitgeloozd de alkaliën benevens calcium en magnesium, de laatste natuurlijk vooral in een zuur milieu. Dit is ook het geval met ijzer en aluminium; silicium daarentegen wordt in ware oplossing alleen medegevoerd wanneer het milieu min of meer basisch is.

Om de omstandigheden van het milieu in deze te karakteriseeren, kunnen we twee belangrijke grootheden geven, in de eerste plaats de p_H , in de tweede plaats interesseert ons of het milieu oxyderend, dan wel reduceerend werkt; dit kunnen we kenmerken met de oxydatie- en reductiepotentiaal.

Zoo wordt ferro-ijzer, dus onder een lage oxydatiepotentiaal, in den vorm van hydroxyde pas afgescheiden bij een p_H , hooger dan 7. Bij hoogere oxydatiepotentiaal, wanneer het ijzer in driewaardigen toestand aanwezig is, wordt het als ferrihydroxyde reeds neergeslagen bij een p_H grooter dan 3, de vloeistof is dan dus nog wel degelijk zuur. Kiezelduur begint daarentegen pas oplosbaar te worden bij een p_H van $7\frac{1}{2}$ à 8. Bijgevolg sluiten kiezelduur en ijzer elkaar wederkeerig uit in een oplossing.

De lotgevallen van de bestanddeelen van de silicaatgesteenten gedurende en na de verweering zijn in het kort als volgt te beschrijven:

Kiezelduur wordt, wanneer het in den vorm van de moeilijk aantastbare kwarts aanwezig is, in hoofdzaak mechanisch door het stroomende water vervoerd en afgezet op plekken waar de stroom niet sterk genoeg meer is om voor het transport zorg te dragen. Het overige kiezelduur vormt in ons klimaat met een overeenkomstige hoeveelheid aluminium-

oxyde en water mineralen van de kaoliengroep, dus klei-achtige stoffen. Kaolien heeft de formule: $2 SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2 H_2O$.

Ijzer wordt door de steeds aanwezige zuurstof van de lucht gemakkelijk geoxydeerd van tweewaardig tot driewaardig, en vindt slechts bij uitzondering gunstige condities om ver verplaatst te worden. Het blijft dus aanwezig als waterhoudend ferrihydroxyde en vergezelt als zoodanig veelal de overeenkomstige aluminiumverbinding en klei. In de omgeving van rottende plantenresten wordt het ijzer vaak plaatselijk gereduceerd om wanneer het in oplossing iets dieper vervoerd is, weer geoxydeerd te worden. Zoo wordt bij heidevelden de bovenste laag geheel van ijzer bevrijd, vertoont dan een loodgrijze kleur (loodzand); het ijzer wordt in een dieper liggende laag als een oerbank weer neergeslagen.

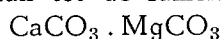
Waterhoudend aluminiumoxyde in vrij zuiveren toestand of met kleine hoeveelheden ferrihydroxyde wordt als bauxiet ontgonnen ten behoeve van de aluminiumfabricage. Het is natuurlijk gewenscht, dat er zoo klein mogelijke hoeveelheden van andere stoffen bij aanwezig zijn, speciaal kiezelzuur, zoowel om de transportkosten als om de verdere bewerkingen die het erts moet ondergaan. Het zijn vooral de producten van den troischen verweeringsvorm, de laterietverweering, die als zoodanig veel gezocht worden.

Anders is het gesteld met de overige oxyden, die in grootere hoeveelheden in de silicaten voorkomen. Calcium en natrium worden in den vorm van verschillende zouten aan den oceaan toegevoerd door de rivieren. Calcium wordt opgenomen door vele in zee levende dieren, die er hun skelet of huis uit opbouwen. Gedeeltelijk leiden deze dieren een vastzittende levenswijze, voor een ander deel zinken de kalkskeletten na het afsterven van de dieren op den bodem en vormen zodoende min of meer zuivere en dikke kalkafzettingen. Het calcium zijn ze in staat nog aan het zeewater te onttrekken bij een concentratie die veel lager is, dan noodzakelijk zou zijn voor het zuiver op fysisch-chemische wijze neerslaan van calciumcarbonaat. Juist door de werkzaamheid van de organismen wordt deze concentratie zelfs nimmer bereikt. Natrium komt in hoofdzaak voor als chloride. De zeewind waait groote hoeveelheden van dit zout landinwaarts, een aan de kust opvallend genoeg verschijnsel. Het zout wordt echter zelfs tot in het hartje van de continenten op deze manier gebracht en dit aandeel is veel belangrijker dan de hoeveelheid die uit de verweering van de gesteenten vrijkomt. Het is dus onmogelijk, — wat men echter vroeger wel gedaan heeft — uit de hoeveelheid zout in de zee aanwezig en uit de jaarlijks door de rivieren aangevoerde hoeveelheid den ouderdom van den oceaan te berekenen.

Naar aanleiding van het natriumchloride is het aardig het volgende op te merken: de gesteenten van de lithospheer bevatten gemiddeld 2,5% natrium; om hieruit natriumchloride te vormen is een hoeveelheid chloor noodig overeenkomende met 3,8%. Nu is het werkelijke gehalte van de lithospheer aan chloor nog niet het honderdste gedeelte daarvan. Deze massa's chloor zouden dus, hetzij direct aan natrium gebonden geweest moeten zijn, en dus nooit deel uitgemaakt hebben van de lithospheer en dit is moeilijk te accepteren, zooals

we verderop zullen zien, of het chloor moet oorspronkelijk, waarschijnlijk als chloorwaterstof, deel uitgemaakt hebben van de atmosfeer of langzamerhand door vulcanische gassen ter beschikking van het natrium gekomen zijn.

Magnesium wordt ook in oplossing medegevoerd door het afstroomende water. Het wordt echter makkelijker dan calcium vastgelegd als carbonaat, we vinden dus als verweeringsproduct van gesteenten, die veel magnesiumsilicaat bevatten (olivijn-gesteenten), vaak magnesietafzettingen in de buurt. Stroomt een oplossing die magnesiumzouten bevat door kalkhoudende lagen of door kalksteenen, dan krijgen we een verplaatsingsverschijnsel, de kalk wordt in het gesteente vervangen door magnesium en het resultaat is een min of meer magnesiumhoudende kalksteen. De vervanging gaat echter nimmer verder dan tot de samenstelling



bereikt is. Dit dubbelzout heet dolomiet. Wordt het bij de verweering vrijkomende magnesium niet op deze wijze gebonden, dan komt het in den oceaan terecht.

