

CHEMISCH WEEKBLAD

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

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

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

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

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Fotografisch Symposium. — Dr. L. H. Louwe Kooymans, In memoriam Dr. A. Massink. — Dr. W. P. Jorissen, Dr. P. A. A. van der Beek†. — Dr. J. F. Reith en J. de Beus, De bepaling van sporen lood in drinkwater. — Dr. Ir. L. J. N. van der Hulst en Ir. P. Cohen Henriquez, Fysische methoden in de chemie, II. — Chemische kringen. — Personalialia, enz. — Ter bespreking ontvangen boeken. — Correspondentie. — Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz. — Gevraagde betrekkingen. — Vraag en aanbod.

MEDEDEELINGEN VAN HET ALGEMEEN BESTUUR DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

Nieuwe leden.

De in het Chemisch Weekblad van 2 Februari 1935 onder 82—84 genoemde candidaat-leden zijn thans aangenomen als (gewone of buitengewone) leden.

Candidaat-leden:

- 99: Kok (Ir. A. J. de), Delft, Hugo de Grootstraat 228; voorgesteld door Prof. Dr. Ir. H. I. Waterman te Delft en Ir. W. J. Hessels te Wassenaar.
100: Rosebeek (Drs. S.), Assen, Kruisstraat 8; voorgesteld door Prof. Dr. H. J. Backer en Dr. C. C. Bolt, beiden te Groningen.
101: Fowler (Dr. F. D.), South River, N. J. (U. S. A.), 80 Wilcox Avenue; voorgesteld door Dr. Jan Smit te Amsterdam en Dr. G. J. van Meurs te Dordrecht.

Veranderingen aan te brengen in de ledenlijst.

- Blz. 30: Broekman (Drs. M. E.), den Haag, Waldorpstraat 448—452, c.o. N.V. Dispert (correspondentieadres).
.. 32: Claus (Ir. H.), den Haag (post Loosduinen), Thorbeckelaan 325.
.. 36: Douwes (Ir. D.), Utrecht, Albert Neuhuysstraat 15II.
.. 39: Gaade (Dr. W.), Leiden, Rijnsburgerweg 177.
.. 44: Hertog Jr. (Dr. H. J. den), Deventer, Zwolschestraat 31.
.. 48: Jacobsen (Ir. H. C.), Hillegersberg (Rotterdam-N.), Bergsingel 8.
.. 52: Kolvoort (Drs. E. C. H.), Arnhem, Velperbinnensingel 3.
.. 54: Kruyff (Mej. Ir. J. H. de), Utrecht, Mauritsstraat 100.
.. 63: Oosterman (Drs. J.), Amersfoort, Fr. v. Blankenheymstraat 57.
.. 64: Ormondt (Drs. I. van), Cambridge, Mass. (U. S. A.), Harvard Medical School, Dep. of Phys. Chem.
.. 65: Pekelder (Mej. Dra. C. J. H.), Amsterdam-Z., Stadionweg 107.
.. : Pelt Jr. (A. J. van), chem. cand., Naarden, v. d. Helstlaan 44.
.. : Pohlmann (Dr. C. W.), Leiden, Nieuwe Rijn 33a.
.. 68: Robles (Drs. H. de Vries), Amsterdam-Z., Corn. Krusemanstraat 8a, ass. lab. v. electrochemie Gem. Univ.
.. 71: Schuit (Drs. G. C. A.), den Haag, Aert v. d. Goessstraat 13.
.. 73: Smit (Ir. W. C.), Delft, Oude Langendijk 7.
.. 80: Vogel (Drs. J. G.), Haarlem, Coornhertstraat 21, leeraar Kennemer Lyceum, Bloemendaal.

Blz. 80: Vogelsang (Ir. G. M. D.), Batavia-C., Java (N. O.-I.), Djocjaweg 9, tijd lijk leeraar a. d. P. H. S.
.. 84: Wolff (Dr. Ir. C. J. de), de Bilt, 1e Brandenburgerweg 139.

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

Fotografisch Symposium

te houden op Vrijdag 12 en Zaterdag 13 April door den Delftschen Chemischen Kring in de collegezaal van het gebouw voor Technische Physica, Mijnbouwplein 11, Delft.

Programma:

- Vrijdag 12 April, 10½—11½ uur: Prof. Dr. W. Reinders (Delft), De invloed van de reductiepotentiaal van de ontwikkelaars op de ontwikkeling.
11½—12½ uur: Dr. A. C. S. van Heel (Delft), Kwaliteitsbepaling van fotografische optiek.
13½—14½ uur: Dr. J. H. de Boer (Eindhoven), Het verband tusschen photo-electrische geleiding, lichtabsorptie en fotografische eigenschappen.
14½—15¼ uur: Dr. A. van Kreveld, De somwet en haar toepassingen op de sensitometrie.
15¼—16¼ uur: Ir. H. C. F. Beukers, De verschillende factoren, die het gedrag van den photographischen ontwikkelaar bepalen.
16¼—16¾ uur: J. A. de Vriend, Het gebruik van de kathodestraalbuis voor eenige fotografische metingen.
Zaterdag 13 April, 9½—10¼: Prof. Dr. J. van Ebbenhorst-Tengbergen (Amsterdam), Het gebruik van doorlichtings- en versterkingsschermen bij de Röntgenologie.
10¼—11 uur: Dr. L. J. G. van Ewijk, De eigenschappen der moderne emulsies in verband met hare toepassingen.
11—11¾ uur: Ir. J. E. de Langhe (Antwerpen), De theorie der ideale kleurgevoeligheid van fotografische opnamematerialen.
13—14 uur: Dr. G. Schwarz (Antwerpen), Nog niet geheel zeker.
14—15 uur: Dr. Ir. J. A. M. van Liempt (Eindhoven), De ontwikkeling van het moderne bliksemlicht.

De opgegeven tijden gelden inclusief discussie.

Tijdens het symposium zullen de firma's Gevaert (Antwerpen) en Philips (Eindhoven) een expositie houden van fotografische artikelen.

In het gebouw is gelegenheid tot het gebruiken van een eenvoudigen koffiemaaltijd tegen betaling van f 1.—

Den deelnemers wordt verzocht de briefkaart uit het vorige nummer zoo spoedig mogelijk ingevuld in te zenden aan den secretaris van den Delftschen Chemischen Kring, Drs. L. M. Rientsma, Agnetapark 184, Delft.

Niet-leden van de Ned. Chem. Ver. kunnen introductie aanvragen bij den secretaris onder opgave, of zij op één dag of beide dagen wenschen deel te nemen aan den koffiemaaltijd.

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

Zie blz. 216.

543.3 : 92 M
IN MEMORIAM Dr. A. MASSINK.

Op 11 Maart j.l. overleed te Utrecht na een ziekte van enige maanden Dr. A. Massink, hoofd der Chemisch-bacteriologische Afdeling van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening.

Albertus Massink werd op 28 September 1886 te Leiden geboren, bezocht na een gymnasiale opleiding de Universiteit aldaar en promoveerde in December 1913 op het proefschrift: „Onderzoekingen naar dubbelzoutvorming tusschen nitraten en sulfaten in waterige oplossing”.

Mei 1912 begon hij zijn loopbaan als waterleiding-chemicus aan het Centraal Laboratorium voor de Volksgezondheid, waar hij als assistent aan de Chem.-Pharm. Afdeling werd benoemd. In 1916, toen de werkzaamheden van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening zich sterk begonnen uit te breiden, werd hij tot scheikundige-bacterioloog aan dit Bureau benoemd. In 1928 volgde zijn bevordering tot hoofd der Chem.-Bact. Afdeling.

En nu, in de volle kracht van zijn leven, is Dr. Massink uit ons midden weggenomen, uit zijn werkring, die hem boven alles lief was.

Meer dan twintig jaar dagelijks in contact met de vele problemen, die het waterleidingbedrijf den chemicus biedt, steeds vol ambitie, steeds vervuld van nieuwe plannen, steeds nauwgezet de omvangrijke literatuur op dit gebied napluizend, met open oog voor nieuwe vorderingen in techniek en wetenschap, daarbij gewapend met een kritische blik, die steeds onmiddellijk het kaf van het koren wist te scheiden en de zwakke plekken in een betoog of verhandeling met onfeilbare zekerheid aanwees... is het wonder, dat Dr. Massink voor zeer velen de vraagbaak was, wanneer problemen, de chemie van het water betreffende, aan de orde waren. Die hem raad vroegen deden dit nooit vergeefs, geen moeite was hem te veel om zijn uitgebreide kennis ten dienste te stellen aan ieder, die bij hem aanklopte.

Naast zijn gewone werk vond Dr. Massink ook gelegenheid intensief aan de arbeid van vele commissies deel te nemen en baanbrekende onderzoekingen te verrichten, waarvan zij, die na hem komen, ongetwijfeld de vruchten zullen plukken. Zoo wijs ik b.v. op zijn arbeid in de Chem.-Hydrol. Struma-Commissie en vooral in de Koperen-Buizen-Commissie, die vorig jaar haar eindrapport samenstelde, bij de aanbidding waarvan de Voorzitter der K.B.C., R. P. van Royen, zeide: „... Dr. Massink, die ik o.m. mag aanduiden als de smid, die de sleutel smeedde, waardoor het, aan de hand van de chemisch-fysische eigenschappen van het water, mogelijk is een vrij zeker oordeel te vellen of onbedekt koper toelaatbaar is”.

Na afloop van deze werkzaamheden vroeg de Corrosie-Commissie II met haar subcommissies zijn volle aandacht; onder zijn leiding werden methoden uitgewerkt voor onderzoek van geasfalteerde buizen, die zonder wijziging door de Commissie werden overgenomen en gepubliceerd.

Daarnaast lid van de Commissie voor methodiek van het bacteriologisch wateronderzoek, van de Commissie tot herziening van het tarief voor chemischen arbeid der Nederl. Chemische Vereeniging,

voorzitter van de Utrechtsche Chemische Kring, vast medewerker aan het tijdschrift „Water”, voor dat alles kon hij tijd vinden.

Gedurende ruim vier jaren had ik het voorrecht met Dr. Massink zeer nauw samen te werken en zoals het mij gegaan is, zal het ook anderen, die hem leerden kennen, gegaan zijn: hij dwong door zijn voorbeeldige toewijding aan zijn taak, zijn veelomvattende geest, zijn strikte eerlijkheid, toenemende bewondering af.

Dr. Massink is niet meer, maar zijn geestelijke nalatenschap, de vele publicaties, die hij in de loop der jaren het licht heeft doen zien, en waarvan hieronder een, zij het misschien nog niet geheel volledige, opgave volgt, zijn blijvend en zullen door vakgenoten ongetwijfeld nog dikwijls geraadpleegd worden. In het bijzonder geldt dit voor de laatstgenoemde „Methodiek”, waarin zijn ervaringen van al die jaren zijn neergelegd.

Onderzoek naar dubbelzoutvorming tusschen nitraten en sulfaten in waterige oplossing. Dissertatie Leiden, 1913.

Doppelsalzbildung zwischen Nitraten und Sulfaten in wässriger Lösung. Z. physik. Chem. 92, 351 (1917).

Eenige opmerkingen betreffende de bepaling van het elektrische geleidingsvermogen van water. Water 1, 174 (1917).

De kleur en ontkleurings van water. Water 1, 78 (1917) en 2, 42, 75 (1918).

Rivierwater en rivierwaterleidingen. Chem. Weekblad 15, 160 (1918).

Het water uit het vluchttoord „Uden”. Water 2, 123, 136 (1919).

Nitraatbepaling in drinkwater. Water 3, 89 (1920). 10-jarig bestaan van het Centraal Laboratorium te Utrecht. Water 3, 117 (1920).

Over het verband tusschen eenige grootheden bij evenwicht tusschen CO_2 aq. en CaCO_3 . Pharm. Weekblad 57, 862 (1920).

De beteekenis der waterstofionenconcentratie van drinkwater en in het bijzonder voor het waterleidingbedrijf. I. De beteekenis der waterstofionenconcentratie voor drinkwater in het algemeen beschouwd, met gegevens over onze waterleidingen. Rapport 9e Conferentie over Voedingsmiddelen-scheikunde, 1920.

Met J. A. Heijmann: De waterstofionenconcentratie in drinkwater en het waterleidingsbedrijf. Water 4, 83 (1921).

Met J. A. Heijmann: Significance of hydrogen-ion concentration in drinking water and particularly for the business of water supply. J. Am. Water Works Ass. 8, 239 (1921).

Waterzuivering. Polyt. Weekblad 15, 232 (1921).

Ontijzering en chemische samenstelling van water. Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1921, 1027.

Phenolrood als indicator voor de zuurgraad van media. Pharm. Weekblad 58, 1133 (1921).

Een voorbeeld van sterk gekleurd veenwater. Water en Gas 6, 237 (1922).

De ontijzering van water in verband met de chemische samenstelling. Water en Gas 6, 315 (1922).

Het pruimen van locomotieven. Polyt. Weekblad 16, 628 (1922).

