

# CHEMISCH WEEKBLAD

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

*Hoofredacteur:* Dr. W. P. JORISSEN, Leiden, Zoeterwoudsche Singel 18, telefoon 648  
(part. adres: Hooge Rijndijk 15, telefoon 1449, postrekening 3569).

*Redactie-Commissie:* Th. H. Bernsen, Dr. G. C. A. van Dorp, Dr. A. W. K. de Jong, Dr. R. T. A. Mees  
en S. Schwarz.

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. — Aangeboden en gevraagde betrekkingen. — Contributie 1932. — Prof. Dr. D. H. Wester, Goethe's betrekkingen tot de scheikunde. — Ir. G. Elsen, Het Raman-effekt, I. — Dr. H. A. J. Pieters en H. S. Visser, De technische analyse van calciumcarbide (laboratoriummededeeling). — Dr. H. A. J. Pieters en J. Hovers, Nephelometrische sulfaatbepaling (laboratoriummededeeling). — Boekaankondigingen. — Chemische kringen. — Personalialia, enz. — Ter bespreking ontvangen boeken. — Nieuwe boeken — Correspondentie, enz. — Vraag en aanbod.

## MEDEDEELINGEN VAN HET ALGEMEEN BESTUUR DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

### Register Recueil.

In herinnering wordt gebracht, dat de prijs van het Algemeen Register Recueil over de deelen 1—38 na 1 April a.s. zal bedragen f 12.50 voor een ingenaaid, f 15.— voor een gebonden exemplaar.

Leden, die nog een exemplaar tegen den gereduceerden prijs van f 10.—, resp. f 12.50 willen ontvangen, gelieven zich zoo spoedig mogelijk bij den Secretaris aan te melden.

\* \*

#### Aangenomen als leden:

Drs. H. J. Groenewegen, ass. Org.-Chem. Lab. der Rijks-Universiteit te Utrecht, Bilthoven, Mozartlaan 23.  
Ir. P. M. van Doormaal, scheik. a/h Lab. v/h Staatsbedrijf der Artillerie-Inrichtingen, Amsterdam, Willemsparkweg 7.  
H. A. J. Jansen, apotheker, Venlo, Goltziussingel 23.  
Drs. F. M. Muller, Rotterdam, Voorschoterlaan 10.

#### Candidaat-leden:

Ir. T. P. W. Karreman, Delft, Delfgauwsweg 177;  
voorgesteld door Ir. P. S. Klunne te Rotterdam en Dr. Ir. J. Smittenberg te 's-Gravenhage.  
Mej. Dra. F. Westendorp Boerma, Groningen, Mr. B. van Royenlaan 10;  
voorgesteld door Prof. Dr. H. J. Backer en Drs. A. E. Beute, beiden te Groningen.

#### Candidaat-buitengewoon lid:

J. J. P. Boezeman, chem. cand., Utrecht, J. W. Frisostraat 2;  
voorgesteld door Dr. Th. Strengers en Dr. R. Kanters, beiden te Utrecht.

#### Adresveranderingen en verbeteringen:

H. H. Ph. Backer, cand. scheik. ing., Rotterdam, Snellinckstraat 54a.  
Ir. R. Levison, Arnhem, p. a. A. K. U.  
Ir. E. C. S. Kipperman, Amsterdam (Z.), Ruysdaelstraat 36 (tijdelijk).  
J. Philip Peper, Amsterdam (Z.), p. a. H. L. B. Boekman, Carillonstraat 22.

\* \*

Den leden wordt verzocht adresveranderingen alleen op te geven aan den Secretaris-Penningmeester (tijdelijke adresveranderingen alleen aan den Uitgever van het Chemisch Weekblad).

\* \*

## Aangeboden en gevraagde betrekkingen.

### Aangeboden betrekkingen:

Aan de 4e H.B.S. met 5-jar. cursus te Amsterdam wordt gevraagd een directeur, jaarwedde f 7000.— tot f 8000.—; verhoogingen van f 500 — om de 2 jaar. Sollicitaties op zegel met stukken in te zenden vóór 31 Maart a. s. ter Gemeentesecretarie, Afdeling Onderwijs. Bezoeken aan den Wethouder voor het Onderwijs niet dan na uitnodiging.

Aan de H.B.S. voor meisjes met 5- en 6-jarigen cursus te Leeuwarden wordt gevraagd een leerares (leeraar) in de natuurkunde, mechanica en enkele uren scheikunde. In functie treding 1 September e. k. Aantal lesuren per week ± 24. Jaarwedde volgens Rijksregeling 1e klasse. Inlichtingen verstrekt de directrice, Mej. M. A. de Bruyne. Inzending van stukken (sollicitatie op zegel) vóór 20 Maart a. s. ter Gemeente-Secretarie, afd. Onderwijs.

Burgemeester en Wethouders der gemeente Alkmaar roepen sollicitanten op naar de betrekking van scheikundige, tevens plaatsvervangend Directeur van den Keuringsdienst voor Waren in het Keuringsgebied Alkmaar op een jaarwedde van f 4800.— tot f 6240.— (6 tweejaarlijksche verhoogingen van f 240.—), 5% pensioensbijdrage. De benoeming geschiedt voorloopig voor den tijd van één jaar, tenzij redenen aanwezig geacht worden daarvan af te wijken; zij behoeft de goedkeuring van den Minister van Arbeid, Handel en Nijverheid.

Sollicitatiestukken (op zegel) in te zenden bij den Directeur van genoemden dienst vóór 24 Maart 1932. Geen bezoeken dan na schriftelijke uitnodiging.

Volontair gezocht, met eindexamen suikerschool bijv., voor eenvoudig analytisch werk, als hulp bij wetenschappelijk research-werk te Amsterdam. Kleine toelage staat ter beschikking.

### Gevraagde betrekkingen:

103. *Scheik. ing.*, 27 jaar oud, met Hollandsche en Indische praktijk, zoekt plaatsing.

104. *Scheik. ing.*, diploma Delft, met 4-jarige laboratoriums- en fabriekspraktijk in Nederland en Duitschland, zoekt betrekking.

107. *Dr. in de scheikunde*, 24 jaar, analytisch, organisch en kolloïdchemisch onderlegd, zoekt werkkring in binnen- of buitenland.

109. *Scheikundig ingenieur*, diploma Delft 1926, 30 jaar oud, 5 jaar suikerpraktijk op Java, wegens malaise ontslagen, zoekt betrekking.

110. *Dr. in de scheik.*, 28 jaar, organisch, fysisch-chemisch en analytisch onderlegd, speciale training in pH, 3 jaar Amerik. onderwijs- en research-ervaringen, zoekt werkkring in binnen- of buitenland.

111. Phil. doct., leider research laboratorium van gloei-lampenfabr., dir. wolframdraadfabr., veeljarige praktijk, wenscht van betrekking te veranderen.

Men wordt verzocht kennis te geven, indien opnemng niet meer noodig is.

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

54: 92 G

## GOETHE'S BETREKKINGEN TOT DE SCHEIKUNDE

(ter herdenking van zijn 100<sup>en</sup> sterfdag)

door

D. H. WESTER.

Wie zich verdiept in Goethe's leven en werken moet wel in sterke mate getroffen worden door het ongelooflijk vele en veelzijdige, dat één enkel mensch in de korte spanne tijds van zijn leven kan presteeren. Naast zijn groote poëtische scheppingen als Götz, Die Leiden des jungen Werther, Iphigenie, Egmont, Torquato Tasso, Wilhelm Meisters Lehr- und Wanderjahre, die Wahlverwandschaften, Hermann und Dorothea en last not least Faust I en II, bewonderen we hem om zijn vele honderdtallen kleinere gedichten en spreuken, waarvan talrijke als gezangen en spreekwoorden gemeengoed geworden zijn. Dit alles ware reeds voldoende om een menschenleven te vullen. Goethe echter kon meer: jaren achtereen bond hij opzettelijk zijn dichtader af, om zich geheel te geven aan het welzijn van het hertogdom Weimar. Als raadsman van den hertog, als minister (o.m. van financiën en van oorlog), als leider van alles wat kunst en wetenschap aanging, nam hij in bijna alles wat Weimar betrof aandeel, met eerbied-afdwingende ijver en plichtsbetrachting. Maar zelfs daarmee is zijn belangstellings-sfeer nog niet volledig geschetst: vooral nadat Goethe in 1778 uit Italië teruggekeerd was, heeft hij zich met vurigen ijver op *de natuurwetenschappen* geworpen. Wanneer wij lezen, wat de dichterstaatsman naast zijn ambtelijke bezigheden aldus, na zijn 40e jaar, op het gebied der mineralogie, geologie, physica, osteologie, physiologie enz. gepresteerd heeft, zijn we geneigd de handen vol verwondering en bewondering ineen te slaan. Nog thans zal iedere bezoeker van het Goethe-museum te Weimar door de aanschouwing van Goethe's instrumenten, verzamelingen, wetenschappelijke boekwerken enz., een imponeerenden indruk van de titanische werkkraft van dezen tijdgierigen mensch krijgen <sup>1)</sup>.

Nu over heel de beschaafde wereld, ter herdenking van zijn 100<sup>en</sup> sterfdag, gedurende 1932 in wetenschappelijke en populaire voordrachten, in tijdschriften en dagbladen, op het tooneel en per radio in den breede zal worden uitgemeten, welke geweldige beteekenis deze geestesheros voor onze geheele cultuur toekomt <sup>2)</sup>, moge in het „Chemisch Weekblad” een korte beschouwing gewijd worden aan de positie van Goethe tegenover de scheikunde de en de scheikundigen van zijn tijd.

Over Goethe en de natuurkunde, zijn mineralogische studies, enz. zijn vele boeken en artikelen geschreven; de literatuur over zijn betrekkingen tot de scheikunde is merkwaardigerwijs zeer beperkt. Toch is zijn liefde voor deze tak van wetenschap feitelijk ouder dan die voor bv. de natuur-

<sup>1)</sup> Zie o.m. Führer durch Goethes Sammlung optischer Apparate, zugleich als Einführung in die Farbenlehre, von Prof. Dr. H. Wohlbold, Weimar.

<sup>2)</sup> Zie o.m. ook D. H. Wester: Goethe de vrijmetselaar, 89 blz., Nijgh & van Ditmar, Rotterdam, 1932.

kunde. Scheikunde studeerde en beoefende hij reeds als student; zijn intensieve belangstelling voor physieke problemen is pas geboren gedurende zijn Italiaansche reis, toen hij dus ongeveer 38 jaar was.

Goethe zelf heeft eens van den mensch gezegd... „die Seite von welcher er in ein Fach hereingekommen, lässt ihm einen bleibenden Eindruck, eine gewisse Richtung seines Ganges für die Folge, welches natürlich und notwendig ist” <sup>3)</sup>. Hoe juist heeft de groote ziener hier geoordeeld, óók over zichzelf. Want Goethe's liefde voor de scheikunde ontwaakte pas goed, toen hij na zijn studie te Leipzig ziek was teruggekeerd in de ouderlijke woning en onder den invloed kwam van zijn vrijwillige verpleegster Frl. Suzanne von Klettenberg en zijn huisarts Dr. Metz. De eerste, familielid van den avonturierlijken alchemist Johann Hector von Klettenberg, was sterk alchemistisch geörienteerd en — evenals Goethe's moeder, Frau Rat — zeer vroom (in den goeden zin des woords). Ook Dr. Metz was door de alchemie geïnfecteerd, wat ons overigens nauwelijks behoeft te verwonderen, wanneer we bedenken, dat juist in Goethe's eerste levenshelft een ware lawne van alchemistische literatuur over de menscheid uitgestort werd. Tot juist begrip is echter noodig te bedenken, dat de alchemie dezer jaren vrij sterk in geestelijke richting verschoven was.

Bij de reeds genoemde invloeden van buiten kwam nog Goethe's geloof, dat hij zijn herstel bovenal te danken had aan „een langs alchemistischen weg bereid zout”. Dit geheimzinnige zout door den huisarts als een „Universal-Medizin” toegepast en met de fraaie benaming „Mittelsalz” en „Luftsalz” aangeduid, heeft veel van zijn aureool verloren sedert Klaproth vaststelde, dat het een mengsel van bitterzout en Glauberzout, dus van magnesium- en natriumsulfaat was. Een doodgewoon laxeer-middeltje dus, waardoor Dr. Metz overigens de plank niet ver mis sloeg, toen hij het „Universal Medizin” doopte. En ook is verklaarbaar, dat na gebruik bij Goethe „Erleichterung des Zustandes” intrad.

Uit het voorgaande is te begrijpen, dat iemand als Goethe, die zich interesseerde voor alles, waarmee het leven hem in aanraking bracht, die graag in de dingen zoo diep mogelijk doordrong, zich nadien op scheikunde is gaan toelagen. In den winter van 1768—'69, toen hij als patiënt thuis was, werd dan ook reeds druk „alchmeyt”, zooals hij het in „Dichtung und Wahrheit” uitdrukt. Daarbij wierp de juridische student zich met zoo-veel ijver en nauwgezetheid op deze hem nieuwe wetenschap, dat hij menig chemisch student tot voorbeeld zou kunnen strekken. Eerst werd Welling's „Opus mago-cabbalisticum” bestudeerd, toen volgden werken van Paracelsus, Basilius Valentinus, van Helmont en anderen.

Het is zeer karakteristiek voor Goethe's behoefte aan universalisme, die éénheid verlangde tusschen zijn eigen wezen, de natuur, de wetenschap, de kunst en God, dat hij in „Dichtung und Wahrheit, Buch VIII” over deze studie schrijft „Mir wollte besonders die „Aurea catena Homeri” gefallen, wodurch die Natur, wenn auch vielleicht auf phantastische Weise, in einer schönen Verknüpfung

<sup>3)</sup> Verschiedene Bekenntnisse, Weimarer Ausgabe, 2 Abt., 9 Bd., II Teil, S. 259.

dargestellt wird". Ziedaar wat Goethe „in dit vak" getrokken heeft: de hoop, mede langs dezen weg dieper door te kunnen dringen in 's levens raadselen en de eenheid van al het natuurgebeuren. Denk hierbij ook aan de studeerkamer-scène van Faust:

Drum hab' ich mich der Magie ergeben,  
Ob mir durch Geistes Kraft und Mund  
Nicht manch Geheimnis würde kund.

Weldra wordt door den 19-jarigen jongeling „im alten Giebelzimmer" een soort alchemistische werkplaats ingericht. Zooals Goethe verder schrijft „ein Windöfchen mit einem Sandbade war zubereitet; ich lernte sehr geschwind, mit einer brennenden Lunte die Glaskolben in Schalen zu verwandeln, in welchen die verschiedenen Mischungen abgeraucht werden sollten". Ondertusschen had hij ook Boerhaave's „Elementa chemiae" met enthousiasme bestudeerd en diens bestrijding van alchemie en iatrochemie, benevens eigen proeven leidden hem vanzelf uit de alchemie naar de experimenteele chemie. Trotsch bericht Goethe zelf over zijn vaardigheid in de bereiding van „Liquor Silicum", waterglas; „die schönen weissen Kiesel, welche sich im Main finden, gaben dazu ein vollkommenes Material". De handige experimentator en scherpe waarnemer maakt zichzelf chemische kennis eigen.

