CHEMISCH WEEKBLAD.

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

No. 19. 10 Mei 1919. 16e Jrg.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Examen voor analyst. — Dr. C. A. CROMMELIN, Over den suprageleidenden toestand van metalen. — Boekaankondigingen. — Personalia, vacatures, industriëele mededeelingen, enz. — Vraag en aanbod. — Ontvangen boeken, brochures, enz. — Correspondentie. — Verbetering.

Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging.

Aangenomen als leden:

O. A. ANKERSMIT, directeur der N. V. Instrumentenfabriek & -handel v. h. P. J. Kipp & Zonen, te Delft, Oude Delft 200, Delft.
C. A. OUDEMANS, bedrijfsleider der N. V. Instrumentenfabriek & -handel v. h. P. J. Kipp & Zonen, te Delft, Oostsingel 12, Delft.

Candidaat-lid:

J. JACOBS, fabrikant, Willemsplein 1, Rotterdam; voorgedragen door R. VAN HASSELT en W. ADER.

Adresveranderingen:

Dr. W. J. DE MOOY, Peizerweg 9a, Groningen.
Dr. A. J. ULTÉE, Oude Gracht 271, Smeebrug, Utrecht.
Mej. Dr. A. C. NOORDUYN, Adelheidstraat 37, 's-Gravenhage.
Mej. M. VAN DE KREKE, Huizerstraatweg C 35, Huizen (N.-H.).
J. J. WOLDENDORP, Verlengde Nieuwstraat 69a, Groningen.

Dr. P. J. MONTAGNE, *Secretaris*,
Schelpenkade 46, Leiden.

Examen van Analyst

(ingesteld door de Nederl. Chem. Vereeniging).

In de week van 28 tot 30 April zijn opgeroepen 4 candidaten. Geslaagd zijn allen, te weten: de Heeren J. DE GRAAFF, A. DE GROOT, F. HUIZINGA en K. L. KROPF.

Deze zitting is hiermede geëindigd.

OVER DEN SUPRAGELEIDENDEN TOESTAND VAN METALEN,

DOOR

C. A. CROMMELIN *).

Het is mijne bedoeling hedenavond Uw aandacht te vragen voor een reeks van onderzoekingen omtrent den weerstand van metalen, die in het Leidsche cryogene laboratorium door Prof. KAMERLINGH ONNES zijn verricht bij temperaturen, die slechts met vloeibaar helium te bereiken zijn en die geleid hebben tot de ook voor de electronentheorie der metalen zoo belangrijke ontdekking van den zoogenaamden suprageleidenden toestand van verschillende metalen. Eene korte inleiding omtrent de proeven, die als fundament voor deze onderzoekingen hebben gediend, moge hier echter voorafgaan.

Dat in een tijd, waarin de lage temperaturen, die met vloeibare gassen bereikt kunnen worden, langzamerhand onder het bereik van sommige laboratoria kwamen, een zoo fundamenteele en voor de praktijk zoowel als voor de theorie zoo hoogst belangrijke grootheid als de electrische weerstand al spoedig een onderwerp van metingen bij lage temperaturen werd, ligt voor de hand. Reeds in 1885 valt een vrij uitvoerig onderzoek van CAILLETET en BOUTY [1]), dat echter nog niet verder ging dan -123°, een temperatuur, zonder veel moeite met vloeibaar ethyleen te bereiken. Eerst toen de vloeibare lucht in vele laboratoria haar intrede had gedaan, kon men verder gaan. HOLBORN en WIEN [2]) en HOLBORN [3]) alleen zijn de eerste geweest, die den weerstand van een draad van zuiver platina bij temperaturen van 0° tot -190° nauwkeurig met den waterstofthermometer vergeleken hebben. Zij deden dit met het doel om, door middel van weerstandsmetingen, lage temperaturen nauwkeurig te kunnen bepalen, wat hun en latere onderzoekers uitnemend is gelukt, zoodat men op 't oogenblik den platina-weerstandsthermometer den (secundairen) thermometer voor lage temperaturen „par excellence" mag noemen. Wel is waar hadden v. WROBLEWSKI [4]) en OLSZEWSKI [5]) vóór hen reeds pogingen in dezelfde richting aangewend, echter zonder veel succes, voornamelijk omdat hunne temperatuurbaden niet

---

*) Voordracht, gehouden voor het Natuurkundig Gezelschap te Leiden, 13 Febr. 1919.

constant en hunne temperatuurbepalingen te gebrekkig waren. Eerst door de zooeven genoemde bepalingen van HOLBORN en WIEN en dan verder door die van TRAVERS en GWYER [6]) en vooral door de onderzoekingen in het Leidsche laboratorium door KAMERLINGH ONNES en zijne medewerkers MEILINK [7]), CLAY [8]) en HOLST [9]) is de platina-weerstandsthermometer tot een nauwkeurigheids-instrument van hooge waarde verheven.

Doch niet alleen op de practische toepassing had men bij al deze onderzoekingen het oog. Ook voor de theorie, in casu de electronentheorie der metalen, verwachtte men veel van de uitkomsten. Immers, men had bij verschillende gelegenheden gevonden, dat de verandering van den weerstand met de temperatuur bij lage temperaturen geheel anders was dan bij hoogere. Veelal, b.v. bij platina, nam de temperatuur-coëfficient sterk af met de temperatuur, soms vond men een buigpunt in de kromme, die den weerstand als functie van de temperatuur voorstelde. En natuurlijkerwijze rees de vraag, hoe de weerstand zich in de onmiddellijke nabijheid van het absolute nulpunt zou gedragen.

Uitgaande van de electronentheorie der metalen, waarin aangenomen werd, dat de vrije electronen zich als gasmoleculen tusschen de metaalatomen zouden bewegen, was Lord KELVIN [10]) reeds in 1902 tot het besluit gekomen, dat de weerstand bij het absolute nulpunt oneindig groot zou moeten worden. De dissociatiegraad der electronen zou bij het absolute nulpunt nul kunnen zijn, of de vrije electronen, zoo zij nog voorhanden waren, zouden hunne bewegelijkheid verliezen. KAMERLINGH ONNES drukte het eigenaardig uit door te zeggen, dat de electronen als een damp op de metaalatomen zouden condenseeren of daarop zouden vastvriezen.

Het was intusschen nog niet gelukt, deze theorie experimenteel te bevestigen; het minimum, dat men in de weerstandskromme verwachtte, was zelfs bij temperaturen van vloeibare waterstof (-253° tot -259°) niet gevonden.

Zoo stonden de zaken toen het den 10den Juli 1908 aan KAMERLINGH ONNES gelukte het helium vloeibaar te maken, waardoor een temperatuurgebied in de onmiddellijke nabijheid van het absolute nulpunt voor onderzoekingen toegankelijk werd. Helium toch kookt onder atmospherischen druk bij een temperatuur van ongeveer -269° C. en onder een druk van 3 mM. kwik bij $-271^\circ.5$ C. *). Onder de vele

*) In 't vervolg zullen de heliumtemperaturen in graden op de absolute schaal worden aangegeven (K. = KELVIN).

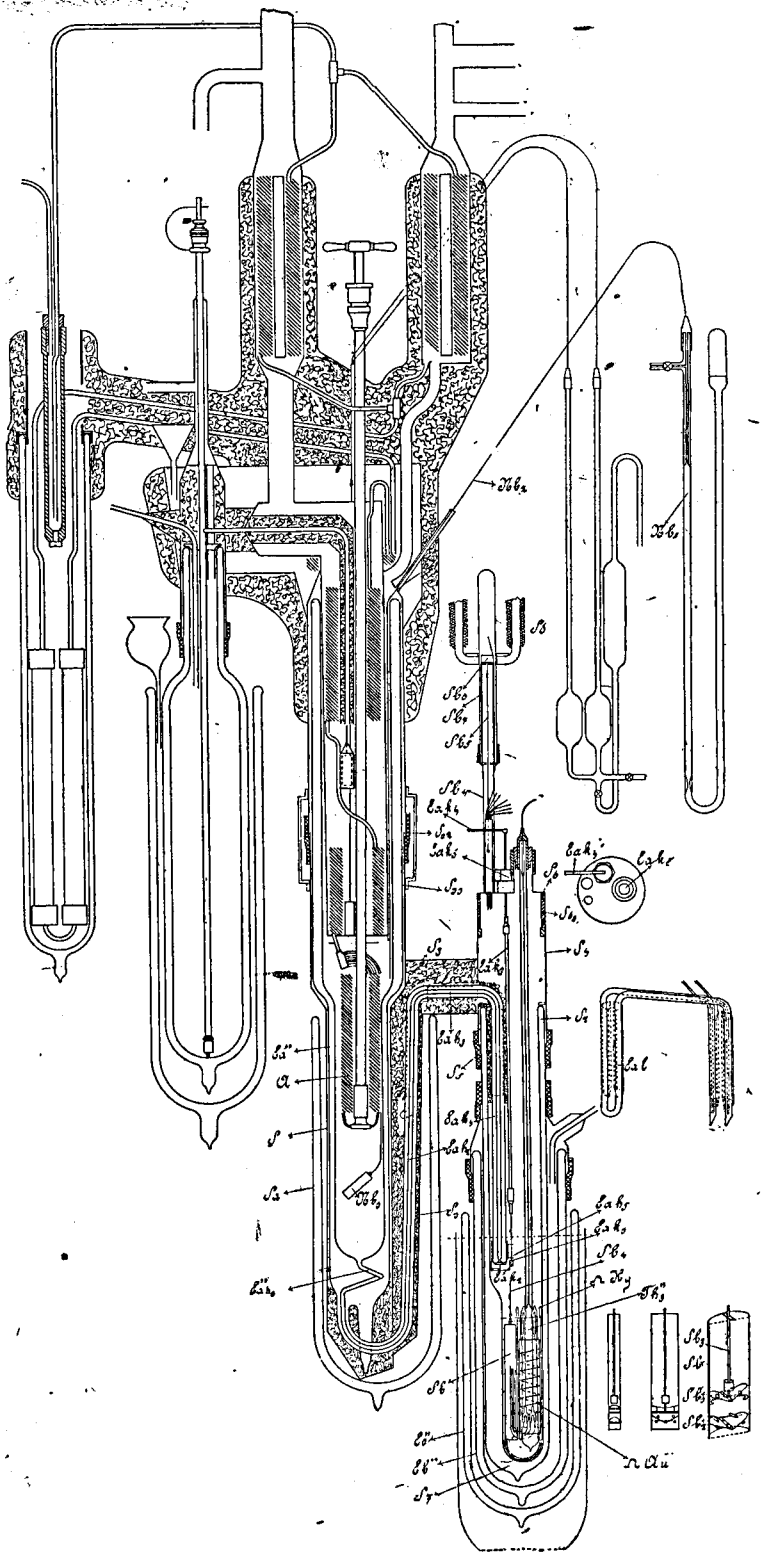

Fig. 1.

metingen, die in de daarop volgende jaren in dit temperatuurgebied in het Leidsche laboratorium zijn verricht, nemen die omtrent den weerstand van metalen en legeeringen een belangrijke plaats in.

Het zijn deze metingen, waarvoor ik van avond meer in 't bijzonder Uw aandacht vraag.

De eerste bepalingen [11]) betroffen een draad van zuiver platina, 0.1 mM. dik, waarvan de weerstand reeds bij de laagste temperaturen van vloeibare waterstof met den waterstofthermometer was vergeleken en die men nu verder bij heliumtemperaturen wilde onderzoeken. De draad was op een glazen cylindertje gewonden, de uiteinden waren in het glas ingesmolten en gesoldeerd aan lange koperdraden, die met een brug van WHEATSTONE verbonden waren.

Een doorsnede-teekening van het bad van vloeibaar helium, onmiddellijk verbonden aan den helium-liquefactor, vindt men hiervoor afgebeeld *). Nadat het samengeperste gasvormige helium een aantal spiralen (gearceerd voorgesteld) doorloopen heeft en daarin eerst door vloeibare lucht, daarna door vloeibare waterstof is afgekoeld, komt het ten slotte in de 4-voudig gewonden spiraal A, die eindigt in een expansiekraan; hier wordt het helium vloeibaar en stroomt in de onder de kraan gelegen ruimte (waarin het heliumthermometertje Nb_1, verbonden door den capillair Nb_2 met de barometerbuis Nb_3), vervolgens door de vacuumbuis Eah naar den eigenlijken helium-cryostaat, die bestaat uit het vacuumglas S_7, dat het vloeibare helium en de daarin gedompelde toestellen bevat, welk glas terwille van de warmteïsolatie omgeven is door het vacuumglas Eb″ met vloeibare waterstof, het vacuumglas Ec″ met vloeibare lucht en een gewoon glas met alcohol. Het onderste deel van het heliumglas in onverzilverd, terwijl in de verzilvering van de beide omhullende glazen onverzilverde spleten zijn uitgespaard. In het geval, dat op de figuur is voorgesteld, bevat de cryostaat een heliumthermometer Th_3'', een goudweerstand Ω Au (n.l. een gouddraad, gewonden op een glazen buisje), een kwikweerstand Ω Hg en een kleppenroerder Sb (waarvan de details op het afzonderlijke figuurtje naast de cryostaat zijn afgebeeld). Deze roerder zorgde voor een goede circulatie van de vloeistof, zoodat de temperatuur boven en

*) Zie fig. 1. Wij moeten echter in 't oog houden, dat deze teekening betrekking heeft op later te bespreken proeven, en niet op de eerste metingen omtrent platina; er zijn n.l. in den loop der tijd verschillende constructies in gebruik geweest. De figuur is ontleend aan Comm. No. 123. De cliché's van de meeste figuren, waarmede dit artikel geïllustreerd is, zijn mij door Prof. KAMERLINGH ONNES in bruikleen afgestaan. Ik betuig hiervoor aan Prof. KAMERLINGH ONNES mijn hartelijken dank.

onder in het bad volkomen dezelfde was; vooral bij het werken onder gereduceerden druk is deze roerder onmisbaar, daar er anders tengevolge van den hydrostatischen druk groote temperatuurverschillen onder en boven in het bad zouden kunnen optreden.