- De minimum-oplosbaarheid van aluminiumhydroxyde in water. Chem. Weekblad 19, 66 (1922).
- De zuurgraad van water. Water en Gas 7, 123 (1923).
- Chloorbehandeling van water. Tijdschr. vergel. Geneesk. 9, 35 (1923).
- Quelques observations sur les mélanges d'eau de mer et d'eau douce. Rec. trav. chim. 42, 605 (1923).
- De hedendaagsche stand der chemische behandelingsmethoden van water. Water en Gas 8, 63 (1924).
- Chloreering van water, mededeeling no. 5 van het Rijksbureau v. Drinkwatervoorziening. Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1924, 413.
- De nitraatbepaling in water volgens Frerichs. Chem. Weekblad 21, 421 (1924).
- „Gesolei“-indrukken. Water en Gas 10, 204 (1926).
- Chlooreering en chloorbindingsvermogen van water. Chem. Weekblad 23, 329 (1926).
- Verantwoordelijkheid. Water en Gas 11, 15 (1927).
- Ontzuring van water. Water en Gas 11, 111, 121 (1927).
- Eenige ervaringen uit de practijk der waterzuivering met chloorgas. Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1927, 1337.
- De bijeenkomst van de „Fachgruppe“ für Wasserchemie der Vereins Deutscher Chemiker“ te Dresden 1928. Water en Gas 12, 145, 164 (1928).
- De Nederl. Chemische Vereeniging 1903–1928. Water en Gas 12, 157 (1928).
- De bepaling van het aantal colikiemen in water. Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1928, 942 en Nederl. Tijdschr. Hyg. Micr. en Serol. 3, 103 (1929).
- Zwevende stoffen en troebelingsgraad van rivierwater. Water en Gas 13, 149 (1929). Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1929, 1196.
- Een voorbeeld uit de waterzuiveringspraktijk (ontijzing door aluintoevoeging). Polyt. Weekblad 23, 530 (1929).
- De invloed van de behandeling met chloor op de zuurgraad van water. Chem. Weekblad 27, 42, 304 (1930).
- Die Beeinflussung der Säurestufe durch Chlorung des Wassers. Vom Wasser 4, 107 (1930).
- Vertind koperen waterleidingbuizen. Polyt. Weekblad 24, 467 (1930).
- Het Hollandia-bron- en tafelwater. Water en Gas 14, 170 (1930).
- De invloed van eternietbuizen op leidingwater. Water 16, 271 (1932).
- Kalkagressiviteit van door marmer ontzuurd water. Water 17, 165 (1933).
- Een opmerking over door marmer ontzuurd water. Versl. en Med. betr. de Volksgezondheid 1933, 864.
- Waargenomen en berekend gehalte aan chloorion in eenige mengsels van zee- en rivierwater. Polyt. Weekblad 27, 312 (1933).
- Met L. G. M. Baas Becking: On the changes in the composition of natural waters. Rec. trav. chim. 53, 1047 (1934).
- Met P. A. Meerburg: Methodiek voor chemisch en bacteriologisch wateronderzoek. Uitg. Noordhoff, Groningen, 1934.

L. H. LOUWE KOOIJMANS.

Bilthoven, 14 Maart 1935.

54:92 B

Dr. P. A. A. VAN DER BEEK. †

Dr. Paulus Arnoldus Antonius van der Beek, die op 23 Mei 1934 te Nijmegen overleed, was op 18 September 1900 te 's-Gravenhage geboren. Zijn opleiding voor de studie aan de Universiteit ontving hij te Nijmegen aan het Canisius-College, waar hij het onderwijs in de scheikunde ontving van Dr. J. C. H. Kramers S. J.¹⁾. Het eindexamen der H. B. S. 5 j.c. legde hij in 1918 met goed gevolg af. Binnen 2 jaar daarna, op 4 Juni 1920, slaagde hij te Leiden voor het candidaatsexamen in de scheikunde; in September van hetzelfde jaar werd hij leeraar aan het Willebrord-College te Katwijk aan den Rijn, voor ongeveer 12 uren per week. Later werd dit aantal grooter en gaf hij ook natuurkundelessen.

Niettegenstaande deze werkzaamheden kon hij reeds 3 jaar later, 12 Juli 1923, het doctoraalexamen afleggen. De proeven voor zijn dissertatie verrichtte hij gedeeltelijk te Leiden in het anorganisch-chemisch laboratorium, doch grootendeels in de school te Katwijk, waar zijn vaardigheid in het glasblazen en zijn groote experimenteele handigheid hem veel diensten bewees. Zijn promotie vond plaats op 6 Juli 1926 op een dissertatie, getiteld „De autoxydatie van aldehyden, in het bijzonder van benzaldehyd“.

Kort daarop volgde zijn benoeming tot leeraar aan de gemeentelijke H.B.S. te Nijmegen, welke functie hij in September 1926 aanvaardde. Nadat hij tijdens de ziekte van Pater Kramers in de herfst van 1928 reeds begonnen was een aantal lessen van zijn oudleeraar over te nemen, werd hij in September 1929 diens opvolger aan het Canisius-College (afdeeling gymnasium en H.B.S.).

Hij was kort na zijn komst te Nijmegen in het huwelijk getreden (21 April 1927) met Mejuffrouw E. A. M. C. Leesberg, uit welk huwelijk 5 kinderen geboren zijn.

Een longontsteking maakte in twee weken een einde aan zijn werkzaam leven.

Van der Beek verrichtte de onderzoeken voor zijn dissertatie in overleg met mij; ik heb daardoor zijn werk stap voor stap kunnen volgen. Ook na zijn promotie bleef onze samenwerking bestaan; hij hield mij geregeld op de hoogte van zijn experimenten, die betrekking hadden op het gebied der oxydatieverschijnselen, die hem in bijzondere mate boeiden. Zijn plan, een monografie te schrijven over de autoxydatie, is door zijn vroegtijdig overlijden niet uitgevoerd. Daar van der Beek een helder inzicht had in chemische problemen en zich daarin met enthousiasme kon verdiepen, zou hij door zijn boek stellig een belangrijke bijdrage hebben geleverd tot de kennis der autoxydatie.

Dat hij over een onderwerp, hetwelk zijn volle belangstelling had, duidelijk en geestig kon voordragen, zullen o.a. zijn tijdgenooten te Leiden zich herinneren; de voordracht, die hij over de hoofdresultaten zijner dissertatie in den Leidschen Chemischen Kring heeft gehouden²⁾, boeide van het begin tot het einde.

¹⁾ Zie over dezen voortreffelijken leeraar: Chem. Weekblad 26, 458 (1929).

²⁾ Chem. Weekblad 23, 102 (1926).

Toen van der Beek zijn onderzoekingen over de autoxydatie van benzaldehyd begon, was in hoofdzaak het volgende daarover bekend ³⁾:

Tijdens de oxydatie tot benzoëzuur wordt in zeer geringe hoeveelheid een verbinding waargenomen, die peroxydereacties vertoont. Gebruikt men een geschikten acceptor in overmaat, dan neemt deze evenveel zuurstof op als het benzaldehyd ⁴⁾. In tegenwoordigheid van een overmaat van azijnzuuranhydride ontstaat quantitatief benzoyl-acetyl-peroxyde ⁴⁾ ⁵⁾.

De oxydatiesnelheid van een mengsel van benzaldehyd en azijnzuuranhydride is evenredig met het kwadraat der lichtintensiteit, hetgeen leidde tot het vermoeden, dat, na activeering der aldehydmoleculen door het licht, een verbinding van 2 moleculen aldehyd en 1 molecuul azijnzuuranhydride zou ontstaan, die dan tot benzoylacetylperoxyde geoxydeerd zou worden ⁶⁾.

Er kwamen dus in hoofdzaak drie vragen naar voren:

1e. Kan uit de smeltlijn van aldehyden met azijnzuuranhydride besloten worden tot het bestaan van een verbinding van 2 moleculen aldehyd met 1 molecuul azijnzuuranhydride?

2e. Is het mogelijk het peroxyde-achtige oxydatieproduct van benzaldehyd te isoleren?

3e. Is dit het benzoylwaterstofperoxyde, door von Baeyer en Villiger ⁷⁾ langs geheel anderen weg verkregen?

Daar benzaldehyd een laag smeltpunt bezit ($-56^{\circ}.6$) werd eerst een ander aldehyd onderzocht, n.l. piperonal (smp. $36^{\circ}.6$). Zonder katalysator werd geen aanduiding verkregen, dat een verbinding ontstaat. Dat in tegenwoordigheid van een geringe hoeveelheid zwavelzuur het piperonylideendiaceetaat wordt gevormd was reeds bekend ⁸⁾. Het zwavelzuur kleurt de vloeistof echter zeer donker, hetgeen bij onze wijze van bepaling der smeltlijn bezwaren gaf.

Verschillende andere stoffen werden op hun katalytischen invloed onderzocht; uit deze werd, als katalysator bij de verder te nemen proeven, het phosphor-trichloride gekozen. De smeltlijn bleek een maximum te vertoonen bij 66.6 mol. % piperonal (temp. $51^{\circ}.2$) en een bij 50 mol. % (temp. $58^{\circ}.5$). Eerstgenoemd maximum komt overeen met een verbinding van 2 mol. piperonal en 1 mol. azijnzuuranhydride; deze verbinding is metastabiël.

De smeltlijn benzaldehyd-azijnzuuranhydride bleek daarna eveneens twee maxima te vertoonen, n.l. bij 66.6 mol. % (temp. 17°) en 50 mol. % (temp. 40°).

Bij ortho-, meta- en paranitrobenzaldehyd werd in de smeltlijn met azijnzuuranhydride alleen een maximum bij 50 mol. % waargenomen.

Nadat gevonden was, dat benzaldehyd, opgelost

in benzol, zuurstof opneemt tot zeker maximum en daarna weer zuurstof afgeeft (terwijl veel peroxyde ontstaan is), werden ook andere oplosmiddelen gebruikt, in de verwachting er een te vinden, dat het oxydatieproduct bijzonder goed zou stabiliseeren. Aceton bleek in dat opzicht te voldoen. Als oxydatieproduct van het benzaldehyd werd het benzoylwaterstofperoxyde verkregen; de grootste opbrengst — door titreren bepaald — was ruim 63 %.

Van der Beek werkte de vorming van deze stof, door oxydatie van benzaldehydoplossingen, uit tot een bereidingswijze, die hij uitvoerig beschreef ⁹⁾.

Von Baeyer en Villiger hadden in 1900 het vermoeden geuit, dat benzoylwaterstofperoxyde het eerste oxydatieproduct van benzaldehyd zou zijn en dat die stof dan verder met benzaldehyd zou reageren onder vorming van benzoëzuur (deze laatste reactie toonden zij aan).

Engler en Steinkopf ¹⁰⁾ vermelden echter de volgende waarneming: Zij schudden 1e. een oplossing van benzoylwaterstofperoxyde in benzol met een hoeveelheid indigo-oplossing in een atmosfeer van kooldioxyde; 2e. een oplossing van een corresponderende hoeveelheid benzaldehyd in benzol met eenzelfde hoeveelheid indigo-oplossing in een atmosfeer van zuurstof. In het tweede geval vond een snellere ontkleuring van de indigo plaats. Engler komt dan ook tot het besluit, dat het eerste oxydatieproduct een ander „peroxyde” moet zijn.

Met de volgende proef ¹¹⁾ toonden wij aan, dat zich oxydeerend benzaldehyd een veel sterker oxydeerend vermogen bezit dan benzoylwaterstofperoxyde. Benzaldehyd, opgelost in tetrachloorkoolstof, in een atmosfeer van zuurstof aan zonlicht blootgesteld, brengt de oxydatie van het oplosmiddel te weeg; er ontstaan phosgeen, chloorwaterstof, kooldioxyde en een stof met een phenolachtigen geur.

Werd een oplossing van benzoylwaterstofperoxyde in tetrachloorkoolstof aan het zonlicht blootgesteld in een atmosfeer van zuurstof, dan ontstond geen phosgeen, zelfs niet na 14 dagen (en evenmin toen daarna de oplossing 3 uren gekookt werd).

De vorming van benzoylwaterstofperoxyde is dus niet de primaire reactie bij de oxydatie van benzaldehyd.

Dat het laatste woord inzake het mechanisme der oxydatie van aldehyden niet gesproken is, blijkt wel uit de verhandelingen, die op dit gebied in de laatste jaren verschenen zijn (van Almquist & Branch, Bäckström, Bodenstein, Milas, Raymond, Stephens e.a.). Men vindt deze grootendeels besproken in A. H. Belinfante's dissertatie (Leiden, 1933) „Autoxydatie en zuurstofactivering”, in verband met diens eigen onderzoekingen ¹²⁾. Van der Beek's medewerking aan dit vraagstuk is, helaas, geëindigd.

Publicaties van van der Beek:

Met W. P. Jorissen: Composés de pipéronal et d'anhydride acétique. Rec. trav. chim. **43**, 586 (1924).
Met W. P. Jorissen: L'oxydation de la benzaldéhyde

³⁾ Zie ook de inleiding van van der Beek's dissertatie.

⁴⁾ W. P. Jorissen, Z. physik. Chem. **22**, 34, 54 (1897).

⁵⁾ W. P. Jorissen en W. E. Ringer, J. prakt. Chem. N. F. **72**, 173 (1905).

⁶⁾ W. P. Jorissen, Chem. Weekblad **18**, 636 (1921); Rec. trav. chim. **42**, 855 (1923).

⁷⁾ Het natriumzout van deze stof verkregen zij uit benzoylperoxyde en natriumaethylaat. Met verdund zwavelzuur werd het zuur zelf (smp. 41° — 43°) afgescheiden; Ber. **33**, 1569 (1900). Daar deze stof zich met benzaldehyd omzet tot benzoëzuur, onderstellen zij, dat bij de autoxydatie van benzaldehyd eerst benzoylwaterstofperoxyde ontstaat.

⁸⁾ J. J. Blanksma, Chem. Weekblad **7**, 713 (1910).

⁹⁾ Dissertatie; ook Rec. trav. chim. **47**, 297 (1928).

¹⁰⁾ Z. Elektrochem. **18**, 948 (1912).