In 1770 wordt de universitaire studie in Straatsburg vervolgd. Dat de juridische studie zijn belangstelling voor de scheikunde niet heeft uitgedoofd, blijkt uit een schrijven van 26 Aug. 1770 aan Frl. von Klettenberg, waarin hij zegt: „und die Chymie ist noch immer meine heimlich Geliebte". Inderdaad volgt hij de chemische colleges van Spielmann, die in zijn eigen apotheek voordrachten hield, om gemakkelijker toelichtende experimenten te kunnen geven. Spielmann was een bekwaam, nuchter experimentator, bestrijder der alchemie. Dat Goethe, die immers langs de alchemie „in het vak" gekomen was, dit oorspronkelijk gezicht op de scheikunde nog niet vergeten kon, blijkt o.m. uit zijn mededeeling „Am meisten aber verbarg ich vor Herder meine mystisch-kabbalistische Chemie und was sich darauf bezog, ob ich mich gleich noch sehr gern heimlich beschäftigte, sie konsequenter auszubilden, als man sie mir überliefert hatte". (Uit Dichtung und Wahrheit, Buch X). Tevens leeren we hieruit zijn actieve belangstelling kennen, welke hij voor zijn dichterlijken vriend Herder, die hem voor de poëzie trachtte te winnen, verbergen wilde. Een reis door het Saargebied wekte allerlei belangstelling bij den weetgierigen Goethe: glasblazerijen, aluinfabrieken enz. werden bezichtigd. „Hier wurde... die Lust zu ökonomischen und technischen Betrachtungen, welche mich einen grossen Teil meines Lebens beschäftigt haben, zuerst erregt" (Buch X).

Daar hebben we de twee grondslagen van Goethe's verdere belangstelling voor de scheikunde: drang naar weten en de mogelijkheid der technische toepassingen. De alchemistische beschouwingswijze komt meer en meer op den achtergrond. Zóó is Goethe geörienteerd als hij in Weimar komt (herfst 1775). Zijn ambtelijke functies — o. m. als minister, met toezicht op het mijnwezen — drijven hem van zelf verder in de richting der techniek, zijn mineralogische e.a. liefhebberijstudie in die van het

chemisch weten <sup>4)</sup>. Wel lezen wij bijv. uit het dagboek, 10 Aug. 1776: „Meist zu Hause Chymie gelesen", waaruit zijn onverflauwde belangstelling blijkt, maar voor eigen experimenten heeft de met werkzaamheden overladen Goethe geen tijd.

Gelukkig voor hem waren er in Weimar chemisch geschoolde krachten, die hij om raad en hulp vragen kon: de oude Dr. Siewer, met wien hij o. m. de „chymischen Zeichen" bestudeerde (brief aan Frau von Stein, 26 Okt. 1784) en bovenal de zeer bewkame en — als Goethe — zeer veelzijdige apotheker Dr. med. W. H. S. Bucholtz <sup>5)</sup>. De laatste is 20 jaar lang Goethe's chemische en botanische raadsman geweest.

In de Universiteits-stad van het hertogdom Weimar, Jena, werd toen ter tijde de chemie niet als afzonderlijk vak gedoceerd. Daar zorgden — voor zoover noodig — medici voor. Het is de verdienste van Goethe, zijn vorst Karl August te hebben bewogen een buitengewoon hoogleraarschap in het leven te roepen voor „Scheidekunst, Arzneikunst und Gewerbekunst". Daar er geen geld voor was, moest Karl August deze leerstoel uit eigen zak bekostigen. Voor de plaats werd aangewezen J. F. A. Götting <sup>6)</sup>, provisor bij Goethe's vriend Bucholtz. Hij voldeed zóó voortreffelijk aan de opdrachten, die Goethe en de hertog hem verstrekten, dat zij besloten, hem een universitaire opleiding te laten geven (hij was geheel selfmade man) en daarna studiereizen door Engeland en Holland te laten maken (in ons land was hij in den herfst van 1781). Op Goethe's advies studeerde hij in Göttingen.

Terwijl Götting elders vertoefde, richtte Goethe, met een van groote belangstelling voor de chemie getuigenden ijver, alvast een kamer als laboratorium voor hem in, kocht chemische instrumenten, enz., zoodat Götting in 1789 bij zijn terugkomst direkt aan den arbeid kon gaan. Er werd een nieuwe leerstoel voor hem opgericht, welke hij tot zijn dood in 1809 bekleedde. Goethe bleek goed gezien te hebben, toen hij dezen jongen man aanbeval. Hij heeft in genoemde 20 jaren veel en verdienstelijk werk verricht, niet weinig geprikkeld door de problemen, die de veelzijdig-weetgierige Goethe hem ter oplossing gaf: onderzoek over leisteensoorten, over de Humboldtsche lamp, over het winnen van suiker uit planten <sup>7)</sup>, enz. enz.

Göttingen schreef o.m. tegen de phlogistontheorie een boekje „Praktische Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie" <sup>8)</sup>.

Tot opvolger werd weer een apotheker benoemd: Johann Wolfgang Döbereiner, op een inkomen van „350 Rthaler... nebst den Natural Deputaten à Zehn Scheffel Korn und Sechszehn Scheffel Gerste" <sup>9)</sup>.

<sup>4)</sup> „In der Mineralogie kann ich ohne Chymie nicht einen Schritt weiter, dass weiss ich lange..." (brief aan Frau von Stein, 16 Aug. 1786).

<sup>5)</sup> Zie J. Schiff, Hof- und Stadtapotheke in Weimar zur Goethe-zeit, Pharm. Ztg. 72, 551 (1927).

<sup>6)</sup> Levensbeschrijvingen, zie A. Schmitson, Kurze Darstellung Göttings Leben und seiner Verdienste, uit de „Necrolog", Jena 1811. Trommsdorff in de „Almanach" van 1820.

<sup>7)</sup> Zie ook E. O. von Lippmann: Goethe und die Zuckerfabrikation. Beitr. Geschichte Naturwissenschaften 1923, 275.

<sup>8)</sup> Jena, 1802.

<sup>9)</sup> Zie den brief van 14 Sept. 1810, geteekend Carl August, aanwezig in het Staatsarchief te Weimar.

Een zeer begaafd en bekwaam man, wien de moeilijke financieele omstandigheden niet konden bewegen Weimar te verlaten — ofschoon de universiteiten te Bonn, Dorpat, Halle, München en Würzburg wedijverden om hem te winnen — alleen uit dankbaarheid „für die Allerhöchsten Herrschaften und Goethe" <sup>10)</sup>. Ook bleef hij zoodanig idealist, dat zelfs het advies van den praktischen Goethe hem niet kon bewegen sommige belangrijke ontdekkingen zooveel mogelijk geheim te houden en „jeden neuen Fund zu secretiren" ten einde „ihn zu fremdem und eigenem Nutzen anzuwenden" <sup>11)</sup> (bijv. over staalsoorten).

Wanneer wij even nader ingaan op de hier juist uitgesproken dankbaarheid van Döbereiner aan Goethe en Karl August, krijgen we meteen een inzicht in Goethe's verdienste voor de ontwikkeling der chemische wetenschap in Jena. Men had Döbereiner uit diepen geldelijken en moreelen nood plotseling verheven tot hoogleeraar in Jena. Er was het een en ander voor hem ingericht. Hij mocht van een „collegezaal" in het slot het medegebruik hebben, maar moest dan vooral niet verzuimen, de zaal direkt na het gebruik goed te luchten „om de scheikunde bij de collega's niet al te zeer in discrediet te brengen".

Wel was Döbereiner uitermate bescheiden van aard, maar openhartig gaf hij te kennen, dat dit voor hem, die voor de scheikunde aangesteld was, lang niet toereikend was. Bovenal verlangde hij een inrichting, waar hij chemici voor de praktijk zou kunnen opleiden. De hertog bracht Döbereiner in Weimar met Goethe in contact en de eerste formuleerde voor den machtige van Weimar den 8en Nov. 1810 zijn wenschen. Goethe met zijn bekend scherp opmerkingsvermogen herkende na kort onderhoud in Döbereiner een kundig en werkrachtig man en dadelijk interesseerde hij zich voor de plannen. Nu liep alles — dank zij Goethe — vlot van stapel en 5 Dec. 1810 kon deze aan den nieuwen hoogleeraar schrijven „Alles zusammen wird gewiss ein hübsches Ganze machen, enz." en dankbaar antwoordde Döbereiner 7 Dec. 1810 „Der Lehrstuhl der Chemie der hiesigen Universität ist nun mit allem ausgestattet, was nur zu wünschen und zu glänzenden Versuchen erforderlich ist. . . . Ich werde Gelegenheit haben, der Welt zu sagen, was Hochdieselben für mich und die chemische Wissenschaft thaten. . . ." <sup>12)</sup> Eenige keeren ook heeft Goethe er toe bijgedragen den scheikundige, zoowel als het scheikundig laboratorium te Jena op den been te houden, door op momenten, dat geldnood dreigde hun alle levenssappen te onthouden, er zelf met de bedelnap op uit te gaan. Mede uit particuliere bronnen werd een inrichting met hulpmiddelen verkregen, waarvan de leider 24 Dec 1828 aan Goethe kon berichten: „Das chemische Laboratorium ist nun neu und zweckwässig eingerichtet und mit den meisten Bedürfnissen des experimentierenden und dozierenden Chemikers ausgestattet" <sup>13)</sup>. Döbe-

reiner had dus wel reden Goethe dankbaar te zijn. Laten wij nooit vergeten, dat het Goethe is geweest, door wiens nuchteren, praktischen blik, door wiens liefde voor de scheikunde, door wiens invloed en taai doorzettingsvermogen een der eerste belangrijke, goed ingerichte Duitsche onderzoekings- en onderwijslaboratoria tot stand is gekomen, daarmee de belofte inlossend „der Chemie eine Gute Stätte in Jena zu verschaffen" <sup>14)</sup>. Ik heb op een en ander zoo nadrukkelijk gewezen om te doen uitkomen, hoezeer de groote Liebig (die in Frankrijk gestudeerd had!) zijn landgenooten te kort deed en zelf blijk gaf niet op de hoogte te zijn, toen hij, in veel latere jaren, schreef: Chemische Laboratorien, in welchen Unterricht in der Analyse erteilt wurde, bestanden damals (in Deutschland) nirgendwo; . . . Niemand verstand die Analyse zu lehren" <sup>15)</sup>. Reeds in 1811, toen Liebig nog slechts 8 jaar oud was, bezat de Unjversiteit te Jena haar chemisch onderwijslaboratorium met een analyticus van erkende bekwaamheid aan het hoofd.

„Wenn wir uns ins Wissen; in die Wissenschaft begeben, geschieht es doch nur, um desto ausgerüsteter ins Leben zurückzukehren", schreef Goethe in 1806. Het leven, de problemen der praktijk, de wetenschap, de godsdienst, het vormt alles één onverbreekelijk, harmonieus geheel. Men realiseere zich eens goed, dat het reeds meer dan een eeuw geleden is, dat de ziener Goethe verkondigde . . . „von der Chemie ist zu sagen", dat zij . . . „von der ausgebreitetsten Anwendung und von dem grenzlosesten Einfluss aufs Leben sich erweist".

In dezen geest was ook de vruchtbare samenwerking tusschen Döbereiner en Goethe, somst tot een trio verenigd met Karl August. Allerlei problemen werden ter hand genomen, die ten deele ook thans nog aan de orde, of van belang zijn. Beide waren hun tijd vooruit. Zie hier enkele der onderwerpen:

1. Fabricage van suiker uit zetmeel. „Das Stärkezucker-Evangelium habe ich mit Kraft gepredigt und schon sind die Töpfer beschäftigt grosse glasierte Häfen zu drähen. . . ." schrijft Goethe aan Karl August <sup>16)</sup>. Döbereiner probeerde ook met platinaoxydule de omgekeerde reactie: suiker = alcohol + CO<sub>2</sub> te bewerkstelligen. Moderne denkbeelden! Organische synthese en omkeerbare reactie!

2. Döbereiner constateert, dat het zwavel en zwavelwaterstof der „zwavelbronnen" te Berka ontstaan uit gips, door een reduceerende werking van het slijk. Goethe, die zich voor de geneeskrachtige bron interesseert en er ook een „bron van inkomsten" voor de bevolking in ziet, wil het gehalte der werkzame bestanddeelen graag kunstmatig opvoeren. En deze leek vraagt „sollte es nicht rätlich sein, denselben (hij bedoelt gips) gemahlen auf die Oberfläche der Wiesen unter dem Vorwande, als wenn man die Erzeugung des Klees befördern wollte, auszustreuen; Gipswasser würde alsdann erzeugt, das sich, nach Ihren schönen Erfahrungen, vielleicht zersetzt und den Schwefelgehalt des Schichtwassers vermehrte" <sup>17)</sup>.

<sup>10)</sup> Brief van Döbereiner aan Goethe, 6 Febr. 1829.

<sup>11)</sup> Zie Julius Schiff, Der Chemiker I. W. Döbereiner und seine Beziehungen zu Goethe, Breslau 1911.

<sup>12)</sup> Deze brief is eerst in 1926 gepubliceerd door Prof. A. Gutbier in een interessant werkje over „Goethe, Grossherzog Carl August und die Chemie in Jena", Jena 1926, blz. 17.

<sup>13)</sup> Reeds van te voren — 2 Oct. 1828 — had Döbereiner aan Goethe geschreven, dat hij verrukt was over de belangstelling: 20 deelnemers voor de „chemischen Analysier-Uebungen".

<sup>14)</sup> Brief aan Döbereiner, 4 Maart 1816.

<sup>15)</sup> Zie Liebig's Autobiographische Aufzeichnungen, von A. W. von Hofmann, Ber. 1890, 822, geciteerd naar Gutbier.

<sup>16)</sup> Brief van 23 Mei 1812.

<sup>17)</sup> Brief van 2 Juli 1814.

3. In 1815 en 1816 worden proeven genomen ter bereiding van „Mangan- und Siliciumeisen”, waarbij Goethe aandringt op geheimhouding der proeven, daar wellicht de resultaten groote praktische beteekenis hebben. Pas in onzen tijd zijn ferromangaan en ferrosilicium belangrijke verbindingen geworden.

4. In 1816/17 deden studies over gasvoorziening Döbereiner het „Feuergas” ontdekken, het inwerkingsproduct van waterdamp op gloeiende kolen, dat wij thans als watergas kennen en dat in de tegenwoordige chemische techniek zoo groote rol speelt.