Een dergelijk lot als het magnesium treft het kalium, ditmaal niet door de vorming van een moeilijk oplosbaar dubbelzout; het kalium wordt evenwel gaarne aan allerlei colloïdale kleihoudende substanties geadsorbeerd. Deze stoffen hebben steeds een zeker gehalte aan andere bestanddeelen adsorptief gebonden. Daar kalium van de meest gewone ionenvormende elementen het sterkst geadsorbeerd wordt, wordt het bij voorkeur uitgewisseld tegen andere ionen, wanneer kaliumhoudende oplossingen door dergelijke afzettingen circuleeren. Maar een deel van het kalium komt ook al weer in de wereldzee terecht.

De zouten, die in het zeewater in oplossing aanwezig zijn, worden nog maar bij vrij groote uitzondering geconcentreerd. Door menselijke werkzaamheid gebeurt dit in zoutpannen, in het groot heeft nu en dan iets dergelijks onder natuurlijke omstandigheden plaats gehad, waarvan de, een groote uitgestrektheid hebbende, in verschillende geologische formaties, optredende, zoutafzettingen getuigen.

We merkten reeds op, dat het onmogelijk is uit de door alle rivieren jaarlijks aan den oceaan toegevoerde hoeveelheid natriumchloride en uit het in totaal in het zeewater opgeloste zout den ouderdom van den oceaan te berekenen. We kunnen echter zeer wel daaruit en uit nog enkele gegevens vinden, hoeveel gesteente sinds de vorming van de vaste aardkorst maximaal verweerd kan zijn. Dit geeft ons in de eerste plaats de gelegenheid, kennis te maken met een typisch geochemische berekening en verschaft ons bovendien eenige noodzakelijke gegevens voor de tenslotte te behandelen kringloop van de koolstof.

In navolging van den geochemicus Schloesing zullen we al onze cijfers betrekken op het gemiddelde voor 1 cm² van de aardkorst. Dit geeft een zeer eenvoudige en overzichtelijke berekening¹⁵⁾.

Uit de gemiddelde diepte van den oceaan en uit de verhouding land : zee is makkelijk te vinden dat

per cm² van de aardoppervlakte gemiddeld 278 kg zeewater aanwezig is. Deze bevatten 2.975 kg natrium. Dit is dus de hoeveelheid die door verweering van vulkanische gesteenten maximaal geleverd kan zijn, misschien is het minder geweest, n.l. wanneer we moeten rekenen met een oorspronkelijk gehalte aan natriumchloride in de hydrosfeer. Nemen we verder aan, wat uit analyses van groote doorsneemonsters gebleken is, dat het gehalte aan natrium van de bij de verweering ontstane sedimentgesteenten 1,00 % bedraagt. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door niet verweerde fragmenten in die sedimenten.

Laat verder per cm² x kg vulkanisch gesteente verweerd zijn, daarbij aan sedimenten gevende y kg. Dan bestaat er een eenvoudig verband tusschen x en y. Bij de verweering verdwijnt n.l. ongeveer 8 % aan Ca, Mg, Na en K. Een bedrag van gemiddeld 5 % aan kooldioxyde en water wordt gelijktijdig opgenomen. Hieruit volgt: $y = 0.97 x$. De tweede vergelijking, die we kunnen opstellen, luidt: $2.83 x - 1.00 y = 100$ maal 2.975. Uit deze vergelijkingen berekenen we gemakkelijk voor x en y de waarden 160 en 155 kg. Dit beteekent, dat per cm² aardoppervlakte maximaal 160 kg vulkanisch gesteente verweerd kan zijn. Bij een oorspronkelijk natriumchloridegehalte van den oceaan vinden we voor x een kleinere waarde.

Deze 160 kg leiden, behalve tot de vorming van 155 kg klastische sedimenten, zooals klei, zand, zandsteen, mergel, leem en dergelijke, ook tot vorming van een hoeveelheid kalk, overeenkomende met 10.17 kg en dolomiet tot een bedrag van 4.37 kg. Om deze hoeveelheden te vormen is noodig geweest een hoeveelheid koolzuur van 6.56 kg per cm². Om een idee te geven van de dikte van de lagen, die hiermede gemoeid zijn, zijn in de volgende tabel de gesteenten vereenigd, waarbij door het in aanmerking nemen van de dichtheid, op eenvoudige wijze de dikte voor elke groep berekend kan worden.

Gesteente	Gewicht	Dichtheid	Dikte
Zandsteen, klei, etc.	155 kg	2.65	585 m
Kalksteen	10.2	2.7	38
Dolomiet	4.4	2.9	16

Nu komen lang niet overal op aarde sedimentgesteenten voor, o.a. in veel minder sterke mate in diepe oceanen. Men neemt aan, dat, om de werkelijke dikte te krijgen op plaatsen waar ze wel voorkomen, deze bedragen met drie vermenigvuldigd mogen worden. We komen dan werkelijk zeer dicht in de buurt van aan werkelijke lagen van sedimenten geconstateerde dikten. Op grond van deze gegevens moeten we dan ook aannemen, dat de oceaan in den aanvang van de geologische geschiedenis geen groote hoeveelheden natrium bevat kan hebben.

Als pendant van het natrium verdient borium vermeld te worden¹⁶⁾. Het is waarschijnlijk, dat bij de eerste vorming van de atmosfeer daarin grootere hoeveelheden van dit element in vluchtige verbindingen voorkwamen. Uit talrijke analyses is gebleken, dat van de oudste tijden tot nu toe de sedimenten een steeds geringer gehalte aan borium bevatten. Dit is een gevolg van het feit, dat wanneer sedimenten op grotere diepte in de aardkorst komen te liggen,

¹⁵⁾ V. M. Goldschmidt, Grundlagen der quantitativen Geochemie, Fortschr. Mineral, 17, 112 e. v. (1933).

¹⁶⁾ V. M. Goldschmidt u. Cl. Peters, Zur Geochemie des Bors. I u. II. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math.-physik. Klasse, Fachgruppe 3, No. 25 en 28 (1932).

ze aan een min of meer volledige omkristallisatie onderworpen worden. Daarbij ontstaan o.m. boriumverbindingen, die zeer bestendig zijn tegen allerlei fysische en chemische inwerking. Deze hoeveelheden borium zijn dus tot in een verre toekomst aan de circulatie onttrokken. Van natrium staat steeds meer ter beschikking, borium is in steeds geringere hoeveelheden in den kringloop aanwezig. Het wordt wel nog voortdurend in omloop gebracht bij vulkanische exhalaties (Toscane!). Daaraan is dan ook het nog steeds vrij groote gehalte aan boraten van het zeewater te danken.