¹¹⁾ Jorissen en van der Beek, Rec. trav. chim. **46**, 42 (1927); vergelijk ook aldaar **49**, 138 (1930).

¹²⁾ Zie ook: N. Semenov, Chemical Kinetics and Chain Reactions; London, 1935, 480 p.p.

- et l'activation de l'oxygène per cette substance. Ibid. 45, 245 (1926).
- De autoxydatie van aldehyden, in het bijzonder van benzaldehyd; proefschrift, Leiden, 6 Juli 1926, 83 blz.
- Met W. P. Jorissen, The activation of oxygen (especially during the oxidation of aldehydes). Rec. trav. chim. 46, 42 (1927).
- The autoxidation of benzaldehyde. Ibid. 47, 286 (1928).
- The autoxidation of benzaldehyde in the presence of acetic anhydride. Ibid. 47, 301 (1928).
- The melting point curves of the nitrobenzaldehydes in the presence of acetic anhydride. Ibid. 47, 309 (1928).
- Met W. P. Jorissen, The oxidation of benzaldehyde. Ibid. 49, 138 (1930).
- Dr. J. Kramers, S. J., Beknopt leerboek der scheikunde, geheel opnieuw bewerkt door Dr. P. A. A. van der Beek; vierde druk, 3 deelen (240, 127 en 128 blz.); 's Hertogenbosch, L. C. G. Malmberg, 1930.
- Autoxidation of some benzaldehyde derivatives. Ibid. 51, 411 (1932).
- Leiden, Maart 1935. W. P. Jorissen.

543.36 : 546.815

DE BEPALING VAN SPOREN LOOD IN
DRINKWATER

door

J. F. REITH en J. DE BEUS *).

Hoewel reeds veel geschreven is over de loodbepaling in water, zijn alle moeilijkheden bij deze bepaling nog niet overwonnen. In het bijzonder leveren de aanwezigheid van gekleurde organische stoffen en van ijzer in het water bezwaren op. Zij dwingen n.l. dikwijls tot de bewerkelijker loodbepaling door voorafgaande adsorptie aan CaCO_3 (zie verder), terwijl ook dan nog zoowel organische stoffen als ijzer bij de bestaande voorschriften storend kunnen werken. Deze in de praktijk gebleken moeilijkheden waren voor ons aanleiding, enkele bestaande werkwijzen te vergelijken en aan te vullen. Tenslotte verkregen wij een drietal voorschriften, welke in alle omstandigheden een directe loodbepaling, onafhankelijk van de gehalten aan koper, ijzer, aluminium en organische stoffen, mogelijk maken.

De minst bewerkelijke methode voor loodbepaling in water is afkomstig van Winkler (1913—1914). Zij berust op de toevoeging van Na_2S aan het te onderzoeken water, waarmee het lood bruinkleuring geeft door de vorming van colloïdaal PbS . Men kan deze bruinkleuring meten: a. door te vergelijken met een reeks loodoplossingen van opklimmende sterkte, waaraan gelijktijdig eveneens Na_2S wordt toegevoegd; b. door de z.g. colorimetrische titratie: men voegt aan Na_2S -houdend water zooveel loodoplossing uit een buret toe, tot gelijkheid van kleur met de onbekende bereikt is.

*) Uit het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid te Utrecht (directeur: Dr. W. Aeg. Timmerman).

In het onderstaande worden de mededeelingen van Winkler (1913—1914)¹⁾, Kolthoff (1916)²⁾, Schoorl (1932)³⁾, Wiegand (1933)⁴⁾ en Karsten (1933)⁵⁾, omtrent de praktische uitvoering dezer methode, als bekend verondersteld. Eerstgenoemden geven ook andere literatuur over dit onderwerp.

De storing door ijzer. In natuurlijke wateren is ijzer een normaal bestanddeel. In versch gewonnen grondwater is het weliswaar als opgelost $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ aanwezig, maar meestal gaat het spoedig over in een vlokkelig neerslag van $\text{Fe}(\text{OH})_3$, dat colorimetrische loodbepalingen onmogelijk maakt. Doet men de loodbepaling in azijnzuur milieu, dan wordt uit het toegevoegde Na_2S spoedig zwavel afgescheiden. Indien men de loodbepaling in ammoniakaal milieu uitvoert, geeft reeds 0.1 mg ijzer in 100 cm^3 water een storende geelkleuring. Indien men de loodbepaling zou uitvoeren na voorafgaande adsorptie aan CaCO_3 , wordt het ijzer met dit CaCO_3 meegesleept en stoort eveneens bij de colorimetrische eindbepaling.

Om deze storingen te ontgaan, heeft Schoorl voorgesteld, de ferri-ionen in zuur milieu met fosforzuur complex te binden. Wiegand (1933) en evenzoo Karsten (1933) bevonden dit niet afdoende en eerstgenoemde stelde voor, het aanwezige ijzer met hydrazinesulfaat te reduceeren tot den ferro-vorm (in azijnzuur milieu) en daarna pas Na_2S toe te voegen. Karsten toonde daarop aan, dat bij deze aanvulling van het voorschrift sporen lood niet als PbS neerslaan wegens de te hooge zuurgraad en dat het noodig is, een aan de hoeveelheid hydrazinesulfaat aequivalente hoeveelheid loog toe te voegen. Karsten achtte ook natriumpyrofosfaat een geschikt hulpmiddel om ferri-ionen onschadelijk te maken.

Natriumpyrofosfaat bleek ons echter in de praktijk niet te voldoen, omdat daarmee het normaal in natuurlijke wateren voorkomende calcium zoowel in azijnzuur als in ammoniakaal milieu als calciumpyrofosfaat neerslaat. Ook hydrazinesulfaat vormt onder sommige omstandigheden een neerslag van CaSO_4 ; dit neerslag is echter eenvoudig te voorkomen door hydrazinechloride te nemen. Meer bezwaar vonden we, dat de door Karsten aanbevolen toevoeging van loog, die aequivalent moet zijn met de toegepaste hoeveelheid hydrazinesulfaat, tot gevolg heeft, dat de vloeistof plaatselijk even alkalisch wordt en daar ter plaatse dan weer ferri-ionen teruggevormd worden.

Deze praktische bezwaren hebben geleid tot onze werkvoorschriften, die aan het slot van deze mededeeling volgen. Zij zijn alle zoo samengesteld, dat de storing door ijzer voorkomen wordt. Wij achten dit noodig, omdat zelfs in zorgvuldig gereinigde drinkwateren sporen ijzer kunnen voorkomen, evenals in de reagentia.

In azijnzuur milieu (voorschrift III) kan de ijzerstoring o.i. het beste opgeheven worden door reductie tot den ferro-vorm met hydrazinechloride en vermindering van de concentratie van de H^+ -ionen met ammoniumacetaat. Voor de reductie van 10 mg Fe^{+++} is 50 mg hydrazinechloride voldoende, 25 mg is

¹⁾ Z. angew. Chem. 26, 38 (1913); 27, 544 (1914).

²⁾ Pharm. Weekblad 53, 1739 (1916).

³⁾ Chem. Weekblad 29, 338 (1932).

⁴⁾ Ibid. 30, 262 (1933).

⁵⁾ Ibid. 30, 376 (1933).

te weinig. Het koken met hydrazinechloride moet geschieden in mineraalzuur milieu, omdat anders basisch ferriacetaat kan neerslaan, dat niet wordt gereduceerd. Men moet de Na_2S -opl., aangezuurd met azijnzuur indruppelen, omdat anders plaatselijk FeS ontstaat. In alkalisch milieu zijn deze of andere reductie-methoden onbruikbaar, omdat te spoedig tengevolge van oxydatie door lucht weer ferri optreedt.

In ammoniakaal milieu (voorschriften I en II) kan men het ijzer op geschikte wijze onschadelijk maken door middel van kaliumnatriumtartraat (Winkler); de toevoeging van 2 g van dit zout voorkomt geheel de storing van zelfs 1 mg ijzer in 100 cm^3 water, echter niet in azijnzuur milieu, waarin n.l. de kleur wegens ijzer nog duidelijk geel is. Zelfs indien in 100 cm^3 water aanwezig zijn 20 mg Ca -ion, kan calciumtartraat niet neerslaan, mede doordat de aanwezigheid van NH_4Cl (zie voorschrift) de precipitatie remt.

Met natriumcitraat worden ijzerhoudende vloeistoffen niet geheel kleurloos.

De voorschriften I en II zijn bewerkt voor ammoniakaal milieu, omdat men dan de storing door eventueel koper met KCN kan en moet voorkomen.

De storing door organische stoffen. Zeer veel natuurlijke wateren zijn geel gekleurd door humusachtige stoffen, die bij de directe colorimetrische loodbepaling hinderlijk zijn. Men raakt deze niet steeds kwijt door een loodadsorptie aan CaCO_3 tusschen te schakelen (zooals in voorschrift III), daar ook deze organische stoffen aan het CaCO_3 kunnen geadsorbeerd worden (Schoorl). Wij kunnen de volgende wegen aanbevelen om deze bezwaren te ondervangen.

Indien de kleur zwak is, kan men deze uitdrukken in γ Pb (1 γ = 0.001 mg) van den loodstandaard, daarna voegt men Na_2S toe en meet de kleurvermeerdering (zie voorschrift I). De geelkleuring van het water moet gemeten worden in ammoniakaal milieu, omdat de kleursterkte der humusstoffen afhanget van den zuurgraad.

Indien de kleur sterker is dan 10 γ lood per 100 cm^3 water, of afwijkt in tint, moet men de organische stoffen wegoxydeeren. Hun kleur wordt anders te storend bij onderzoek op sporen lood, terwijl bovendien onze ervaring is, dat bij aanwezigheid van meer humusstoffen de kleur van PbS een sterkeren indruk geeft dan met de hoeveelheid lood overeenkomt.

Als oxydatiemiddel is waterstofperoxyde ongeschikt; het geeft onvollledige oxydatie en de overmaat is moeilijk te verwijderen.

Met bromium als oxydans worden geelgekleurde wateren practisch kleurloos, merkwaardigerwijze vallen echter bij aanwezigheid van koper de uitkomsten voor het lood veel te hoog uit. Naar een verklaring van dit verschijnsel is verder niet gezocht. Bromium is dus alleen bruikbaar, indien men eerst het koper door selectieve adsorptie aan CaCO_3 heeft verwijderd. In onze voorschriften is bromium tenslotte niet toegepast.

Door koken met ammoniumpersulfaat wordt een geelgekleurd drinkwater eveneens geheel ontkleurd. Men loopt met dit reagens geen gevaar, dat CaSO_4 neerslaat, daar de SO_4^{2-} -concentratie niet te hoog wordt. Aan dit oxydans hebben wij dus de voorkeur gegeven.

De storing door koper. Bij de voorschriften I en II wordt de storing door koper op de gewone wijze, n.l. door dit ion complex te binden met KCN, opgeheven. Bij voorschrift III wordt koper niet door het CaCO_3 geadsorbeerd, indien men te voren voldoende KCN toevoegt. Bij aanwezigheid van veel ijzer wordt de door Schoorl voorgestelde hoeveelheid KCN (50 mg per l) geheel gebonden en blijft koper geadsorbeerd te worden, zoodat het voorzigtiger is, als regel 500 mg KCN per liter toe te passen.

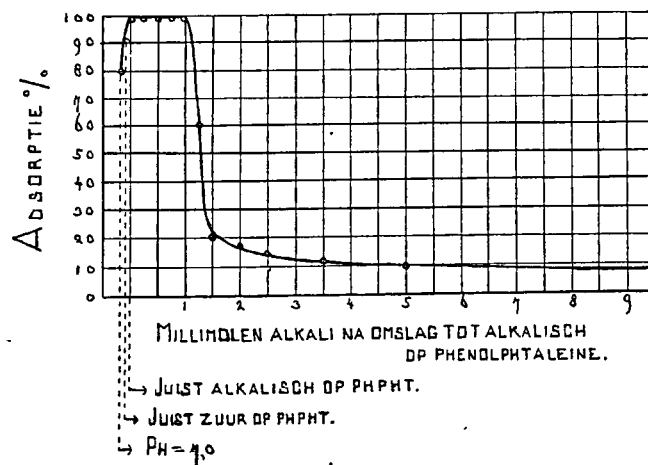
De storing door mangaan. Mangaan in het te onderzoeken water wordt bij voorschrift II aanvankelijk geoxydeerd tot permanganaat, dat men weer ziet verdwijnen onder bruinkleuring bij voortgezet koken. Bij de behandeling met Seignette-zout wordt de vloeistof geheel helder.

De storing door aluminium. Volgens sommige onderzoekers zou aluminium de loodbepaling kunnen bemoeilijken, doordat het als aluminiumhydroxyde neerslaat en daarbij PbS meesleept. Het bleek ons echter bij nader onderzoek, dat 5 mg Al^{+++} in 100 cm^3 water bij de voorschriften I en II niet stoort. Bij voorschrift III kan een neerslag van $\text{Al}(\text{OH})_3$ ontstaan, dat bij de vereischte zwak alkalische reactie der vloeistof niet als aluminaat oplost; het $\text{Al}(\text{OH})_3$ sleept echter geen koper mee en ook bij de verdere bepaling stoort het niet.

De storing door neerslagen na het koken met ammoniumpersulfaat. Enkele malen komt het voor, dat na het wegoxydeeren der organische stof in het te onderzoeken water een wit, snel bezinkend neerslag (van kiezelzuur?) is ontstaan. In de gegeven omstandigheden kunnen sporen lood niet neerslaan en affiltreren is dus geen bezwaar indien het vaststaat, dat het filter geen lood adsorbeert. Wij hebben dit nagegaan voor filterschijven Delta 314 van 7 cm diam.; deze bleken na driemaal uitwasschen met telkens 5 cm^3 zoutzuur 0.1 n niet meer lood vast te houden.