5. De bereiding van allerlei optische glassoorten (voor Goethe's optische studies) is nu een belangrijke techniek.

Hiermee mag volstaan worden, wat Goethe's belangstelling voor de toepassingen der chemie betreft. Dat hij daarbij niet werkeloos, belangstellend toeschouwer was, kan reeds blijken uit de zaakkundigheid, waarmee de dichter-staatsman zich daarin mengde. Wel experimenteerde en produceerde hij niet zelf op chemisch gebied, — in tegenstelling met wat hij op het terrein der andere natuurwetenschappen (physica, botanie, osteologie enz.) presteerde —, maar wel zorgde de grijze dichter nog door onverflauwde studie „ter zake kundig” te blijven. Het best blijkt dat wellicht uit de chemische literatuurbronnen, welke hij bezat. Een zeer uitgebreide collectie, w.o. eene vertaling van Hagen's „Grundriss” (1790), Jos. Black's „Vorlesungen” Bd 1—4 (1804), de werken van Götting, Scherer, Döbereiner, Wackenroder, van Berthollet (1791), Hochheimer (1792), Runge (1828), Suckow (1789), Meidinger (1793), Fourcroy (1796), Wöhler (Cyansäure) enz. enz. In 't kort een hoeveelheid chemische litteratuur, zooals men bij de meeste tegenwoordige academisch-gevormde apothekers en chemici niet aantreft. Behalve over boeken beschikte Goethe echter ook nog over een aantal tijdschriften en jaarboeken, als het „Allg. Journal der Chemie, Buchner's „Repertorium der chem. Litt.” en het „Pharmaceutisches Centralblatt” (waaruit later het Chem. Zentralbl. is gegroeid).

Hoezeer het hem ernst was met zijn dorst naar chemische kennis moge tenslotte ook hieruit blijken, dat hij nog op ongeveer 67-jarigen leeftijd zich door Döbereiner uitvoerig liet onderrichten over „Stöchiometrie”, omdat deze toenmaals door de klassieke onderzoekingen van Berzelius actueele beteekenis kreeg.

Geen wonder, dat door een en ander tusschen Goethe en Döbereiner een warme vriendschap ontstond, waaraan ook Karl August min of meer deelnam, een verhouding, die zelfs geen oogenblik geschokt werd, toen de hartstochtelijke mineralenverzamelaar Goethe op zekeren dag uit het laboratorium van Döbereiner een bizonder mooi stuk platina-erts meenam, waarop deze zich bij den hertog beklaagde en Karl August met Salomonische wijsheid, — maar in niet bepaald „hoffähige” bewoordingen — besliste: „Ach, lasst den alten Esel gehen! Ich werde den Zaren um ein neues Stück Platin bitten”<sup>18)</sup>.

Reeds eerder hebben we Goethe een ziener genoemd, bedoelende, dat zijn intuïtieve geest toekomstbeelden

zag — werkelijk „zag” — die ons gewone menschen ontgaan. Niet alleen voorzag hij reeds een 5-tal jaren tevoren de Fransche revolutie, voorzag hij Oostenrijks overheersching in den Deutschen Statendbond, maar ook op natuurwetenschappelijk gebied in het algemeen<sup>19)</sup> en op dat der chemie in het bijzonder had hij een vooruitzienden blik. Daardoor staan sommige zijner opvattingen nog midden in onzen tijd.

Wij zagen reeds, dat hij als een der eerste in Deutschland de groote beteekenis van goed analytisch-chemisch onderricht inzag en het daarom krachtadig bevorderde, Maar daarnaast voorvoelde hij blijkbaar reeds de geweldige beteekenis der chemische synthese<sup>20)</sup>, welke wel haar einddoel moet zien in wat Goethe in 1810 schreef „... So beruht die neuere Chemie hauptsächlich darauf, das zu trennen, was die Natur vereinigt hatte, — wir haben die Synthese der Natur auf... Was ist eine höhere Synthese, als ein lebendiges Wesen”<sup>20)</sup>. Is dat niet ook nu nog einddoel van vele moderne chemici?

Reeds meer dan een eeuw geleden (1814-15) zag de dichter Goethe de groote waarde in van populair-wetenschappelijke, door experimenten toegelichte, voordrachten en spoorde zijn geboortestad Frankfort aan deze te organiseren. Wie denkt daarbij niet aan onze populaire Natuurkundige Genootschappen aan onze Volks-Universiteiten, enz.<sup>21)</sup> Goethe zelf dacht daarbij i. h. b. aan de scheikunde: „Gewiss sieht durch eine chemische regelmässige Vorlesung mancher gebildete Einwohner einer seiner schönsten Wünsche erfüllt... en hij is van oordeel, dat „vielleicht in keinem Fache mehr als im chemischen wissenschaftlichen Uebersicht das Ideelle in der Wirklichkeit darzustellen vermag”<sup>22)</sup>.

Nog een geheel ander voorbeeld moge ons aantoonen, hoe Goethe voorvoeld heeft, welke richting de chemische wetenschap uit zou gaan, n.l. „dass Mathematiker und Chemiker sich in die Physik teilen sollten, wodurch es zwei vollkommene, jede im eigenen Sinn und nach eigenen Grundsätzen zu behandelnde und zu überliefernde Wissenschaften würden”<sup>23)</sup>. Een eeuw is verlopen. Thans (1930) is het eerste „Lehrbuch der chemischen Physik” verschenen<sup>24)</sup>.

Tenslotte moge nog gewezen worden op de groote beteekenis van de electriciteit voor de chemie, door Goethe reeds voorspeld, en zooals die zich feitelijk pas in veel latere jaren geopenbaard heeft.

We hebben tot nu toe uitsluitend gesproken over Goethe als nuchtere en zakelijke natuurbeschouwer, i. h. b. wat zijne betrekkingen tot de scheikunde betreft. Wij meenen voldoende te hebben toegelicht, dat hij de warme belangstelling en waardeering van chemie en chemici verdient, ook al heeft hij zelf op

<sup>18)</sup> Zie verschillende der literatuurbronnen, aan het slot van dit artikel vermeld.

<sup>19)</sup> Zie o. m. zijn „Materialien zur Farbenlehre”, 1810.

<sup>20)</sup> Zeer waarschijnlijk houdt de oprichting van de Senkenberg'sche Naturforschende Gesellschaft (1817) en van de bekende „Physikalischer Verein” (1824) te Frankfort wel eenig verband met deze aansporing van Goethe.

<sup>21)</sup> Zie B. Lepsius, Hundert Jahre Physikalischer Verein, Frankfurt a. M., 1924.

<sup>22)</sup> Zie Döbbling, „Chemie in Jena zur Goethe-Zeit, Jena, 1928, blz. 70.

<sup>23)</sup> Zie de interessante voordracht van Prof. P. Walden, Goethe und die Chemie. Z. anorg. allgem. Chemie 43, 866 (1930).

<sup>18)</sup> Lewes, Goethe's Leben und Werke (Duitsche vertaling).

experimenteel gebied niets gepresteerd. Maar op ander gebied heeft hij des te meer volbracht: als dichter. En in zijn onsterfelijke gedichten heeft hij met zoo groote deskundigheid, gepaard aan kunstenaarstalent, natuurwetenschappelijke (en daaronder chemische) beginselen, stroomingen en natuurwetenschappelijke coryphaëen vereeuwigd, dat Goethe reeds alleen daarom ook in de chemische wetenschap met eere genoemd mag worden<sup>25)</sup>.

Goethe's natuurbeschouwing was „einheitlich”, hij bracht alles terug tot een oertoestand of een „Urphänomen”. Zijn theorie (hem zelf was het „Schauen”!) van de „Urpflanze” is bekend. „Urtier” en „Urgestein” waren hem even gemeenzaam. Waaruit ontstaan deze? Grens van ons kennen en kunnen. Ondoorgrondelijkheid, Goddelijkheid: „Das Höchste, wozu der Mensch gelangen kann, ist das Erstaunen, und wenn ihn das Urphänomen in Erstaunen setzt, so sei er zufrieden”<sup>26)</sup>. Uit de oervormen ontstaat volgens Goethe al het andere door metamorfose: „Gestaltung, Umgestaltung”. Had Goethe zich meer actief met scheikunde bezig gehouden, zeker zou hij ook hier de theorie der „oermaterie” verkondigd hebben.

Het zijn vooral andere takken van natuurwetenschappen, die neerslag in zijn dichtwerken vonden. Toch vinden we ook van zijn chemische belangstelling nog vrij talrijke bewijzen. Bij zijn „Wahlverwandschaften” heeft hem als thema de verbindingsneiging in de scheikunde voor oogen gezweefd. Als vb. der meesterlijke wijze, waarop hij chemische onderwerpen in poëtische kleedij wist te steken zij o.m. verwezen naar de Laboratorium-scène van Faust II en zij uit Faust I aangehaald, wat Faust aan Wagner vertelt:

Mein Vater war ein dunkler Ehrenmann,  
Der über die Natur und ihre heil'gen Kreise  
In Redlichkeit, jedoch auf seine Weise,  
Mit grillenhafter Mühe sann.  
Der, in Gesellschaft von Adepten,  
Sich in die schwarze Küche schloss  
Und nach unendlichen Resepten,  
Das Widrige zusammengoss,  
Da ward ein roter Leu, ein kühner Freier,  
Im lauen Bad der Lilie vermählt,  
Und beide dann mit offenen Flammenfeuer  
Aus einem Brautgemach ins andere gequält.  
Erschien darauf mit bunten Farben  
Die junge Königin im Glas,  
Hier war die Arzenei, die Patienten starben,  
Und niemand fragte: wer genas? (1049)

Met „dunkler Ehrenmann” is bedoeld een eerlijk, onberoemd man. De rest slaat volgens de meeste Faust-commentaren<sup>27)</sup> op de vrij algemeen verbreide alchemistische opvattingen, dat „de steen der wijzen” bereid zou kunnen worden door innige inwerking van manlijk op vrouwelijk metallisch zaad. Dit zou dan hier plaats hebben gehad in „die schwarze Küche” (het alchemistisch laboratorium). Wanneer we bedenken, dat Goethe Paracelsus bestudeerd heeft, die het uit goud gewonnen mannelijk zaad

<sup>25)</sup> „Es scheint uns nun weiterhin eine Pflicht der Chemiehistoriker überhaupt zu sein, in der Geschichte der Chemie auch Goethe's Namen und Wirken zu verankern” zegt P. Walden, l. c. 792.

<sup>26)</sup> Goethe 18, II, 1829.

<sup>27)</sup> Bv. de veel gebruikte van G. Witkowski, zie blz. 215 (1910).

als „roter Leu” en een produkt uit zilver gewonnen als „die Lilie” betitelt, lijken dezen verklaringen niet onaannemelijk. Maar bij nadere beschouwing komen allerlei moeilijkheden voor den dag, o.m. deze waarom hij hier van „Arzenei” spreekt (1048) en deze zelfs eenige regels later (1053) „Gift” noemt.

Om deze — niet uitgesponnen — redenen bevredigt mij meer de verklaring, die niemand minder dan Emil Fischer aan den schrijver van een der beste en uitvoerigste Faust-commentaren<sup>28)</sup> heeft gegeven (trouwens volgens Fischer reeds „ziemlich alt”, maar van hem onbekende herkomst). „Die Stelle enthält eine höhnische Anspielung auf die Iatrochemie. Die chemische Operation, um die es sich handelt, ist die Darstellung des Quecksilberchlorids (Sublimat). „Roter Leu” bedeutet rotes Quecksilberoxyd, „die Lilie” ist „Salmiak” zegt E. Fischer. Deze „vermählen” zich tot sublimaat, welke „aus einem Brautgemach (retort) ins andere (den ontvanger) gequält” (gesublimeerd door verhitting) wordt. De fijne gesublimeerde kristalletjes doen den glaswand iriseren. („Die junge Königin mit bunten Farben”). Sublimaat werd ook toen reeds als genees- en desinfectiemiddel gebruikt en is een bekend vergift. „Goethe's Verse über die Darstellung des Sublimats sind eine meisterliche Nachahmung der dunklen und blumenreichen Sprache der Alchymie”, zoo besluit Emil Fischer zijne uitvoerige toelichting.

In het voorgaande zijn slechts enkele punten naar voren gebracht om Goethe's belangstelling voor scheikunde en scheikundigen aan te duiden. Kortheidshalve is bijv. over zijn uitvoerige briefwisseling, waaruit zijn scherp inzicht en oordeel, ook op chemisch gebied, blijkt, zoo goed als niets gezegd. Daarvoor worde naar de literatuurbronnen verwezen. Ik vertrouw echter, ook met dit schematisch overzicht, den oningewijden duidelijk gemaakt te hebben, dat de naam van een van 's werelds groote dichters, dat de naam Goethe ook in de *historie der chemie* een eereplaatsje toekomt.

#### Enkele literatuurbronnen:

- In de eerste plaats Goethe's complete werken en verder in het bijzonder Goethes Naturwissenschaftliche Schriften, herausgegeben von R. Steiner, 4 Bde. R. Magnus, Goethe als Naturforscher, Leipzig, 1906, 336 blz. Vermeldt zéér weinig over chemie. M. Geitel, Entlegene Spuren Goethes, 215 blz. Interessant boekje. A. Gutbier, Goethe, Grossherzog Carl August und die Chemie in Jena; Jena, 1926, 66 blz. (bevat o.m. een foto van Döbereiner's laboratorium). Döbling, Chemie in Jena zur Goethe Zeit. P. Walden, Goethe und die Chemie; Z. anorg. allgem. Chem. 43, 866 (1930). J. Schiff, Briefwechsel zwischen Goethe und Döbereiner, Weimar, 1914. W. Jablonski, Vom Sinn der Goethe'schen Naturforschung; Berlin, 1927, 63 blz. W. Hertz, Goethe's Naturphilosophie im Faust; Berlin, 1913, 162 blz. 's Gravenhage, Februari 1932.

<sup>28)</sup> Kusicn Foher, Goethe's Faust; zie Bd. III, noot op blz. 39.

535.375.5

HET RAMAN-EFFEKT I

door  
G. ELSSEN.

§ 1. *Inleiding.* Het Raman-effekt is door zijn steeds belangrijker wordende gevolgtrekkingen voor de structuur der molekulen in de laatste jaren zoo op den voorgrond getreden, dat een behandeling van de theoretische en praktische resultaten in dit blad alleszins op zijn plaats is.

Het was in het jaar 1923, dat door A. Smekal<sup>1)</sup> theoretisch werd afgeleid, dat bij licht-absorptie en -emissie een nieuwe, van het invallende licht afwijkende frequentie  $\nu_s$  in het door de atomen gemitteerde licht kon optreden volgens de energieformule:

$$h\nu_0 + E_k = E_n + h\nu_s \dots (1)$$

Hierin beteekent  $\nu_0$  de frequentie van de primaire opvallende, door het atoom geabsorbeerde straling,  $\nu_s$  de frequentie van de verstrooide straling,  $E_k$  de energietrap van het atoom vóór het verstrooiingsproces in zijn grondtoestand  $k$  en  $E_n$  de trap, waarbij het atoom in den „aangeslagen” toestand  $n$  is. In plaats dat de opvallende lichtquant  $h\nu_0$  dus onveranderd het getroffen atoom verlaat, kan een deel van de toegevoerde stralingsenergie door het absorberende atoom gebruikt worden om zich zelf in een nieuwen aangeslagen stationairen toestand te brengen, waarbij voor de uitstraling de energiehoeveelheid overblijft:

$$h\nu_0 - (E_k - E_n) = h\nu_s = h(\nu_0 - \nu_{kn}) \dots (2)$$

De straling wordt dus thans door het atoom gemitteerd met een veranderde kleur van de frequentie  $\nu_s$ , welke bestaat uit het verschil van de toegevoerde frequentie  $\nu_0$  en de door het atoom verbruikte frequentie  $\nu_{kn}$ . Naast de gewone gedispergeerde straling treedt dus door het medetrillen van het atoom een verstrooiing op met veranderde frequentie.