De uitkomsten nu van deze eerste metingen waren al dadelijk in hooge mate verrassend. Men zie slechts onderstaand tabelletje:

Absolute temperatuur.		$\frac{W_t}{W_o}$
273°.09 K		1.
20.2	vloeibare H_2.	0.0171
14.2		135
4.3	vloeibaar He.	119
2.3		119
1.5		119

W_t = gemeten weerstand.
W_o = weerstand bij 0° C.

Geen spoor dus van het volgens de beschouwingen van KELVIN verwachte minimum, maar daarentegen vanaf 4°.3 K, dus in het geheele heliumgebied een zeer geringe en volkomen constante weerstand. Om dit geheel onverwachte resultaat te verklaren merkte KAMERLINGH ONNES op, dat een metaal als platina, waarvan de draden op de bekende wijze getrokken worden, nooit volkomen zuiver kan zijn, dat de constante restweerstand, die gevonden was, wel eens het gevolg zou kunnen zijn van de aanwezigheid van een uiterst geringe hoeveelheid onzuiverheid en dat dus misschien de weerstand van het zuivere metaal reeds bij het absolute nulpunt gelijk nul zou zijn. Om deze hypothese nader te onderzoeken werden de in vloeibare waterstof gemeten goudweerstanden [8b]) graphisch naar het heliumgebied geëxtrapoleerd en deze extrapolaties maakten het zeer waarschijnlijk, dat inderdaad de restweerstand aan bijmengselen te wijten was.

Later werd de juistheid van deze extrapolaties door metingen bij heliumtemperaturen bevestigd [12]). Zooals uit fig. 6 duidelijk is, vertoonen de weerstanden van goud met een bekend gehalte aan bijmengselen eveneens een restweerstand en wel des te grooter, naarmate dit gehalte grooter is. Op grond hiervan kon men de

hypothese opstellen, dat de weerstand van zuiver platina zoowel als van zuiver goud bij heliumtemperaturen weinig, of misschien in 't geheel niet van nul zou verschillen.

Hoe voorloopig het karakter van deze proeven ook mocht zijn, er bleek toch reeds overtuigend uit, dat de theorie van KELVIN, waarover boven gesproken werd en die jaren lang de gids was geweest bij de onderzoekingen te Leiden, opgegeven moest worden. Immers, dat van een ∞ groot worden geen sprake kon zijn, bleek uit de proeven op de meest overtuigende wijze. Een bevredigende theorie voor het nieuwe verschijnsel op te stellen was zoo aanstonds natuurlijk niet mogelijk, het experimenteele materiaal was daartoe ten eenenmale onvoldoende, maar KAMERLINGH ONNES [11]) publiceerde toch reeds in dezelfde verhandeling, waarin die eerste proeven beschreven werden, eene half empirische, half theoretische formule, waarmede hij een poging deed zijne uitkomsten door middel van de quanten-theorie van PLANCK te verklaren. Wij komen hierop later terug, maar willen voorloopig eerst onze aandacht wijden aan de verdere experimenteele resultaten [12]), [13]), [14]).

Het verdere onderzoek was er nu op gericht de hypothese van het nul worden van den weerstand van een absoluut zuiver metaal aan het experiment te toetsen; maar ongelukkigerwijze zijn getrokken metaaldraden nooit zóó zuiver te krijgen als dit voor het onderzoek vereischt was, aangezien zij door de bewerking van het trekken steeds eenigszins verontreinigd worden. In kwik vond men echter een materiaal, dat door destilleeren in vacuo in veel zuiverder toestand te verkrijgen was en dit materiaal werd dus voor verdere proefnemingen gekozen. Het vervaardigen van een kwikweerstand, geschikt om in het heliumbad gebracht te worden, leverde natuurlijk tal van technische moeilijkheden op. Het kwik, dat in een zig-zag gebogen capillair buisje van ± 0.005 mM². werd gebracht, zou bij het bevriezen zonder twijfel hier en daar vaneen gescheurd zijn (aangezien kwik zich bij 't bevriezen samentrekt), wanneer hiertegen geen bijzondere maatregelen waren genomen. Deze maatregelen bestonden in het aanbrengen van kleine kwikreservoirtjes aan de boveneinden van de zig-zag gebogen capillaire buis (zie fig. 2). Werd nu de kwikdraad van onder naar boven langzaam afgekoeld, dan konden de kwikreservoirtjes bij het contraheeren van het kwik materiaal suppleeren en zoodoende voorkomen, dat de kwikdraad scheurde. Op deze wijze gelukte het ten slotte — ik behoef er wel niet bij te zeggen: na vele vruchtelooze pogingen —

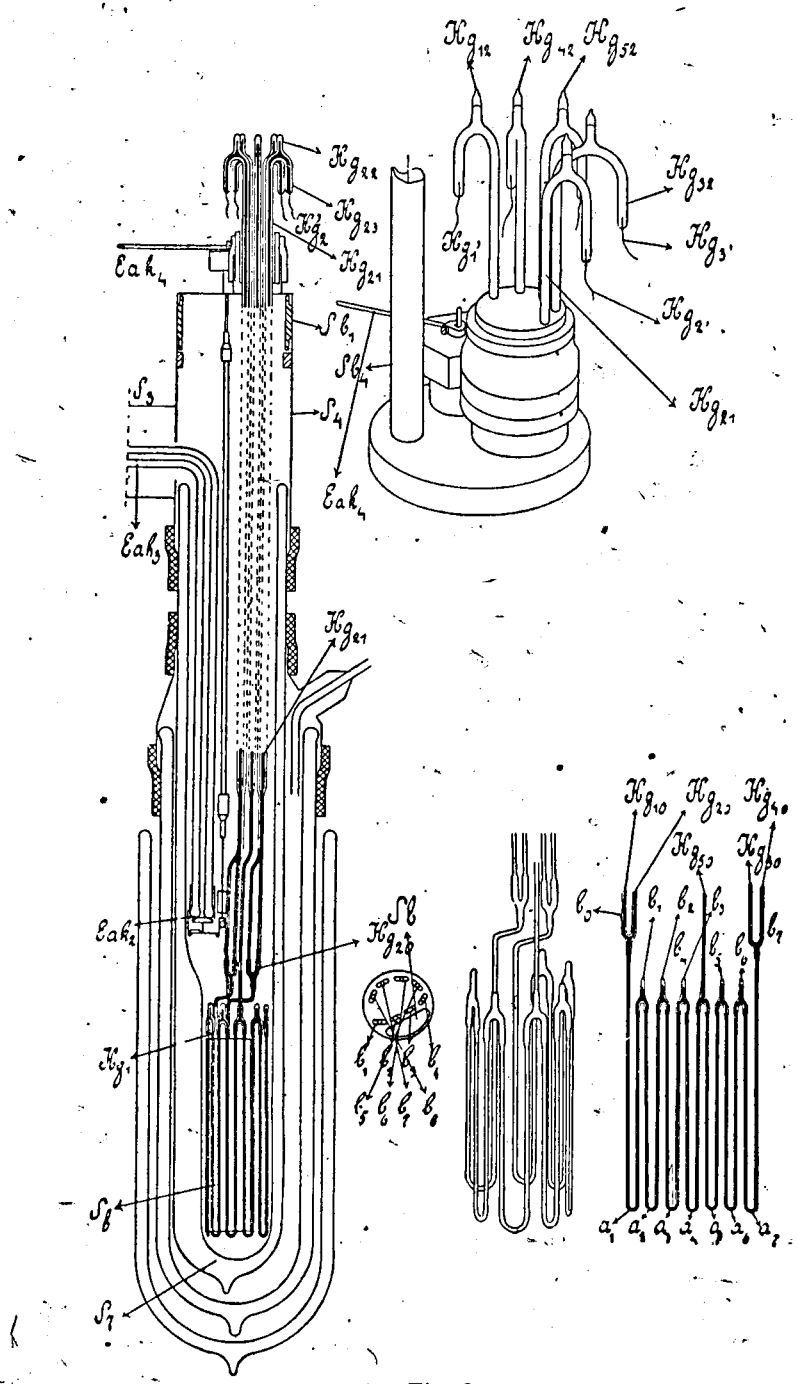
Kg12
Kg42
Kg52
Kg22
Kg23
Kg2
Kg21
Kg32
Kg1'
Kg3'
Kg2'
Kg21
Eak4
Sb1
Sb4
S3
S4
Eak4
Eak3
Kg21
Eak2
Sb
Kg20
Kg1
Sb
S7
Kg10
Kg20
Kg40
Kg50
Kg60
b0
b1
b2
b3
b7
a1
a2
a3
a4
a5
a6
a7

Fig. 2.

kwikweerstanden van voldoende grootte (b.v. 172.7 Ohm bij 0° C.) te construeeren, die volkomen aan de verwachtingen beantwoordden.

De groote moeite en volhardende arbeid, aan deze constructie's besteed, werden echter door de uitkomsten rijkelijk beloond. De weerstand bleek bij heliumtemperaturen onmeetbaar klein te zijn. Het merkwaardigste was echter, dat de weerstand dicht onder 4°.2 K. plotseling van een nog meetbaar bedrag geheel discontinu tot een waarde daalde die practisch = 0 gesteld kon worden; de temperatuur waarbij dit geschiedt, werd de sprongpuntstemperatuur genoemd (zie

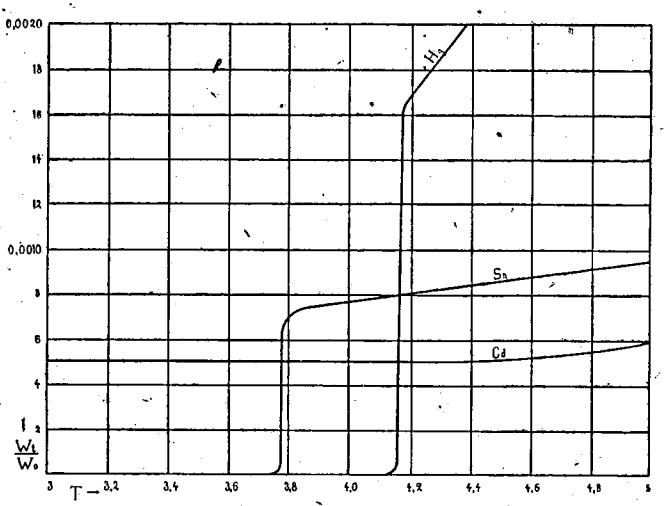

Fig. 3.

fig 3). Dit is in korte woorden het resultaat van een uitgebreide en moeilijke serie metingen. Een bepaling van den weerstand (zoo deze ten minste nog bestaat) beneden 4°.2 K. was niet meer mogelijk, alleen kon b.v. geconstateerd worden, dat bij 2°.45 K. $\frac{W_T}{W_0} < 2 \times 10^{-10}$ was.