De adsorptie van Pb-ionen aan CaCO_3 bij verschillende alkaliteit der vloeistof. Kolthoff en ook Schoorl (l.c.) waarschuwen, dat bij te hoge alkaliteit der vloeistof het CaCO_3 niet quantitatief het lood adsorbeert. Wij hebben deze adsorptie bepaald bij opklimmende alkaliteit (zie curve).

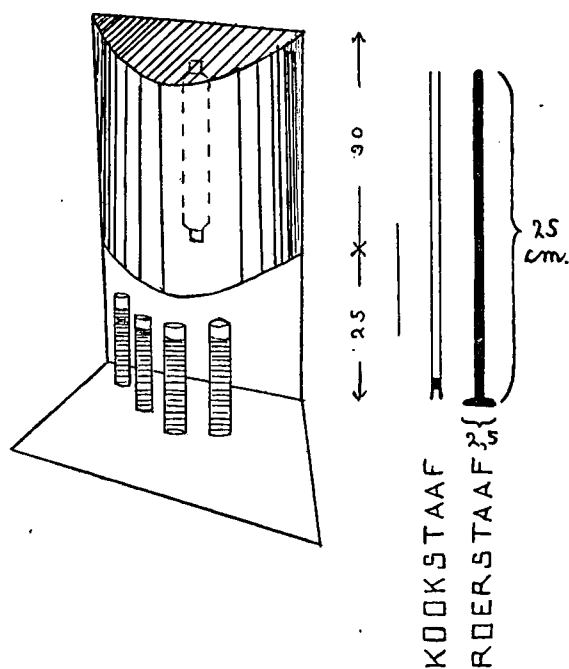
ADSORPTIE-CURVE VAN SOX Pb
AAN SOMB CaCO_3 LAEVISS.P.A. [D.P.G.]
IN 100 cm^3 LEIDINGWATER UTRECHT.



Zooals de curve laat zien, bleek de adsorptie alleen dan volledig, indien de vloeistof juist zwak alkalisch op phenolphthaleine reageerde, of indien de overmaat loog (d.w.z. de loogtoevoeging na het verkrijgen der omslag tint op phenolphthaleine) hoogstens 1 millimol natronloog per 100 cm³ bedroeg.

Reagentia en andere hulpmiddelen. Loodvrij water. Soms kan leidingwater dienen of gewoon gedestilleerd water, anders herdestilleere men uit een geheel glazen apparaat. Het water mag na toevoeging van Na₂S-opl. niet van kleur veranderen en wordt in de voorschriften kortheidshalve aangeduid als „water”. De reagentia ⁶⁾ worden bereid met opnieuw gedestilleerd water. — Azijnzuur 5 n. — Zoutzuur 4 n en 0.1 n. — Natriumhydroxyde 4 n. — Ammoniumpersulfaat-opl. 5 %. — Kaliumcyanide-opl. 10 % — Kaliumnatriumtartraat-opl. 20 % — Ammoniakale ammoniumchloride-opl., die 20 % NH₄Cl bevat en 2 n is aan NH₃; daartoe moet 100 cm³ der oplossing 35.5 cm³ ammonia (10 %) bevatten — Ammoniumchloride-acetaat-opl., welke 15 % NH₄Cl en 20 % NH₄-acetaat bevat — Loodstandaard: 1 cm³ = 0.1 mg Pb; 160 mg zuiver loodnitraat met 4 cm³ azijnzuur 5 n oplossen tot 1 liter — Natriumsulfide-opl. ± n volgens Winkler; 10 g Na₂S.9H₂O, in 25 cm³ water oplossen, dan met glycerine tot 100 cm³ aanvullen — Calciumcarbonaat, laeviss. p.a. (O.P.G.) — Hydrazinechloride — Phenolphthaleine-opl. 1 % in alcohol — Colorimeterglazen van 100 cm³ van goed kleurloos glas (alle gelijk); de eindbepalingen worden steeds uitgevoerd in 100 cm³ vloeistof. Men mengt met behulp van een roerstaaf volgens tekening.

Belichting. Om niet afhankelijk te zijn van het daglicht, zochten we naar een geschikte lichtbron,



waarmee men ook kleine kleurverschillen (2—3 γ per 100 cm³ vloeistof) na eenige oefening duidelijk

⁶⁾ Men neme hiertoe de pro-analyse-kwaliteiten. Voor de zoutzuur- en natronloog-oplossingen neme men de loodvrije HCl Kahlbaum 37 % für forensische Zwecke no. 03485 en NaOH Merck p.a.e. natrio no. 6494.

kan waarnemen. Zeer goed voldoet de hieronder beschreven lamp.

Een buislamp van blauw glas (Philips 40 W) wordt gemonteerd volgens tekening op een vertikaal opgesteld plankje van 25 × 55 cm. Om en boven deze buislamp wordt een scherm aangebracht. Plank, scherm en tafelvlaak worden wit gemaakt met filtreerpapier.

Op deze wijze is de beoordeeling na oefening minstens even gevoelig als bij daglicht, dat dikwijls te sterk of te zwak is.

Kookbuis volgens Folin. Om kookvertraging te voorkomen zet men in de vloeistof een glasbuis, inw. diam. 3 mm en 25 cm lang, met dichtgesmolten gedeelte, volgens tekening.

Contrôle der reagentia. Men controleert de Na₂S-opl. op thiosulfaat, door enkele cm³ azijnzuur 5 n te mengen met 10 druppels Na₂S-opl.; de vloeistof moet daarna 15 minuten helder blijven.

Bij de vraag, in hoeverre het loodgehalte van de reagentia kan storen, moet men twee gevallen onderscheiden. In de eerste plaats heeft men de reagentia, die zoowel bij het te onderzoeken water als bij de standaarden gebruikt worden. Hun loodgehalte oefent feitelijk geen invloed op de uitkomsten uit; toch moet men den eisch stellen, dat de kleur van den standaard zonder toegevoegd lood zeer weinig van de kleur van gedestilleerd water verschilt. Is het verschil groot, dan moet men na afzonderlijk onderzoek der reagentia het te loodrijke reagens vervangen. Doet men dit niet, dan zou de kleur B (zie verder) zwakker kunnen zijn dan de standaard o γ Pb, dus een negatieve waarde krijgen!

In de tweede plaats worden bij de voorschriften II en III bij het onderzoek van het water meer reagentia toegepast dan in de kleurstandaarden. Het eventueel loodgehalte R dier reagentia moet dus door een blinde bepaling gemeten en afgetrokken worden. Bij voorschrift II geldt dit alleen voor het ammoniumpersulfaat. Aan de standaarden moeten immers evenals bij voorschrift I kaliumcyanide en tartraat toegevoegd worden, opdat het loodsulfide steeds in hetzelfde milieu gevormd wordt en opdat koper en ijzer in de reagentia niet kunnen storen.

Bij voorschrift III moeten de loodstandaarden eveneens onder gelijksoortige omstandigheden bereid worden, dus hier in azijnzuur-acetaat-oplossing. De blinde bepaling met de reagentia geeft het loodgehalte aan van HCl, KCN en NaOH, vermeerderd met het gehalte aan Cu + Pb in CaCO₃, (NH₄)₂S₂O₈ en hydrazine-chloride.

Het gezamenlijke koper- en loodgehalte van CaCO₃ is dikwijls vrij hoog; een preparaat van Kahlbaum bevatte 33 γ Cu + Pb per gram, een preparaat CaCO₃ laeviss. p.a. (O.P.G.) 24 γ per gram. Carbonas calc. praec. p.a. Schuchardt bevatte 67 γ en Carbonas calc. praec. p.a. zur Silikatanalyse Schuchardt 9 γ Cu + Pb per gram. Wij hebben echter geen ervaring van de adsorptieve eigenschappen dezer twee laatstgenoemde monsters.

Ter oriëntatie omtrent de loodgehalten R der bovengenoemde reagentia zijn deze bij de proefbepalingen in de tabel (zie verder) aangegeven.

Bemonstering en voorbehandeling van het water. Dikwijls wordt de loodbepaling in water uitgevoerd

ter beoordeeling van de lood-agressiviteit van een watersoort. Men laat daartoe als regel het water eerst eenigen tijd doorstroomen en sluit dan alle kranen, ook de hoofdkraan af, liefst door verzegeling. Na minstens 12 uur tapt men dat deel van het water af, dat in het looden gedeelte der leidingen heeft gestaan.

Het te onderzoeken water kan men onbeperkten tijd bewaren. Onmiddellijk voor de bepaling giet men de flesch leeg in een kolf en bevochtigt de wanden van de flesch met zooveel maal 5 cm³ zoutzuur 4 n, als het aantal liters uitgegoten water bedraagt. Na 15 minuten giet men het water weer terug in de flesch en mengt.

Voor het verdere onderzoek kieze men een der drie onderstaande voorschriften. De colorimetrische bepaling omvat steeds de meting van de kleur B = beginkleur van het water vóór toevoeging van Na₂S en de meting van kleur E = eindkleur na de toevoeging van Na₂S. Het loodgehalte wordt aangegeven door de kleurvermeerdering E—B. Bij de voorschriften II en III moet bovendien een correctie R voor het loodgehalte der reagentia worden afgetrokken.

Voorschrift I. *Het te onderzoeken watermonster bevat < 10 mg Fe⁺⁺⁺ per l en heeft geen of een zeer geringe kleur door organische stoffen. (Eigen kleur van 100 cm³ water niet sterker dan 10 γ Pb).*

Aan 80 cm³ van het te onderzoeken water, welke reeds 0.4 cm³ HCl 4 n van de voorbehandeling bevatten, worden achtereenvolgens toegevoegd: 4 druppels KCN-opl., 10 cm³ KNa-tartraat-opl. en 10 cm³ ammoniakale NH₄Cl-opl., echter nog geen Na₂S-opl. Na iedere toevoeging mengen. Nu wordt de kleursterkte B beoordeeld ten opzichte van een serie kleurstandaarden, die men als volgt bereidt: men brengt in een reeks colorimeterglazen opklimmende hoeveelheden Pb (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 γ enz. naar behoefte), 80 cm³ water, 0.4 cm³ HCl 4 n, 4 druppels KCN-opl., 10 cm³ KNa-tartraat-opl., 10 cm³ ammoniakale NH₄Cl-opl. en 2 druppels Na₂S-opl., en mengt. De standaard met 0 γ Pb mag slechts zeer weinig met de kleur van gedestilleerd water verschillen.

Na deze eerste kleurcontrole voegt men aan het te onderzoeken water 2 druppels Na₂S-opl. toe, mengt en meet de kleur E; de meting van E moet binnen 10 minuten na de toevoeging van Na₂S aan de standaarden geschieden. Het loodgehalte van 80 cm³ water is dan de kleurvermeerdering E—B.

Voorschrift II. *Het te onderzoeken watermonster bevat < 10 mg Fe⁺⁺⁺ per l, doch is storend geel gekleurd door organische stoffen.*

a) *Oxydatie der organische stoffen*⁶⁾. 100 cm³ van het te onderzoeken water, welke reeds 0.5 cm³ HCl 4 n van de voorbehandeling bevatten, worden na toevoeging van 5 cm³ (NH₄)₂S₂O₈-opl. in een Erlenmeyer van 200 uitgekookt tot 50 cm³. Men laat de vloeistof tot ± 50° C afkoelen, voegt toe 4 druppels KCN-opl., mengt, voegt toe 10 cm³ KNa-tartraat-opl. en schudt gedurende enkele minuten om. Is nu de vloeistof helder, dan voegt met 10 cm³ ammoniakale NH₄Cl-opl. toe, spoelt over in een colorimeterglas, vult aan tot 100 cm³, en werkt de bepaling af volgens c.

b) *Verwijdering van het neerslag.* Is de vloeistof na bovengenoemde tartraat-toevoeging troebel of bevat ze een weinig snel bezinkend neerslag, dan wordt de nog warme vloeistof gefiltreerd (filtreerpapier Delta 314, diam. 7 cm is na vooraf uitwasschen met HCl en water zeer geschikt) in een colorimeterglas, waarin tevoren 10 cm³ ammoniakale NH₄Cl-opl. zijn gebracht. Na uitwasschen met 3 × 5 cm³ HCl 0.1 n en aanvullen tot 100 cm³ wordt gemengd; verder afwerken volgens c.

c) *Eindbepaling.* Na volledig afkoelen wordt de kleur B van het water bepaald met behulp van een serie standaarden (zie voorschrift I). Na toevoeging van 2 druppels Na₂S-opl. wordt gemengd en de kleur E bepaald. Het loodgehalte van 100 cm³ water is dan E—B—R, waarin R het loodgehalte is, dat men bij de blinde proef met alle reagentia vindt.

Voorschrift III. *Colorimetrische loodbepaling na ophooping door adsorptie aan CaCO₃. Geschikt voor alle practisch voorkomende wateren.*

a. *Ophooping*⁷⁾. Aan 1 liter van het te onderzoeken water (of een kleinere hoeveelheid waarin 50—100 γ Pb te verwachten is) en welke 5 cm³ HCl 4 n per liter van de voorbehandeling bevat, worden in een 2 liter kolf 5 cm³ KCN-opl. en 3 druppels phenolphtaleïne-opl. toegevoegd. Onder voortdurend omschudden maakt men zeer zwak, doch blijvend alkalisch met 4 n loog. Men voegt daarop toe 500 mg CaCO₃ en schudt de vloeistof gedurende 1 uur van tijd tot tijd om. Nu laat men goed bezinken, doch niet langer dan eenige uren.