Deze „Smekal-sprong” kan echter ook op een tweede wijze plaats hebben, doordat het atoom door den invallenden quant van den energietoestand  $k$  naar een lager niveau  $n$  gebracht kan worden, waarbij dus  $E_k < E_n$  is. Bij de emissie wordt in dit geval de stralingsenergie vermeerderd met het bedrag  $E_n - E_k$ :

$$h\nu_0 + (E_n - E_k) = h\nu_s = h(\nu_0 + \nu_{nk}) \dots (3)$$

waarin dus hier de nieuwe frequentie  $\nu_s = \nu_0 + \nu_{nk}$  is geworden, in tegenstelling met 1°,  $\nu_s = \nu_0 - \nu_{kn}$ .

Vóór Smekal werd slechts aangenomen, dat het atoom niet in een anderen stationairen toestand overging, maar in het algemeen een snelheidsverandering ondervond. In een willekeurig gekozen coördinatensysteem worden dan de frequenties  $\nu_0$  en  $\nu_s$  in het algemeen verschillend en dit geldt vooral, wanneer dit systeem uitgaat van een atoom, dat in den aanvang in rust is en dan een temperatuursverandering ondergaat. Zoodanige frequentieveranderingen komen voor bij het z.g. Compton-effekt, waarbij Röntgenstralen over kleine bedragen verschoven kunnen worden.

De onderstelling van Smekal is door H. A. Kra-

mers en W. Heisenberg<sup>2)</sup> voor het eerst in 1925 met behulp der nieuwe quantenmechanika afgeleid. In plaats van de gangbare hypothese van het elektrische moment  $P(t)$  van een trillenden dipool als cosinus-functie:

$\cos 2\pi\nu t = \frac{1}{2}(e^{2\pi i\nu t} + e^{-2\pi i\nu t})$ , dus (R beteekent reële deel):  $P(t) = R(P \cdot e^{2\pi i\nu t})$   
werd door hen een reeks termen aangenomen:

$$P(t) = R \left\{ P \cdot e^{2\pi i\nu_0 t} + \sum_k p_k e^{2\pi i(\nu_0 + \nu_k)t} + \sum_l p_l e^{2\pi i(\nu_0 - \nu_l)t} \right\} \dots (4)$$

Hierin is  $P$  in het algemeen een komplexe vektor, ( $i = \sqrt{-1}$ ) die bij een gegeven stationairen toestand van  $\nu$  en den elektrischen vektor  $\epsilon$  afhangt. De per tijdseenheid verstrooide energie:

$$S = \frac{(2\pi\nu)^4}{3c^3} (P \cdot P)$$

verandert dan dienovereenkomstig.

Bij onze twee genoemde toestanden  $k$  en  $n$  luidt de formule:

$$P(t) = R \left\{ P \cdot e^{2\pi i\nu_0 t} + \sum_k P_k \cdot e^{2\pi i(\nu_0 - \nu_{kn})t} + \sum_n P_n \cdot e^{2\pi i(\nu_0 + \nu_{nk})t} \right\}$$

waarbij  $\sum_k$  over alle atomen in den toestand  $k$  en  $\sum_n$  over de atomen in den toestand  $n$  moeten worden genomen. (Zie fig. 1.)

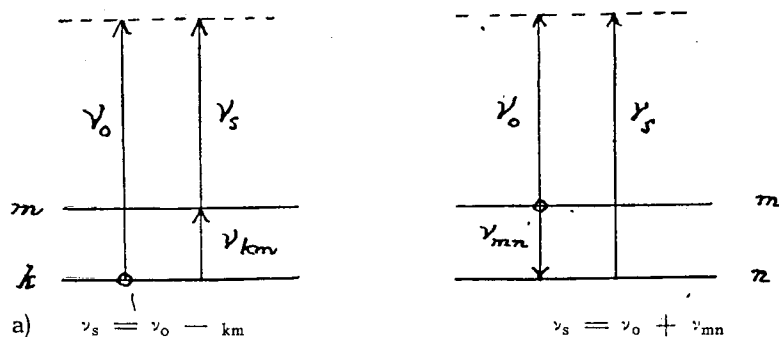


Fig. 1.

Voor  $k = n$  komt weer de klassieke formule terug, geldend voor coherente verstrooide straling  $\nu_0$ . Het resultaat van onze hypothese is, dat met behulp van deze verstrooiingsprocessen de frequentie  $\nu_0$  veranderd kan worden in  $\nu_s = \nu_0 - \nu_{kn}$  en  $\nu_s = \nu_0 + \nu_{kn}$  en dus, daar we atoomsystemen bezitten met frequenties vanaf ultrarood tot de korte Röntgenstralen, theoretisch alle golflengten reproduceerbaar zijn. Omdat deze stralingen incoherent zijn, leveren zij in het algemeen geen interferentieverschijnselen.

In ons eerste geval, waarbij energietoevoer aan het atoomsysteem plaats heeft en  $\nu_0 > \nu_{kn}$  moet zijn, noemt men de frequentie  $\nu_s$  in analogie met de fluorescentie — Raman zelf dacht eerst met een fluorescentie-verschijnsel te maken te hebben — Stokes-verstrooiingsfrequentie van  $\nu_0$ , in het tweede geval de anti-Stokes-verstrooiingsfrequentie. Opge-merkt moet worden, dat deze genoemde energie-toestanden  $k$  en  $n$  niet als normale quanten toestanden

<sup>1)</sup> A. Smekal, Naturwissenschaften 11, 873 (1923).

<sup>2)</sup> H. A. Kramers en W. Heisenberg, Z. Physik 31, 681—708 (1925).

moeten worden beschouwd, in dit geval zou de z.g. „overgangswaarschijnlijkheid” voor den direkten quantensprong  $k \rightarrow n$ :

$$W_{kn} h\nu_{kn} \sim \frac{(2\pi\nu_{kn})^4}{3c^3} \sum_{kn} |q_{nk}|^2$$

welke in ons geval van den oscilleerenden rotator \*) luidt:

$$W_{kn} = \frac{64\pi^4 e^2}{3c^3 h} \nu_{kn}^3 (|x_{nk}|^2 + |y_{nk}|^2 + |z_{nk}|^2) \quad (5)$$

van invloed zijn op de veelvuldigheid van het voorkomen van het verstrooiingsverschijnsel, en dit is niet waar gebleken. Het Raman-effect wordt integendeel bepaald door paren van quantenovergangen:

$E_k \rightarrow E_m$  en  $E_n \rightarrow E_m$ , dus door  $q_{km}$  en  $q_{nm}$ , waarbij deze „verboden” quantensprongen door het stralingsproces geactiveerd worden.

Deze aktiveeringen kunnen dus, behalve door stootverschijnselen, ook te voorschijn geroepen worden door lichtquanten <sup>3)</sup>.

Eenvoudigheidshalve hebben we echter toch voor deze toestanden dezelfde notatie  $k$  en  $n$  gebruikt, hoewel dit formeel onjuist is.

## § 2. De ontdekking van het Raman-effect.

C. V. Raman, aan wien in 1930 de Nobel-prijs is toegekend, heeft het eerst in zijn laboratorium te Calcutta deze straling bij vloeibaar benzol door middel van kwiklijnen vastgesteld <sup>4)</sup>. Hij maakte sinds jaren studies over lichtverstrooiing en had reeds de veranderde kleur van den doorgesane lichtbundel geconstateerd; hij vermoedde evenwel, dat dit verschijnsel, hetwelk veel op het Tyndall-effekt geleek, tot het gebied der fluorescentie behoorde. Zooals vaker geschiedt, werd onafhankelijk van zijn onderzoekingen door Landsberg en Mandelstam <sup>5)</sup> in Moskou deze verstrooiing bij kristallen vastgesteld in verband met het ultrarode spectrum.

Bij zijn proeven gebruikte Raman later in plaats van zonnelicht de spektraal-lijnen van kwik tusschen 3500 en 4400 Å, waarvan het doorgelaten licht met behulp van een kwartsspektrograaf werd gefotografeerd. Naast het zeer sterke normale spectrum traden

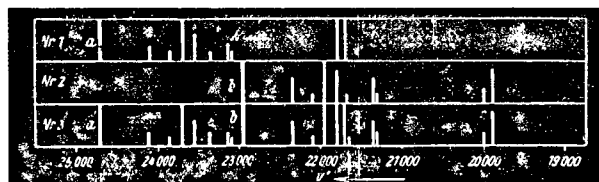


Fig. 2.

nu zwak andere lijnen op, welke met konstante bedragen verschoven waren (zie fig. 2). Zijn gevolgtrekkingen waren als volgt:

\*)  $x$ ,  $y$  en  $z$  zijn de componenten van de lengte  $q$  van den rotator,  $e$  zijn lading; het elektrisch moment is dan  $ex$ ,  $ey$  enz.

<sup>3)</sup> A. Smekal, Ann. Physik (4) 87, 959 (1928); Naturwissenschaften 16, 612 (1928); H. C. Majumder en D. S. Kothari, Nature 125, 165 (1930). Zie voor overgangswaarschijnlijkheden ook: L. S. Ornstein en J. Rekveld, Z. Physik 68, 257 (1931).

Vgl. verder: Sir C. V. Raman, Atoms and Molecules at Fitz-Gerald's Oscillators, Nature 128, 795 (1931).

<sup>4)</sup> C. V. Raman, Ind. J. Physics 2, 387; met K. S. Krishnan, l.c. 399 (1928); Nature 121, 501 (1928); Proc. Roy. Soc. London A 122, 23 (1929).

<sup>5)</sup> C. Landsberg en L. Mandelstam, Naturwissenschaften 16, 557 (1928).

1e. De frequentieverschillen  $\Delta\nu = \nu_{kn}$  zijn onafhankelijk van de frequentie van het invallende licht;

2e. de genoemde verschillen komen gedeeltelijk overeen met de frequentie van een ultrarooden absorptieband.

Met behulp van zijn medewerker Krishnan werden bij benzol door hem ook anti-Stokes-lijnen waargenomen, waarbij dus de primaire straling in de richting van hogere frequenties verstrooid werd. De metingen bij toluol en benzol zijn later zorgvuldig door Söderqvist <sup>6)</sup> herhaald en in een tabel weergegeven.

De intensiteit der Raman-lijnen was door de theorie van Kramers en Heisenberg reeds vastgesteld, de optredende mogelijke energie-niveaus kwamen volgens hen niet overeen met de gewone quantenovergangen, zoodat de stralingsintensiteit der lijnen eveneens niet in overeenstemming is met de klassieke quantentheorie der spektraallijnen.

Voor de Raman-straling bestaat n.l. niet de afhankelijkheid der intensiteit van de bij de frequentie  $\nu_{kn}$  behorende overgangswaarschijnlijkheid naar  $q_{kn}$ , maar van  $q_{km}$  en  $q_{nm}$ , met een gemeenschappelijken energietrap  $m$ . Dit heeft tengevolge, dat de intensiteit lastiger te berekenen is, daar we het breukdeel der atomen in dezen middelenden energietrap  $m$  niet kennen en bij gassen zelfs hiermede overeenstemmende rotatie-energieën tusschen de beide niveaus  $k$  en  $n$  een rol in de frequentie kunnen spelen.

Dat waarnemingen van onderscheidene onderzoekers kleine merkbare verschillen kunnen leveren, laat ons tabel 1 zien, waarin van vijf auteurs de Ramanlijnen van benzol zijn opgegeven.

Tabel 1. Ramanspectrum van benzol <sup>7)</sup>.  
 $\Delta\nu = \nu_{kn}$  in  $\text{cm}^{-1}$ .

Raman en Krishnan	Caban-nes en Daure	Wood	Prings-heim	Dadieu en Kohl-rausch	Söder-qvist	Ultra-rood Coblentz
605		266 604	615	604	604.6	772 804 820
849		848	867	846	849.1 (924)	847
991	990	{ 987 994 }	995	994	991.3	971
1176	1170		1183	1174	1179.0	1023 1152 1284 1380 1481
1592	1580 1666	1581 1666	1479 1591 1605	1588	1583.6 1604.1 }	1612
3061	3060	3060	3059	2946 3058	2946.8 3046.9 3061.3 3162.9 3184.8	1820 2040 2270 3080

Hoe zwak in intensiteit sommige lijnen op de fotografische plaat kunnen zijn (Wood liet 150 uren lang een plaat belichten), blijkt uit een reproductie van één der eerste foto's van Raman's benzollijnen in

<sup>6)</sup> J. Söderqvist, Z. Physik 59, 446 (1930).

<sup>7)</sup> C. Schaefer en F. Matossi, Der Raman effekt. Fortschritt Chem. 20, 6 (1930).



„Molekülbau und Spektroskopie“ \*). Behalve door zoodanige mededeelingen kunnen ook fouten optreden door verkeerde rangschikking der verschoven lijnen.

Als lichtbron wordt meestentijds een kwikzilverlamp gebruikt, evenwel is door Wood ook een heliumspiraal toegepast, waarbinnen de te verlichten vloeistof in een cylinder — soms tot 1.50 m lengte — werd gebracht. In dit geval zijn de resultaten nauwkeuriger, doordat alleen de lijn 3888.6 Å wordt doorgelaten tot de buis.

Dadiou en Kohlrausch <sup>8)</sup> hebben een elliptischen cylinderspigel, in welks ééne brandpunt de lamp en in het andere het vat is aangebracht, toegepast. Meestal wordt de vloeistof op ongeveer 45° gekoeld, daar de temperatuur een invloed heeft op de intensiteit der verstrooide straling, echter niet op het effect zelve.

De Raman-straling is gepolariseerd, hetgeen reeds door Raman werd waargenomen. Dit blijkt, indien men een nikol vóór de spleet van den spektrograaf brengt; overeenkomstige lijnen bezitten denzelfden polarisatiegraad, de andere uiteenloopende. Bij zwavelkoolstof is het opvallende effect gekonstateerd, dat de 22 μ-lijn, afhankelijk van de polarisatie van het primaire licht, met dubbele intensiteit kan optreden naast totale verdwijning <sup>9)</sup>.

Behalve van vloeistoffen zijn ook van vaste stoffen en gassen Raman-spektra gemeten. Bij gassen treedt de moeilijkheid van zeer langdurige belichting op, voor aetherdamp is deze bijv. 180 uur, terwijl deze tijd voor vloeistof ongeveer ½ uur bedraagt. De lijnen blijven hierbij gelijk, alleen is bij een dichtheidsverandering van 1 : 250 de intensiteit met 1 : 300 gestegen <sup>10)</sup>.

§ 3. Het Raman-effect bij gassen.