Tot slot van onze beschouwingen over de stofwisseling van de aarde zullen we nog eenige aandacht geven aan den kringloop van de koolstof. Deze hangt ten nauwste samen met de lotswisselingen van de zuurstof door verschillende processen, die noodzakelijk zijn voor de instandhouding van het leven op aarde. In den tegenwoordigen vorm draait deze kringloop dus pas sinds het eerste ontstaan van het leven. Dit moet reeds in een zeer vroeg stadium van de ontwikkelingsgeschiedenis van onze planeet het geval geweest zijn. De oudste fossielen, die we kennen, zijn eenige honderden millioenen jaren oud, zooals met de radium-lood-methode bepaald is kunnen worden aan de afzettingen, waarin ze voorkomen. Deze resten van het toenmalige leven staan evenwel al op een vrij hooge trap van ontwikkeling, wanneer we niet aan een oorspronkelijk optreden van hoogere vormen denken, moet dit stadium door een vrij sterke en bijgevolg langdurige evolutie bereikt zijn.

We hebben in het eerste deel gezien, dat de aarde vermoedelijk begonnen is met een vrijwel zuurstoflooze atmosfeer, *vrijwel*, want voor het onderhouden van ook het meest eenvoudige leven is altijd wel eenige zuurstof nodig geweest. De tegenwoordige atmosfeer bevat echter c.a. 20 % zuurstof. Hoe is de aanwezigheid van die twintig procent te verklaren, als we bedenken, dat ook bij de verweering van onze 160 kg gesteente per vierkante centimeter een aanzienlijke hoeveelheid verbruikt is voor oxydatie van ferro-ijzer en van pyriet (FeS_2), dat ook in de meeste gesteenten zij het in kleine fragmenten voorkomt. Een veronderstelling is, dat in hoogere lagen van de atmosfeer door verschillende soorten straling waterdamp in zijn componenten gesplitst zou worden en de waterstof vervolgens gemakkelijker uit de atmosfeer zou ontsnappen dan de zuurstof. Een eenvoudiger verklaring, die alleen al voldoende is, zooals we zullen zien, is, dat de planten er voor gezorgd hebben. Op kosten van de kooldioxyde-voorraad vormen ze op fotosynthetische wijze hieruit de stoffen, die ze nodig hebben voor de opbouw van hun cellen. Deze stoffen bevatten op eenzelfde hoeveelheid koolstof veel minder zuurstof dan het koolzuur waaruit ze gevormd werden, meestal laten ze zich populair gezegd opgebouwd denken uit koolstof en water, zoodat alle zuurstof van het verbruikte koolzuur bij het proces in elementairen toestand in de atmosfeer terecht komt.

Het koolzuurgehalte van de lucht is zeer constant: 0.03 %. Dit wordt vooral geregeld door de hydro-sfeer, waarin per cm^2 berekend, een hoeveelheid opgelost voorkomt van bijna 30 maal zoo groot als in de atmosfeer. Dit is een evenwichtsverschijnsel en eventueel aan de atmosfeer onttrokken koolzuur

wordt dus steeds voor het grootste deel door de oceaan weer aangevuld. Het is duidelijk, dat dit niet onbepaald kan gaan. De hydrosfeer is een regulator voor het koolzuurgehalte, maar geen leverancier; hij vangt alleen de schommelingen grootendeels op.

De zuurstof, die door de planten vrijgemaakt wordt, wordt voor verschillende doeleinden gebruikt:

1. Een deel van de resten die na het afsterven van de planten achterblijven, wordt weer geoxydeerd en het koolzuur aan den kringloop teruggegeven. Het is wat deze hoeveelheid aangaat of er niets gebeurd ware. Een ander deel koolt in en geeft ons de fossiele brandstoffen, die hoe ouder ze worden, hoe langer hoe rijker worden aan koolstof. We zien hieruit, dat er een bepaalde verhouding moet bestaan tusschen de totaal in den loop van de aardgeschiedenis vrijgekomen zuurstof en de als fossiele koolstof in de sedimenten aanwezige hoeveelheden, hetzij dan als exploitierbare brandstoffenhoeveelheden, hetzij als diffuus verdeelde organische stof.
2. Een ander deel van de zuurstof wordt bij de verweering van vulkanische gesteenten vastgelegd, in hoofdzaak door de oxydatie van tweewaardig ijzer en mangaan en van de pyritische zwavel.
3. De rest van de zuurstof, het surplus boven de voor oxydatieprocessen benodigde hoeveelheden komt in de atmosfeer.

Per vierkante centimeter aardoppervlakte bevat de atmosfeer 0.232 kg zuurstof. Voor de onder 2. genoemde processen schat men een verbruikte hoeveelheid van 250—500 g. Het totaal van de hoeveelheid zuurstof, die vrijgemaakt is, ramen we bijgevolg op 0.5—0.8 kg, overeenkomende met $\frac{12}{32}$ hiervan of 0.18 à 0.29 kg fossiele koolstof. Dit laatste bedrag moeten we verdeelen over 170 kg sedimentgesteente. Deze gesteenten bevatten dus, inclusief alle ontginbare koollagen niet meer dan ongeveer 0.17 % koolstof. Dit bedrag is echter in goede overeenstemming met de uit geologische gegevens en uit analyses bekende hoeveelheden. Dit pleit voor de opvatting, dat we niet de watersplitsingshypothese te hulp hoeven te roepen om het vrijkomen van de zuurstof te verklaren.

We hebben gezien, dat om de basische oxyden, die bij de verweering van de gesteenten vrijkomen te binden, we met een hoeveelheid koolzuur van rond $6\frac{1}{2}$ kg moeten rekening houden. Voor de splitsing door de planten komt daar nog ongeveer een kilo bij. Hoe zijn deze geweldige massa's koolzuur in de atmosfeer gekomen? Het is waarschijnlijk, dat we hiervoor in zijn geheel het vulcanisme verantwoordelijk mogen stellen. Nu nog worden jaarlijks groote hoeveelheden kooldioxyde in vrijheid gesteld. Wanneer we het bedrag van $7\frac{1}{2}$ kg over de heele aardgeschiedenis verdeelen, komen we tot zeer plausibele jaarlijksche hoeveelheden.