En reeds dadelijk drongen zich nu allerlei vragen op: of in den suprageleidenden toestand — zoo heeft KAMERLINGH ONNES dezen toestand van zeer groote of wellicht oneindig groote geleidbaarheid genoemd — de weerstand werkelijk gelijk nul was, of alleen maar uiterst klein, of er eigenlijk nog wel van weerstand gesproken kon worden en of de wet van OHM in den suprageleidenden toestand nog gold. Op het oplossen van deze vraagstukken waren de nu volgende proeven gericht [15]). Laat ik dadelijk beginnen met te zeggen, dat het niet is mogen gelukken een bevredigend antwoord op bovenstaande vragen te geven, maar wel deden zich bij de

proeven merkwaardige verschijnselen voor, die het inzicht in het wezen van den suprageleidenden toestand aanmerkelijk verhelderden. Toen men trachtte, door het opvoeren van de sterkte van den stroom door den suprageleidenden kwikdraad te onderzoeken, of er zich eenige warmte zou ontwikkelen, bleek het, dat er voor iederen kwikdraad en voor een bepaalden kwikdraad ook weer bij iedere temperatuur van een „drempelwaarde" van den stroom gesproken kan worden. Beneden deze drempelwaarde was er van warmte-ontwikkeling niets te bemerken, men kon bij sommige draden den stroom opvoeren tot een dichtheid van 1200 Ampère per mM^2 zonder dat er van een potentiaalverschil tusschen de uiteinden van den draad iets te bespeuren viel en dus zonder dat de draad normaal-geleidend werd. Boven de drempelwaarde ontwikkelt zich echter plotseling warmte en de draad verliest de eigenschappen van een suprageleider. Of men hier nu te maken heeft met de gewone JOULE-warmte in den geheelen draad, veroorzaakt door het feit, dat er ook in den suprageleidenden toestand nog een restweerstand is overgebleven, dan wel met JOULE-warmte, die zich alleen locaal op „slechte plaatsen" van den draad ontwikkelt, om van daaruit den geheelen misschien toch oneindig geleidbaren draad te infecteeren, kon niet met zekerheid worden uitgemaakt. Wel kon met zekerheid geconstateerd worden, dat de warmte niet van de toeleidingsdraden afkomstig was. KAMERLINGH ONNES was van meening, dat de slechte plaatsen wel de oorzaak van de warmte-ontwikkeling zouden zijn. Het eenige bezwaar tegen deze opvatting is gelegen in het regelmatige optreden van het verschijnsel. Den in den suprageleidenden toestand overblijvenden weerstand, zij deze dan afkomstig van slechte plaatsen of niet, noemt KAMERLINGH ONNES den „microresidueelen weerstand". Men nam voorts nog waar, dat de drempelwaarde met de temperatuur daalt en dat het sprongpunt eenigszins varieert met de stroomsterkte, nl. iets lager wordt bij grootere stroomsterkte, welk laatste verschijnsel waarschijnlijk zijn verklaring in de gewone warmteontwikkeling vindt *).

Ten slotte werd geconstateerd, dat boven het sprongpunt de wet van OHM geldig is.

Ik moet hier natuurlijk tal van details in deze zeer uitgebreide en subtiele metingen met stilzwijgen voorbijgaan, maar wil toch

*) Zie fig. 4 en 5. De ordinaten stellen voor het potentiaalverschil in microvolts, gedeeld door de stroomsterkte, uitgedrukt in 0.004 Ampère als eenheid, de abscissen het verschil van de temperatuur T en het kookpunt van helium $T_S = 4°.25$ K., in duizendste graden.

nog met een enkel woord wijzen op een zeer merkwaardige uitkomst. Tracht men den oorsprong van den microresidueelen weerstand van kwik te vinden in verontreinigingen van het kwik, dan zou men, naar analogie van de boven vermelde waarnemingen bij goud tot het besluit komen, dat het „zuivere" kwik aan onzuiverheden slechts één millioenste zou bevatten van wat „zuiver" goud bevat, en dit is moeilijk aan te nemen. En toen men wilde nagaan

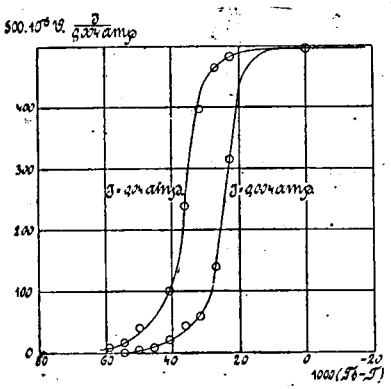

Fig. 4.

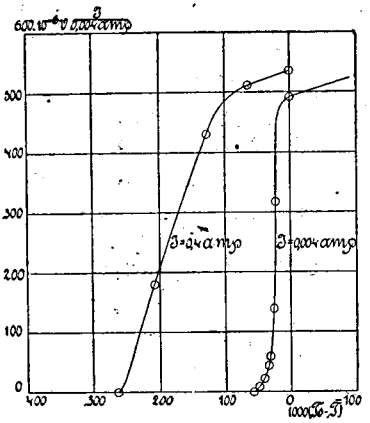

Fig. 5.

of men in dit geval kwik met goud mocht vergelijken en daartoe metingen verrichte met kwik, dat opzettelijk met goud of cadmium sterk verontreinigd was, kwam men tot het verrassende resultaat, dat ook dit zeer onzuivere kwik suprageleidend werd.

Wij zullen hiermede van de onderzoekingen omtrent kwik afstappen en iets mededeelen omtrent de beide andere metalen, die KAMERLINGH ONNES in den suprageleidenden toestand heeft waargenomen nl. lood en tin. [15]) Tin werd in vacuo gesmolten en daarna gegoten in een glazen capillair. Men vond, dat het bij heliumtemperaturen suprageleidend werd en dat het sprongpunt bij 3°.78 K. gelegen was, dus iets lager dan het sprongpunt van kwik. Het sprongpunt van lood bleek veel hooger te leggen; nog gewoon geleidend bij waterstoftemperaturen, kon het bij heliumtemperaturen alleen in den suprageleidenden toestand worden waargenomen, het sprongpunt lag te hoog om in vloeibaar helium bepaald te kunnen worden (vermoedelijk bij ± 6° K). Ten slotte werd nog geamalgameerd tinblad onderzocht; het sprongpunt bleek te liggen bij 4°.29 K. Opmerking verdient hierbij, dat geamalgameerd tin dus

bij hoogere temperatuur suprageleidend wordt, dan zijn bestanddeelen tin en kwik.

Behalve kwik, lood en tin zijn nog eenige andere metalen onderzocht, voornamelijk met het doel na te gaan of er wellicht metalen

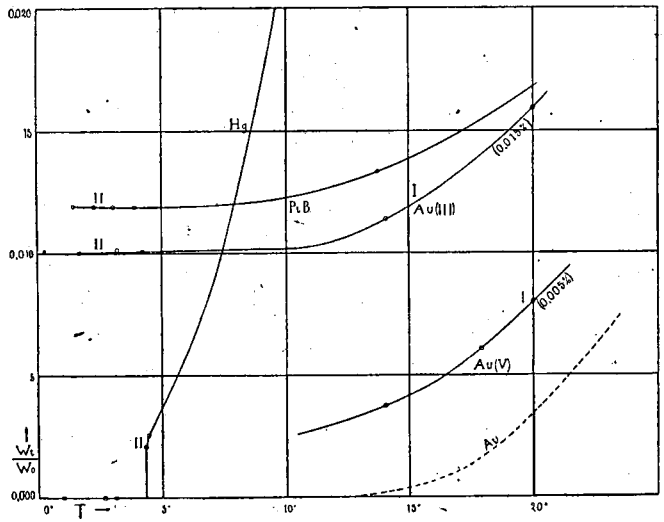

Fig. 6.

te vinden waren, waarvan de weerstand in vloeibaar helium nog een behoorlijken temperatuur-coëfficient zou bezitten en die dus als weerstandsthermometers bij die allerlaagste temperaturen te gebruiken zouden zijn [20]. Dit onderzoek, dat echter een geheel oriënteerend karakter draagt, bracht aan 't licht, dat ijzer, cadmium en koper in vloeibaar helium een constanten weerstand vertoonden (waarschijnlijk op te vatten als restweerstanden, zooals bij goud en platina), dat daarentegen de legeeringen constantaan en manganin in 't bezit bleken van een behoorlijken temperatuur-coëfficient, en dus voor de constructie van weerstandsthermometers in aanmerking zouden kunnen komen (zie fig. 7).

Uit al deze onderzoekingen mag men wel met groote waarschijnlijkheid voorspellen, dat er nog andere metalen zullen zijn, die den suprageleidenden toestand zullen vertoonen. Het onderzoek van de uit den aard der zaak niet geheel zuiver te krijgen metalen zal echter buitengewoon bezwaarlijk zijn.

De proeven over tin en lood en nog meer die over de overige metalen en legeeringen dragen een eenigszins voorloopig karakter en zijn lang niet zoover voortgezet en tot een zoo goed afgerond

geheel bewerkt als die over kwik. Toch zijn de uitkomsten van hooge waarde, wat vooral bleek, toen men geleerd had door spuiten onder hoogen druk van matig verhit materiaal door een fijne opening in een stalen plaatje, of door afdraaien van een stuk

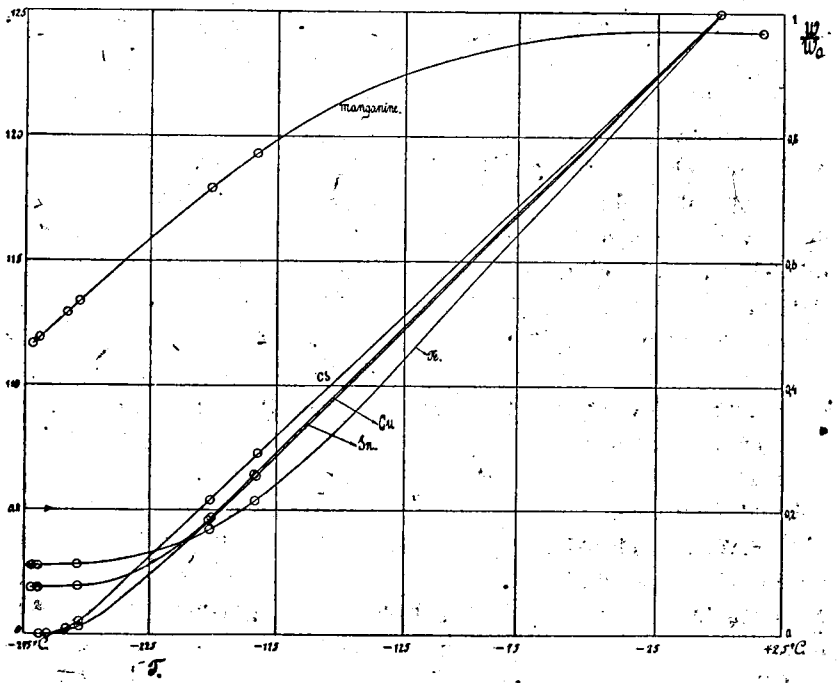

Fig. 7.

metaal op de draaibank, uiterst dunne en zeer breekbare, maar toch voor het winden van klosjes bruikbare draden te vervaardigen, eene bewerking, die met kwik uit den aard der zaak onmogelijk was.

Voordat ik nu overga tot de beschrijving van de interessante door KAMERLINGH ONNES genomen proeven met suprageleidende draadklosjes, wil ik u een beschrijving geven van een door hem geprojecteerde maar nog niet verwezenlijkte proef, door na te gaan welke intensiteiten van het magnetisch veld er te bereiken zouden zijn met een electromagneet zonder ijzeren kernen met klossen van suprageleidende draden [22].

Men gebruikt in de praktijk nagenoeg steeds electromagneten met ijzeren kernen om intense magneetvelden te verkrijgen, wat het groote voordeel heeft, dat men door de magnetisatie van de kernen bij een bepaald aantal Ampère-windingen veel grooter veldsterkten

krijgt, dan men zonder ijzeren kernen zou verkrijgen, maar bij deze magneten wordt aan de intensiteit paal en perk gesteld door den verzadigingstoestand van het ijzer, wat intusschen geen groot bezwaar is, omdat zelfs bij de meest vernuftige methoden van afkoeling der draadklossen (zooals die van WEISS) de stroomsterkte ten gevolge der warmteontwikkeling toch nooit zoover op te voeren is, dat de verzadigingstoestand van de kernen geheel bereikt wordt.

Theoretisch is het echter mogelijk een onbegrensd groote veldsterkte te verkrijgen, wanneer men slechts een voldoend aantal Ampère-windingen zonder kernen rondom de ruimte, waar men het veld wil produceeren, weet te plaatsen. Het denkbeeld om op deze wijze een veld van 100.000 Gauss te verwezenlijken door middel van draadklossen, gekoeld met vloeibare lucht, is van PERRIN afkomstig. Zooals reeds vermeld werd, komt bij de uitvoering van zulk een plan alles neer op de afkoeling der klossen; immers, de warmte moet even snel worden afgevoerd als ze wordt ontwikkeld. FABRY, die het denkbeeld van PERRIN aan een onderzoek en berekening heeft onderworpen, komt tot het besluit, dat er voor een veld van 100.000 Gauss, in een klos van koperdraad, gekoeld met vloeibare lucht, met een doorboring van 1 cm. diameter, 100 K.W. aan electrische energie noodig zouden zijn. Deze 100 K.W. zouden door een flinke dynamo zonder bezwaar of al te groote kosten geleverd kunnen worden. Geheel anders is het echter gesteld met de hoeveelheid vloeibare lucht, noodig om door verdamping de 25 Kilogramkalorieën, die per seconde ontwikkeld zouden worden, af te voeren. Deze hoeveelheid zou niet minder dan 0.4 L. per seconde of ± 1500 L. per uur bedragen. In aanmerking nemende, dat men voor de bereiding van 1 L. per uur ongeveer $^1/_2$ K.W. noodig heeft, komt men dus tot het resultaat, dat er 7 maal zooveel arbeidsvermogen voor de koeling dan voor den stroom noodig zou zijn. Maar de grootste moeilijkheid zou gelegen zijn in de wijze, waarop een klos de geweldige hoeveelheid JOULE-warmte aan het vloeibare gas zou moeten afstaan; uit constructief oogpunt kan men dit als onmogelijk beschouwen. En de kosten voor den bouw van een dergelijke complete installatie zouden volgens FABRY ongeveer even hoog zijn als die voor den bouw van een . . . oorlogsschip!