In het algemeen heeft de aggregatietoestand eenigen invloed op de atoomtrillings-frequentie: de lijn bij gasvormig HCl verschuift bijv. van 2885 cm<sup>-1</sup> naar 2780; bij ammoniak van 3333.6 naar 3298.4, bij methaan van 2914.8 naar 2908, bij aethaan van 1342.4 naar 1340 — om eenige lijnen te noemen — bij overgang naar den vloeibaren toestand.

Beschouwen we eerst het eenvoudigste geval van een twee-atomig molekuul met twee vrijheidsgraden, waarbij rotatie om de loodlijn op de verbindingslijn tusschen twee atomen naast een lineaire trilling mogelijk is. Volgens de quantentheorie kan de rotatie- en trillingsenergie alleen volgens bepaalde quanten toe- of afnemen, het energieschema voor een zoodanig molekuul ziet er als figuur 3 uit met de oscillatiequantengetallen n = 0, 1 en de rotatiequantengetallen m = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5 enz.

Volgens de theorie der bandenspektra zijn voor het Raman-effect de mogelijke frequentieverschillen gelijk aan: 7); (p. 24):

$$\Delta\nu = \frac{h}{8\pi^2 J} (4m + 6) \text{ (in sec}^{-1}\text{)} \dots (6)$$

Hierin is J het traagheidsmoment van het molekuul. Impliciet is aangenomen, dat er geen verande-

ring van het traagheidsmoment door de centrifugaalkracht bij toenemende rotatiesnelheid optreedt, hoe-

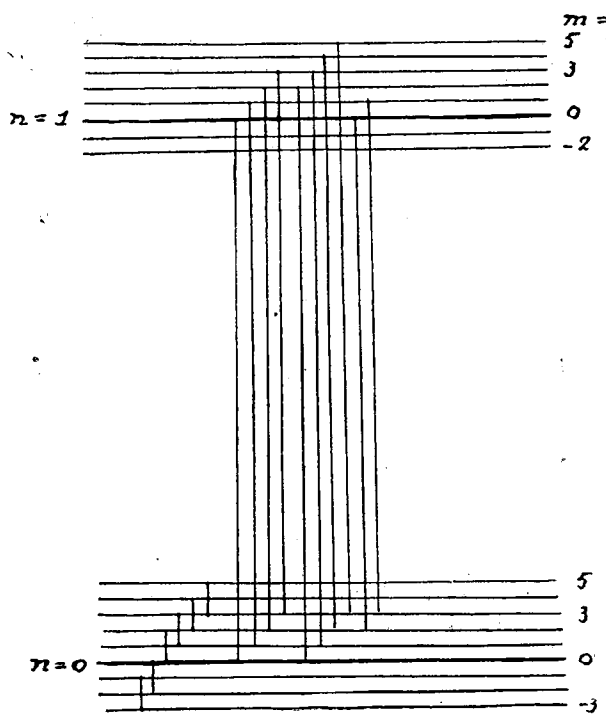


Fig. 3. Ramanlijnen van waterstof.

wel dit niet volkomen juist is. Door Teller en Tisza is een wisselwerking van meeratomige molekulen met

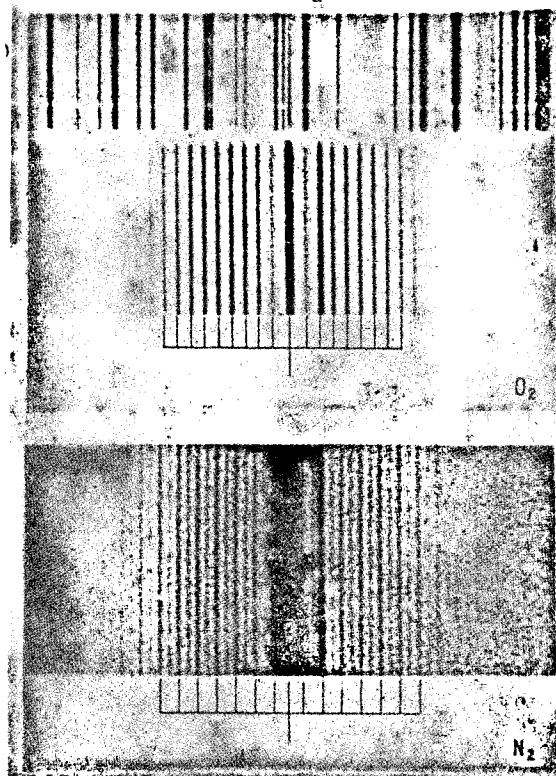


Fig. 4. Raman-rotatiespektra van zuurstof en stikstof (Zosetti 1930).

een gemiddelde draai-impuls aangenomen in het ultra-roode spektrum; de ontaarde trillingen der H-atomen

\*) 59 Vorträge der Bunsen-Gesellschaft, 1930, 57.  
<sup>8)</sup> A. Dadiou en K. W. F. Kohlrausch, Ber. 1930, 251; Physik. Z. 30, 384 (1929).  
<sup>9)</sup> F. A. Lindeman, T. C. Keely en N. R. Hall, Nature 122, 921 (1928).  
<sup>10)</sup> L. A. Ramdas, Ind. J. Phys. 3, 131 (1928).

zijn zóó anisotroop, dat men zeer voorzichtig moet zijn bij het gebruik van normaal-trillingen.

Over waterstof, stikstof en zuurstof zijn door F. Rasetti uitgebreide onderzoekingen verricht, welke volkomen de theorie der Raman-lijnen bevestigden<sup>11)</sup>. Door de rotatie zijn deze onsymmetrisch.

Tabel 2.

Waterstof H—H				Stikstof N=N		
quantengetal		$\nu_0$	$\nu_0$	$\nu_0$	$\nu_0$	Overgang
n	m	berek.	waarg.	berek.	waarg.	( $\Delta n = 0$ )
0	3	587.3	587.3	91.8	91.8	12—10
	2	354.6	354.5	76.5	76.5	10—8
	0	354.6	354.1	59.9	59.9	8—6
	1	587.3	587.5	44.0	44.0	6—4
	2	814.4	814.4	60.0	60.0	6—8
0	3	1033.9	1034.6	76.0	76.0	8—10
	0	4162.1	4162.1	92.1	92.1	10—12
	1	4156.2	4156.2	108.2	108.2	12—14
	2	4144.5	4144.8	124.2	124.2	14—16
		enz.				

Het spectrum van vloeibare zuurstof, stikstof en waterstof is door Mc. Lennan en Mc. Leod<sup>12)</sup> bepaald, in vloeibare waterstof zijn opvallenderwijs een tweetal rotatielijnen gevonden, nl. bij  $\nu = 578 \text{ cm}^{-1}$  ( $m = 1 \rightarrow 3$ ) met ongeveer de dubbele sterkte van de lijn  $\nu = 347 \text{ cm}^{-1}$  ( $m = 0 \rightarrow 2$ ). Deze gassen bezitten geen absorptie in het ultrarood, volgens Schaefer<sup>13)</sup> zijn homoöpolaire molekulen niet door middel van straling tot de eigen frequenties aan te slaan, ze leveren optisch inactieve trillingen.

De onsymmetrisch gebouwde twee-atomige molekulen bezitten trillingen, welke door absorptie aangeslagen kunnen worden en hebben zodoende een absorptie-spectrum. Het kooloxyde en de halogeenvaterstofverbindingen zijn bijv. onderzocht, CO bezit een non-polaire binding, HX een polaire. Twee-atomige elementen vertoonen geen absorptie-spectrum in het ultrarood.

De waarnemingen van de verschillende onderzoekers lopen iets uiteen, zooals ons de tabel voor kooloxyde en chloorwaterstof leert<sup>8)</sup>.

Tabel 3.

$\Delta \nu$ berek.	$\lambda$ berek.	$\lambda$ waargenomen	ultrarood <sup>13)</sup>
Kooloxyde			
2155 $\text{cm}^{-1}$	4.64 $\mu$	4.52 4.59 4.67	4.66 $\mu$
4249	2.33	2.48 2.35 2.35	2.37
6387	1.567	1.567	1.573
Chloorwaterstof			
2890 $\text{cm}^{-1}$	3.46 $\mu$	3.48 $\mu$	
5656	1.77	1.76	
8298	1.205	1.190	

Van de drie-atomige molekulen is een eenvoudig voorbeeld, het kooldioxyde, kort geleden door Fermi<sup>14)</sup> behandeld. Hij neemt drie mogelijke grondfrequenties aan, welke in de figuur zijn weergegeven. Stel de elastische kracht tusschen het zuurstof- en

koolstofatoom gelijk aan  $kx$ , waarin  $x$  de relatief verschoven afstand is en  $M$  en  $m$  de massa's van C en O, dan is:

$$\nu_1 \cong \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \nu_3 \cong \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \sqrt{\frac{2m+M}{M}}$$

$$\text{en } \nu_2 \cong \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\alpha(2m+M)}{2mM}}$$

Gerealiseerd zijn de Raman-lijnen: 14.87 en 4.27  $\mu$ , welke overeenkomen met

$$\nu_2 = 673^{-1} \text{ en } \nu_3 = 2350 \text{ cm}^{-1}.$$

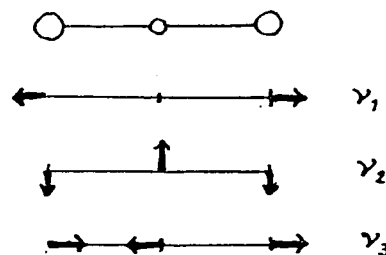


Fig. 5. De grondfrequenties van kooldioxyde.

Het ultrarode spectrum van koolzuur vertoont veel meer banden, door Schaefer en Philipps zijn er bijv. 25 waargenomen, waarvan één bij 4.280  $\mu$  en één bij ongeveer 14.70 tot 15.05  $\mu$ . Deze laatste banden waren zeer sterk, zoodat zij lastig waren te meten; onlangs is door Sleator<sup>15)</sup> deze streek overgenomen, waarbij werd gevonden: 13.93  $\mu$ , 14.95  $\mu$ , 15.44  $\mu$  en 16.20  $\mu$ , zoodat de lijn van het Raman-spectrum van 14.87  $\mu$  aanwezig is in het ultrarode spectrum.

Het ammoniak bezit waarschijnlijk volgens de onderzoekingen in het ultrarode den vorm van een symmetrische pyramide met stikstof aan den top. Dennison nam vier grondtrillingen aan, waarvan twee met het moment evenwijdig aan de symmetrie-as en twee er loodrecht op met de grondfrequenties:

$\nu_1 = 10.7 \mu (\perp)$ ,  $\nu_2 = 6.14 \mu (\cdot)$ ,  $\nu_3 = 2.97 \mu (\parallel)$  en  $\nu_4 = 2.22 \mu (+)$ . Door Daure<sup>16)</sup> is het Raman-spectrum gemeten, dit vertoont de lijnen 9.35  $\mu$ , 6.33  $\mu$ , 3.12  $\mu$ , 3.13  $\mu$  en 2.96  $\mu$ . De drie laatste banden worden in het vloeibare ammoniak merkwaardigerwijs, evenals bij vloeibare waterstof, door rotatietrillingen gevormd. Het gasvormige ammoniak vertoont een Raman-lijn bij 3.00  $\mu$ .

#### § 4. Het Raman-effekt bij anorganische vloeistoffen.

Het eerst is onderzocht — reeds door Raman — het water; het spectrum vertoont geen scherpe lijnen (zie figuur), dus slechts breede banden, liggend bij ongeveer 3  $\mu$ , overeenkomend met het ultrarode spectrum; de band bij 6  $\mu$  treedt echter niet op. Het molecuul moet in driehoekvorm drie eigenfrequenties vertoonen; daar in het ultrarode tot nu toe er slechts twee gerealiseerd zijn, vallen bij 3  $\mu$  waarschijnlijk twee eigenfrequenties nagenoeg samen onder vorming van een band. De aanwezigheid van dihydrol ( $\text{H}_2\text{O}$ )<sub>2</sub>

<sup>11)</sup> F. Rasetti, Proc. Nat. Acad. Sci. 15 234, 515 (1929); Phys. Rev. 34, 367 (1929); Z. Physik 61, 598 (1930); Nature 123, 157 (1929); E. Teller en L. Tisza, Z. Physik 73, 791 (1932).

<sup>12)</sup> J. C. Mc Lennan en J. H. Mc Leod, Nature 123, 160 (1929).

<sup>13)</sup> Cl. Schaefer en F. Matossi, Das Ultrarote Spectrum, Berlin, 1930; F. I. G. Rawline en A. M. Taylor, Infrared analysis of molecular structures, Cambridge 1929.

<sup>14)</sup> E. Fermi, Z. Physik 71, 250 (1931).

<sup>15)</sup> Cl. Schaefer en B. Philipps, Z. Physik 36, 641 (1926); W. W. Sleator, Phys. Rev. (2) 38, 147 (1931).

<sup>16)</sup> D. M. Dennison, Phil. Mag. (7) 1, 195 (1926); P. Daure, Trans. Faraday Soc. 25, 828 (1929); Compt. rend. 187, 826, 940 (1928); 188, 61 (1929); Thèse 1929 (Paris).

en trihydrol ( $\text{H}_2\text{O}$ )<sub>3</sub>, zooals Sutherland<sup>17)</sup> heeft aangenomen, is dus niet te bewijzen.

De sterke zuren en het gedrag van hun valentiebindingen in water is eveneens nagegaan; hierbij is gebleken, dat de ionen-splitsing in het spektrum was waar te nemen. In zuiver salpeterzuur komt volgens de mededeelingen van Dadiou en Kohlrausch<sup>18)</sup> de estervorm of pseudozuurvorm voor ( $\text{HO} \cdot \text{NO}_2$ ), bij een concentratie van 64 % treedt pas de normale nitraatlijn van  $1038 \text{ cm}^{-1}$  op. Dit bleek door vergelijking met methyl-nitrat  $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{NO}_2$ :

Tabel 4.

$\text{HNO}_3$ (64 %)	$\text{HNO}_3$ (100 %)	$\text{H}_3\text{C}-\text{ONO}_2$
		353
$\Delta\nu = 635 \text{ cm}^{-1}$	607	580
684	667	663
949	916	860
		994
1038		
1302	1292	1170
1625	1665	1276
1668	1687	1630
	3420	

(Opm. De OH-lijn in methylalkohol blijkt  $3390 \text{ cm}^{-1}$  te zijn.)

De frequentie van het nitraat-ion is iets afhankelijk van de concentratie, zooals uit de volgende tabel blijkt<sup>19)</sup>:

Mol/liter	$\text{NaNO}_3$	Mol/liter	$\text{LiNO}_3$
10	$\Delta\nu = 1049.8 \text{ cm}^{-1}$	10	$\Delta\nu = 1050.3 \text{ cm}^{-1}$
3	1047.2	0.5	1046.3

Voor de hoogsmeltende stoffen, als het kaliumnatriumnitrat met eutekticum bij  $217^\circ$  zijn speciale toestellen door Petrikaln en Hochberg<sup>20)</sup> gekonstrueerd. De Raman-lijn van dit eutektikum bleek  $9.6 \mu$  ( $1042 \text{ cm}^{-1}$ ) te zijn; de vaste nitraten bezitten in het algemeen hogere frequenties: van  $1085.8 \text{ cm}^{-1}$  bij  $\text{LiNO}_3$ ,  $1064.3$  bij  $\text{CaNO}_3$ , tot  $1045.0$  bij  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . (Zie § 5.)