Vatten we dit alles kort samen:

Door vulkanische werkzaamheid worden voortdurend groote hoeveelheden koolzuur vrijgemaakt. Een deel wordt gebruikt om carbonaatgesteenten te vormen, (kalk en dolomiet) practisch de geheele rest wordt door de planten gesplitst in potentieele koolstof en in zuurstof. Een deel van de gevormde celstoffen

worden na den dood van de planten weer geoxydeerd en het koolzuur opnieuw in circulatie gebracht, een ander deel koolt steeds verder in en geeft zodoende onze fossiele brandstoffen. Uiteindelijk worden deze laatste in onze kachels enz. verstoekt, of komen in de aardkorst op grotere diepte in de gelegenheid reduceerbare verbindingen (bijv. 3-waardig ijzer) te reduceren. In beide gevallen komt de koolstof als koolzuur in den kringloop terug. De in vrijheid gestelde zuurstof wordt voor de hierbij optredende en andere oxydatieprocessen gebruikt.

Utrecht, Maart-April 1935.

545.223 : 661.455

LABORATORIUMMEDEDELING.

De jodometrische methode volgens Kingzett ter bepaling van perboraat in zeepoeder.

De jodometrische bepaling van perboraat volgens de methode Kingzett¹⁾ had het bezwaar, dat de jodiumafscheiding in het reactiemengsel langzaam plaats heeft, en de titratie daardoor geruimen tijd in beslag neemt. Dit was, onder andere, een der redenen, waarom aan de oxydimetrische methode met kaliumpermanganaat de voorkeur moest worden gegeven.

Aan Prof. Dr. I. M. Kolthoff te Minneapolis dank ik nu een mededeeling omtrent de gunstige werking van ammonium- of natriummolybdaat als katalysator bij de jodometrische bepaling van waterstofperoxyde volgens de genoemde methode. Volgens de literatuuropgaven wordt uit het perboraat door aanzuren waterstofperoxyde gevormd, dat, zooals bekend is, uit een zure joodkaliumoplossing het jodium slechts langzaam volledig vrij maakt. Kingzett heeft dan ook in zijn methode een inwerkingstijd van 5 minuten voorgeschreven, alvorens te titreren met thiosulfaat. Deze tijd bleek bij de titratie van een aangezuurde perboraatoplossing veel te kort. Echter ook bij een oplossing van vrij waterstofperoxyde was de jodiumafscheiding na 5 minuten niet volledig, en vereischte deze een veel langeren tijd.

Het gedrag van de zure perboraatoplossing ten opzichte van de joodkaliumoplossing kan men dus wel voor een groot deel aan deze eigenschap van het waterstofperoxyde toeschrijven.

Inderdaad werd nu, na toevoeging van eenige druppels van een 3^o/_o-ige oplossing van ammonium molybdaat aan de zure joodkalium-oplossing, door de aangezuurde perboraatoplossing vrijwel onmiddellijk al de actieve zuurstof en daarmee het jodium afgescheiden, zoodat de titratie hiervan onmiddellijk kon geschieden, zonder gevaar voor latere, verdere jodiumafscheiding.

Arnhem, 14 Mei 1935.

J. R. N. VAN KREGTEN.

BOEKAANKONDIGINGEN.

661.182(08)

Technical Aspects of Emulsions. London, A. Harvey, 1935, 150 pp., 15 × 24 cm.

In dit werk, dat wordt ingeleid door prof. Donnan, zijn 12 voordrachten verzameld. Deze zijn gehouden op het tweede symposion van de Britsche Afdeeling van de „International Society of Leather Trades Chemists”. De titels luiden: H. Freundlich, On the mechanism of emulsification; V. G. Walsh en A. C. Frazer, The use of highly dispersed emulsions in the treatment of toxæmic conditions; W. Clayton, Emulsions in the patent literature; R. I. Johnson, The design of emulsifying machines; R. Dorey, Effect of the mode of preparation on the dispersion of soap stabilised emulsions; R. M. Woodman, Problems connected with preparation and application of emulsions used in agricultural spraying; J. W. Corran, Some observations on a typical food emulsion; J. B. Speakman en N. H. Chamberlain, Emulsions and emulsification in the wool textile industry; L. A. Jordan, The stability of emulsions in thin films; W. R. Atkin en F. C. Thompson, Emulsions in the leather industry; H. P. Stevens en W. H. Stevens, Rubber Latex en L. G. Gabriel, Some physical properties of dispersions of asphaltic bitumen.

De rijke inhoud zal velen tot voordeel kunnen zijn. De uitgave is goed verzorgd.

H. J. C. Tendeloo.

* * *

663.46.0046(022)

R. H. Mees, Onderzoekingen over de biersarcina, Groningen, Gebr. Hoitsema, 1934, 110 pp., 16 × 25 cm, Proefschrift.

Gezien het feit, dat de biersarcina in de bierbrouwerij een nogal gevreesde ziekteverwekker is, mag het een verheugend verschijnsel genoemd worden, dat ook hier eens de aandacht van wetenschappelijke zijde op deze bacteriegroep gevestigd wordt. Het komt mij voor, dat de onderzoekingen, in dit proefschrift neergelegd, er toe bijgedragen hebben, orde te scheppen in de soms nogal verwarde opgaven en opvattingen over verschillende biersarcinen. Schrijver brengt de door hem geïsoleerde biersarcinen onder in het geslacht *Pediococcus* (welke naam reeds in 1884 door Balcke gebruikt werd), geeft voor de zes soorten en variëteiten een duidelijke nadere omschrijving, en ten slotte eenige beschouwingen, op grond van zijn onderzoekingen, over het optreden van biersarcina in de bierbrouwerij. Vermeld dient te worden, dat schrijver gevonden heeft, dat bijv. de paardenurinesarcina voor de brouwerij geheel ongevaarlijk is, aangezien zij in wort en bier niet groeien kan. Belanghebbenden wordt de bestudeering van deze proeven aanbevolen.