Koeling met vloeibare waterstof brengt ons niet verder, integendeel. Is al het aantal liters, dat per uur noodig zou zijn, geringer, nl. 700, het bereiden van 1 L. vloeibare waterstof eischt ongeveer $1^1/_2$ K.W., zoodat per slot van rekening nog meer arbeidsvermogen noodig zou zijn dan in het geval van vloeibare lucht.

Evenmin zou men veel verder komen door met vloeibaar helium te koelen, zoolang de draad niet suprageleidend zou worden.

Maar het probleem treedt een geheel nieuwe phase in, wanneer men van een suprageleidenden klos gebruik kan maken. Men zou zoo'n klos kunnen maken met een zeer groot aantal Ampère-windingen van dunnen draad, en dus in een kleine ruimte, zonder dat er, practisch gesproken, JOULE-warmte ontwikkeld zou worden; immers, door een draad van suprageleidend kwik kan men een stroom zenden van 1200 Ampère per mm², door een draad van suprageleidend lood een stroom van 560 Ampère per mm², zonder dat de draden hun suprageleidend karakter verliezen. Men heeft er slechts voor te zorgen, dat geen warmte door straling of geleiding den draad kan bereiken en dat de stroomsterkte onder de drempelwaarde blijft.

Eigenaardig is het te bedenken, dat men zoo'n klos veilig op metaal kan wikkelen, mits dit metaal zelf niet suprageleidend wordt; immers, een gewoon metaal gedraagt zich als een isolator tegenover een suprageleidend metaal. Het lijdt geen twijfel of het vraagstuk, om met een suprageleidenden klos van bijv. 30 cm. diameter een

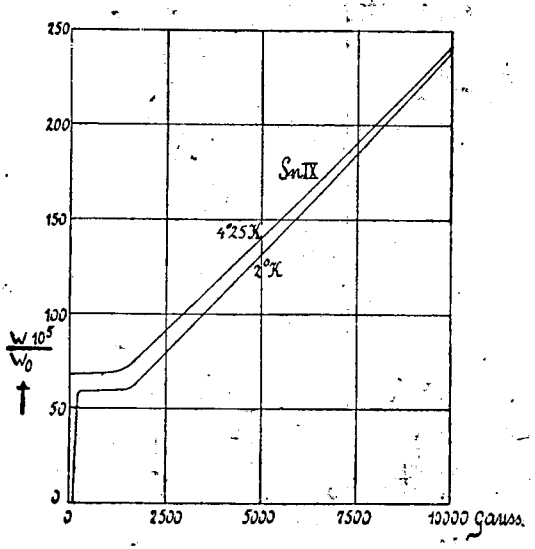

Fig. 8.

veld van 100.000 Gauss te verwezenlijken, zou met behulp der Leidsche heliuminstallatie en door uitbreiding daarvan met betrekkelijk geringe kosten opgelost kunnen worden.

Met het oog op het sinds lang bekende verschijnsel, dat de weerstand van sommige metalen toeneemt, wanneer ze in een magnetisch

veld worden geplaatst, deed zich, in verband met de constructie van suprageleidende draadklossen voor electromagnetische doeleinden, de vraag voor, of wellicht een suprageleider onder den invloed van een magnetisch veld gewoon geleidend zou worden. Ten einde hieromtrent, althans voorloopig, zekerheid te verkrijgen, heeft KAMERLINGH ONNES eenige proeven genomen over den invloed van magnetische velden op het geleidingsvermogen van suprageleiders [17]). Klosjes van uiterst dun lood- en tindraad werden onderzocht met het vlak der windingen evenwijdig aan de krachtlijnen, zoodat een transversaal en een longitudinaal effect gecombineerd worden. Bij beide metalen trad plotseling een weerstand op en verloor de draad dus zijn suprageleidend karakter, zoodra het veld eene bepaalde intensiteit, die intusschen voor verschillende temperaturen niet geheel dezelfde was, had bereikt. Het aanzetten van het veld heeft dus denzelfden invloed als het verwarmen van den draad en men kan ook hier bij het magnetisch veld van een drempelwaarde spreken. De uitkomsten der proeven worden door de bijgaande figuren

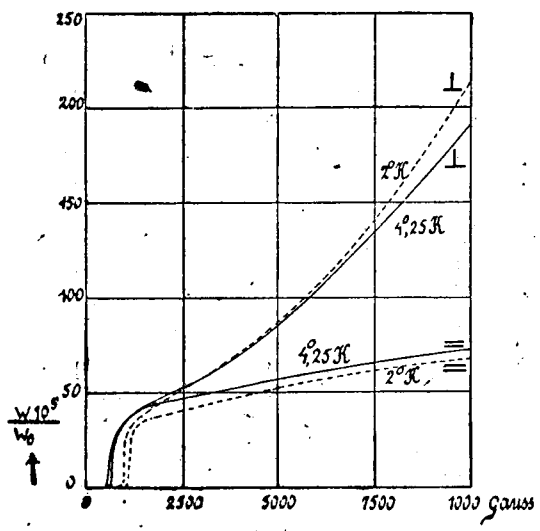

Fig. 9.

voldoende weergegeven *). Bij lood is de drempelwaarde ± 600 Gauss, bij tin veel lager. Van lood werden nog het transversale en het longitudinale effect afzonderlijk onderzocht, waarbij bleek, dat

*) Fig. 8 stelt voor het gecombineerde effect bij tin, fig. 9 de longitudinale en transversale effecten afzonderlijk bij lood.

de drempelverschijnselen vrijwel dezelfde waren voor beide effecten, doch dat bij sterkere velden het transversale effect véél intenser werd dan het longitudinale.

Wij komen nu ten slotte tot de beschrijving van een allermerkwaardigste proef, die door KAMERLINGH ONNES genomen werd om de persistentie van een stroom in een suprageleider te demonstreeren, een proef, die wel is waar geen nieuw verschijnsel aan het licht bracht, maar die op zich zelf toch zoo verrassend was, dat tot voor korten tijd stellig niemand van de mogelijkheid van zulk een proef zou hebben gedroomd. [18], [19].

KAMERLINGH ONNES volgde bij het ontwerpen der proef den volgenden gedachtengang: wanneer men in een, in zich zelf gesloten suprageleidend klosje een stroom opwekt, dan zal het mogelijk zijn, dat deze stroom daarin langen tijd blijft rondloopen; immers, de relaxatietijd τ, dat is de tijd, noodig om de stroomsterkte tot $\frac{1^{de}}{e}$ deel van hare oorspronkelijke waarde te doen afnemen, wordt aangegeven door quotient $\frac{L}{r}$ (L = coëfficient van zelfinductie, r = weerstand) en zal dus bij zéér kleine r zéér groot kunnen worden. Bij gewoon-geleidende metalen in deze relaxatietijd zoo klein, dat er in den regel experimenteel niets van valt waar te nemen.. Bij het loodklosje b.v., dat voor de proef in vloeibaar helium gebruikt werd, golden de volgende constanten: 1000 windingen van $\frac{1}{70}$ m.m^2 doorsnede, gewonden op een messing buisje, (van 8 c.m. diameter en 1.1 c.m. lengte) in lagen, te zamen 1.1 c.m. dik, weerstand bij kamertemperatuur 734 OHM, zelfinductie 10 milli-HENRY; de relaxatietijd is dan $\frac{1}{70000}$ seconde. De microresidueele weerstand was naar schatting bij 1°.8 K. meer dan 2×10^{10} maal kleiner dan bij kamertemperatuur en de relaxatietijd moest dus bij 1°.8 K. minstens van de orde van grootte van een dag zijn.

De proef werd nu als volgt ingericht: het klosje werd in den cryostaat geplaatst en de geheele cryostaat met het klosje tusschen de polen van een zeer grooten electromagneet van WEISS, met het vlak der windingen loodrecht op de krachtlijnen, zoodat de windingen een bundel krachtlijnen omvatten (zie fig. 10). Nadat een magneetveld van 400 Gauss was opgewekt en het klosje in suprageleidenden toestand was gebracht, werd het veld in ongeveer

10 seconden tot 200 Gauss gereduceerd en daarop de magneet in ongeveer 5 seconden weggerold. Het aantal krachtlijnen, dat door het klosje omvat werd, werd dus in korten tijd op ongeveer nul gereduceerd, waardoor in den draad een inductiestoot en dus een stroom werd opgewekt. De electromagnetische werking van dezen stroom kon worden waargenomen met een magneetnaaldje, dat op korten afstand van den cryostaat was geplaatst. Het aardmagneetveld werd door middel van een op geschikte wijze geplaatsten staalmagneet gecompenseerd. Het bleek nu, dat de geïnduceerde stroom werkelijk bleef rondloopen. Nauwkeurig kon de stroomsterkte op bovenvermelde wijze natuurlijk niet bepaald worden, maar toch kon men nagaan, dat de stroomsterkte ongeveer 0.6 Ampère bedroeg, dus nog onder de drempelwaarde 0.8 Ampère, waar bij het voorbereiden van de proef ook voor gezorgd was. Ook het magnetisch veld mocht natuurlijk zijn drempelwaarde niet bereiken, daar dan de draad onmiddellijk gewoon geleidend zou worden en de stroom in zeer korten tijd zou verdwijnen.

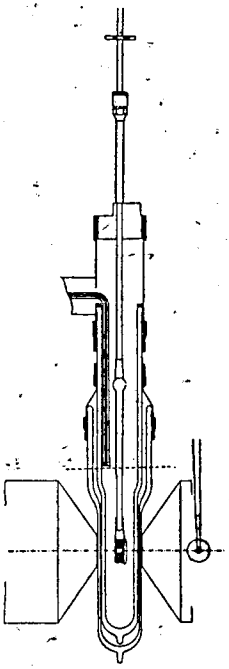

Fig. 10.

Het spreekt wel van zelf, dat men, wanneer men voor 't eerst een zoo verrassend verschijnsel voor oogen heeft, een zeker gevoel van twijfel niet van zich zal kunnen afzetten en de behoefte zal voelen door allerlei kontrôle-proeven de juistheid der conclusies op de proef te stellen. De proeven zijn dan ook op allerlei verschillende wijzen herhaald en geverifieerd; zette men het klosje met de windingen evenwijdig aan de krachtlijnen, dan was het effect nul, of uiterst gering ten gevolge van onvolkomen oriëntatie. Overschrijding der drempelwaarde van stroomsterkte of magneetveld deed het effect verdwijnen, eveneens wanneer men het klosje uit het vloeibare helium heesch en dus de temperatuur boven het sprongpunt bracht. De stroommeting met het magneetnaaldje werd aanmerkelijk verbeterd, zoodat een nauwkeurigheid van 2 % bereikt kon worden. Bij deze latere en verbeterde proeven werd nu geconstateerd, dat de vermindering der stroomsterkte minder dan 1 % per uur bedroeg, waaruit volgde, dat de relaxatietijd meer dan 4 dagen moest bedragen.

Wanneer men aanneemt, dat de microresidueele weerstand aan de wet van OHM gehoorzaamt (wat, zooals boven reeds opgemerkt is, volstrekt niet zeker mag geacht worden), vindt men voor lood, dat deze weerstand 0.3 à 0.2 $\times 10^{-10}$ deel van den weerstand bij gewone temperatuur bedraagt. Men zou nog kunnen denken aan de mogelijkheid van magnetische eigenschappen van het messingmontuur van het klosje; immers, van de magnetische eigenschappen van messing bij heliumtemperaturen was absoluut niets bekend, zoodat de mogelijkheid, dat een deel van het electromagnetische veld buiten den cryostaat van het montuur afkomstig was, a priori niet uitgesloten mocht worden. Om deze quaestie op te lossen, werd een messing buisje van volkomen dezelfde afmetingen als het montuur in den cryostaat gebracht en aan een magneetveld onderworpen. Het vertoonde echter geen merkbare magnetisatie. Het waargenomen verschijnsel was dus zonder twijfel uitsluitend aan den looddraad te danken.