Vervolgens filtreert men door een Büchner-trechter (5 cm diam., recht model; Delta-papier 314), hierbij zorg dragend dat zooveel mogelijk CaCO₃ in de kolf blijft, om verstopping van het filter te voorkomen. Het CaCO₃ in de kolf en op het filter wordt vier maal uitgewasschen met telkens 25 cm³ water, dat op phenolphtaleïne uiterst zwak alkalisch reageert. Filtraat en waschwasser kunnen worden weggegooid.

Daarna plaatst men in de afzuigkolf een groote reageerbuis, om hierin de filtraten op te vangen. Nu lost men het CaCO₃ op met behulp van een kokend mengsel van 5 cm³ HCl 4 n en 40 cm³ water. Men giet dit in vier porties eerst in de kolf en daarna op het filter, waardoor men het neerslag bij zorgvuldig werken juist in oplossing krijgt. De kolf en het filter worden vier maal met water nagewasschen, zoodat het in de reageerbuis opgevangen filtraat na overspoelen in een Erlenmeyer van 300 een volume heeft van ongeveer 150 cm³.

b. *Oxydatie organische stof.* Dit filtraat wordt bedeed met 5 cm³ ammoniumpersulfaat-opl. en in ongeveer 20 minuten zacht uitgekookt tot 80 à 90 cm³. (Kookbuis).

c. *Reductie ferri.* Na toevoeging van 100 mg hydrazine-chloride kookt men nog 5 à 10 minuten door, tot de vloeistof geheel kleurloos is, en een volume heeft van 70 à 80 cm³. Nu laat men afkoelen.

d. *Eindbepaling.* Na overspoelen in een colorimeterglas tot een volume van 90 cm³ bepaalt men

⁷⁾ Bij dit voorschrift begint men gelijktijdig met de analyse van het te onderzoeken water met de blanco bepaling; men behandelt daartoe 100 cm³ loodvrij water volgens het geheele voorschrift.

Toegepast voorschrift en aard van het watermonster	Toegevoegd Pb in γ	Extra toegevoegde metalen in mg	Gevonden γ Pb = eind-kleur-beginkleur-blanco reag. = E-B-R	Terugggevonden v/h toegevoegde Pb
<i>Voorschrift I.</i>				
80 cm ³ Utrecht	—	—	2-0 = 2	
" "	30	—	32-0 = 32	30
" "	—	1 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	2-0 = 2	
" "	30	1 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	30-0 = 30	28
<i>80 cm³ Watermonster BZ</i>				
" "	—	—	5-4 = 1	
" "	30	—	36-4 = 32	31
" "	—	0.5 Cu + 5 Al	6-4 = 2	
" "	30	0.5 Cu + 5 Al	35-4 = 31	29
<i>Voorschrift II zonder filtratie.</i>				
Blanco reagentia				
R = E-B = 4-0 = 4				
80 cm ³ Voorschoten ruw	—	—	5-0-4 = 1	
" "	30	—	40-5-4 = 31	30
" "	—	0.5 Fe + 0.5 Cu	8-4-4 = 0	
" "	30	0.5 Fe + 0.5 Cu	43-5-4 = 34	34
<i>Blanco reagentia</i>				
R = E-B = 3-0 = 3				
100 cm ³ Boskoop rein	—	—	12-0-3 = 9	
" "	30	—	45-5-3 = 37	28
" "	—	0.5 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	15-6-3 = 6	
" "	30	0.5 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	46-6-3 = 37	31
<i>Voorschrift II met filtratie.</i>				
Blanco reagentia				
R = E-B = 2-0 = 2				
100 cm ³ Boskoop ruw	—	—	5-5-2 = -2	
" "	30	—	37-5-2 = 30	32
" "	—	0.5 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	13-10-2 = 1	
" "	30	0.5 Fe + 0.5 Cu + 5 Al	38-6-2 = 30	29
<i>Blanco reagentia</i>				
R = E-B = 2-0 = 2				
100 cm ³ Alphen ruw	—	—	9-8-2 = -1	
" "	30	—	37-7-2 = 28	29
" "	—	0.5 Cu + 0.5 Fe + 5 Al	10-10-2 = -2	
" "	30	0.5 Cu + 0.5 Fe + 5 Al	40-10-2 = 28	30
<i>Voorschrift III.</i>				
Blanco reagentia				
R = E-B = 15-0 = 15				
500 cm ³ Utrecht	—	—	15-0-15 = 0	
" "	50	—	68-0-15 = 53	53
" "	—	10 Fe + 5 Cu + 30 Al	18-0-15 = 3	
" "	50	10 Fe + 5 Cu + 30 Al	68-0-15 = 53	50
<i>Blanco reagentia</i>				
R = E-B = 16-0 = 16				
500 cm ³ Watermonster HU	—	—	18-0-16 = 2	
" "	100	—	115-0-16 = 99	97
" "	—	10 Fe + 5 Cu + 30 Al + 200 Ca	25-5-16 = 4	
" "	100	10 Fe + 5 Cu + 30 Al + 200 Ca	118-0-16 = 102	98

de kleursterkte B met behulp van een serie standaarden, die men als volgt bereidt: men brengt in een reeks colorimeterglazen opklimmende hoeveelheden loodstandaard (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 γ Pb enz. naar behoefte), 2.5 cm³ HCl 4 n en 10 cm³ amm. chloride-acetaat-opl., vult aan met water tot 100 cm³, voegt toe 2 druppels Na₂S-opl. en mengt.

Na deze eerste kleurcontrole voegt men aan de eigenlijke bepalingen toe 10 cm³ amm. chloride-acetaat-opl., te voren gemengd met 2 druppels Na₂S-opl. (het mengsel mag niet opalesceeren). Men mengt en controleert met congopapier of misschien de reactie hierop nog zuur is; is dit het geval, dan voegt men nog een weinig ammoniumchloride-acetaat-opl. toe. Indien men werkt volgens het voorschrift, is echter geen verdere buffering noodig.

Nu meet men de kleur E. Het loodgehalte van de

genomen hoeveelheid water is dan E-B-R, waarin R het loodgehalte is, dat men bij de blinde proef met alle reagentia vindt.

Ter controle brengt men na de bepaling van E nog 10 cm³ zoutzuur 4 n in het colorimeterglas en mengt. De bruinkleuring door PbS verdwijnt dan (verschil met HgS, CuS en Bi₂S₃).

Enkele resultaten met deze drie voorschriften.
De drie voorschriften werden toegepast op enkele monsters water, die veel organische stof en (of) ijzer bevatten en waaraan, naast lood, bovendien koper, ijzer, aluminium en calcium werden toegevoegd. Hieronder volgen het KMnO₄-getal en de ijzer- en mangaangehalten per liter van deze monsters.

De resultaten der proefanalysen zijn in de tabel op deze bladzijde vereenigd.

Bespreking der resultaten in de tabel. In de reagentia vinden wij bij de voorschriften I en II zeer weinig lood (2—4 γ Pb); bij voorschrift III wordt de blankowaarde der reagentia belangrijk hoger

	KMnO ₄ -getal, alkalisch, ongefiltreerd	Fe	Mn
Utrecht	2	< 0.1	0
Watermonster BZ	8	0.1	0.26
Voorschoten ruw	36	0.6	0.09
Boskoop rein	43	< 0.1	0.33
Boskoop ruw	43	4.7	0.68
Alphen ruw	29	5.0	0.75
Watermonster HU	16	0.7	0

(15 en 16 γ Pb), omdat men meer reagentia gebruikt en ook het kopergehalte van sommige reagentia mede bepaald wordt.

De beginkleur B der vloeistof, dus vóór de Na₂S-toevoeging, is steeds gering (hoogstens overeenkomstig 10 γ Pb) en in het bijzonder volgens voorschrift III zeer laag.

Bij de proefbepalingen werden de toegevoegde hoeveelheden lood (30, 40 en 100 γ) met een binnen de nauwkeurigheidsgrens der colorimetrische aflezing liggende fout teruggevonden, n.l. bij 15 bepalingen was de fout 0 tot 3 γ en bij één bepaling 4 γ .

Verder zal men opmerken, dat toegevoegd koper de uitkomst voor lood niet verhoogt, ook niet indien veel Al⁺⁺⁺ en Fe⁺⁺⁺ aanwezig zijn.

Samenvatting. De bepaling van sporen lood in drinkwater volgens het beginsel van Winkler wordt dikwijls gestoord door de aanwezigheid van organische stoffen en ijzer, indien men de gebruikelijke voorschriften toepast. In bovenstaand artikel worden de aard der storingen en de mogelijkheden om deze te voorkomen, besproken. Tenslotte worden drie voorschriften gegeven, die in alle praktisch voorkomende omstandigheden de loodbepaling mogelijk maken, onafhankelijk van de gehalten aan koper, ijzer en organische stoffen. Voorschrift I is bedoeld voor een directe loodbepaling in water, dat aanmerkelijke hoeveelheden koper en ijzer mag bevatten, doch weinig gekleurd is door organische stoffen. Indien het water sterk gekleurd is, gebruike men de directe loodbepaling volgens voorschrift II, dat eveneens bij aanwezigheid van koper en ijzer tot goede uitkomsten leidt. In voorschrift III wordt de adsorptie van lood aan CaCO₃ toegepast; het biedt dezelfde mogelijkheden als II, doch verdient voor de bepaling van zeer kleine hoeveelheden lood (20—100 γ per liter) en bovendien voor zeer ijzerrijke wateren (> 10 mg Fe per l) de voorkeur.

544.62 : 535.343.3

PHYSISCHE METHODEN IN DE CHEMIE, II. HET ABSORPTIESPECTRUM

door

L. J. N. VAN DER HULST en P. COHEN HENRIQUEZ.

Inleiding. In het vorige artikel *) hebben we op grond van de beschrijving van het molecuul aange-toond, dat iedere stof drie absorptie-gebieden bezit, waarvan er twee, n.l. dat in het „ultrarood” en dat in het „ultraviolet en zichtbaar” langs optischen weg te doorvorschen zijn.

Om aan te geven, hoeveel licht van een bepaalde golflengte door een zekere laag der stof wordt tegen-gehouden, gebruikt men meestal den extinctiecoëfficiënt. Deze grootheid wordt gedefiniëerd door de wetten van Lambert en Lambert-Beer:

Wet van Lambert:

Deze zegt, dat de daling van de intensiteit van het licht bij het gaan door een zelfde vloeistoflaagje evenredig is met de intensiteit van het licht, dus $\frac{dI}{d d} = kI$ of geïntegreerd $I = I_0 e^{-k d}$, waarin d = laagdikte in cm, k = een constante voor iedere golflengte: de extinctiecoëfficiënt, I_0 = intensiteit van het opvallend licht, I die van het doorgelaten licht.

Deze wet gaat voor oplossingen over in de *wet van Lambert-Beer*: $I = I_0 e^{-E' c d}$ of $\ln \frac{I_0}{I} = E' c d$, waarin c de concentratie in grammol. en E' de moleculaire extinctiecoëfficiënt is.

Voor Briggsche logarithmen wordt de betrekking $\log \frac{I_0}{I} = d c E$.

Methoden van meting. Om bij iedere golflengte E te bepalen kan men: 1°. bij een bepaalde laagdikte en concentratie de verhouding tusschen invallend en doorgelaten licht meten; 2°. bij een bekende concentratie de laagdikte bepalen, die een zekere afzwakking $\frac{I_0}{I}$ ten gevolge heeft.

De verschillende methoden, die op één der genoemde principes berusten, zijn verder door den aard van het licht bepaald, d.w.z. voor het zichtbare deel kunnen we visueel meten, voor het ultraviolet en zichtbaar fotoëlectrisch, voor het zichtbaar en ultrarood thermoëlectrisch, terwijl er voor het geheele spectrum ook nog fotografische werkwijzen bestaan, wier toepassing ten slotte door de gevoeligheid der fotografische plaat bepaald wordt.

Wij zullen deze laatste meetmethoden het eerst bespreken.

Hierbij wordt het licht, nadat het een laag van de te meten stof (zuiver of in oplossing) is gepasseerd, spectraal ontleed en het spectrum gefotografeerd. De zwarting van de plaat is een maat voor het doorgelaten licht. De bijbehorende golflengten worden gevonden door vergelijking met een lijnenspectrum, dat eveneens op de plaat wordt opgenomen.

De grondslag voor deze wijze van meten is gelegd door Hartley en Baly, die voorstelden een aantal

*) Chem. Weekblad 32, 35 (1935).

laagjes van verschillende dikten op dezelfde plaat op de juist beschreven wijze te fotografeeren, waar- bij de plaat dan telkens verschoven werd. Zij ge- bruikten een z.g. Baly-buisje, dat ook thans nog een voornaam hulpmiddel is, omdat men er op eenvou- dige en snelle wijze vloeistoflaagjes van de ge- wenschte dikte mee kan verkrijgen. Fig. 6 stelt een dergelijk buisje voor in den geperfectioneerden vorm, waarin het thans (door Zeiss, Jena) in den handel gebracht is.