L. Heintz.

* * *

621.431.72 : 621.434

Prof. Dr. P. Schläpfer und Dipl. Ing. H. Drotschmann, Zur Frage des Betriebes von Automobilmotoren mit Sauggas, Separatabdruck aus „Der Motorlastwagen”. Bern, 1933, 92 pp., 27 fig., 16 × 23 cm, Zw. Fr. 4.—

Het boek bevat het verslag van een onderzoek, dat de bestudeering ten doel had van de mogelijkheden om de geïmporteerde aardoliedestillaten, waarmee automobielmotoren gewoonlijk gedreven worden, gedeeltelijk te vervangen door inheems hout (of houtproducten). Voor ons land is dit probleem lang niet zo belangrijk als voor Zwitserland. Na een inleidend gedeelte waarin o.a. de gebruikte vergassings- en gasreinigingstoestellen besproken worden, worden de proeven beschreven, die gedaan zijn met vrachtauto's, waarvan de motoren zowel voor benzinebedrijf, als voor zuiggas waren ingericht. Als vergassingsmateriaal werden gebruikt verschillende soorten houtskool, dennenhout, carbonit (houtschoolbriketten) en

¹⁾ Chem. Weekblad 32, 81 (1935).

lignine (bijproduct van houtversuikering). Noodzakelijk bleek, eerst 15 à 30 minuten met benzine te werken en intussen de vergassing in de generator in gang te zetten; ook voor het starten na een korte bedrijfsonderbreking diende steeds weer even benzine gebruikt te worden. Vele grafieken tonen de resultaten met de verschillende materialen; vooral bij houtskool liet de soepelheid van de motor veel te wensen over en het motorvermogen met zuiggas blijft steeds veel onder dat met benzine. Het gehalte van het zuiggas aan waterstof blijkt van het hoogste belang te zijn. Een uitgebreide literatuurlijst besluit het boek.

L. Soberski.

* * *

541.182.2/3(022)

A. Winkel und G. Jander, Schwebstoffe in Gasen, Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, N. F., Heft 24. Stuttgart, F. Enke, 1934, 16 × 25 cm, 116 pp., 37 fig., RM. 7.50 voor geab. RM. 6.50.

Dit werk is niet zoozeer een volledig overzicht van alles wat omtrent de aerosolen bekend is, doch geeft veelmeer het principieele op dit gebied in beknopte vorm weer. Verreweg de meeste aandacht is besteed aan de meer theoretische zijde van de aerokolloïde systemen.

Aan hun praktische beteekenis en hierbij denken we in de eerste plaats aan de in de natuur voorkomende aerosolen (nevels, ijsstof, vulkaanasch), het industriestof en de in den oorlog gebruikte rooken en nevels, worden in totaal slechts 24 bladzijden gewijd. De waarde van dit boek ligt dan ook voornamelijk in de duidelijke en overzichtelijke behandeling van het theoretische gedeelte.

J. Th. Hackmann.

* * *

54(058)

E. Javet, Agenda Dunod, „Chimie”, 1935, 54e editie. Dunod, Paris, 1935, 400 pp., 10 × 15 cm, geb. fr. 22.85.

Deze nieuwe (jaarlijksche) uitgave van den Franschen chemischen kalender bevat weinig veranderingen vergeleken met de vorige jaren.

Het boekje is wel (als steeds) wat minder uitgebreid dan zijn Amerikaansche of Duitsche collega's, welke bij ons veel gebruikt worden, doch indien men den naar verhouding lagen prijs in aanmerking neemt, kan de aanschaffing er van als aanvulling naast het „Chemisch Jaarboekje”, vooral in dezen crisistijd, zeer zeker aangeraden worden.

S. H. Bertram.

* * *

66(058)

Wenzel's Adressbuch und Warenverzeichnis der chemischen Industrie des Deutschen Reiches. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien, 1935, 869 pp., 16 × 24 cm, geb. RM. 40.—.

Zoo is dan in 1935 de 18e uitgave (in 5 talen) van dit voor de chemische industrie der geheele wereld zoo nuttige adresboek der Duitsche chemische industrie verschenen, hetwelk als voorbeeld voor alle andere op dit gebied bestaande adresboeken gesteld kan worden.

Men heeft den inhoud van deze uitgave voor het eerst in tweeën gedeeld en wel in een lijst met de namen der fabrieken volgens alphabetische rangschikking en een met de voortgebrachte artikelen (zoo afzonderlijk als in groepen), terwijl men daarnaast tevens een alphabetische lijst van de steden, waar chem. fabrieken zijn gevestigd, heeft opgemaakt. Het eerste gedeelte is weer gesplitst in een lijst met adressen van fabrieken en een met adressen van groothandelaren, terwijl het tweede gedeelte is onderverdeeld in drie groepen en wel: chemische producten, grondstoffen en gebruiksartikelen. Het geheel is hierdoor overzichtelijker geworden.

Ook treft men in dit werk een lijst aan van de in Duitschland bestaande vereenigingen op chemisch gebied.

Het geheel maakt den indruk, dat kosten noch moeite zijn gespaard om een zoo betrouwbaar en uitvoerig mogelijk adressenmateriaal samen te stellen, waardoor het dan ook een kostbaar en aanbevelenswaardig werk is geworden, dat niet alleen aan de Duitsche, doch ook aan de Nederlandsche chemische industrie en handel onschatbare diensten kan bewijzen.

D. J. Akkerman.

* * *

66.098(022)

E. Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. I, Chemische Methoden; Teil 12, Heft 1, 2 und 3; Lief. 380, 382 und 385; M. Frankel, Katalytisch-organische Arbeitsmethoden, 1932, 510 pp., 17 × 25 cm, RM. 10.—, RM. 8.50 und RM. 10.50.

Bij de bereiding van organische verbindingen nemen zoowel in het laboratorium als in de techniek de katalytische methoden een steeds belangrijker plaats in.

De schrijver heeft een zeer nuttig werk verricht door het desbetreffende materiaal uit de literatuur te verzamelen en op systematische wijze te rangschikken.

De stof is over de volgende hoofdstukken verdeeld:

Einführung, Katalytische Hydrierung, Katal. Dehydrirung, Katal. Oxydation, Katal. Anlagerungsreaktionen, Katal. bewirkte Isomerisierungen en Katal. Polymerisationsprozesse.

Alle hoofdstukken zijn weer onderverdeeld, terwijl bovendien een goed onderwerpregister het gebruik van het boek zeer vergemakkelijkt.

Dit werk, waarin verschillende volledige voorschriften zijn opgenomen, vormt een belangrijke aanwinst van de organisch-chemische literatuur.

J. van der Lee.

* * *

545.37(022)

Dr. Werner Hiltner, Ausführung potentiometrischer Analysen, nebst vollständigen Analysen-vorschriften für technische Produkten. Berlin, Julius Springer, 1935, VII + 141 pp., 15 × 23 cm, RM. 6.60.

Het boekje is in hoofdzaak bestemd voor degenen, die zich met de uitvoering van potentiometrische titraties bij de praktische analyse willen bezig houden. Het electrochemisch gedeelte is kort, maar toch wel duidelijk beschreven. Na een bespreking van de grondslagen der methode wordt zeer kort de meetmethode behandeld, waarbij de schrijver terecht een voorkeur toont voor de lampen-voltmeter. Daarna volgen de verschillende voor titraties bruikbare elektroden.