Hoewel na al deze proeven, die quantitatief steeds een goede overeenstemming met de berekening gaven, nauwelijks plaats voor twijfel aan de juistheid van de interpretatie der verschijnselen overbleef, bedacht KAMERLINGH ONNES de volgende ingenieuse proef, die ten slotte alle twijfel wist buiten te sluiten. De beide uiteinden van den looddraad werden zoo aan elkaar geweld, dat de draad op die plaats door een haakje, bevestigd aan een lang dun staafje, dat buiten den cryostaat uitstak, stuk getrokken kon worden. Bij A en B waren 2 draden bevestigd, die met een ballistischen galvanometer verbonden waren. Nadat nu op de gewone wijze een persisteerende stroom in het klosje was geïnduceerd, werd de draad stuk getrokken. De stroom moest nu zijn weg door den galvanometer nemen en veroorzaakte daar een ballistischen uitslag; immers, bijna op 't zelfde oogenblik, dat de uitslag tot stand kwam, was de stroom uitgedoofd, aangezien nu een gewone weerstand in de stroomketen was ingeschakeld. Uit den uitslag kon worden opgemaakt, dat een

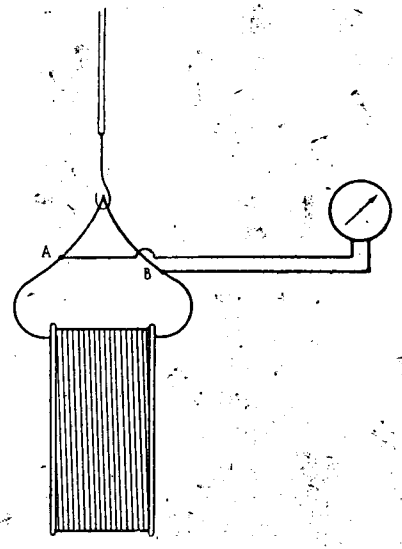

Fig. 11.

stroom van ± 0.3 Ampère door den looddraad gegaan was. Deze proef maakte verderen twijfel aan de juiste interpretatie van het buiten den cryostaat waargenomen electromagnetische veld onmogelijk.

Ik wil de beschouwingen over deze proeven niet eindigen alvorens nog een paar woorden te wijden aan de beschrijving van een suprageleidenden schakelaar en aan een daarmee genomen proef.

Gebruik makende van een denkbeeld van Prof. KUENEN construeerde KAMERLINGH ONNES een stroomsleutel, bestemd om te onderzoeken of een contact in een suprageleidende stroomketen vrij van weerstand zou kunnen zijn. Overwegende, dat de overgangsweerstand van een goed onderhouden stopcontact (zooals dit in weerstandsbanken voorkomt) bij gewone temperatuur van de orde van grootte van 0.0001 OHM of 100.000 C.G.S.-eenheden is, terwijl de heele loodklos in suprageleidenden toestand een weerstand van slechts 37 C.G.S.-eenheden heeft, scheen de mogelijkheid van een suprageleidend contact vrij onwaarschijnlijk. Om deze quaestie op te lossen, werd een stroomsleutel geconstrueerd, en al spoedig bleek, dat het suprageleidend contact zonder veel moeite te realiseeren was. De twee stukjes lood, met matige kracht tegen elkaar gedrukt, maakten op zoo volkomen wijze contact, dat van een overgangsweerstand niets te bespeuren viel en de verschijnselen zich voordeden volkomen op dezelfde wijze, alsof de draden aan elkaar geweld waren. Met behulp van dezen origineelen stroomsleutel kon nu de proef met den ballistischen galvanometer op eene uit constructief oogpunt meer volkomen wijze herhaald worden. De beschrijving van deze proef zullen wij echter achterwege laten.

Ten slotte wil ik nog vermelden een aardig denkbeeld van Prof. EHRENFEST, nl. om, inplaats van vele windingen achter elkaar, een groot aantal naast elkaar te schakelen, wat men kan doen door een dikken looden ring te nemen; de hierin geïnduceerde persisteerende stroom zal dan uit den aard der zaak zeer intens kunnen worden. Dit bleek inderdaad het geval te zijn. Een stroom van 320 Ampère van een dichtheid van 30 Ampère per mM^2. (bij het klosje was de dichtheid 49 Amp.) werd waargenomen, hij bleef gedurende $^1/_2$ uur op minder dan 1 % constant.

Deze persisteerende stroomen in suprageleidende metalen noemt KAMERLINGH ONNES zeer eigenaardig imitaties van AMPÈRE-stroomen.

AMPÈRE toch, de beroemde Fransche physicus uit het begin der vorige eeuw, had naar aanleiding van de door OERSTEDT en hemzelf gedane ontdekkingen betreffende het verband tusschen electriciteit

en magnetisme de hypothese opgesteld, dat het veld in de nabijheid van een gemagnetiseerd lichaam te danken zou zijn aan een groot aantal uiterst kleine kringstroompjes, die ongedempt in of om de moleculen zouden rondloopen; en dat magnetiseeren niets anders zou zijn als parallel maken van deze moleculaire stroompjes; deze hypothese stelde dus in staat de eigenschappen van para-magnetische en ferro-magnetische lichamen op de werking van electrische stroomen terug te brengen. Ook de electronen-theorie heeft in principe aan deze opvatting vastgehouden, met dien verstande natuurlijk, dat hier de electrische stroompjes opgevat worden als binnen in de atomen rondloopende electronen. Reeds ten tijde van AMPÈRE maakte men echter bezwaren tegen de hypothese der weerstandslooze ongedempte stroomen, waarvan men geen enkel voorbeeld kende. Des te merkwaardiger mag het nu heeten, dat de hypothetische moleculaire stroomen van AMPÈRE thans door bovenbesproken proeven in gewone metaaldraden nagebootst kunnen worden. In dit verband wil ik met een enkel woord gewag maken van de opzienbarende proeven, die in 1915 door EINSTEIN en W. J. DE HAAS genomen zijn. Door eene uiterst vernuftige inrichting der proeven is het hun namelijk gelukt experimenteel aan te toonen, dat de moleculaire stroomen of rondloopende electronen in een permanente magneet werkelijk bestaan, zoodat daarmede de oude hypothese van AMPÈRE weder in volle eere hersteld is.

Wij hebben ons tot dusver bepaald tot eene beschouwing van de proeven en van het experimenteele feitenmateriaal. Thans zal ik trachten U een kort overzicht te geven van de theoretische beschouwingen, die naar aanleiding van de uitkomsten van KAMERLINGH ONNES door NERNST [28]), LINDEMANN [29]), WIEN [27]), J. J. THOMSON [26]), KEESOM [30]) en KAMERLINGH ONNES [11]) zelf ten beste zijn gegeven. Ik dien daartoe even terug te gaan tot de oudere electronentheorie der metalen, zooals die, reeds jaren geleden, ontwikkeld is, voornamelijk door RIECKE [35]), DRUDE [36]), THOMSON [39]) en LORENTZ [37]), [37a]). Deze theorie heeft betrekking op allerlei verschijnselen in metalen, waarbij de electronen een rol spelen, b.v. de electriciteitsgeleiding, het THOMSON-effect, het PELTIER-effect, de thermo-electrische verschijnselen enz. Wij zullen ons echter bepalen tot het weergeven van eenige uitkomsten betreffende de electriciteitsgeleiding, in hoofdzaak ontleend aan de beschouwingen van DRUDE. Volgens zijn theorie dan bestaat een metaal uit atomen, die om een evenwichts-

stand kunnen trillen en vrij daartusschen voortvliegende en tegen de atomen (en ook onderling) botsende negatieve electronen. Deze electronen gedragen zich, mutatis mutandis, geheel als een gas, zij nemen deel aan de warmtebeweging en bezitten een gemiddelde kinetische energie, even groot als die van een atoom of molecuul bij dezelfde temperatuur en dus ook evenredig aan de absolute temperatuur. De snelheden der electronen zullen dus zeer groot zijn, maar de electronen zullen door het voortdurend botsen tegen de metaalatomen niet in staat zijn groote afstanden rechtlijnig af te leggen en men zal dus ook, evenals in de kinetische gastheorie van de molekulen, hier van eene gemiddelde weglengte der electronen kunnen spreken. Werken er geen electrische krachten op de electronen, dan zullen deze zonder eenige regelmaat tusschen de metaalatomen heen en weer vliegen en er zal geen electriciteit in eenige richting getransporteerd worden. Werkt er echter een electrisch veld op de electronen, dan zullen zij zich voornamelijk in een bepaalde richting, nl. langs de electrische krachtlijnen trachten voort te bewegen en wij nemen een electrischen stroom waar.

Uitgaande van deze betrekkelijk eenvoudige voorstellingen kon DRUDE voor het electrische geleidingsvermogen de volgende uitdrukking afleiden:

$$\sigma = \frac{e^2 N l}{2 m u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

waarin u de gemiddelde snelheid van een electron (tengevolge van zijne warmtebeweging), l de gemiddelde vrije weglengte, N het aantal vrije electronen per volumen-eenheid, e de lading en m de massa van een electron voorstelt.

Bedenkt men nu, dat DRUDE, volgens een der bovengenoemde hypothesen, geheel algemeen stelt

$$\tfrac{1}{2} m u^2 = \alpha T,$$

en zich dus om eene eventueele snelheidsverdeeling niet bekommert, dan kan men voor (1) ook schrijven

$$\sigma = \frac{e^2 N l u}{4 \alpha T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Het spreekt wel vanzelf, dat wij ons hier bepalen tot de vermelding van datgene uit de theorie, wat in onmiddellijk verband met ons onderwerp staat en dat ik velerlei met stilzwijgen moet voorbijgaan; één bekende en fraaie uitkomst dezer theorie wil ik echter nog vermelden, n.l. dat zij rekenschap weet te geven van de empirische wet van WIEDEMANN en FRANZ, volgens welke de ver-

houding van het warmte-geleidingsvermogen tot het electrisch geleidingsvermogen bij een bepaalde temperatuur voor alle metalen hetzelfde moet zijn. Deze wet zal in het vervolg nog ter sprake komen.

Dat de theorie van DRUDE en de daarmee verwante theorieën echter geenszins, zelfs niet qualitatief, rekenschap kunnen geven van den weerstand der metalen bij heliumtemperaturen ziet men gemakkelijk in door te bedenken, dat volgens die theorieën bij het absolute nulpunt de kinetische energie der electronen = 0 wordt en dat zij als een gas op de metaalatomen neerslaan en vastvriezen en hun rol bij de electriciteitsgeleiding niet meer kunnen vervullen, wat in tegenspraak is met de proeven.

Om deze en andere moeilijkheden op te lossen, heeft men getracht de theorie der electriciteitsgeleiding in verband te brengen met de beroemde quanten-theorie van PLANCK, een theorie, waarvan ik u hier geen overzicht kan geven, maar waarvan ik alleen als grondgedachte wil vermelden, dat zij aanneemt, dat er in de stoffen trillende systemen, vibratoren zijn (b.v. electronen in atomen), die de energie alleen maar bij bepaalde porties, evenredig aan hun trillingsgetal ν, kunnen afgeven, welke energiehoeveelheden, door $h\nu$ aangeduid, den naam van quanten dragen.

Door de analogie, die NERNST [28]) opmerkte tusschen de afhankelijkheid van de temperatuur van de specifieke warmten en den weerstand van metalen (in 't bijzonder van platina en lood, de metalen, die NERNST voor zijn weerstandsthermometers gebruikte), en bedenkende, dat het verloop der specifieke warmten zeer goed weergegeven werd door eene formule, die EINSTEIN [38]) had afgeleid door de quantenhypothese van PLANCK op de theorie der specifieke warmten toe te passen, kwam hij op het denkbeeld, dat de eigen frequenties der electronen, zooals die voorkomen in de moderne stralingstheorieën, in verband zouden staan met het geleidingsvermogen en trachtte hij, en wel met goed gevolg, den temperatuurcoëfficient van den weerstand van metalen door middel van de stralingsformule van PLANCK voor te stellen. Voor den weerstand zelf wordt deze formule van NERNST:

$$W = \frac{A}{e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1} + B,$$

waarin T de absolute temperatuur, A en B twee materiaal-constanten en β eene universeele constante beteekenen. Bij zeer lage temperaturen is deze formule in staat de waarnemingen met groote

benadering weer te geven, bij hoogere temperaturen daarentegen is zij volmaakt onbruikbaar.

In onmiddellijke aansluiting aan deze half empirische, half theoretische beschouwingen van NERNST, heeft F. A. LINDEMANN [29]) getracht een quanten-formule zuiver theoretisch af te leiden. Hij houdt daarbij vast aan de grondhypothesen der theorie van DRUDE, die, zooals hij opmerkt, de groote verdienste heeft van de verklaring der wet van WIEDEMANN en FRANZ en waaraan hij dus zoo weinig mogelijk wil veranderen. Hij preciseert de voorstellingen echter hier en daar, neemt b.v. aan, dat de electronen niet tegen de atomen, maar tegen de positieve electrische kernen der atomen aanbotsen, verder dat het aantal vrije electronen evenredig aan $\sqrt{T}$ verandert enz. Ten slotte gelukt het hem voor den weerstand deze formule af te leiden:

$$W = \frac{A^2}{e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1} + \frac{2\,AB}{\sqrt{e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1}} + B^2;$$

voor kleine T wordt deze formule:

$$W = \frac{A^2}{e^{\frac{\beta\nu}{T}}} + \frac{2\,AB}{e^{\frac{\beta\nu}{2T}}} + B^2,$$

voor groote T:

$$W = \frac{A^2}{\beta\nu}\,T + B^2,$$

analoog aan de gewone formule voor hooge temperaturen. De formule van LINDEMANN is wel is waar in staat voor verscheidene metalen den weerstand van waterstoftemperaturen tot die van vloeibare zuurstof vrij goed weer te geven, doch is voor heliumtemperaturen onbruikbaar.