Bij het zwavelzuur treedt evenals in het salpeterzuur bij grotere verdunning de eigen frequentie van het sulfaat-ion — bij ong.  $980 \text{ cm}^{-1}$  — op, in 100%-ig zwavelzuur is deze lijn geheel afwezig<sup>21)</sup>.

Chloriden van de stikstofreeks in vloeibaren of opgelosten toestand zijn door Daure l.c. bepaald. De trihaloïden, als  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{AsCl}_3$ ,  $\text{SbCl}_3$  en  $\text{BiCl}_3$ , bezitten in opgeloste fase een pyramidale vorm met vier grondfrequenties. De tetrahaloïden zijn theoretisch door Schaefer<sup>22)</sup> behandeld; wegens de negen inwendige vrijheidsgraden van het molekuultype  $\text{XY}_4$  worden door hem negen eigen frequenties aangenomen,

<sup>17)</sup> W. Sutherland, Phil. Mag. (6) 12, 1 (1906). Voor Raman-effekt zie: W. Pringsheim en S. Schlevitch, Z. Physik 60, 581 (1930); E. H. L. Meyer en I. Port, Physik Z. 31, 509 (1930).

<sup>18)</sup> A. Dadiou en K. W. F. Kohlrausch, Naturwissenschaften 19, 690 (1931).

<sup>19)</sup> W. Gerlach, Ann. Physik (5) 5, 196 (1930).

<sup>20)</sup> A. Petrikaln en J. Hochberg, Z. physik. Chem. (B) 3, 217 (1929); Z. Physik 59, 114 (1930).

<sup>21)</sup> H. Nisi, Japan J. Phys. 5, 119 (1929); H. Mark en G. v. Susich, Z. Physik 65, 266 (1930).

<sup>22)</sup> Cl. Schaefer, Z. Physik 60, 586 (1930).

waarvan de vier hoofdtrillingen als volgt zijn: een enkelvoudige en een dubbele inaktieve trilling, en een drievoudige aktieve en een drievoudige inaktieve trilling.

De chlooratomen zijn bij deze molekulen tetraëdrisch gerangschikt.

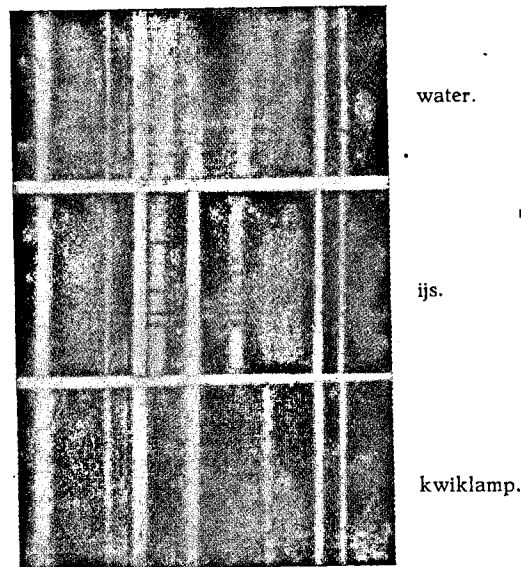


Fig. 6.

Het gedrag van tetrachloorkoolstof, welke vloeistof zeer intensieve anti-Stokes-lijnen vertoont, is uitvoerig door Hanle<sup>23)</sup> met behulp van gepolariseerd licht onderzocht. De Stokes- en anti-Stokes-lijnen blijken identieke circulaire polarisatie te bezitten, terwijl de lijnen met de grootste intensiteit sterk lineair gepolariseerd zijn; bij een primaire invallende straling met circulaire polarisatie vertoonten deze lijnen bij uitbreiding dezelfde polarisatie-richting. De Raman-lijnen, welke bij lineair gepolariseerde instraling ongepolariseerd of in elk geval sterk gedepolariseerd zijn, vertoonten bij bestraling met circulair gepolariseerd licht de verkeerde circulaire polarisatie. Vooral het tetrachloorkoolstof bezit een sterke waarschijnlijkheid door groote symmetrie van het strooiende molekuul voor verkeerde polarisatie. Hoe onsymmetrischer het molekuul is, hoe kleiner het aantal verkeerd gepolariseerde Ramanlijnen, zoodat bij chloroform dit effect reeds geringer is. Bij toluol komt de verkeerde circulaire polarisatie reeds veel zeldzamer voor dan bij het benzol.

In deel II en III zal op dit polarisatie-verschijnsel uitvoeriger teruggekomen worden.

De overeenkomstige lijnen van verschillende stoffen in een reeks vertoonten gelijker circulaire polarisatie,  $\Delta\nu = 762 \text{ cm}^{-1}$  bij tetrachloorkoolstof en  $\Delta\nu = 768$  bij chloroform hebben bijv. beide verkeerde circulaire polarisatie,  $\Delta = 459 \text{ cm}^{-1}$  is bij het  $\text{CCl}_4$  in de goede richting circulair gepolariseerd. Volgens Hanle neemt het molekuul bij deze aangeslagen frequentie geen draai-impuls op: de trilling bestaat uit een eenvoudige pulsatie van het koolstofatoom tegen den totalen chloortetraeder. Alle overblijvende Raman-lijnen zijn

<sup>23)</sup> W. Hanle, Physik. Z. 32, 556 (1931), Ann. Physik (5) 11, 885 (1931).

<sup>24)</sup> Vgl. voor een klassieke polarisatie-theorie: J. Cabannes, Z. phys. radium (7) 2, 381-391 (1931).

verkeerd gepolariseerd: bij het verstrooiingsproces vindt een overdracht plaats van den draai-impuls op de drie trillingen van het tetrachloorkoolstof-molekuul<sup>24</sup>). Zie voor gevolgtrekkingen van deze theorieën voor de gewone optische activiteit van het tetraëdrische koolstofatomen van van 't Hoff: § 7.

Tabel 5. Tri- en tetrahaloiden (Grondfrequenties).

PBr <sub>3</sub>	116	162	380	400	
PCl <sub>3</sub>	190	257	480	510	590
AsCl <sub>3</sub>	157	195	370	400	
SbCl <sub>3</sub>	130	155	320	360	
BiCl <sub>3</sub>	110	Banden	240	290	
CCl <sub>4</sub>	217	315	458	757	793
SiCl <sub>4</sub>	152	220	427	600	
TiCl <sub>4</sub>	120	140	390	500	
SnCl <sub>4</sub>	103	137	365	410	

In het algemeen vertoonen viskeuze vloeistoffen vaak een kontinu spektrum, zooals bijv. sterk zwavelzuur, ricinusolie, enz. Voor zwavelkoolstof vgl.<sup>25</sup>) en verder de verzamelreferaten<sup>26</sup>).

Hiermede besluiten wij dan ons wel zeer kort overzicht van de Ramanspektra der gassen en anorganische vloeistoffen. In het tweede deel zullen de organische vloeistoffen meer uitvoeriger besproken worden, terwijl in deel III naast een overzicht van de Ramanlijnen der kristallen de berekeningen en theorieën, welke in dit deel I voorloopig zijn weergegeven, meer in extenso behandeld zullen worden.

Den meer geïnteresseerden lezer zij het onlangs verschenen deel van K. W. F. Kohlrausch, Der Smekal-Ramanefekt, 1931 (Struktur der Materie XII) ter bestudeering aanbevolen.

543:661.752

## LABORATORIUMMEDEDEELING.

## DE TECHNISCHE ANALYSE VAN CALCIUMCARBIDE

door

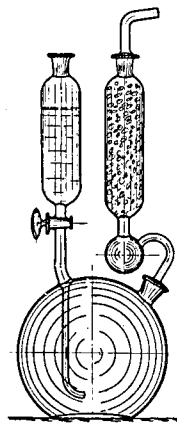
H. A. J. PIETERS en H. S. VISSER.

De gebruikelijke methode voor het bepalen van de hoeveelheid acetyleen, die uit technisch calciumcarbide verkregen kan worden, berust op het opvangen en meten van het met water ontwikkelde gas<sup>1</sup>). Het bezwaar van deze methode is vooral, dat mede door het opstellen van het toestel de bepaling, die uiteraard niet zoo heel nauwkeurig is, min of meer tijdroovend wordt. Het lag voor de hand na te gaan, of een eenvoudige en snelle gewichtsanalytische bepaling tot het gewenschte doel leidt. Het beginsel voor zulk een methode is analoog aan de koolzuurbepaling in carbonaten met het

<sup>25</sup>) G. Placzek, Z. Physik 70, 101 (1931).<sup>26</sup>) Verzamelreferaten: A. S. Ganesan, Ind. J. Phys. 4, 281 (1929); A. Dadiou en K. W. F. Kohlrausch, Ber. 1930, 251; Cl. Schaefer en F. Matossi, Fortschritte Chem. 20, 6, 323 (1930); A. Smekal, Z. Elektrochem. 36, 618 (1930); K. W. F. Kohlrausch, Physik. Z. 32, 385 (1931).<sup>1</sup>) Lunge Berl, 7. Auflage, Band II, 1044.

toestel van Geissler. Het bleek, dat Bamberger<sup>2</sup>) een dergelijke methode had toegepast. Wij hebben volgens hetzelfde beginsel gewerkt en laten de resultaten hier volgen.

Het toestel is afgebeeld in de bijgevoegde figuur. In het kolfje bevindt zich de afgewogen hoeveelheid van het fijngepoederde gemiddeld monster. In den druppeltrechter bevindt zich niet water, doch een 10%-ige natriumchloride-oplossing, waarmede de acetyleenontwikkeling uit het carbide wat rustiger verloopt. Om alle water tegen te houden, is het toestel voorzien van een chloorcalciumbuis. Zwavelzuur kan niet gebruikt worden, omdat het acetyleen absorbeert. Het bleek, dat een hoofdvereischte voor het welslagen der bepaling is, dat het water (of de natriumchloride-oplossing) zeer langzaam wordt toegedruppeld, bijv. 6 druppels per minuut.



Doet men dit niet, dan gaat de gasontwikkeling te snel en kan het chloorcalcium niet al het water opnemen. Nadat de reactie is afgelopen, zuigt men een zwakken stroom, droge lucht door het toestel om alle acetyleen weg te leiden. Het gewichtsverschil van het toestel geeft ten slotte de hoeveelheid ontwikkeld acetyleen.

Daar 1 gram CaC<sub>2</sub> overeenkomt met 0.406 g acetyleen, komt een gewichtsvermindering van G gram op P gram van het monster overeen met

$$\frac{G}{0.4061 \times P} \times 100\% \text{ CaC}_2 \text{ en, daar het s.g. van acetyleen} = 1.171 \text{ g/l (0}^\circ \text{C, 760 mm), met } \frac{G}{1.171 \times P} \times 1000 \text{ l/kg.}$$

In onderstaande tabel vindt men de resultaten dezer methode, vergeleken met de volumetrische bepalingen.

Volumetrisch l/kg		Gewichtsanalytisch l/kg	
18° C/764 mm	0° C/760 mm	% CaC <sub>2</sub>	0° C/760 mm
312	293	82.2	285
312	293	84.2	292
313	292	84.5	293
314	295	85.2	292

Het blijkt, dat de gewichtsanalytische methode zeker niet ten achter staat bij de volumetrische bepaling. Zij is bovendien snel en vereischt niet het opstellen van een toestel.

545.176:545.8

## LABORATORIUM-MEDEDEELING.

## NEPHELOMETRISCHE SULFAATBEPALING

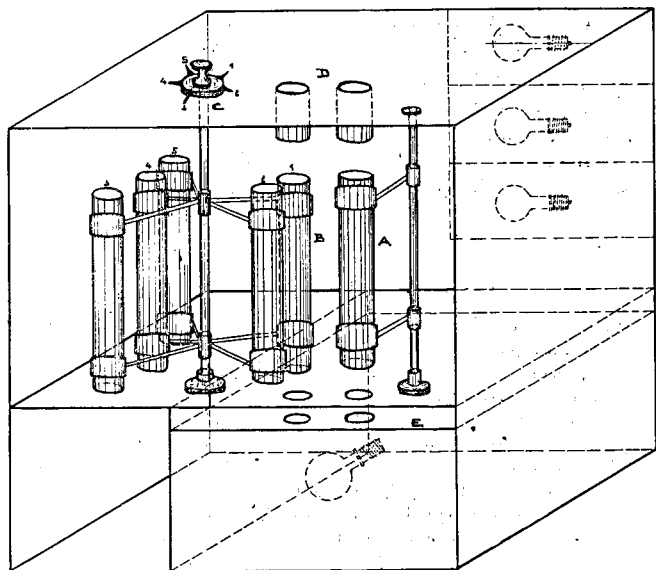
door

H. A. J. PIETERS en J. HOVERS.

De bepaling van geringe concentraties van sulfation is een zeer veelvuldig voorkomende analyse.

<sup>2</sup>) Bamberger, Z. angew. Chem. 11, 196 (1898).

Nu is het mogelijk, deze bepaling nephelometrisch uit te voeren<sup>1)</sup>. Tot dat doel hebben wij een nephelometer vervaardigd volgens de bijgevoegde figuur, die geheel afwijkt van het gebruikelijke type en met eenvoudige middelen te maken is. Wij vergelijken de onbekende oplossing (A) achtereenvolgens met een 5-tal standaardoplossingen (B), welke



DEKSEL WEGGEMOENEN

op dezelfde wijze behandeld zijn en waarvan de concentraties, die ongeveer met het te verwachten gehalte overeenkomen, geleidelijk toenemen. Een snelle vergelijking wordt mogelijk gemaakt, doordat men telkens slechts de knop C van het toestel behoeft om te draaien. Men vindt zoodoende in korten tijd het gezochte sulfaatgehalte. *Van veel beteekenis is het echter, dat men vlug en steeds op dezelfde manier te werk gaat bij het maken van de sulfaatneerslagen*<sup>2)</sup>. Wij vonden, dat de volgende werkwijze goede resultaten geeft (de oplossing moet neutraal of zwak zuur zijn): In het colorimeterglas doet men achtereenvolgens:

- 2.8 cm<sup>3</sup> n zoutzuur,
- 4 cm<sup>3</sup> 0.6 n natronloog,
- 10 cm<sup>3</sup> 10‰-ige BaCl<sub>2</sub>-oplossing,
- 2 cm<sup>3</sup> 5‰-ige zwavelvrije gelatine-oplossing en daarna
- de onbekende of de standaardoplossing, waarna men aanvult tot 50 cm<sup>3</sup>. Van de standaardoplossing, die 0.5437 g zuiver kaliumsulfaat per liter bevat (= 0.1 mg S/cm<sup>3</sup>) nemen wij achtereenvolgens 1.80; 1.85; 1.90; 1.95; 2.00 cm<sup>3</sup>.

Van de onbekende oplossing zooveel als met dit zwavelgehalte ongeveer overeenkomt, hetgeen uit een voorloopige proef kan blijken en bij serieanalyses reeds voldoende bekend is.