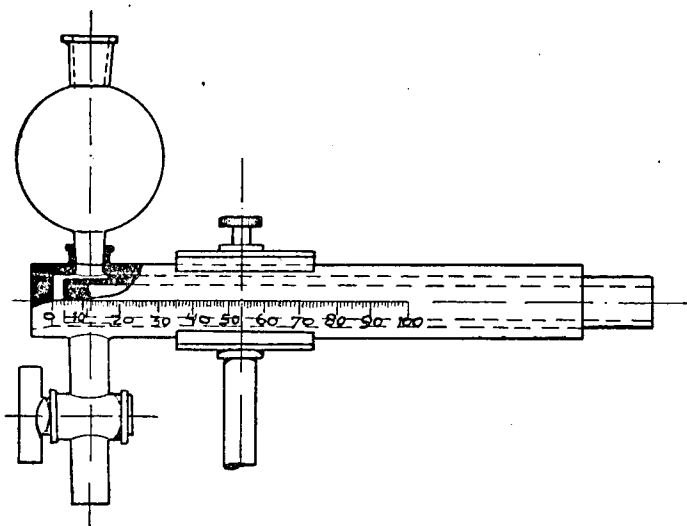


Fig. 6. Baly-buisje.

Opnamen op dergelijke wijze verkregen, geven ons het verband tusschen absorptie en laagdikte bij een bepaalde concentratie, waaruit echter de extinctie-coëfficiënt niet te berekenen is, zelfs niet door de zwarting te meten. Het is dus een kwalitatieve methode, die pas reproduceerbaar is bij gebruik van een lichtbron van bekende intensiteit, een bepaald soort platen, gelijke ontwikkeling daarvan, enz.

Dit soort kurven treft men nu nog in de literatuur veelvuldig aan.

We zullen nu aantonen, dat de geheel quantita- tieve methoden, die vanzelfsprekend veel grootere waarde hebben, niet meer tijd kosten en dus boven de reeds beschrevene te verkiezen zijn.

Bij de quantitatieve meting wordt gebruik gemaakt van vergelijkingsspectra, een principe afkomstig van Henri.

In den door Scheibe gemodificeerden vorm wordt als volgt gewerkt: Inplaats van telkens één spec- trumbandje, zooals bij de Hartley-Baly-methode, worden paren van bandjes opgenomen, beide afkom- stig van dezelfde lichtbron, het bovenste, nadat een deel van den bundel door een laagje van de te meten stof in oplossing is gegaan, waarbij van bepaalde golflengten het licht tot een zeker percentage is ver- zwakt, het benedenste, nadat een ander deel van den lichtbundel op een of andere wijze voor alle golf- lengten tegelijk op een gewenscht percentage, bijv. 10% is afgezwakt. Om nu tevens den invloed van het oplosmiddel uit te sluiten, die vooral in het uiterste ultraviolet belangrijk wordt, plaatst men op den weg van den tweeden lichtbundel een laag op- losmiddel, die even dik is als die der oplossing. Op één plaat worden vele bandenparen opgenomen, af- komstig van bijv. drie oplossingen van verschillende concentratie, ieder bij een reeks laagdikten.

Wanneer nu het licht van een bepaalde golflengte door de oplossing ook juist op i.c. 10% wordt ver- zwakt, is dit op de fotografische plaat daaraan te merken, dat voor een bandenpaar boven en beneden bij die golflengte dezelfde zwarting wordt waarge- nomen.

Hier kiest men dus de *verhouding tusschen inval- lend en doorgelaten licht van te voren* en kan nu de golflengten op de plaat opzoeken, die voor de even- eens bekende concentratie en laagdikte deze vermin- dering van de lichtsterkte vertoonen. Als lichtbron is

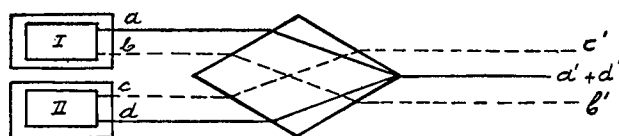


Fig. 7.

Hüffnersch prisma; I en II stellen de Baly-buisjes voor.

het discontinue wolframspectrum (vonkenspectrum) zeer geschikt omdat de doormeting der plaat er door vergemakkelijkt wordt. Om een vonk van voldoende intensiteit te verkrijgen is noodig een transforma- tor met secundaire spanning van 10.000 V (primair 220 V en 3 Amp), vervolgens een tweetal glascon- densatoren van 10.000 cm capaciteit elk, beschermd door een vonkenbrug. De schakeling is in fig 8 aan- gegeven.

De zoojuist genoemde lichtbundels worden bijeen- gebracht door een z.g. Hüffnersch prisma, dat ge- plaatst wordt tusschen de buisjes met vloeistof en de spleet van den spectroscop.

Om de gewenschte verzwakking tot op bijv. 10% te krijgen, zijn vele manieren voorgesteld: 1°. met nicols; 2°. met een draaiende sector; 3°. door af- standsverandering der lichtbron volgens Schaefer¹⁾; 4°. door een diafragma in den collimator volgens Vlès²⁾; 5°. met een z.g. tralie van Winther³⁾; 6°. door een absoluut neutraal absorptiemiddel.

Het eenvoudigste is wel de draaiende sector (zie fig. 8), daar men door deze in te stellen op 18°, 36° en 72° enz. verzwakking tot 5% resp. 10 en 20% kan uitkiezen.

Toch is tegen het gebruik er van bezwaar gemaakt. Het voornaamste bezwaar is wel, dat men vergelijkt licht, dat gedurende een zekeren tijd „onafgebroken” door de oplossing is verzwakt en licht, dat intermitterend op de plaat heeft ingewerkt, omdat het bijv. 9/10 van den tijd niet is door- gelaten. Op de plaat nu is de zwarting van $100 \times \frac{1}{100}$ seconde niet gelijk aan onafgebroken 1 seconde belichting. Van dit „intermittentie-effect” is onder de gegeven omstandigheden (vonken-spectrum) in de practijk niets te merken, althans metingen van dezelfde verbinding met verschillende sector- openingen leveren dezelfde uitkomsten op.

Ook de tralie van Winther is aan te bevelen; vooreerst kan men deze tralies gemakkelijk zelf maken, vervolgens is er niet het bezwaar, hetwelk tegen den sector wordt aangevoerd in verband met het intermittentie-effect en ten slotte is de tralie op eenvoudige wijze aan te brengen.

De tralie bestaat in de oorspronkelijke uit- voering uit een raam van bijv. 2 bij 2 cm, waarop uiterst dun koperdraad nauw aansluitend wordt gewikkeld in twee richtingen loodrecht op

¹⁾ Z. angew. Chem. 33, 25 (1920).

²⁾ Arch. phys. biol. 1 (1921).

³⁾ Z. wiss. Phot. 22, 125 (1923).

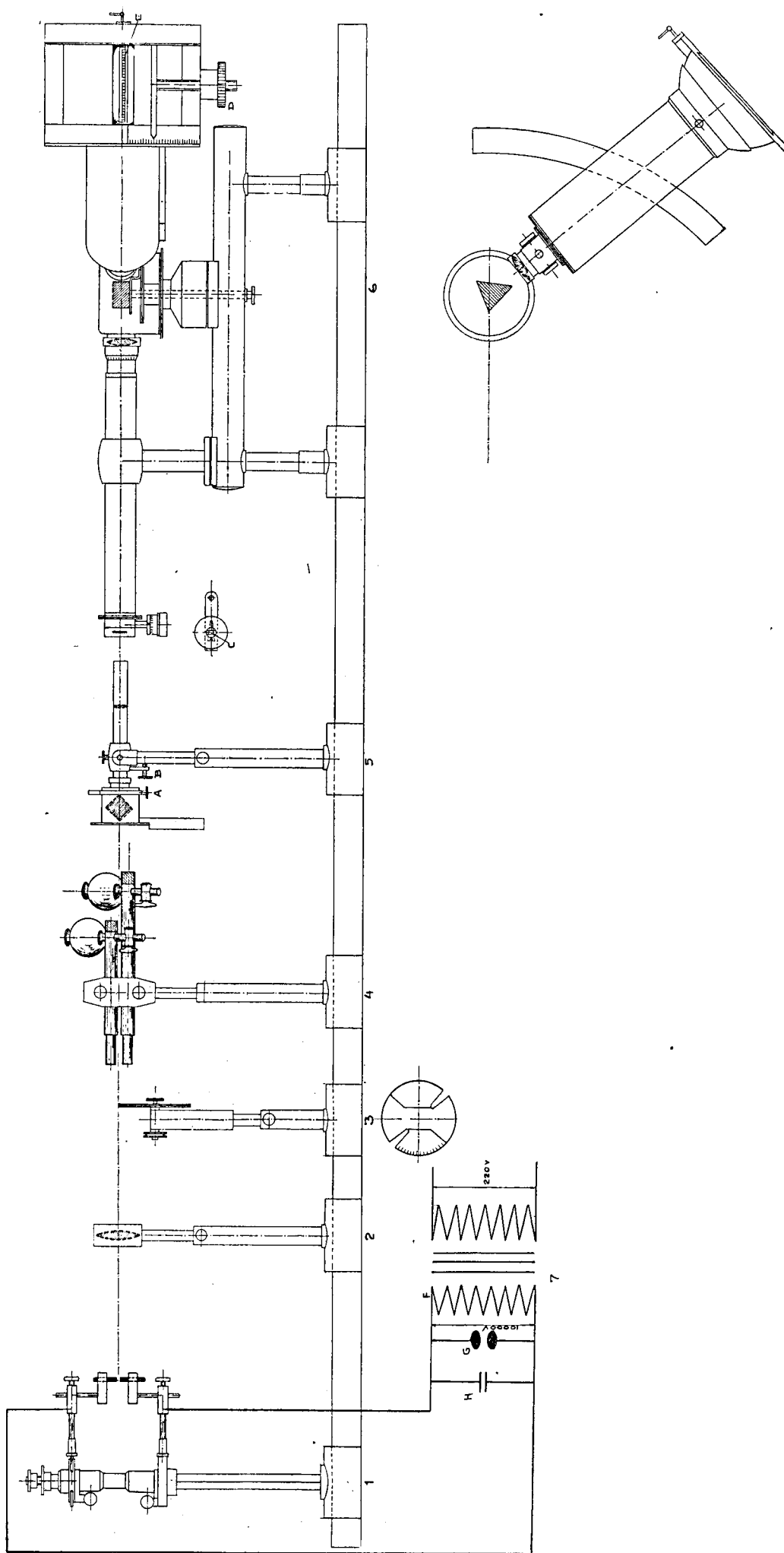


Fig. 8. Kwartsspectograaf.

1. vonkenstatief, 2. kwartscondensor, 3. draaiende sector, 4. statief met Baly-buisjes, 5. Hüffnersch prisma: het prisma zelf is draaibaar met de schroef A, het gestel met de stelschroef B, 6. spectrograaf met instelbare spleet C, het chassis verstelbaar door middel van de schroef D en een golflengteschaal E, die kan worden weggedraaid, 7. hoogspanningsinstallatie met transformator F, beveliger G en condensatoren H.

elkaar. Door nu op regelmatige afstanden wikkelen in beide richtingen weg te nemen, krijgt men openingen; wordt de tralie nu voor een der Balybuisjes (met oplosmiddel) geplaatst, dan zal een zeker deel van het licht worden doorgelaten, juist als bij den sector het geval is. Dit deel is ongeveer uit het vrijgeworden oppervlak te berekenen, maar behoort door een fotoëlectrische meting gecontroleerd te worden. Op deze wijze kan men dan eenige tralies gebruiken, die b.v. tot 5, 10 en 20% verzwakken.

De methode met nicols leent zich ook voor visuele waarneming en is dan ook toegepast in den spectrofotometer van König-Martens.

In het algemeen worden nu van een stof twee of drie oplossingen gemaakt met concentraties van bijv. 1, 1:10 en 1:100 en van ieder der oplossingen worden een aantal laagdikten gefotografeerd. Deze laagdikten worden liefst zóó uitgekozen, dat de opeenvolgende waarden van $\log \frac{1}{d}$ zich verhouden als de termen van een rekenkundige reeks. Dit is het geval bij de laagdikten 10.0, 7.95, 6.31, 5.01, 3.98, 3.16, 2.51, 2.00, 1.59, 1.26 en 1.00 cm. Bij een sectorstand van 10% kunnen we $\log \frac{1}{d} + \log \log \frac{I_0}{I}$ eens voor al berekenen, zoodat we bij deze waarden alleen $\log \frac{1}{c}$ behoeven op te tellen om $\log K$ te kennen bij de golflengten, die in het betreffende tweetal spectrumbandjes gelijke zwarting veroorzaakt hebben.

Tabel I.

laagdikte in cm	log d	$\log \frac{1}{d}$	$\log \frac{1}{d} + \log \log \frac{I_0}{I}$ voor sectorstand		
			5%	10%	20%
10.0	1	-1	-0.886	-1.0	-1.155
7.95	0.9	-0.9	-0.786	-0.9	-1.055
6.31	0.8	-0.8	-0.686	-0.8	-0.955
5.01	0.7	-0.7	-0.586	-0.7	-0.855
3.98	0.6	-0.6	-0.486	-0.6	-0.755
3.16	0.5	-0.5	-0.386	-0.5	-0.655
2.51	0.4	-0.4	-0.286	-0.4	-0.555
2.00	0.3	-0.3	-0.186	-0.3	-0.455
1.59	0.2	-0.2	-0.086	-0.2	-0.355
1.26	0.1	-0.1	+0.014	-0.1	-0.255
1.00	0.0	-0.0	+0.114	0.0	-0.155

Bij laagdikten tot 2 à 3 cm wordt van een loupe ter instelling gebruik gemaakt.