KAMERLINGH ONNES [11]) publiceerde ongeveer gelijktijdig met, maar onafhankelijk van NERNST en LINDEMANN, naar aanleiding van zijne eerste waarnemingen over goud en platina een formule, waarin ook hij de quanten-theorie op de theorie der electriciteitsgeleiding trachtte toe te passen. Hij wijst er eerst op, dat de theorie van den oneindig grooten weerstand bij het absolute nulpunt nu in ieder geval moet verlaten worden; de electronen, die het transport der electriciteit veroorzaken, in plaats van „neer te slaan" of vast te vriezen, schijnen juist bij de allerlaagste temperaturen geheel onbelemmerd in hunne bewegingen te worden. De hinderpalen voor hunne bewegingen zoekt KAMERLINGH ONNES nu in de energie der

vibratoren van PLANCK, zoodat ook hier, evenals door NERNST en LINDEMANN verband gebracht wordt tusschen de theorie der electriciteitsgeleiding en die der specifieke warmten. Bij de opstelling van zijne formule gaat KAMERLINGH ONNES uit van een formule van RIECKE. Hij maakt echter eene andere onderstelling omtrent de gemiddelde vrije weglengte der electronen. Terwijl RIECKE deze grootheid evenredig aan $\frac{1}{\sqrt{T}}$ stelt, schrijft KAMERLINGH ONNES:

$$l = \frac{C}{\sqrt{E_T}},$$

terwijl voor de trillingsenergie van een vibrator volgens PLANCK en EINSTEIN geschreven wordt:

$$E_T = \frac{R}{N} \frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T}} - 1},$$

waarin R de gasconstante voor de moleculaire hoeveelheid stof is en N het aantal moleculen in een grammolecuul. Wanneer men nu aanneemt, dat $\frac{\beta \nu}{T}$ voor 0 ° C. reeds klein is, vindt men na eenige herleidingen:

$$\frac{W_T}{W_0} = \frac{T - \frac{\beta \nu}{4}}{273.1 - \frac{\beta \nu}{4}}.$$

Eene moeilijkheid bij de toepassing van deze en ook van de andere quanten-formules is de berekening van ν. EINSTEIN [33]) leidt deze grootheid af uit de elasticiteit, NERNST en LINDEMANN [34]) uit de specifieke warmten, en beide methoden geven dikwijls resultaten, die sterk afwijken. Door plausibele waarden voor ν te kiezen is het KAMERLINGH ONNES ten slotte gelukt zijne formule in redelijke overeenstemming met de waarnemingen, zelfs met die bij heliumtemperaturen te brengen.

De toepassing der quanten-theorie op de kinetische elektronentheorie der metalen is verder uitgewerkt door W. WIEN [27]), die zich voorstelt, dat bij lage temperaturen het aantal vrije electronen en hunne snelheden constant zijn en dat de verandering van den weerstand een gevolg is van de verandering der vrije weglengte.

Ook KEESOM [30]) heeft een poging aangewend om de moeilijkheden der equipartitie-theorie te boven te komen, en om door middel van de quanten-theorie het gebied der lage en der hooge temperaturen (in welk laatste gebied de equipartitie-theorie geldt) te vereenigen.

Wij willen nu echter van deze soort theorieën afstappen en onze aandacht vestigen op een geheel andere theorie, nl. die van J. J. THOMSON [26]), die vooral met het oog op den suprageleidenden toestand van bijzonder belang mag genoemd worden.

Ik wil bij deze iets langer stilstaan, omdat zij de eenige is, die rekenschap geeft, of tracht te geven, van het bestaan van de discontinuïteit in de weerstandskromme, die wij het sprongpunt hebben genoemd. THOMSON gaat, wat betreft de electriciteitsgeleiding, van geheel andere voorstellingen uit, dan de grondleggers der gewone electronen-theorie der metalen. Hij stelt zich voor, dat de metaalatomen electrische doubletten bevatten, dat zijn paren van gelijke en tegengestelde electrische ladingen, op uiterst geringen afstand van elkaar. Werkt er geen electrische kracht in een bepaalde richting, dan zullen de assen van deze doubletten uniform over alle richtingen verdeeld zijn. Werkt er echter eene uitwendige electrische kracht in een of andere richting, dan zullen de assen trachten zich in die richting te plaatsen, terwijl er dan ook weer invloeden zullen zijn, b.v. de warmte-beweging, die zich hiertegen zullen verzetten en die zullen trachten de nagestreefde orde weer te verstoren, zoodat de oriënteering een onvolkomen karakter zal dragen. Om onze gedachten te bepalen, kunnen wij ons ook voorstellen, dat een fractie der in de volumeneenheid der aanwezige doubletten volkomen langs de richting der electrische kracht gericht is, terwijl de rest aan de oriënteering in 't geheel geen deel genomen heeft; deze toestand zal dan equivalent zijn aan den werkelijken toestand van algemeene doch onvolkomen oriënteering. Wij stellen ons verder voor, dat de volkomen gerichte doubletten op rijen zijn geplaatst, kettingen vormen, waarvan de deelen krachtige electrische werkingen op elkaar en op andere naburige electronen uitoefenen, zoo krachtig, dat daardoor vele electronen in een bepaalde richting nl. de richting der uitwendige electrische kracht, getrokken zullen worden. Er zal nu dus een transport van electronen in die richting plaats vinden en dit transport is volgens THOMSON de stroom, dien wij waarnemen. Werkt men deze voorstellingen uit, dan kan men aantoonen, dat bij niet al te lage temperaturen de wet van OHM geldt en bovendien, dat de weerstand lineair van de temperatuur afhangt, zooals dit inderdaad voor zuivere metalen bij benadering het geval is.

Deze theorie wordt door THOMSON op den suprageleidenden toestand toegepast, en het gelukt hem aan te toonen, dat er voor

sommige metalen een zeer bepaalde kritische temperatuur (of spronpuntstemperatuur) moet bestaan, waar beneden het metaal suprageleidend wordt, doch waarboven het geen bijzonder verschijnselen vertoont. De beschouwingen, waardoor hij tot dit merkwaardige resultaat komt, zijn niet buitengewoon ingewikkeld, maar leenen zich er toch minder toe, om in een voordracht als deze uiteengezet te worden. Ik moet mij dus bepalen tot de mededeeling der uitkomsten.

Verder weet THOMSON als voorwaarde voor de bestaanbaarheid van een kritische temperatuur af te leiden, dat de temperatuurcoëfficient van den weerstand voor niet al te lage temperaturen grooter dan $\frac{1}{273}$ moet zijn. Deze voorwaarde is voor nagenoeg alle metalen vervuld. Ook vindt hij, dat de temperatuurcoëfficient van den weerstand van metalen, die geen kritische temperatuur bezitten, bij zeer lage temperaturen uiterst gering moet zijn. Dit is, zooals boven vermeld werd, voor platina en goud, die geen kritische temperatuur schijnen te bezitten, werkelijk het geval.

Ten slotte wil ik nog vermelden, dat het THOMSON [39]), zij het dan ook op eenigszins vage, qualitatieve wijze, gelukt is rekenschap te geven van de vermeerdering van den weerstand in het magnetisch veld, het verschijnsel, dat, zooals boven vermeld werd, o.a. ook in vloeibaar helium onderzocht is, en waarop de fig. 8 en 9 betrekking hebben. Naar ik meen is THOMSON's theorie de eenige, waarin dit verschijnsel behandeld wordt *).

Het aantrekkelijke van deze theorie bestaat ongetwijfeld hierin, dat zij de eenige is, die een verklaring geeft van de sprongpuntstemperatuur en dat men uit haar een weerstandskromme kan afleiden, die qualitatief dezelfde gedaante heeft, als de experimenteel bepaalde weerstandskrommen van kwik, lood en tin. Intusschen, hoe eenvoudig dit alles er uitziet, er schuilen in deze theorie toch moeilijkheden, die niet zoo gemakkelijk zijn op te lossen. Men ziet b.v. niet in, hoe men moet komen tot eene warmte-ontwikkeling van den stroom, tenminste niet, als men zich houdt aan den vorm, dien THOMSON aan zijn theorie geeft, en het is noodig zijne voorstellingen aan te vullen en uit te breiden, wil men zich behoorlijk van de JOULE-warmte rekenschap geven.

Ik wil ten slotte nog voor enkele oogenblikken Uw aandacht

*) Reeds in 1900 heeft THOMSON eene poging in deze richting gedaan; zie Rapp. Congr. int. de physique Paris 3, 143 (1900).

vragen voor eenige interessante beschouwingen van LINDEMANN [29a]), die hij betrekkelijk kort geleden, in 1915, gepubliceerd heeft.

LINDEMANN geeft als inleiding van zijn artikel een overzicht van de moeilijkheden, waarmede de electronen-theorie der metalen te kampen heeft, maar die zij nog verre van overwonnen heeft. De grootste moeilijkheid, zegt LINDEMANN, is wel gelegen in de quaestie der atoom-warmten. De metingen hebben geleerd, dat er niet meer dan één vrij electron op honderd atomen kan zijn, wanneer het electron de wet van de equipartitie der energie volgt. Beschouwing van het electrisch geleidingsvermogen daarentegen levert ons een uitkomst van 3 maal zooveel electronen als atomen: Laat men nu de equipartitiewet varen, dan kan men de warmtegeleiding en de wet van WIEDEMANN en FRANZ niet meer verklaren. De temperatuurcoëfficient van den weerstand eischt een specifieke warmte gelijk nul. Maar de warmte-geleiding kan alleen door eene normale specifieke warmte verklaard worden; en zoo zijn er nog vele, tegenstrijdigheden en moeilijkheden, die op eene oplossing wachten, eene oplossing, die LINDEMANN zoekt langs geheel andere wegen, dan de tot dusver gevolgde. Hij beschouwt de electronen namelijk niet als een ideaal gas, maar, in volmaakte tegenstelling hiermede, als een volmaakt vast lichaam en vestigt nu verder het oog alleen op kristallen (de metalen toch zijn micro-kristallijn van bouw); een metaalkristal zou nu bestaan uit een net van atomen, en daartusschen een net van electronen, zóó, dat de atoomvlakken en de electronvlakken elkaar afwisselen. Het streng mathematisch uitwerken van deze voorstellingen zal natuurlijk heel wat moeilijkheden met zich brengen, zoodat LINDEMANN zich vergenoegt met het geven van een overzicht van de verklaringen, die hij van de verschillende verschijnselen op grond van zijne hypothesen kan geven. Wij bepalen ons tot het electrisch geleidingsvermogen. Het transport van electriciteit stelt LINDEMANN zich nu aldus voor, dat onder den invloed van een electromotorische kracht het electronennet zich door het stilstaande atomen-net heen kan bewegen, terwijl het net dan aan de eene zijde zooveel afsmelt, als er aan de andere zijde aan toegevoegd wordt. Onder bepaalde omstandigheden kan het voorkomen, dat dit voortschuiven geschiedt zonder dat het weerstand ondervindt van de atomen, die dan of in rust moeten zijn of moeten trillen met slechts geringe amplituden. Dit weerstandsloos voortschuiven is verwezenlijkt in den suprageleidenden toestand. Is een metaal niet geheel zuiver, dan kan de supra-

geleidende toestand nooit verwezenlijkt worden, aangezien het electronen-net dan steeds onregelmatigheden in het atoom-net zal ontmoeten en niet weerstandsloos zal kunnen voortschuiven. Maar de weerstand zal dan uitsluitend van het bijmengsel en niet van de temperatuur afhangen; in 't voorbijgaan zij opgemerkt, dat dit in tegenspraak is met de uitkomsten van KAMERLINGH ONNES [16]) over den weerstand van goud-, tin- en cadmium-amalgamen bij heliumtemperaturen. Stijgt de temperatuur van een zuiver metaal, dan worden de amplituden der atomen zoo groot, dat het electronen-net niet meer zonder weerstand kan verschuiven. LINDEMANN's beschouwingen over de vele andere verschijnselen, die in de electronentheorie optreden, moeten wij hier met stilzwijgen voorbijgaan; wij willen alleen opmerken, dat zijn theorie in staat is eenigermate rekenschap te geven van het eigenaardige in den weerstand van legeeringen en van de photo-electrische verschijnselen, waarmede de oudere theorie in 't geheel geen weg wist. De wet van WIEDEMANN en FRANZ daarentegen, waarvan de oudere theorie zoo'n fraaie verklaring geeft, een verklaring, waarop zij met recht trotsch is, kan door LINDEMANN niet zonder speciale hypothesen verklaard worden.

Vermeld ik ten slotte nog dat STARK [32a]), uitgaande van zijne bekende hypothese der valentie-electronen, getracht heeft qualitatief rekenschap te geven van de verschijnselen in den suprageleidenden toestand, dan meen ik een vrijwel volledig overzicht gegeven te hebben van de verschillende theorieën, die op ons onderwerp betrekking hebben.

Een bepaalde keuze te doen uit al deze min of meer uitgewerkte theorieën is natuurlijk voorloopig geheel onmogelijk, en men zal zelfs een gevoel van onbevrediging niet van zich kunnen afzetten, wanneer men nagaat, hoe in al deze theorieën bezwaren en moeilijkheden van zoo ernstigen aard optreden, dat men geneigd is aan de mogelijkheid van een bevredigende oplossing te wanhopen. Één gezichtspunt echter dringt zich naar den voorgrond en dat is, dat ook hier, zooals tegenwoordig in zoovele hoofdstukken der natuurkunde, de geheimzinnige en raadselachtige quanten wellicht bestemd zullen zijn de oplossing uit de moeilijkheden (behalve uit die van het raadsel van hun eigen bestaan) te brengen.