Het grootste deel is aan de analytische toepassingen gewijd; men vindt hier voor een groot aantal titraties het verloop van de reacties opgegeven, en de elektroden, die bruikbaar zijn. Men mist echter meestal een reproductie van de titratie-kromme, en een opgave van de bereikbare nauwkeurigheid.

Voor al bij de vele minder bekende electrometrische titraties, die genoemd worden, zou een bespreking van de foutenbronnen wenschelijk zijn.

Behalve de titraties van enkelvoudige stoffen worden een groot aantal bepalingen van metalen en ook van anionen naast elkaar behandeld, met de toepassing daarvan bij technische analyses. Door dit uitgebreide materiaal kan het boekje een zeer goede handleiding zijn. Bij het gebruik daarvan zal men echter goed doen met de bovengemaakte opmerkingen rekening te houden.

A. H. W. Aten.

CHEMISCHE KRINGEN.

Bossche Chemische Kring. Op Vrijdag 26 April sprak Dr. J. M. Bijvoet uit Amsterdam te Eindhoven over: „De structuur der silicaten”.

In de eerste helft der voordracht werd het verband besproken, dat bij de silicaten bestaat tusschen de chemische samenstelling, kristalstructuur en eigenschappen. Hiervoor kan verwezen worden naar het Chemisch Weekblad 31, 740 (1934).

Vervolgens werd nagegaan langs welken weg het mogelijk werd de structuur van zoo ingewikkelde kristallen als die van een hoornblende of veldspaat vast te stellen (het werk van W. L. Bragg en zijn medewerkers). De moeilijkheid van een Röntgenanalyse vindt een maat in het aantal kristallografisch onbepaalde parameters der betrokken structuur. Bij klein aantal van deze parameters kunnen, na bepaling van celgrootte en symmetrie, al hun combinaties worden afgezocht en getoetst aan de Röntgenintensiteiten; dit „rigoureuze” afzoeken wordt onuitvoerbaar bij een te groot aantal parameters. Dan worden plausible modellen opgeworpen (op grond van analogieën en van ruimtelijke, electrostatische, chemische, optische e. d. overwegingen) en aan de intensiteiten getoetst; heeft deze toetsing aan een voldoende aantal intensiteiten plaats, dan is het uitgesloten te achten, dat bij een andere dan de werkelijke structuur overeenstemming gevonden wordt tusschen waargenomen en berekende intensiteiten.

In de groepen der SiO_4 - en SiO_2 -typen (Chem. Weekbl. I.c.) vindt men een klein aantal hoog-symmetrische mineralen met klein aantal parameters. Daarentegen bevat reeds de eenvoudigste strengensplijter (diopsied) er 14, komt het aantal in de glimmergroep niet onder een dertigtal, telt de monokliene veldspaat er 21 en de trikline meer dan het dubbele hiervan. De analyse nu der hoog-parameterige mineralen van het SiO_4 -type werd mogelijk door de kennis over den aard der atoomstapelings, welke de eenvoudige vertegenwoordigers hadden geleerd: de afmetingen der SiO_4 -groep, de dichte zuurstofpakking. De kristalstructuur van diopsied (strengensplijter, 14 parameters) vormde vervolgens een belangrijke mijlpaal op den weg der opvolgende structuur-ontknooping: Haar analyse is een der uiterste voorbeelden van een rigoureuze analyse op grond van absolute intensiteitsmetingen. Daar een model voor een strengensplijter nog ontbrak, was deze noodzakelijk en haar strenge doorvoering — met als resultaat het vinden der uit SiO_4 -groepen opgebouwde SiO_3 -strengen — van groot belang voor de adoptatie van haar resultaat bij verdere analyses. Hierbij werd met succes de structuur der amphibolen gebaseerd op dubbelstrengen, der glimmers op tot vlakken gecondenseerde strengen. Tot in den laatsten tijd bleef voor de meer ingewikkelde representanten van het driedimensionale SiO_2 -type (veldspaten, zeolieten) de precisie van het ruimtenet moeilijk. Belangrijke recente vordering (Taylor) dankt men hier weer aan de onderkenning van een in deze structuren voorkomend bouwmotief grooter dan de SiO_4 -tetraeder: een tetraeder-viering.

Aan een aantal karakteristieke voorbeelden werd getoond hoe soms uit weinige gegevens, dank zij veel scherpzinnigheid, door Bragg de grove trekken eener veel-parameterige structuur direct aan het licht werd gebracht door gebruik te maken van de kennis uit vorige structuurbepalingen verkregen.

Dr. Bijvoet had een ongewoon groot aantal modellen meegebracht om zijn voordracht toe te lichten. Hierdoor en door de levendige, overzichtelijke wijze van behandeling werd de aandacht der aanwezigen tot het einde toe geboeid. De gewekte belangstelling kwam zoowel in de pauze als na de voordracht in vele vragen tot uitdrukking.

* * *

Chemische Kring „Limburg”. Op 15 April j.l. werd de jaarvergadering gehouden. De agenda vermeldde tal van punten van huishoudelijken aard. Onder meer werd door den penningmeester verslag uitgebracht: er is een klein batig saldo, maar met het oog op het geringe aantal leden, is de financiële toestand niet bijzonder gunstig. In het door den secretaris uitgebrachte jaarverslag passeerden de gebeurtenissen van het afgelopen jaar nog eens de revue. Tot slot sprak Dr. V. S. F. Berckmans over: „Een nieuwe bouwsteen der mater.e?”.

In een algemeene inleiding werden de methoden besproken, volgens welke de verschillende elementaire deeltjes worden waargenomen: photonen, electronen, positronen, protonen, neutronen, deutonen en helionen. Sommige van deze deeltjes kunnen als secundaire eenheden worden beschouwd. Meer bijzonder werd aangestipt het waarnemen der nevelsporen in de Wilsonkamer met axiaal magnetisch veld. Met de aequivalentie tusschen energie en massa (formule van Einstein) werd de energie berekend waarmee de massa van 1 electron overeenkomt. Vervolgens gaf spreker met toepassing van de wetten van behoud van lading, van energie en van impuls, een modelvoorstelling van het ontstaan van het positieve electron (positron) naast het (negatieve) electron; er vormt zich een electronenpaar met gemeenschappelijke oorsprong. Het is met de wet van het behoud van lading