Het bovenstaande zullen we nog met een reëel voorbeeld verduidelijken en hiervoor kiezen we het interessante benzeenspectrum. Er werd een oplossing in hexaan gemaakt van een concentratie 3.109 g per l, door verdunning hiervan een oplossing met 0.3109 g/l en eindelijk nog een verdunning met 0.0622 g/l. In de 4e kolom van tabel II zijn aangegeven de golflengten, waarvoor $\log K$ een bepaalde waarde heeft, die vermeld is in kolom 2. Die golflengten zijn gevonden op de fotografische plaat als plaatsen van gelijke zwarting voor ieder bandenpaar. Dit geschiedt meestal met een sterk vergrootende loupe, soms ook met een meetmikroscoop. Een op de plaat mee-gefotografeerde golflengteschaal maakt het mogelijk voor die plaatsen direct de golflengte af te lezen.

Wanneer nu de bij elkaar behorende waarden van $\log E$ en de golflengte grafisch worden afgezet en de aldus verkregen punten vereenigd, dan ontstaat de absorptiecurve.

Tabel II.

$$c = 0.3109 \text{ g benzeen per l. } \log \frac{1}{c} = +0.507. \log \frac{MG}{c} = +2.399. \text{ Sectorstand } 10\%.$$

laagdikte	log K	log E	Plaatsen van gelijke zwarting in μ						
10.0	-0.493	1.399	237.0	259.6	260.3	264.3			
7.95	-0.393	1.499	237.7	259.3	260.4	364.0			
6.31	-0.293	1.599	237.8	240.8	242.9	252.8	253.6		
						258.4	260.6	263.6	
5.01	-0.193	1.699	238.2	239.8	243.0	246.2	248.4		
				252.4	254.3	258.0	260.7	263.7	
3.98	-0.093	1.799	243.0	245.4	248.4	252.8	254.2		
						257.5	260.6	262.8	
3.16	+0.007	1.899	243.2	245.2	248.4	251.6	254.2		
						257.5	260.7	262.8	
2.51	+0.107	1.999	243.3	244.2	248.7	251.5	254.4		
						257.0	260.9	262.8	
2.00	+0.207	2.099	248.8	250.2	254.6	256.2	261.0	262.3	
1.59	+0.307	2.199	248.7	250.0	254.5	256.0	261.0	261.2	
1.26	+0.407	2.299	254.8	255.5	249.1	249.4			
1.00	+0.507	2.399	254.9	255.4					

Tegelijkertijd kunnen we volgens deze werkwijze controleren of de wet Lambert-Beer opgaat, want in dit geval moeten de plaatsen van gelijkheid bij een laagdikte van 10 cm van een oplossing van een concentratie a overeenkomen met die bij de tien maal zoo sterke oplossing bij een laagdikte van 1 cm.

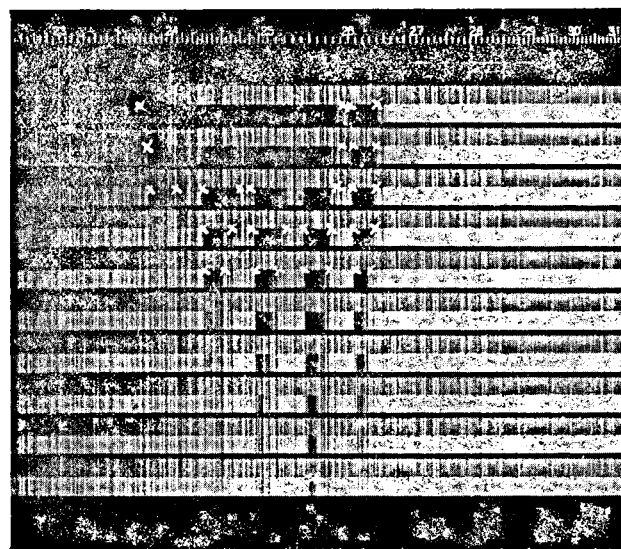


Fig. 9.

Benzeen, gedeelte der opname ($\log E$ 2.4 tot 1.4), de X geven de plaatsen van gelijke zwarting aan.

Met de hier beschreven methode zijn de volgende foutenbronnen uitgeschakeld: a. eigen absorptie van het oplosmiddel; b. intensiteitswisselingen der lichtbron; c. wisselingen in den belichtingstijd; d. variaties in platensoort (gevoeligheid, kleurgevoeligheid, zelfs plaatselijk verschillende gevoeligheid op één en dezelfde plaat storen niet); e. de aard der ontwikkeling.

In totaal geeft dit dan ook een groote zekerheid en nauwkeurigheid, die in de meeste gevallen met de geheel objectieve fotoëlectrische methoden overeenkomt en dit ondanks het feit, dat het doormeten der platen toch nog iets subjectiefs behoudt.

De methode, die door Henri werd toegepast, wijkt eenigszins af van de zoo juist uitvoerig beschreven manier. Hij fotografeert het vergelijkingspectrum af-

zonderlijk (waardoor de eisch van constantheid der lichtbron weer optreedt) en verkrijgt de verzwakking door korteren belichtingstijd. Volgens de wet van Bunsen en Roscoe zijn belichtingstijden, die maar weinig verschillen, omgekeerd evenredig met de lichtintensiteiten, die op de plaat inwerken.

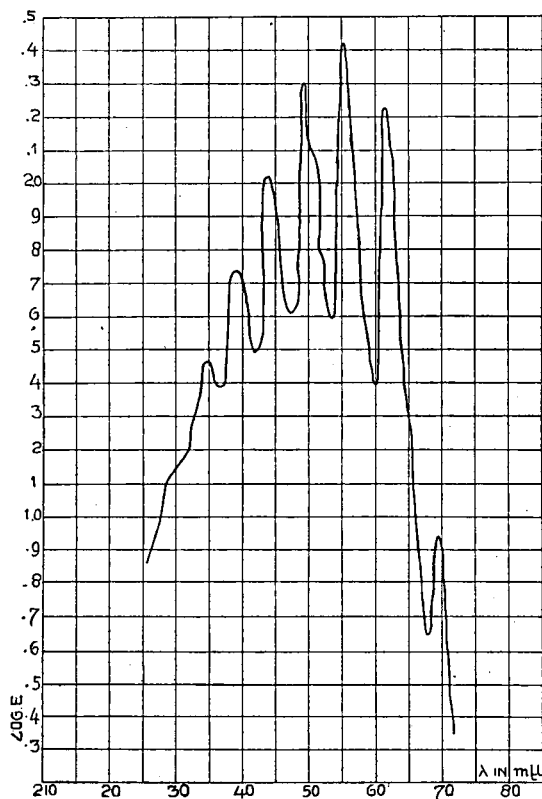


Fig. 10.
Benzene, absorptiecurve.

Met deze fotografische werkwijzen kunnen we het absorptiespectrum bepalen van $\pm 2100^\circ\text{Å}$ tot $\pm 5000^\circ\text{Å}$ met een kwartsspectrograaf en van $\pm 3500^\circ\text{Å}$ tot $\pm 8500^\circ\text{Å}$ met een glas- of tralie-spectrograaf. Het ultraviolette spectrum van korter golflengten dan 2100°Å kan onder bijzondere omstandigheden met een vacuumspectrograaf bestudeerd worden. Het is een nog weinig onderzocht terrein tengevolge van de groote praktische moeilijkheden, aan deze onderzoeken verbonden. De fotografische plaat moet om voor licht van zeer korte golflengte (beneden 2300°Å) bruikbaar te zijn, eerst gesensibiliseerd worden. Men doet dit veelal door op de plaat een dun laagje paraffine aan te brengen, dat met dit licht fluoresceert en zoo de plaat belicht.

Ook voor het ultrarood is sensibilisatie noodig, echter slechts tot een klein gebied beperkt. Vandaar dat hier de meting der intensiteit met behulp van thermo-elementen de voorkeur verdient. Hierbij wordt het electrisch effect van den stralenbundel, die door de oplossing is gegaan, gemeten en vergeleken met de oorspronkelijke intensiteit. Daartoe is een zeer gevoelige galvanometer noodig. Wij verwijzen voor uitvoerige beschrijving hiervan naar een artikel van van Tussenbroek in het Chemisch Weekblad ⁴⁾.

Zooals gezegd, kunnen we het zichtbare en ultraviolette spectrum ook fotoelectrisch meten en wel op

soortgelijke wijze als bij de thermoëlectrische methode. We zullen hierop dan ook niet verder ingaan.

Omtrent de visuele methoden vermelden we behalve den reeds genoemden spectrofotometer nog den „Keuffler en Esser-extinctiometer”, die eveneens door v. Tussenbroek ⁵⁾ is beschreven. Een belangrijke rol bij deze visuele metingen speelt de geschiktheid van het oog.

Toepassing van absorptiespectra. Het absorptiespectrum is voor iedere stof specifiek, vandaar dat men het in de eerste plaats ter identificatie van stoffen kan gebruiken. Tot dit doel werd door Formanek het zichtbare spectrum kwalitatief voor allerlei kleurstoffen bepaald; volgens zijn methode wordt nu nog de aanwezigheid van sommige plantenkleurstoffen, zooals chlorofyl en caroteen, vastgesteld.

Men geeft dan de golflengten op, waar de absorptie het sterkst is (absorptie-maxima); hoe karakteristieker het spectrum nu is, d.w.z. hoe meer absorptiebanden (maxima) er zijn, des te gemakkelijker is de stof aan te toonen. Ook voor ongekleurde stoffen kan men van deze herkenningmethode, maar dan langs fotografischen weg, gebruik maken (absorptie in het ultraviolette).

Volgt men nu een quantitative meetmethode, dan kan men ook de stofhoeveelheid vaststellen, omdat in de formule voor den extinctiecoëfficiënt de concentratie voorkomt. Het is voor dit doel het eenvoudigst, om in de formule de concentratie in grammen per liter op te geven; de aldus verkregen extinctiecoëfficiënt wordt door K aangeduid:

$\log K = \log \frac{1}{c} + \log \frac{1}{d} + \log \log \frac{I_0}{I}$ waaruit volgt
 $c = \frac{1}{Kd} \log \frac{I_0}{I}$. Natuurlijk moet K voor de betreffende stof bekend zijn.

Nog belangrijker is het feit, dat men ook mengsels kan analyseeren, hetgeen mogelijk wordt gemaakt door de additiviteit der extinctiecoëfficiënten.

We kunnen dit als volgt bewijzen:

Uit de wet van Lambert volgt voor een bepaalde golflengte:

$$\ln \frac{I_0}{I} = dk \text{ of } \log \frac{I_0}{I} = dk_2.$$

Noemen we nu in analogie met hetgeen in de fotografie gebruikelijk is, $\log \frac{I_0}{I}$ de dichtheid (D).

Bij een tweede laag derzelfde vloeistof geldt voor een laagdikte d':

$$D' = d'k_2,$$

waaruit volgt:

$$D + D' = (d + d')k_2.$$

Dergelijke betrekkingen kan men ook uit de wet van Lambert-Beer afleiden. Voor één stof in oplossing is namelijk:

$$D = Kcd \text{ en } D + D' + \dots = K(cd + c'd' + \dots).$$

De wet van Lambert-Beer heeft betrekking op een homogene absorbeerende laag en is dus voor een mengsel van stoffen in oplossing te gebruiken, bijvoorbeeld voor een mengsel M van de stoffen A en B in een niet absorbeerend oplosmiddel geldt:

$$\log KM = \log \frac{1}{d_M} + \log \frac{1}{c_M} + \log \log \frac{I_0}{I}$$

of :

$$DM = c_M d_M K_M \dots \dots \dots (a)$$

Plaatsen wij achter elkaar een laag oplossing van stof A en een laag van stof B, dan is

⁴⁾ Chem. Weekblad 26, 374 (1929).

⁵⁾ M. J. v. Tussenbroek, diss. Delft 1929.

$DA = c_a d_A K_A$ en $DB = c_b d_B K_B$,
waaruit volgt:

$$DA + DB = c_a d_A K_A + c_b d_B K_B.$$

Wanneer nu de scheidingswand tusschen beide oplossingen wordt weggenomen en de moleculen A en B elkaar, wat hun optische eigenschappen betreft, niet beïnvloeden, verkrijgen we het mengsel M met de dichtheid D_M , welke laatste gelijk is aan $DA + DB$.

Deze beschouwing levert de belangrijke betrekking op:

$$D_M = c_a d_A K_A + c_b d_B K_B \quad \dots \dots \dots (b)$$

Bij een laagdikte van 1 cm en een totale concentratie $c_A + c_B = c_M = 1$ g/l, zoodat volgens vergelijking (a) $K_M = D_M$ wordt, is verder in verband met (b):

$$K_M = K_A c_A + K_B c_B.$$

In de zoo juist afgeleide vergelijking komen, voor het geval we een mengsel van n stoffen beschouwen, n onbekenden voor, zoodat we ook over n vergelijkingen moeten beschikken.

Wij moeten dus voor $n-1$ verschillende golflengten kennen den extinctiecoëfficiënt van ieder der aanwezige stoffen en dien van het mengsel, terwijl de laatste vergelijking is: $c_1 + c_2 + \dots + c_n = 1$.

Een dergelijke analyse is natuurlijk vooral dan gemakkelijk en tegelijk nauwkeurig, wanneer ieder der aanwezige stoffen bij onderling zeer verschillende golflengten een intensieven absorptieband heeft.

Uit de waarneming, dat de additiviteit in een of ander geval niet aanwezig is, kan tot chemische inwerking besloten worden.

Als derde toepassing zou nu moeten volgen het onderzoek naar de constitutie van chemische verbindingen op grond van den specialen vorm der absorptiecurven. We komen hier echter liever in een ander artikel op terug en zullen nu besluiten met het geven van enkele problemen, die toegankelijk zijn geworden, doordat bepaalde verbindingen door het absorptiespectrum konden worden opgespoord of bepaald.