LITTERATUUR.

(Deze litteratuuropgave maakt geen aanspraak op volledigheid, behalve wat betreft de suprageleiders).

I. *Weerstandsmetingen bij lage temperaturen (uitgezonderd heliumtemperaturen).*

1. L. CAILLETET en E. BOUTY, Journ. de physique (2) **6** (1885), 297.
2. L. HOLBORN en W. WIEN, Wied. Ann. **59** (1896), 211.
3. L. HOLBORN, Ann. d. Phys. **6** (1901), 242.
4. S. VON WROBLEWSKI, Wied. Ann. **26**.
5. K. OLTSZEWSKI, Akad. Wissensch. Krakau, Juni 1895.
6. M. W. TRAVERS en A. G. C. GWYER, Proc. Roy. Soc. **74** (1905), 74.
7. B. MEILINK, Versl. Kon. Akad. Febr. 1902, Comm. No. 77.

7*a*. „ Ibid. Juni 1904, „ No. 93.

7*b*. „ Proefschrift, Amsterdam 1904.

8. H. KAMERLINGH ONNES en J. CLAY, Versl. Kon. Akad. Juni 1906, Comm. No.95*c*.

8*a*. „ „ „ Ibid. Juni 1906, Comm. No.95*d*.

8*b*. „ „ „ Ibid. Juni 1907, Comm. No.99*c*.

8*c*. „ „ „ Ibid. Mei 1908, Comm. No.107*c*.

8*d*. „ „ „ Ibid. Sept. 1907, Suppl. No. 17.

8*e*. J. CLAY, Proefschrift, Leiden, 1908 en Comm. No. 107*d*.

9. H. KAMERLINGH ONNES en G. HOLST, Versl. Kon. Akad. Juni 1914, Comm. No.141*a*.

9*a*. „ „ „ Ibid. Juni 1914, Comm. No.142*a*.

10. LORD KELVIN, Phil. Mag. (6) **3** (1902), 257.

II. *Weerstandsmetingen bij helium-temperaturen.*

11. H. KAMERLINGH ONNES, Versl. Kon. Akad. Febr. 1911, Comm. No. 119.
12. „ „ Ibid. April 1911, Comm. No. 120*b*.
13. „ „ Ibid. Mei 1911, Comm. No. 122*b*.
14. „ „ Ibid. Dec. 1911, Comm. No. 124*c*.
15. „ „ Ibid. Febr., Mrt., Mei 1911, Comm. No. 133*a*,*b*,*c*.
16. „ „ Ibid. Mei 1913, Comm. No. 133*d*.
17. „ „ Ibid. Febr. 1914, Comm. No. 139*f*.
18. „ „ Ibid. April, Mei 1914, Comm. No. 140*b*,*c*.
19. „ „ Ibid. Juni 1914, Comm. No. 141*b*.

20. H. KAMERLINGH ONNES en G. HOLST, Versl. Kon. Akad. Juni 1914, Comm. No. 142*a*.
21. „ „ Rapport et discussions du Conseil Solvay, Oct.-Nov. 1911, 304, Suppl. No. 29.
22. „ „ Rapport Third International Congress of Refrigeration, Washington – Chicago Sept.-Oct. 1913, 89, Suppl. No. 34*b*.
23. „ „ Nobelrede 1913, Suppl. No. 35.
24. J. CLAY, Jahrb. der Rad. und Elektrotonik, Bd VIII, Nov. 1911.
25. „ Ibid., Bd XII, Oct. 1915.
26. J. J. THOMSON, Phil. Mag. (6) **30** (1915), 192.
27. W. WIEN, Sitz. Ber. Berlin 1913, 184.
28. W. NERNST, Sitz. Ber. Berlin 1911, 311.
29. F. A. LINDEMANN, Sitz. Ber. Berlin 1911, 316.
29*a*. „ Phil. Mag. **29** (1915), 127.
30. W. H. KEESOM, Versl. Kon. Akad. Mei 1913, Suppl. No. 30*b*. Phys. Zeitschr. **14** (1913), 670.
31. „ Feuilleton Nieuwe Rotterd. Courant, Juli 1914.
32. C. A. CROMMELIN, Le Génie civil **64** (1914), 245.
32*a*. J. STARK, Jahrbuch Rad. und Electr. **9** (1912), 188.

III. *Verdere geciteerde litteratuur.*

33. A. EINSTEIN, Ann. d. Phys. (4) **34** (1911), 170.
34. F. A. LINDEMANN, Phys. Zeitschr. **11** (1910), 609.
35. E. RIECKE, Wied. Ann. **66** (1898), 353, 545, 1199.
35*a*. „ Ann. d. Phys. (4) **2** (1900), 835.
36. P. DRUDE, Ann. d. Phys. (4) **1** (1900), 566 en **3** (1900), 369.
37. H. A. LORENTZ, Versl. Kon. Akad. Dec. 1904, Jan. 1905.
37*a*. „ The theory of electrons (Teubner, 1909).
38. A. EINSTEIN, Ann. d. Phys. (4) **22** (1907), 184.
39. J. J. THOMSON, The corpuscular theory of matter (1907).

Comm. = Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden.

Suppl. = Supplements to the communications enz.

Boekaankondigingen.

The Journal of the Institute of Metals. Edited by R. SHAW SCOTT. Vol. XX, 1918. No. 2. London, 382 pp.

Van dit onlangs[1]) besproken orgaan van het Institute of Metals verscheen het tweede deel. Hon. Sir CHARLES A. PARSONS, de man, die, na 20 jaren volhardend werken aan zijn stoomturbine, deze in 1900 bracht tot een beslist succes, gaf als presidentale openingsvoordracht een zeer interessante mededeeling over: The formation of diamond, in verband met zijne zeer omvangrijke experimenten dienaangaande (21 blz).

Andere voordrachten waren:

W. E. ALKINS, The effect of progressive cold work upon the tensile properties of pure copper (26 blz.).

Prof. C. A. EDWARDS, The resistance of metals to penetration under impact (37 blz).

T. E. ROONEY, On rapid methods of estimating P in bronzes (6 blz.).

Z. JEFFRIES, Grain growth in metals (32 blz.).

D. HANSON, Rapid recrystallisation in deformed non-ferrous metals (16 blz.).

F. JOHNSON, The influence of impurities on the mechanical properties of gun-metal (17 blz.).

R. SELIGMAN, P. WILLIAMS, A case of disintegration of a Cu-Al-alloy (3 blz.).

J. ANDERSON, Annealing cold rolled Al-sheet (28 blz.).

L. JOHNSON, The alloys of Cu and Zn (19 blz.).

A. E. PLANT, Use of oil fuel in the foundry in urgent circumstances (6 blz.).

R. T. ROLFE, The effect of As, Sb and Pb on 88:10:2 gun metal (11 blz.).

W. R. BARCLAY, The relationship between the laboratory and the workshop (9 blz.).

F. C. A. H. LANTSBERRY, The scope of the works laboratory (8 blz.).

Tot slot in Section II: Abstracts of papers relative to the non-ferrous metals and the industries connected therewith, verdeeld in de onderafdeelingen: 1. Properties of metals and alloys. 2. Methods of analysis, physical and mechanical testing. 3. Furnaces, foundry methods and appliances. 4. Electro-chemistry, Metallography. 5. Bibliography. Een en ander rijk aan belangrijke gegevens. A. Vo.

* * *

The Journal of the Iron and Steel Institute. Edited by GEORGE C. LLOYD. 1918, II, Vol. 98, E. & F. N. SPON, London; 539 pp.

Van dit tijdschrift verscheen onlangs het tweede deel[2]) van 1918 met belangrijke verslagen van voordrachten.

Deze waren als volgt:

G. CHARPY, The influence of hot deformation on the qualities of steel (27 blz).

A. MC. WILLIAM, The influence of some elements on the tenacity of basic steel (14 blz.).

---

1) Zie Chem. Weekbl. blz. 344.

2) voor het eerste deel zie Chem. Weekbl. blz. 345.

A. F. SHORE, Report on hardness testing (24 blz.).
C. JOHNS, The standardisation of tests for refractory materials (40 blz.).
Prof. H. C. H. CARPENTER & C. C. SMITH, Some experiments on the reaction between pure CO and pure electrolytic Fe below A_1 inversion (35 blz.).
J. E. HURST, A method for the prevention of growth in grey cast iron (7 blz.).
J. H. WHITELEY, Note on the warping of steel through repeated quenching (4 blz.).
J. S. HOLLINGS, A few notes on bosh tuyeres (9 blz.).
J. E. FLETCHER, On the cooling of steel in ingot and other forms (41 blz.).
C. H. F. BAGLEY, The principles of open hearth furnace design (26 blz.).
T. B. MACKENZIE, The utilisation of waste heat from O-H furnaces (24 blz.).
J. H. TENG, Phosphorus in malleable cast iron (19 blz.).
A. F. HALLIMOND, Telescopic focussing apparatus for photomicrography (4 blz.).
K. HONDA, Magnetic analysis as a means of studying the structure of iron alloys (43 blz.).
E. D. CAMPBELL, The rate of change at 100° C. and at ordinary temperatures in the electrical resistance of hardered steel (6 blz.).

Als tweede gedeelte de zeer volledige abstracten en referaten betreffende ertsen, vuurvast materiaal, brandstoffen, ijzer, staalverwerking, toepassingen, eigenschappen en onderzoek en statistieken. A. Vo.

The Ontario High School Chemistry by GEORGE A. CORNISH, B. A., assisted by A. SMITH, B. A. Toronto, The Mac Millan Company of Canada, Lim., 1918, V + 297 pag.

In een tijd, waarin ons M. O. bevrijd staat te worden van de uniforme voorbereiding voor een uniform examen, kan het zijn nut hebben kennis te nemen van het karakteristieke der Amerikaansche onderwijs-methoden in ons vak. Twee punten uit de „Preface" van dit boek verdienen dan al dadelijk hier aandacht, te weten: 1°. „The chief function of science, as part of school *education* is not to impart information, but to offer a training in the scientific method by which the mind works up the concrete facts of nature into generalizations", en 2°. „That it is necessary to show at every stage the application of the chemical laws to the explanation of phenomena of daily life".

Beide punten worden trouw gevolgd in het boek, dat modern is ook in verwijzing naar nieuwe technieken. Zoo wordt bijv. een helder beeld gegeven van de zwavelwinning te Louisiana en de daaraan herinnerende zoutwinning volgens het oplossingsprocédé, gelijk die hier te Boekelo in wording is.

Algemeene en Bijzondere Scheikunde van de voornaamste metalloiden, van de alkali-metalen en van calcium worden in XXI levendige hoofdstukken behandeld.

Dat over „Common Salt and its Products" kan een goeden indruk geven van de geheele behandeling en worde hier in het kort aangeduid: Zoutvoorkomen — Zoutwinning — Eigenschappen — Zoutzuur — Chloor (portret

en citaat SCHEELE) — Vloeibaar chloor (biografie en portret FARADAY) — Chloorwater — Bleeken — Chloorkalk en dan nog een zeer recente techniek: Resisting Gas-attacks in War. In het hoofdstuk over Bleeken treft de zinsnede: „In the days before the discovery of chlorine the fabrics (cotton, linen) were sent from all parts of Europe to Holland to be bleached".

Scherp worden telkens onderscheiden: laboratory preparation en manufacture.

Een boekje voor driejarige cursussen zou men het hier kunnen noemen, maar indien, de bedoeling volgend, men de leerlingen zelf de proeven uit het bijbehoorend practicum-boekje laat uitvoeren, zal het inzicht in anorganische scheikunde misschien dat van vele eindexaminandi van de 5-jarige overtreffen.

Portretten van CAVENDISH, PRIESTLEY, LAVOISIER, DALTON, RAMSAY, SCHEELE, FARADAY en DAVY naast veelal treffende citaten naar LAVOISIER, PRIESTLEY, PATTISON MUIR, CAVENDISH, TURNER, OSTWALD, de bekende uitspraak van O. WENDELL HOLMES omtrent one-story, two-story en three-story intellects with skylight, voorts naar SCHEELE, RAMSAY, ROSCOE en DAVY tot zelfs het Homeriaansche: „Quickly, O Nurse, bring fire, that I may burn Sulphur, the cure of ills" geven een zekere cultureele waarde aan het boek en al veel historisch besef wordt den leerlingen er zeker door bijgebracht, gelijk zulks hier te lande de nieuwste druk van Dr. J. J. LE ROY's Natuurkundige lessen nastreeft.

Opmerkelijk dat deze Amerikaansche schoolboeken geheel staan op het standpunt door Dr. C. J. ENKLAAR dezer dage ten congresse verdedigd.

Een statistiek van resultaten in Canada kan mogelijk veel discussie en aarzeling onnoodig maken.