niet in strijd, dat zelfs een geheele schoof van electronenparen ontstaat. Aan hetzelfde model laat spreker zien, hoe door versmelting van positron en electron („verstraling”) met toepassing der drie reeds genoemde wetten opnieuw een γ -quant kan ontstaan; soms 2 gelijke quanten van $\frac{1}{2}$ mill. e. V. als het electron vrij aanwezig is. Dan volgt de bespreking van de experimentele resultaten met betrekking tot het ontstaan van positronen. Positronen kunnen op 2 wijzen ontstaan, n.l. 1e door γ -stralen en 2e door andere stralen (voornamelijk α -stralen). De ontdekking van het positron geschiedde met behulp van een „natuurlijke” γ -straling uit de kosmische straling (onderzoek van Anderson en Blackett-Occhialini). Daarna zijn gebruikt de γ -stralen der radioactieve stoffen en wel van Po, RaC en ThC; met de γ -straling dezer stoffen wordt een laagje van een of ander element bestraald en de straling van dit element in de Wilsonkamer gefotografeerd. Tot deze groep moet ook gerekend worden de door Joliot-Curie gebruikte methode, waarbij α -stralen van polonium vallen op Be; daardoor ontstaat een stralenmengsel van neutronen en γ -stralen. Bij bestraling van b.v. Al met dit stralenmengsel ontstaan dan weer positronen. Door absorptie konden Joliot-Curie aantoonen dat de γ -quanten (met een energie van 5 mill. e. V.) het werkzaamste bestanddeel in het mengsel vormen. Met de frequentie van het γ -quant en met het atoomnummer van het bestraalde element neemt de positronenopbrengst toe. Daar men van de genoemde γ -stralingen de energie voldoende kent, blijkt uit deze onderzoekingen dat overeenkomstig de massa-energieaequivalentie, de positronenvorming eerst begint bij een γ -straling met energie van minstens 1 miljoen electronvolt. Het spectrum der positronen blijkt continu te zijn met een bovenste grens bij $n - 1$ mill. e. V., als de gebruikte γ -straling een energie van n mill. e. V. bezit.

Een geheel nieuwe methode voor de positronenvorming is ontdekt door Joliot-Curie door bestraling van sommige elementen (B, Mg, Al) met α -stralen; zoo komt men tot de vraag of het positron soms een bestanddeel van de kern is. Moet het neutron opgevat worden als proton + electron of is het proton = neutron + positron? Hier kunnen alleen zeer nauwkeurige massabepalingen beslissen. Aansluitend aan de laatstgenoemde methode kwam de door Joliot-Curie ontdekte „kunstmatige” radioactiviteit ter sprake. Deze ontstaat door beschieten van vele elementen (Curie-Joliot gebruikten aanvankelijk B, Mg en Al) met α -stralen; maar ook protonen, deutonen en neutronen zijn in dit opzicht werkzaam. Na het wegnemen van het bestralende agens zendt de bestraalde stof nog eenigen tijd stralen (deeltjes) uit, die in de Wilsonkamer gefotografeerd, banen van positronen blijken te geven, wanneer α -stralen, protonen of deutonen worden gebruikt. Bij gebruik van neutronen ontstaat bij een zeer groot aantal elementen een radioactieve straling van (neg) electronen (onderzoek van Fermi). Aldus is er een 20-tal nieuwe radioactieve isotopen gevonden; ook bij deze neemt de straling af volgens de bekende exponentieele wet.

Tot slot werd nog kort ingegaan op de relativistische theorie van het electron (Dirac), in welke theorie het positron voor den dag komt als het niet bezet zijn door een electron van een toestand met negatieve energie; dit „gat” of deze „opening” in de oneindigheid van negatieve energietoestanden openbaart zich dan als een positron (met positieve energie).

Nadat door spreker nog eenige vragen waren beantwoord, bracht de voorzitter aan den heer Berckmans den hartelijken dank der aanwezigen over voor de interessante uiteenzetting. Vervolgens droeg Ir. K. J. B. de Kleermaeker het voorzitterschap over aan Dr. A. A. M. Witte.

PERSONALIA, ENZ.

In de vergadering van heden van de Kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam spreekt Prof. Dr. Ernst Cohen over de metastabiliteit der stof en het vraagstuk der corrosie.

* * *

Aan Prof. Dr. H. R. Kruyt is de bate uit het Pieter Langerhuizen Lambertuszonfonds toegekend voor een onderzoek naar het vraagstuk der electriche dubbellaag van grensvlakken,

* * *

Prof. Dr. H. R. Kruyt, hoogleeraar aan de Rijks-universiteit te Utrecht, heeft de uitnodiging aangenomen om van October tot Maart als gashoogleeraar het Francqui-professoraat aan de universiteit te Gent te vervullen.

Het Francquifonds is door wijlen Koning Albert van België bijeengebracht tot steun van het wetenschappelijk onderzoek in België. Elke Belgische universiteit heeft in toerbeurt het recht een buitenlander uit te noodigen gedurende één cursus zijn wetenschappelijk werk aan die universiteit voort te zetten. Luik

was het eerst aan de beurt en gedurende den thans afgelopen cursus is Prof. Dr. P. Debije van Leipzig daar werkzaam geweest. Thans komt Gent aan de beurt en het heeft de vermelde uitnodiging tot Prof. Kruyt gericht. Evenals voor Prof. Debije geschied is, wordt thans voor en in overleg met Prof. Kruyt te Gent een laboratorium in gereedheid gebracht, waarin hij met zijn medewerkers onderzoekingen zal kunnen doen. (N. R. Ct.)

* * *

Bij Kon. besluit van 13 Mei is Dr. A. van Rossem, directeur van den Rijksvoorlichtingsdienst van de rubberhandel en rubbernijverheid te Delft, benoemd tot officier in de Orde van Oranje-Nassau.

* * *

De Koningin heeft de benoeming bekrachtigd van Dr. A. G. van Veen (Batavia) tot corresponderend lid der Kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

* * *

Aan de Technische Hoogeschool te Delft is bevorderd tot doctor in de technische wetenschap, op proefschrift „Cyclische aethers gevormd door condensatie van pyrocatechol met aldehyden en ketonen”, de heer G. Slooff, scheikundig ingenieur, geboren te Rotterdam.

* * *

Aan de Technische Hoogeschool te Delft is bevorderd tot doctor in de technische wetenschap, op proefschrift „Bijdrage tot de kennis van het cokesvormingsproces”, de heer H. Koopmans, scheikundig ingenieur, geboren te Sliedrecht.

* * *

Aan de Universiteit te Groningen is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde, op proefschrift „Eenvoudige disulfo-carbonzuren”, de heer N. Benninga, geboren te Eenrum.