Van belang is het spectroscopisch bloedonderzoek, hetzij ter vaststelling van de aanwezigheid van koolmonoxyd, of wel ter controle in dienst der medische wetenschap. We denken hierbij o.a. aan het kankeronderzoek van Bendien.

Voorts is de bepaling van vitaminen veelvuldig van groot nut geweest. Waren oorspronkelijk uitsluitend physiologische bepalingsmethoden met proefdieren mogelijk, o.a. in verband met de uiterst geringe hoeveelheid, waarin deze verbindingen voorkomen, thans beteekent de spectrografische meting bijv. van vitamine A een belangrijke tijdsbesparing.

Verder noemen we nog het aantoonen van alkaloiden en kleurstoffen. De keuring van glas op doorlaatbaarheid in bepaalde golflengtegebieden is voor de optische glasindustrie van groote waarde. Ook de petroleumindustrie en de industrie der vette oliën kunnen van spectrameting groot voordeel hebben.

Voor wat de petroleumindustrie betreft, denken we aan het aantoonen van aromaten, voor de vette oliën bijv. aan de bleeking, die pas langs dezen weg exact vervolgd en bestudeerd kan worden.

De zeer belangrijke conclusies, die bij organisch chemisch werk uit het spectrum kunnen worden getrokken in verband met constitutieproblemen, zullen we, als gezegd, nog nader beschouwen.

CHEMISCHE KRINGEN.

Delftsche Chemische Kring. Voor den kring heeft op Donderdag 28 Maart Ir. H. Gravestein een lezing met demonstraties gehouden over „Microscopisch-chemisch onderzoek“.

* * *

Groningsche Chemische Kring. Op Donderdag 7 Februari 1935 sprak voor dezen kring Prof. Dr. Herm. Grossman (Brussel) over „Zuckersynthese nach Bergius“. Voor het verslag verwijzen wij naar het referaat van dezelfde lezing voor den Chemischen Kring Limburg (blz. 183).

Dr. Ir. G. J. de Glee, directeur van de N.V. Waterleiding-Maatschappij v. d. Provincie Groningen, hield op Donderdag 21 Maart 1935 een voordracht over de chemische problemen, die zich bij aanleg en exploitatie van een waterleiding kunnen voordoen.

PERSONALIA, ENZ.

Prof. Ir. P. D. C. Kley.† In 63-jarigen ouderdom is in den Haag overleden Prof. Ir. P. D. C. Kley, oud-hoogleraar aan de Technische Hoogeschool te Delft.

De thans ontslapene werd te Capelle a. d. IJssel geboren. Hij studeerde aanvankelijk aan de Rijksuniversiteit te Leiden en later aan de toenmalige Polytechnische School te Delft, waaraan hij in 1899 assistent in de microchemie werd. Het volgende jaar behaalde hij het diploma als technoloog en in 1908 zag hij zich benoemd tot hoogleraar aan de Technische Hoogeschool, om onderwijs te geven in de microchemie en metallografie. Tezamen met Prof. H. Behrens schreef Prof. Kley een werk over „Microchemische analyse“, dat in 1922 is verschenen.

Verleden jaar werd hij op zijn verzoek gepensionneerd.

Prof. Kley was commandeur in de Huisorde van Oranje.

(N. R. Ct.).

* * *

Aan de Universiteit van Amsterdam zijn bevorderd tot apotheker mejuffrouw L. C. Prinsen Geerligts en de heer Th. J. Jansen.

* * *

Aan de Universiteit te Leiden is geslaagd voor het aanvullingsexamen natuurkunde (van het doctoraalexamen wis- en natuurkunde) Dr. A. A. van der Dussen.

* * *

Onder de auspiciën van de Nederlandsche afdeling der Commissie voor intellectuele toenadering tusschen Nederland en België, welke o.m. uitwisseling van hoogleraren beoogt, zal Maandagmiddag 9 April te Wageningen als spreker optreden Prof. Dr. Jacq. Errera, hoogleraar aan de Universiteit te Brussel, met het onderwerp: „Physisch-chemische onderzoekingen met vloeistoffen in het infrarood“.

De voordracht vindt plaats in de collegezaal voor scheikunde, in het hoofdgebouw der Landbouwhoogeschool.

* * *

Op Donderdag 11 April a.s. zal, voor het Technologisch Gezelschap te Delft, in collegezaal 32 van het Scheikundig Laboratorium, Westvest 9, Prof. G. T. Morgan, director of the Nation. Chem. Research Laboratory te Teddington, een voordracht met demonstraties houden over „Low temperature tar and the wetting agents“.

* * *

Prof. Dr. F. Kögl schreef in het Utrechtsch Faculteitenblad van 30 Maart naar aanleiding van de voordracht van Prof. J. W. Cook uit Londen voor de philosophische faculteit van het Utrechtsch Studenten Corps, de Utr. Chem. Club en den Utr. Chem. Kring over „The carcinogenic hydrocarbons and their relationship to the sterols“ op 2 April:

„De naam van J. W. Cook is verbonden aan onderzoekingen, welke in de laatste jaren in hooge mate de aandacht van chemici en medici hebben getrokken. Het is al lang bekend, dat aan teer kankeroverwekkende eigenschappen toekomen, maar er was geen verband te zien met het „natuurlijk“ ontstaan van kankergezwellen. Cook en zijn medewerkers hebben nu onlangs gekristalliseerde, kankeroverwekkende koolwaterstoffen (b.v. benzo-pyreen) uit teer kunnen isoleren; deze koolwaterstoffen bevatten alle het skelet van phenantreen. Door onderzoekingen van andere chemici is bekend, dat de sterinen en de daarvan afgeleide geslachtshormonen eveneens als derivaten van phenantreen te beschouwen zijn. Dientengevolge ontstond de werkhypothese, dat kanker door abnormale stofwisseling van de sterinen zou kunnen ontstaan, welke eveneens tot vorming van carcinogene stoffen zou leiden. Deze veronderstelling is weliswaar nog niet bewezen, maar de onderzoekingen van Cook en zijn medewerkers hebben in elk geval een nieuwe richting voor het kankeronderzoek aangewezen, welke van de grootste betekenis kan worden.“

* * *

Vijfentwintigste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres. Van dit congres, dat van 23 tot 25 April 1935 te Leiden wordt gehouden, is thans het programma verschenen. Aan chemici geeft gaarne inlichtingen Dr. W. Gaade, 2e secretaris van de Rejelingscommissie, Rijsburgerweg 177, Leiden.

Van de algemeene redevoeringen noemen wij die, te houden in de tweede algemeene vergadering op 25 April in de aula van het Academisch Ziekenhuis, nl. Dr. A. J. Haagen Smit (Utrecht), „Over auxinen” en Prof. Dr. J. Clay (Amsterdam), „De werking van de kosmische straling op de materie”.

In de vergadering van 24 April der eerste afdeling (wis- en natuurkundige wetenschappen) spreken o.a. de heer en mevrouw Joliot-Curie (Parijs); zij behandelen nieuwe onderzoekingen over de kernphysica.

Op 25 April spreken in de onderafdeling voor natuurkunde o.a. Dr. J. A. Prins, Groningen (De moleculaire structuur van „explosief” antimoon) en Dr. J. A. A. Ketelaar, Amsterdam (Het mechanisme van den overgang in de ammoniumzouten bij -40°).

Dienzelfden dag spreken in de onderafdeling voor scheikunde: Drs. R. F. A. Altman (Rotterdam): Bijdrage tot de opsporing van malariamiddelen.

Ir. P. Cohen Henriquez (Delft): Chemische toepassingen van de dielectrische constante.

Dr. W. P. Jorissen (Leiden): Reactiegrenzen.

Dr. W. Ploeg (Oud-Beyerland): Huygens en de chemie.

Dr. J. M. Bijvoet (Amsterdam), mede namens mejuffrouw Dra. C. H. Mac Gillavry: De kristalstructuur van eenige ammoniakaten van het type $M(NH_3)_2Cl_2$.

Dr. W. Gaade (Leiden): De reactie tusschen aethyleendiamine en diaethyloxalaat.

Ir. R. N. M. A. Malotaux (Amsterdam), Calorimetrische analyse van een binair systeem.

* * *

Bij D. B. Centen's Uitg.-Mij, Amsterdam, is de derde druk verschenen van Prof. Dr. N. Schoorl's „Organische analyse I: algemeen gedeelte” (327 blz.).

TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN

(aanvragen te richten tot de redactie).

D. de Loos, Handleiding bij de practische oefeningen in de scheikunde, 12e druk. W. J. Thieme & Cie, Zutphen, 1935, 63 pp., f 1.10.

Lijst van geneeskundigen, tandartsen, tandmeesters, apothekers en vroedvrouwen, gevestigd in Nederland, Jan. 1935. Rijksuitgeverij, 1935, 236 pp., f 2.—.

W. Hiltner, Ausführung potentiometrischer Analysen, J. Springer, Berlin, 1935, 16 fig., 141 pp., RM. 6 60.

K. Lindström-Lang, A. H. Palmer and H. Holter, A micro-determination of chloride in tissues, Comt. rend. trav. Lab. Carlsberg Vol. 21, No. 1, Copenhagen, 1935, 5 pp., 30 øre.

D. Hanson and E. J. Sandford, Some properties of tin containing small amounts of aluminium, manganese or bismuth. Techn. Publ. Int. Tin Res. and Developm. Council, Series A, No. 15, 16 pp., gratis.

C. E. Beynon and C. J. Leadbeater, A study of the yellow stain on tinplate. Techn. Publ. I. T. R. and D. C., Ser. D, No. 1, 11 pp., gratis.

F. Sedlacek, Auer von Welsbach, Blätter für Geschichte der Technik, 2. Heft. J. Springer, Wien, 1934, 85 pp., 30 fig., RM. 3 60.

CORRESPONDENTIE, ENZ.

Laatste berichten. Wij vestigen er nog eens de aandacht op, dat mededeelingen voor de rubrieken „Persoralia”, „Correspondentie”, en „Chem. Kringen” uiterlijk Woensdagavonds in handen van den hofredacteur aan diens persoonlijk adres moeten komen. Bovendien kunnen dan meestal slechts zeer korte berichten nog opgenomen worden. Eenigszins uitvoerige mededeelingen moeten Maandagavonds aanwezig zijn.

* * *

Een onzer lezers zendt ons een advertentie, waarin een opzichter bij den dienst van de reiniging te Arnhem wordt gevraagd op een jaarwedde van f 2200 tot f 2800 Hij vergelijkt deze honoreering met die van den adjunct-scheikundige-bacterioloog,

die aan het Rijksbureau tot Drinkwatervoorziening te Utrecht wordt gevraagd: f 150.— per maand op arbeidscontract. Zijn commentaar plaatsen wij niet, daar dit ons onnoodig lijkt.

* * *

In welke bibliotheek hier te lande zijn de volgende tijdschriften aanwezig:

1. American Dyestuffs Reporter,
2. Proc. Amer. Association of Textile Chemists and Colourists,
3. Synthetic Applied Finishes,
4. Nitrozellulose,
5. Industrial Chemist.

* * *

Afleveringen Rec. trav. chim. en Chem. Weekblad. Afleveringen (en deelen) van deze tijdschriften, welke men niet wenschte te bewaren, gelieve men te zenden aan het Redactie-bureau, Leiden, Zoeterwoudsche Singel 18.

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

Vakman, ervaren in de toepassing van pancreas voor technische doeleinden, gevraagd voor Hongarije. Zie verder de adv. in de afl. van 9 Maart.

* * *

Voor jongen scheik. ing. bestaat gelegenheid mede te werken aan de uitwerking van een nieuw procédé of een eigen procédé mede te exploiteeren. Zie verder de adv. in de afl. van 23 Maart.

* * *

Men zoekt een chemicus, die cosmetische preparaten leveren kan. Zie verder de adv. in de afl. van 30 Maart.

Gevraagde betrekkingen *) (plaatsing gratis voor leden)

No. 255. Scheik. ing., diploma Delft, met ervaring in brandstoffenchemie, zoekt betrekking.

No. 257. Scheik. ing. zoekt werkkring, heeft langjarige ervaring in Java-suikerindustrie, rijstpellerijbedrijf, fabricage vezelproducten, bezit belangrijk octrooi (vezel, bouwplaten) en kennis waterdichtheid.

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

No. 277. Chem. drs., bekend met levensmiddelenleer en bacteriologie, zoekt betrekking.

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

VRAAG EN AANBOD.

Ter overneming gevraagd

De Natuur, jaarg. 1919, 1925—1928.

Eenvoudig microscoop.

Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik.

Mohrsche (Westphalsche) balans.

Boterrefractometer v. Zeiss, met toebehooren.

Ter overneming aangeboden:

Houben-Weyl, Die Methoden der organischen Chemie; deel I, 3e druk (1925); deel III, 2e druk (1923); deel IV, 2e druk (1924). Leitz microsc., ongebr., olie-imm., vergr. ca 1260, draaib. tafel, donkerv.-verl.

Waaser-Dierbach, Der Betriebschemiker (1929).

Planck, Thermodynamik (1921).

van der Waals-Kohnstamm, Thermodynamik I en II (1912, 1923).

Lewis, A System of Physical Chemistry, 3 din. (1922/1924).

Kurt Arndt, Physikalisch-chemische Technik (1923).

Leblanc, Electrochemie (1921).

Rec. trav. chim. 1920 t/m 1933, geb.

Tschermak, Mineralogie (1921).

**) Men raadplege ook steeds de advertenties.

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