Na het aanvullen tot 50 cm<sup>3</sup> moet onmiddellijk worden doorgeschild. Na ongeveer 10 minuten vergelijkt men de glazen. De belichting geschiedt van terzijde. In het toestel is ook aan de onderzijde een lichtbron aangebracht, zoodat wij het ook voor colorimetrie kunnen gebruiken. In dit geval passeert het licht (50 HK) eerst een matglas.

<sup>1)</sup> Yoe, Photometric Chemical Analysis, II Nephelometry, New-York (1929).

<sup>2)</sup> J. Am. Chem. Soc. 59, 205 (1932).

Wij verkregen o.a. voor zwavelbepalingen in steenkool en cokes goede resultaten, zooals blijkt uit onderstaande tabel.

Monster no.	% S volgens Eschka	
	gravimetrisch	nephelometrisch
1	1.17; 1.15	1.18
2	1.11; 1.13	1.13
3	1.01; 1.01	1.04

Treebeek (L.), Centraal Laboratorium der Staatsmijnen.

## BOEKAANKONDIGINGEN.

546(021)

Traité de chimie minérale publié sous la direction de Paul Pascal, correspondant de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'École Centrale des Arts et Manufactures; secrétaire général Paul Baud, chargé d'enseignement à la Sorbonne. Tome II: soufre, sélénium, tellure, industrie de l'acide sulfurique et de l'oléum par MM. P. Baud, A. Conduché, A. Damiens, P. Germain, P. Mondain Monval, P. Pascal. Tome II. Masson et Cie, éditeurs, Paris, VIe, 129, Boulevard Saint-Germain; 1932, 594 pp., 121 fig., 120 frs.

Deel I van dit belangrijke werk is op blz. 173 van de vorige aflevering van dit Weekblad besproken. Het thans ontvangen deel II bevat: P. Mondain-Monval, Le soufre et ses combinaisons avec l'hydrogène et les halogènes (124 pp.), P. Germain et A. Conduché, Composés oxygénés du soufre (149 pp.), P. Pascal, Amides et imides dérivés du soufre (12 pp.), A. Damiens, Sélénium (115 pp.), Tellure (89 pp.), P. Baud, Industrie de l'acide sulfurique et de l'oléum (94 pp.).

Dit eerste van de in 1932 te verschijnen deelen (deel 2 van het geheele werk) bevat weer veel materiaal, van belang zoowel voor den wetenschappelijken werker als voor den chemicus uit de praktijk; men zie bijv. het laatste hoofdstuk en de aangehaalde literatuur aan het einde ervan (225 opgaven).

Het is op de talrijke literatuurcitaten, die de verschillende onderdeelen der hoofdstukken vergezellen, waarop hier nog eens de aandacht moge gevestigd worden. In de oorspronkelijke publicaties toch moet men de bijzonderheden kunnen naslaan, die men over de beschreven stoffen, reacties, evenwichten, enz. wenscht te kennen. De in „Abegg” en „Mellor” vermelde opgaven worden in „Pascal” op te waardeeren wijze aangevuld, o.a. door minder algemeen bekende Fransche literatuur.

Met belangstelling zien wij de verschijning van de volgende deelen tegemoet.

W. P. Jorissen.

\* \* \*

6(058)

H. Joly, Technisches Auskunftsbuch. 37. Jahrgang, 1932. Joly-Auskunftsbuch-Verlag, Kleinwittenberg a. E., 1495 pp., 18 × 12 cm, geb. RM. 12.—

Een in handig formaat uitgegeven technisch vademecum, waarin zeer veel te vinden is op het gebied van apparaten, machines, onderdeelen enz. Dat van de meeste toestellen enz. de belangrijkste Deutsche leveranciers vermeld worden, is vooral voor den Duitschen gebruiker van practische beteekenis. Den zeer lagen prijs in aanmerking nemende, zal dit werkelijk goede boek ook hier wel veel afnemers vinden, doch onze Nederlandische Technische Vraagbaak van De Meyier overtreft het Deutsche werk in alle opzichten. De uitvoering is keurig.

W. C. de Liefde

\* \* \*

54(0712)

Beginnelsen der scheikunde door Ir. M. Voorzanger en Ir. H. Zijlstra, tweede deel. Haarlem, N.V. H. D. Tjeenk Willink & Zoon, 1930; 96 pp., 15 × 23 cm, f 1.40.

Van dit boek, dat voor H. B. S. A. is bedoeld, verscheen het eerste deel in 1926; het werd reeds besproken in Chem. Weekblad 24, 259 (1927).

Het tweede deel behandelt achtereenvolgens: bepaling van atoomgewichten, ionentheorie, electrolyse, oxydatie en reductie en ten slotte de organische chemie.

Daar juist de bepaling van atoomgewicht in verband met bijv. de wet van Avogadro en de vriespuntsverlaging onder de moeilijk begrijpbare kwesties gerangschikt moeten worden, is het jammer, dat de schrijvers in het betreffende hoofdstuk weinig redeneeringen opzetten en veel meer waarde schijnen te hechten aan het verwijzen naar een tabel. Een mondelinge toelichting kan echter veel goed maken. Het hoofdstuk electrolyse lijkt mij duidelijker, evenals dat over oxydatie en reductie.

De resterende 54 bladzijden kunnen niet dan een zeer beknopt schema van de organische chemie geven. Een vijftal pagina's hiervan, gewijd aan de optische activiteit (welk verschijnsel toch eerst na grondige toelichting is te begrijpen) hadden de schrijvers m.i. beter door meer feitenmateriaal over de aromatische chemie kunnen vervangen, terwijl ook een beschouwing over de atoomtheorie van Bohr, welke de leerlingen toch de ionentheorie niet zoo maar verduidelijkt, achterwege had kunnen blijven.

Overigens maakt vooral het laatste deel den indruk wat haastig te zijn samengesteld; niet alleen lijdt de spelling aan inconsequentie (op blz. 95 in dezelfde zin: fotografie en fotografische, op blz. 96: phloroglucine, ftaalzuur, phenol en fenoltaleïne), maar ook is hier en daar de stijl gewrongen, zoodat onduidelikheden zijn ingeslopen, zie bijv. blz. 64 over het niet vervangbaar zijn van een waterstofatoom van methylalcohol door metalen en blz. 94, waar wordt vermeld, dat de aromatische koolwaterstoffen door sterke zuren en niet door halogenen worden aangetast.

L. J. N. van der Hulst.

\* \* \*

577.156(022)

K. Linderström—Lang, Studies on Proteolytic Enzymes. Compt. Rend. Lab. Carlsberg 19, no. 3. Kopenhagen, H. Hagerup, 1931, 8 pp., 15 × 24 cm, 45 øre.

Als No. 9 in de serie studies over proteolytische enzymen verscheen deze korte verhandeling over de splitsing van leucyldecarboxyglycine door darm-erepsine. De acht vorige publicaties, grootendeels van de hand van den schrijver zelf, verschenen hetzij in hetzelfde tijdschrift of in het Z. physiol. Chem. en enkele zijn ook in dit weekblad besproken: 27, 620 (1930); 29, 27 (1932).

E. Elion.

\* \* \*

622.363.2(058)

Kalikalender 1932, Taschenbuch für Kalibergbau und Kali-industrie, 7. Jahrgang, bearb. von C. Hermann. W. Knapp, Halle/Saale, 29 und 186 pp., 11 × 16 cm, geb. RM. 5.20.

Dit zakboek bevat talrijke kostbare gegevens voor ieder, die met kalizouten of met kunstmeststoffen in het algemeen te maken heeft. De eigenlijke kalender wordt gevolgd door een geologische en mineralogische inleiding en de methoden van zoutwinning. Beschrijving van zeer vele zoutmineralen, tabellen ter berekening van de chemische samenstelling van mengsels van zouten, oplosbaarheidsisothermen van ternaire zoutmengsels, oplosbaarheidstabellen, gegevens van apparaten en vele andere

gegevens vormen den hoofdinhoud van dit werkje, hetwelk besloten wordt door een uittreksel van de belangrijkste wetten, welke de „Kaliwirtschaft“ regelen.

Voor den chemicus is verder nog van belang een opgave van de gebruikelijke analyse-methoden.

J. Rinse.

\* \* \*

546 87 + 669.76(022)

Bismuth, Circular of the Bureau of Standards No. 382, U. S. Dept. of Commerce, Washington, 1930, 15 × 23 cm, 41 pp., \$ 0.10.

Een zeer volledig, uitstekend verwerkt, literatuuroverzicht (niet minder dan 246 referenties), van de fysieke en chemische eigenschappen van bismuth en van de tot heden onderzochte (in hoofdzaak binaire) bismuthlegeringen.

P. Schoenmaker.

## CHEMISCHE KRINGEN.

*Nijmeegsche Chemische Kring.* De laatste vergadering in dit seizoen had plaats 7 Maart l.l. In deze vergadering sprak Dr. J. D. Jansen, directeur van den Keuringsdienst van Waren te Rotterdam, over: „Ferro-silicium“.

In verband met zeer ernstige vergiftigings-ongevallen, veroorzaakt door ferrosilicium, is door de Havenarbeidsinspectie en den Rotterdamschen Geneeskundigen Dienst de hulp van den Keuringsdienst ingeroepen, teneinde te trachten in de toekomst ongelukken met FeSi te voorkomen. Door spreker en zijn medewerker Dr. W. Schut, van wiens hand een studie is verschenen over Ferrosilicium, uitgegeven door het Departement van Arbeid, is in het bijzonder nagegaan, of alle in den handel voorkomende FeSi als gevaarlijk moest worden beschouwd en verder, of er verband bestond tusschen gevaarlijkheid en Si-gehalte. Door dit onderzoek is komen vast te staan, dat alle door hen onderzochte monsters FeSi met een Si-gehalte boven 25% in staat waren, phosphorwaterstof te ontwikkelen. De 50-procentige waren bovendien nog gevaarlijk door de neiging, gemakkelijk uiteen te vallen. Het was noodig, een afzonderlijk onderzoek in te stellen naar de quantitative PH<sub>3</sub>-bepaling, welke geschiedde met behulp van AgNO<sub>3</sub>. Hierbij bleek, dat niet de door Baumert, doch de door Abegg gegeven reactievergelijking als de meest waarschijnlijk moet worden beschouwd. Daar chemische Si-bepalingen vrij tijdroovend waren, werd uitgezien naar indirecte Si-bepalingen. Als zoodanig bleken goed te voldoen de soortelijk gewicht-bepaling en de zwarting van photographische platen door middel van Röntgenstralen.

Aan het einde van deze interessante lezing werden door verschillende aanwezigen vragen gesteld, die door spr. werden beantwoord.

\* \* \*

*Utrechtsche Chemische Kring.* In de vergadering op Donderdag 10 Maart hield Ir. C. J. Sniijders (Arnhem) een voordracht over: „Het drogen in de techniek“.

Na de pauze sprak Ir. H. L. Matthijssen over: „Het onderzoek van verfwaren“.

## PERSONALIA. ENZ.

Ir. G. Knuttel. † Omtrent de loopbaan van Ir. G. Knuttel, die te 's-Gravenhage in ruim 80-jarigen ouderdom is overleden, deelt de N. R. Crt. het volgende mede:

Als predikantenzoon op 22 Juli 1851 geboren, kwam de jeugdige Knuttel in 1870 op de toenmalige Polytechnische School te Delft, waar hij een goed aandeel in het studentenleven nam. Na zijn diploma als technoloog te hebben behaald, werd hij volontair bij de Gist- en Spiritusfabriek van van Marken. In 1879 werd deze fabriek door brand vernield, doch met spoed weer opgebouwd. In den winter van '79-'80 nam Knuttel met van Marken een werkzaam aandeel in het steuncomité, dat in verband met langdurige strenge-koude was opgericht, en van dat oogenblik af dateert de ommekeer in zijn loopbaan, die, aanvankelijk voornamelijk technisch, zich in sociale richting voortzette. Zoo werd Knuttel in Maart 1880 door van Marken benoemd tot leider van de personeelsbelangen in den ruimsten zin; een taak, die zich uitbreidde toen in 1883 de Nederl. Olie-fabrieken en in 1899 de Lijm- en Gelatinefabriek onder hetzelfde beheer werden opgericht. Veiligheids-, hygiënische-, pensioenbelangen e.d. werden mede ter behartiging aan den heer Knuttel toevertrouwd. De joviale wijze, waarop hij met het personeel

omging, bezorgde hem den eernaam „oom Gerrit”. Als organisator van fondsen e.d. ten behoeve van het personeel verschaft hij raad en daad aan allen, die zich tot hem wendden. Toen de heer van Marken in 1906 was overleden, zette Knuttel den socialen arbeid onder de nieuwe directie van Ir. F. G. Waller (thans Dr. Ir. F. G. Waller) voort.

Jarenlang was de heer Knuttel redacteur van het orgaan „De Fabrieksboede”. In 1910 schreef hij een brochure, waarin hij zijn rijke ervaringen over den vooruitstrevenden socialen arbeid bij de fabrieken neerlegde.

Aan het einde van 1920 kreeg de heer Knuttel eervol ontslag, waarna hij zich metterwoon in Den Haag vestigde. Op 3 Jan. 1921 nam hij afscheid van personeel en fabrieken te Delft en bij die gelegenheid is op overtuigende wijze nog eens naar voren gekomen, hoezeer hij aller harten had gewonnen.

„De Ingenieur” wijdde in Juli 1931 een zeer waardeerend artikel aan Ir. Knuttel bij gelegenheid van zijn 80sten verjaardag.

Prof. E. Fourneau van het Institut Pasteur te Parijs komt 2 Mei te Utrecht en 3 Mei te Amsterdam spreken over: „La chimiothérapie des protozoaires”.

Dr. C. I. Kruisheer, scheikundige en plaatsvervangend directeur van den Prov. Keuringsdienst van Waren te Alkmaar, is met ingang van 1 Mei a.s. benoemd tot directeur van den Keuringsdienst van Waren te Enschede.

Aan de Universiteit te Leiden is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde, op proefschrift „De hydratatie van gelatine, energetisch en colloidchemisch”, de Heer L. W. J. Holleman, geboren te Leiden.

Aan de Universiteit te Utrecht is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde, op proefschrift „Bijdrage tot de kennis van in de tandheelkunde gebruikte amalgamen”, de Heer J. de Liver.

Aan de Universiteit te Groningen is geslaagd voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak pharmacie, de heer J. G. Brandsma.

Aan de Universiteit te Utrecht is geslaagd voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak pharmacie, Mejuffrouw J. W. C. Heinsius.

Ter aanvulling van het bericht (op blz. 159) over de Nederlandsche chemici, die op het 27ste Vlaamsche Natuur- en Geneeskundig Congres te Gent (31 Maart—4 April zullen spreken, kunnen wij thans nog noemen (nu het programma verschenen is): Prof. Dr. D. van Os, Groningen, Furfural en andere furalen in de analytische chemie; Prof. P. van der Wielen, Amsterdam, Eenige pharmacologische berekeningen; Prof. Dr. L. van Itallie, Leiden, Eenige onderzoekingen uit het Nederlandsch Rijks-Instituut voor Pharmacotherapeutisch onderzoek; Dr. J. Dekker, Middelburg, De geschiedenis van het catechine-onderzoek.