* * *

Aan de Universiteit te Groningen is geslaagd voor het candidatesexamen wis- en natuurkunde F de heer J. J. de Vrieze.

* * *

Ir. J. J. Kranenburg, eerste scheikundige aan de Bandoengsche Kininefabriek, is benoemd tot beheerder van deze fabriek.

* * *

In de West-Indische Gids publiceert Jhr. Dr. V. H. van den Bergh een geïllustreerde beschrijving van het bedrijf der Curaçoesche Petroleumindustrie-Maatschappij.

* * *

In den loop van dit jaar zal bij de N.V. Erven P. Noordhoff's Uitgeverszaak te Groningen verschijnen: „Lehrbuch der Thermodynamik von einfachen und binären Systemen, mit vielen Anwendungen auf physikalisch-chemische Probleme” door Dr. J. J. van Laar.

* * *

Het 15de *Congrès de chimie industrielle* zal van 22 tot 28 September a.s. te Brussel plaats vinden. Nadere inlichtingen verstrekt het Secretariaat: 28, rue Saint-Dominique, Paris (7e).

* * *

Van bevoegde zijde ontving het Bestuur der Gemeente-Centrale een uitvoerige beschouwing over de in het Bezuinigings-Wetsontwerp voorgestelde opheffing van de Warenwet, waarin de volgende stellingen worden verdedigd:

1. De Warenwet heeft in het maatschappelijk verkeer een zeer groote *economische beteekenis* gekregen.
2. Bij intrekking der Wet zullen *ernstige evenwichtsverstoringen* op economisch gebied het gevolg zijn; (bijv. door invoer van tot dusverre geweerde ondeugdelijke buitenlandse producten);
3. Voor de *consumenten* zal het gevolg van opheffing van het toezicht zoowel *finantiël* als voor de gezondheid een nadeel zijn;
4. Opheffing van de Warenwet beteekent ook een ernstige aanslag op de *Volksgesondheid*, daar in den schakel van hygiënische voorzieningen ten behoeve van de bevolking de zorg voor deugdelijk voedsel niet kan worden gemist.
5. De kosten van het toezicht belopen slechts een gedeelte van de bedragen, waarmede — zonder doelmatige controle — de consumenten worden benadeeld.

In een adres, door het Bestuur van het College van Directeuren van Keuringsdiensten d.d. 14 Mei j.l. gericht aan de leden der Tweede Kamer wordt bovendien aan de hand van statistieken betoogd, dat de intrekking der Warenwet en de opheffing der Keuringsdiensten voor 1936 bijna geen en voor de volgende

jaren slechts een geringe besparing voor 's Rijks Schatkist zouden opleveren *)

* * *

De Nederl. Ver. van employés, werkzaam in chem. bedrijf en laboratorium „Chemilabor” houdt op Woensdag 29 Mei a.s. te 8¼ uur een vergadering in het Cornelius Broezehuis, Korte Leidsche Dwarstraat 18, Amsterdam. De heer Th. J. Linke (Vlaardingingen) spreekt over „Chemie en techniek van de zeepbereiding”.

TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN

(aanvragen te richten tot de redactie).

- J. H. Vermeulen, Vraagstukken der chemische analyse. W. L. & J. Brusse's Uitg. Mij. N.V., Amsterdam, 1935, 79 pp., f 2.75.
- J. Haedicke, Die irdischen Ursachen der Gezeiten und ihre Bedeutung für die Kontinent-Verschiebungs-Theorie. Verlag Otto Hillmann, Leipzig, 1935, 140 pp., RM. 4.80.
- Annual survey of American chemistry, vol. 9, 1934 (published for the National Research Council). Reinhold Publ. Corp., New-York, 1935, 396 pp., geb. \$ 4.50.
- N. A. Lange, Handbook of chemistry. Handbook Publishers, Sandusky, Ohio, U. S. A., 1934, 1557 pp., geb. \$ 6.—, to students and teachers \$ 3.—.
- Directory of paper makers, 1935, 59th annual publication. Marchant Singer & Co., 1935, 297 pp., 5/6.
- A. Deelen, Het glas; C. N. v. d. Velden, Het ijzer. Geïllustreerde beschrijvingen van de verschillende afdelingen van het museum van den arbeid te Amsterdam, N. V. Uitg.-Mij. „Kosmos”, Amsterdam, 1935, 27 pp. elk deeltje, f 0.25.
- W. Spoon, Bestrijding van de karwijmot door stuiven met Derris-poeder. Ber. v. d. Afd. Handelsmuseum v. d. Kon. Ver. Koloniaal Instituut, Amsterdam, 8 pp., f 0.40.
- Th. B. van Itallie, De chemische samenstelling van een aantal afzonderlijke grassoorten in verschillende groeistadia. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage, 1934, 54 pp., f 0.70.

CORRESPONDENTIE. ENZ.

M. te 's-G. Het adres der Société Chimique de Belgique is: Brussel, 163, rue des Carmélites.

* * *

Hun, die nog niet antwoord ontvingen op aan de Redactie gerichtte vragen, wordt verzocht deze nog eens te herhalen.

* * *

De Redactie kan slechts in beperkte mate kennis nemen van de advertenties, voorkomende in dagbladen en betrekking hebbende op *vacatures* op chemisch en verwant gebied. Zij zoekt daarom *dringend* om toezending van zoodanige advertenties. De moeite, verbonden aan uitknippen en verzenden is gering, het belang voor onze lezers zeer groot.

VRAAG EN AANBOD.

Correspondentie wordt over deze rubriek niet gevoerd: de Redactie zendt alleen brieven door, *waarvoor men porto insluit*.

Ter overneming gevraagd:

Electrisch pompje, capaciteit 200 L. water per uur. Boterrefractometer v. Zeiss, met toebehooren.

Ter overneming aangeboden:

- Ullmann, Enzyklopädie der techn. Chemie, 2. Aufl., 1928, geb. E. v. Meyer, Geschichte der Chemie, 1905, Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette und Wachsarten, 1897. M. Greshoff, Schetsen van nuttige Ind. planten, 1e serie, 1894. M. L. Q. v. Ledden Hulsebosch, Macro- und macrochemische Diagnostik der Menschl. Exkrementen, 1899. C. L. Berthollet, Essai de statique chimique, 2 dln., 1803. P. Nicolardot, Le vanadium.

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

*) Praktischer lijkt ons het aangeven van wegen, die zonder intrekking der Warenwet of door eenige wijziging van deze wet tot een behoorlijke bezuiniging van de rijksuitgaven zullen leiden.

Red.