Een exemplaar van het programma wordt aan belangstellenden gaarne voor korten tijd ter inzage gezonden.

De N.V. Technisch Bureau Marijnen, te 's-Gravenhage, heeft als nieuwe afdeling opgericht de fabricage der ozonapparaten, systeem A. Vosmaer, en de toepassingen van ozon. Ingenieur A. Vosmaer is belast met de technische en wetenschappelijke leiding.

Bij de firma Hyman—Stenfert Kroese & Van der Zande (Arnhem) zijn thans in brochurevorm verschenen (21 blz.) de beschouwingen van Dr. W. F. Hesseling over „Ons voedsel en ziekten-oorzaak?”. (met aanvullingen en discussie).

*Waarheid en Waarschijnlijkheid.* Over dit onderwerp hield Ir. B. Wigtersma uit Haarlem op 25 en 29 Februari te Utrecht twee voordrachten voor de Utrechtsche kring ter bevordering van leergangen in Zuivere Rede, in samenwerking met de Vereniging „Natura” en het Genootschap „Plato”.

Spreker gaat uit van Hegels „Phänomenologie des Geistes”. Hieronder wordt verstaan de zelfherinnering van het als objectief gedachte bewustzijn tot het bewustzijn van zichzelf als proces, als volledige methode. Men zou dit kunnen noemen de

zelfverwerkelijking van het bewustzijn. In deze gedachtegang worden de objecten opgevat als zelfobjectiveringen van het absolute subjekt, de idee, de waarheid, het geheel.

Ieder object is een eenheid naast veelheid van eigenschappen. Ieder object is tevens subjekt; alle objecten werken op de andere en worden door de andere bewerkt; bovendien bewerken alle objecten zichzelf en veranderen daardoor spontaan. De waarheid van de objecten is, dat zij zich verwerkelijkend subjekt zijn; dat zij door hun gehele omgeving bepaald zijn en zich alleen in samenhang met het geheel, als object en omgeving, als deze voortdurende vereniging van spontaneiteit en receptiviteit in steeds wisselende verhouding kunnen handhaven.

Ieder object is dus de verhouding van het enkele tot het geheel. De idee, de eenheid van Sein en Sollen is datgene, dat zich in alle statistiese verschijnsels openbaart en dat overal herkend wordt waar sub- en objectief gedrag zich in onderlinge samenhang vertonen. Deze samenhang was in de levende natuur reeds lang opgemerkt, pas in den laatsten tijd drong dit inzicht door in de studie van de levenlooze natuur, waar men ontdekte, dat de natuurwetten noch voor de totaliteit van de natuur, noch voor de afzonderlijke natuurobjecten volstreekte geldigheid hebben. Alle wetten bleken te zijn statistiese wetten of regels, die alleen voor grote verzamelingen van objecten met grote benadering gelden, niet echter voor ieder object op zichzelf. Veeleer vertonen deze laatste als subjecten een zekere vrijheid, die nog wel niet „wil” maar wel „willekeur” genoemd kan worden. In het gedrag van de natuurobjecten stelt zich het subjekt een regel om echter tegelijk die regel tot regeloosheid veroorzakende willekeur op te heffen. Regel en regeloosheid verbindinden zich tot de waarschijnlijkheid van het gebeuren. De waarschijnlijkheidsbetrekking is n.l. niet alleen vast of eenzijdig bepaald, maar tegelijk veranderlijk of onbepaald.

Met statistiese voorbeelden, het werpen van een dobbelsteen en de sterftkans, wordt dit nader toegelicht.

De waarschijnlijkheidsbetrekking geldt:

- 1°. als de verhouding van het afzonderlijke geval tot het geheel van alle mogelijke getallen, waarbij echter van individuele verschillen moet worden afgezien;
- 2°. als een verhouding, die slechts geldt als een grenswaarde van het gehele proces (b.v. voor het dobbelen); die dus niets zegt voor één bepaald geval, maar alleen bereikt zou worden, als het dobbelen voortdurend werd voortgezet.

Zoals de regel zich verheft boven de eenzijdige bepaaldheid van de wetten, zo gaat ook de waarschijnlijkheid uit boven de vaste berekenbaarheid. Beide (regel en waarschijnlijkheid) gelden niet voor een kausaal geheel gedetermineerde, starre natuur, maar hebben betrekking op de natuur als werkelijk proces, waarin de vrijheid van de natuur-elementen voorondersteld en voortdurend tegengesproken wordt. Deze aan de elementen zelf onbewuste vrijheid kan zich alleen uiten als willekeur. In de waarschijnlijkheidsberekening is de zelfbepaling van de elementen en individuen tot het proces van het geheel, d.i. de waarheid opgeheven.

Na de tweede lezing dankte Mr. J. Eggens de spreker namens de organiserende verenigingen voor zijn belangwekkende voordrachten.

Wij ontvingen: Verslag over 1931 van de Gezondheidscommissie te Den Helder, Handelingen van het Genootschap ter bevordering van Melkkunde over 1931, Circulaire van P. Beun te Amsterdam over normaal-zeven, Catalogus no. 164 (folklore) en veilingscatalogus (teekeningen en gravures) van de veiling op 22—24 Maart van van Huffel's Antiquariaat te Utrecht, Propaganda-nummer van „Het Lichtbeeld”, officieel orgaan van de Nederl. Ver. voor Cultureele Films, Den Haag.

*Tarieven.* Het Bureau voor Handelsinlichtingen, 16 Oudebrugsteeg, Amsterdam C., deelt ons mede, dat het heeft ontvangen: de nieuwe gewijzigde Australische tarieven (verscheidene verboden zijn opgeheven), een overzicht der nieuwe Engelsche tarieven, alsmede het tarief voor Ecuador.

#### TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN (aanvragen te richten tot de redactie).

- L. Jablonski, Das Leder, seine Herstellung und Beurteilung. Berlin, Atlas-Verlag Dr. Altherthum & Co., 162 blz.  
O. Gessner, Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Heidelberg, K. Winters Universitätsbuchh., 1931, 347 blz. en 128 gekl. platen.

- W. G. Lingbeek, Vuurvaste materialen en bouw van ovens. Overdruk uit het Archief voor de Suikerindustrie in Nederl.-Indië, 36 blz.
- Annual Reports of the Society of Chemical Industry on the progress of applied chemistry, vol. 46. London, Soc. Chem. Ind., 1931, 742 blz.
- E. Pozzi—Escot, Leçons élémentaires de chimie analytique, tome I: Analyse qualitative générale, fasc. 1: Introduction, Paris, Dunod, 1931, 90 blz.
- Laschboek 1932. Nijmegen, N.V. Willem Smit & Co.'s Transformatorfabriek, 138 blz.
- Mückenbergers Handbuch der chemischen Industrie, 7. Ausgabe. Berlin, Wien, Urban & Schwarzenberg, 1932, 1077 blz.

### NIEUWE BOEKEN.

(In deze rubriek worden de titels van nieuwe boeken opgenomen voor zoover deze nog niet ter bespreking zijn ontvangen. Aanvullingen worden gaarne verwacht).

- Ethel Browning, The vitamins; London, 1931, 575 blz.
- Darrow, Electric phenomena in gases; Baltimore.
- Carleton Ellis: Hydrogenation of organic substance; London, 1931.
- B. L. van der Woerden, Gruppentheoretische Methode in Quantenmechanik; Berlin.
- C. Bechner, Warenverzeichnissetz und internationale Markenregistrierung; Berlin, 1931.
- H. E. von Boehmer, Patentrechtliches Beurteilen von Erfindungen; Berlin, 1931.
- Fr. Lehman, Die abhängige Erfindung; Berlin, 1931.
- C. Ritter, Selbstansaugende Kreiselpumpen und Versuche an einer neuen Pumpe dieser Art.; 11. Auflage; Leipzig, 1931.
- Warengleichartigkeit, herausgegeben vom Reichspatentamt; Berlin, 1931.
- Ch. Quillard, La sucrerie de betteraves; Paris, 1932, 522 blz.

### CORRESPONDENTIE, ENZ

A. te D. Het adres van het „Nederl. Instituut voor Documentatie en Registratuur” is: Carel van Bylandtlaan 30, 's-Gravenhage.

L. te R. Zie over de „voedingswaarde” van bier o.a.: A. Chaston Chapman, The food value of beer; J. Inst. of Brewing 38, No. 2, Febr. 1932.

D. te A. Neen, gebrek aan stof is er voor het Chem. Weekblad niet; vandaar dat nog steeds afleveringen van 16 blz. verschijnen, hetgeen we — tenzij het ledental blijft toenemen — niet het geheele jaar kunnen doen.

B. te B.—A. Over *smeervetten* kunnen wij U de volgende literatuur noemen:

- Archbutt and Deeley, Lubrication and lubricants. A treatise on the theory and practice of lubrication and on the nature, properties and testing of lubricants, 5de herziene druk, 1929, 650 blz.
- Falz, Grundzüge der Schmiertechnik, Berechnung und Gestaltung vollkommen geschmierter gleitender Maschinenteile. Lehr- und Handbuch für Konstrukteure, Betriebsleiter, Fabrikanten und höhere technische Lehranstalten, 2de volledig nieuwbewerkte druk, 1931, 121 afb., 18 tabellen, 44 „Berechnungsbeispiele”, 326 blz.
- Ehlers, Schmiermittel und ihre richtige Verwendung, 1928.
- Woog, Contribution à l'étude du graissage, 1927.
- Boswell, The theory of film lubrication, 292 blz., 1928.
- G. H. Hurst, Lubricating oils, fats and greases, 4de druk, 1926.
- C. Walthers, Schmiermittel, 14 afb., 1930. (Technische Fortschrittsberichte 23).
- Richtlijnen für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln, herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 5de verm. druk.
- J. te G. Behalve Prof. Kruyt's „Colloids”, kunnen wij U aanbevelen: Rideal, An introduction to surface chemistry, 1926, 342 p.p. en Zsigmondy. Kolloid-chemie, 2 deelen, 1925/27.

R. te A. Voor papieronderzoek zie o.a.: Herzberg, Papierprüfung. Weinreich, Wie bearbeite ich Papier? (Lehrb. d. Papierprüfung f. d. Praxis, 55 afb.). Jahaus, Papertesting and chemistry for printers.

D. te M. In zake de *fabricatie van papier* bestaat o.a. de volgende literatuur:

Heuser—Opfermann, Technik und Praxis der Papierfabrikation, waarin voorkomen of zullen voorkomen: Fr. Hössler: Die

Roh-, Halb- und Ganzstoffe der Papierfabrikation mit Ausnahme des Holzzellstoffes (1929), R. Dieckmann, Die Fabrikation des Zellstoffes aus Holz: Sulfitzellstoff (1923), E. Hägglund, Fabrikation des Zellstoffes aus Holz: Nitronzellstoff (1926); Opfermann, Die Bleiche des Zellstoffes (in bewerking); Schwalbe, Bereitung des Ganzstoffes aus Hader-Halbstoff und aus Zellstoff (in bewerking); Fabrikation des Papiers (in bewerking). färberei, 138 afb.

F. Hoyer, Die Praxis der Papierfabrikation, 176 afb., 3de druk, 1922.

F. Hoyer, Die Holzschliffabrikation, geill., 3de druk, 1925.

A. Weichelt, Buntpapierfabrikation, 3de druk, 1927, 247 afb., 273 ingeplakte monsters.

E. Kirchner, Die Ganzstoffe der Papierfabrikation und Papierfärberei, 138 afb.

R. W. Sindall, Paper technology, manufacture, physical qualities, and chemical constituents of paper and paper-making fibres, 3de herz. druk.

Cross and Bevan, A textbook of paper making, 5e druk, 1930.

A. Sutermeister, Chemistry of pulp and paper making, 2de druk, 1929.

C. Clapperton, Practical paper making, 3de druk, 1926.

R. W. Sindall, Paper technology, 3de druk, 1920.

C. S. Witham, Modern pulp and paper making, geill., 599 pag.

v. D. te D. Exemplaren van het „Tarief voor chem. arbeid” kan de Redactie U niet zenden. U schrijve aan den Secretaris-Penningmeester der Nederl. Chem. Vereeniging. Het gegreerde bedrag is hem toegezonden.

E. te 's-G. „The age of the earth”, uitgegeven door The National Research Council, kost 5 dollars.

\* \* \*

*Advertenties*, die volgens de meening onzer lezers in het Chem. Weekblad behooren voor te komen en die men elders aantreft, knippe men uit en zende men ons.

\* \* \*

Opgave van *hulpmiddelen voor chemisch onderzoek en onderwijs*, die hier te lande worden vervaardigd, geve men met de adressen, waar verkrijgbaar, op aan de Redactie.

\* \* \*

Wij ontvingen den catalogus van de Jaarbeurs, die van 15 tot 24 Maart te Utrecht wordt gehouden, te laat om nog daaraan een mededeeling over de chemische producten te ontleenen. Wij hopen echter spoedig een verslag te kunnen opnemen.

### VRAAG EN AANBOD.

*Ter overneming aangeboden:*

- J. Am. Chem. Soc. 1926 tot en met heden, in afleveringen. Hodgman & Lange, Handbook of Chemistry and Physics, laatste druk.
- Abegg's Handbuch d. anorg. Chemie, geb. II, 1 en 2; II, 1, 2 en 3; IV, 1 (I en II); 2 en 3, I (1905—1928), 9 deelen.
- Gmelin-Kraut's Handbuch d. anorg. Chemie, geb. I, 1, 2 en 3; II, 1 en 2; III, 1 en 2; IV, 1; V, 1, 2 en 3 (1906—1915), 11 deelen.
- Meyer—Jacobson, Lehrbuch d. org. Chemie, I, 1 en 2, II, 1, 2 en 3 en 4 (1907—1924).
- Stähler, Handbuch d. Arbeitsmeth. anorg. Chemie, I (1913).
- Henle, Anleitung f. d. organ.-chem. Praktikum, 1921.
- Lassar Cohn, Arbeitsmethoden f. org.-chem. Laborat., 2 deelen, 1906—1907.
- Lassar Cohn, Praxis der Harnanalyse, 1925.
- Curie, Traité de radio-activité, 1 en 2, 1910.
- L. Grätz, Atomtheorie in ihren neuesten Entwicklung, 1918.
- A. Smith, Anorg. Chemie, geb., 1922.
- C. Schmidt, Periodisches System der chem. Elemente 1917.
- Tijdschrift „Oliën, Vetten en Oliezaden”, 1917—1928.
- Rec. trav. chim. 1920—1931, in afl.
- Chem. Weekblad 1903—1931, enkele jaarg. gebonden.
- Tijdschrift voor toegepaste scheikunde en hygiëne 1897—1902/3.

*Ter overneming gevraagd:*

- M. H. Fischer. Seifen und Eiweißstoffe. Laboratoriumbenoedigheden (balans, gewichten, centrifuge, enz.).
- Chem. Reviews 1931 en vroeger.
- Microscop met olie-immersie.