W. H. v. M.

The Ontario High School Laboratory Manual in Chemistry by GEORGE A CORNISH, assisted by ARTHUR SMITH, B. A.

Dit practicumboekje vergezelt het hiervoor besproken leerboek van stap tot stap. Het vangt aan met „Technic" omtrent branders, filters, uitdampen, reagenspapier, enz. Vragen voorafgaand aan ieder hoofdstuk worden tevoren overdacht en klassikaal behandeld voor het practicum begint; de vragen aan het eind worden onder het werk fragmentarisch beantwoord en thuis uitgewerkt.

Hoe moeilijk lijkt het onzen leerlingen niet vaak in het begin hoe men aan de formules komt van de niet met hen afgeleide stoffen. Hier wordt door henzelven tin gewogen, geoxydeerd met salpeterzuur, gegloeid en weer gewogen. Het quantum zuurstof per gramatoom tin brengt hen de formule SnO_2 als iets tastbaars. Het begrip valentie verduidelijken zij zich met de verschillende hoeveelheden waterstof, per gramatoom Na, Mg, Al ontwikkeld, te meten.

De tekst is helder en zal den leeraar gedurende diens lastige practicumtaak zeker helpen. Voorts bevat zij nog wenken voor „allereerste hulp".

W. H. v. M.

Qualitative Analyse unorganischer Substanzen von HEINRICH BILTZ. Mit 8 Figuren. 6e Auflage. Leipzig, Verlag von VEIT & Comp. 1919, 64 pp., geb. M. 3.— und 30% Verlagsteuerungszuschlag.

De vijfde druk van dit werkje verscheen in 1916; die uitgave is Ref. onbekend en daar in dezen druk een voorrede ontbreekt, kan niet worden geconstateerd of, en zoo ja, welke veranderingen zijn aangebracht. Het boekje moet dus geheel op zichzelf beoordeeld worden en dat oordeel kan niet anders dan gunstig zijn. Natuurlijk geeft de schrijver lang niet zoo veel als FRESENIUS, TREADWELL e.a. in hun uitvoerige leerboeken, maar het valt toch niet tegen, wat in dit korte bestek behandeld wordt. Na een inleiding volgt een overzicht van de algemeene analytische bewerkingen, dan krijgen de voorproeven de plaats, die hun toekomt. Daarna wordt het oplossen en ontsluiten behandeld en het onderzoek op metalen en op zuurresten. Aan het eind van het werkje wordt een kort tabellarisch overzicht voor de scheiding der metalen gegeven.

Het boekje schijnt vooral voor beginners geschreven te zijn en bevat dan ook een groot aantal nuttige wenken, om fouten bij het onderzoek te vermijden. Ook zijn na de bespreking van iedere groep nog een aantal opmerkingen ingelascht, die ten doel hebben, werkwijzen aan te geven, geldig voor uitzonderingsgevallen.

Het uiterlijk van het boekje draagt het stempel van den tijd, waarin het uitgegeven is: slecht papier en een imitatie-linnen bandje.

G. J. v. M.

* * *

AUG. H. GILL, A Short Handbook of Oil-Analysis. Revised eighth edition. Philadelphia and London, J. B. LIPPINCOTT Company; 204 blz.

In de voorrede tot de eerste uitgave deelt de schrijver mee, dat 't boek niet bedoeld is om de plaats in te nemen van bestaande boeken, maar eerder om als een introductie tot deze boeken, meer speciaal van BENEDIKT—LEWKOWITSCH te dienen.

Veranderingen tegenover de vorige uitgave zijn er slechts weinig. Nieuw opgenomen werd de nieuwe viscosimeter van MAC MICHAEL en een herleiding van viscosimetrische aflezingen tot absolute waarden. Overigens is 't boek waar 't noodig is herzien, speciaal bij de drogende oliën en de analyse van eetbare en geharde vetten.

't Eerste gedeelte behandelt de physische en chemische konstanten in 't algemeen, 't tweede deel behandelt de verschillende oliën. Alleen de meer algemeen voorkomende oliën worden besproken en deze voor zoover betreft hun bereiding, eigenschappen, analytische konstanten en ten slotte hun gebruik en vervalschingen.

Met deze aanhalingen uit de voorrede is 't boekje geheel getypeerd. Volledigheid is niet het doel. Als een inleiding tot de handboeken is 't echter uitstekend geslaagd. Dat wat beschreven wordt is duidelijk, zorgvuldig en tot in finesses behandeld. Voor hen, die niet grondig onderlegd zijn of

die niet over uitgebreidere literatuur beschikken, lijkt dit boekje naast of zelfs voor de meer bekende (Duitsche) beknopte werkjes zeer aanbevelenswaardig.

R. D. B.

* * *

H. A. DERKSEN, Inleiding tot de hoogere wiskunde, behandelende grafische voorstellingen en de beginselen der differentiaal- en integraalrekening. Zutphen, W. J. THIEME en Cie., 1919, 173 blz., *f* 2.90, geb. *f* 3.50.

De wenschelijkheid, dat de beginselen der differentiaal- en integraalrekening den studenten bekend zijn, als zij het onderwijs in deze vakken aan de Universiteiten gaan volgen, heeft Schrijver er toe gebracht, dit werk samen te stellen, waarvan de inhoud drie jaar lang met gunstig gevolg, met de leerlingen der hoogste klasse der Nijmeegsche H.B.S., doorgewerkt werd, waarvoor één lesuur per week uitgetrokken was. Ik ben overtuigd dat dit boek voor een dergelijke voorstudie, ook al geschiedt deze zonder leiding, uitnemend geschikt is.

In deel I, Grafische voorstellingen, worden achtereenvolgens behandeld eerste graads functies, de cirkel, meetkundige plaatsen, tweede en derde graadsfuncties, maxima en minima, gebroken functies, vergelijkingen van hoogeren graad met twee onbekenden, scheefhoekige coördinaten, poolcoördinaten, kegelsneden en asymptoten.

In deel II, Differentiaalrekening, worden behandeld de begrippen oneindigkleine grootheid, limiet, differentiaal en differentiaalquotient. Verder het differentieeren van algebraïsche, exponentieele, logarithmische, goniometrische en cyclometrische functies, functies van functies, hoogere differentiaalquotienten, implicite functies, maxima en minima, parameters, benevens de toepassingen der differentiaalrekening op de meetkunde.

Deel III, Integraalrekening, bevat onbepaalde integralen, partieel integreeren, bepaalde integralen, kwadratuur, lengte van bogen, oppervlakte van omwentelingslichamen en kubatuur.

Aan deel II hadden toegevoegd kunnen worden: het binomium van NEWTON, de reeksen van TAYLOR, MAC LAURIN en die van sin x e.d., de regel van L'HOPITAL en de bepaling van onbepaalde vormen. Het bepalen van maxima en minima had dan met behulp der reeks van TAYLOR verklaard kunnen worden.

Deel III had met differentiaalvergelijkingen verrijkt kunnen worden.

G. H. R.

* * *

Ir. W. FRIEDHOF, w.i., Gas- en oliemotoren: IV. De benzinemotor. Deventer, Æ. E. KLUWER, 1919, 22 blz.

Behandeld worden het principe van den viertakt-motor, de ontwikkeling van den één-cylinder- tot den multiplecylinder-motor, plaatsing der kleppen, plens- en druksmering, de Zenithcarburator, snelheidsverandering door verandering van den toevoer van het gasmengsel en van het ontsteking stijdstip.

Het boekje zou enorm veel in belangrijkheid gewonnen hebben, indien het meer een volledig en afgesloten geheel vormde en wel door tevens te behandelen de tweetakt-motor, vliegtuigmotoren en rijwielmotoren, magneten, bougies en ontstekingsschema's, kringloopen van het koelwater.

Alle figuren en platen hadden in den tekst geplaatst moeten worden, terwijl het aantal teekeningen belangrijk uitgebreid had kunnen worden.

Plaat I had beter verzorgd dienen te worden, de aandrijving der oliepomp dient met 20 genummerd te zijn en niet met het nummer v.h. peiltoestel; nummer 10 is geen zuigerveer, doch klepveer.

De firma KLUWER, die op het gebied van populair-technische boeken een goede reputatie bezit is ditmaal niet gelukkig geweest. G. H. R.

* * *

G. METGE, Laboratoriumsbuch für Agrikulturchemiker. Halle (Saale), WILHELM KNAPP, 1918, 230 pag., 8 fig., M. 8.—.

Het doel van den schrijver was, een handleiding samen te stellen voor chemici, die zich in de landbouwchemie willen inwerken, voor fabrieks- en handelschemici, die de voornaamste onderzoekingsmethoden van grondstoffen en landbouwproducten willen kennen, welke handleiding tevens dienst zou kunnen doen bij de opleiding van analysten.

Behandeld worden: het chemisch, microscopisch-biologisch en bacteriologisch wateronderzoek, het onderzoek van den bodem, het algemeene onderzoek van plantenproducten, het onderzoek van beetwortels, voedermiddelen, zaad, strooimiddelen, melk, schapenwol, natuurlijke meststoffen, handelsmeststoffen.

Tenslotte wordt in het kort het microscopische en botanische onderzoek van handelsvoedermiddelen behandeld.

Ik kan dit boek warm aanbevelen, alleen lijkt het mij voor de opleiding van analysten minder geschikt. Het geeft te veel en juist de enorme hoeveelheid literatuuropgaven en het groote aantal literatuuroverzichten zijn daarvoor m.i. een bezwaar. Het is meer leerboek dan handleiding voor analysten.

Tot slot eenige opmerkingen.

Op pag. 5 had bij het qualitatief onderzoek naar chloriden vermeld kunnen worden, dat met HNO_3 aangezuurd wordt, voordat $AgNO_3$ toegevoegd wordt.

Op pag. 12 (wateronderzoek) mis ik de titrimetrische Ca-bepaling met $KMnO_4$, die eerst op pag. 54 (bodemonderzoek) gegeven wordt. De reactie met natriumnitroprussid op H_2S wordt niet genoemd.

Tot mijn groote verbazing staat op pag. 17 voorgeschreven H_2SO_4 te bepalen met 10% $BaCl_2$, dat druppelsgewijze toegevoegd dient te worden, hetgeen juist door verschillende analytici als TREADWELL, HINTZ, WEBER e.a. ten sterkste afgeraden wordt.

Verder mis ik de aschbepalingen in plantenproducten, als voedermiddelen e.d. met gec. zwavelzuur en daaropvolgend gloeien.

De titrimetrische bepaling van glucose, levulose, lactose volgens SCHOORL had toch zeker wel opgenomen kunnen worden.

Bij de pentosaanbepaling volgens TOLLENS wordt voorgeschreven een bad van ROSE metaal, hoewel raapolie buitengewoon geschikt is.

Bij de bepaling van nitraatstikstof had de methode van SCHLÖSING—GRANDEAU—WAGNER genoemd kunnen worden. G. H. R.

Notes on Military Explosives by E. M. WEAVER, Major General U. S. Army. Fourth Edition, Revised and enlarged. New-York, JOHN WILEY & Sons, 1917, 382 p.p.

Sprekende over de twee belangrijkste wijzigingen in de springstoffenfabricatie gedurende de oorlogsjaren getuigt de Amerikaansche schrijver: Both of these important changes have been due to the ingenuity, cleverness, and skill of the german chemists. Deze loftuiting op den vijand komt mij merkwaardig genoeg voor om haar hier te vermelden en er het „neutrale" standpunt van den schrijver mee toe te lichten. Het boek telt 382 blz. en de volgende hoofdstukken: Principles of chemistry, Substances used in the manufacture of explosives, General remarks on explosives, Progressive explosives, Detonating explosives, Exploders, Service tests of explosives, Storage of explosives, Handling high explosives, Demolitions, Appendix. Het eerste hoofdstuk — de chemische inleiding — is volgens mededeeling van den schrijver door Prof. Chem. ROBINSON nagekeken, tengevolge waarvan vele veranderingen zijn aangebracht. Al mag de rangschikking van H_2O onder de tweebasische zuren, de schrijfwijze —HO voor de hydroxylgroep enz. ons vreemd aandoen, al begrijp ik niet recht wat een lezer zonder kennis van de meegedeelde elementaire begrippen der scheikunde aan het beknopte overzicht heeft (41 blz.) en waarom b.v. van atoomgewichtsbepaling wel en van aromatische scheikunde niets besproken wordt, het geheel maakt den indruk kort en zakelijk door een deskundige behandeld te zijn. Waar de schrijver zelf scheikunde doceert, is de indruk minder gunstig. Bv. koolhydraten heeten: combinations of six atoms of carbons enz. Example: $C_6(H_2O)_5$, cellulose (blz. 67), terwijl op blz. 81 daarvoor $(C_6H_{10}O_5)_2$ wordt gegeven met een structuurformule er bij (?). En direkt hierop laat de schrijver volgen, dat een ander koolwaterstofderivaat daarmede (met aether en cellulose) nauw verbonden is: aceton CH_3COCH_3.

The relation is as follows:

$C_2H_5HO + O_2 = CH_3HO . CO + H_2O$ (let op de logica!) en dan: „Acetone may be considered as derived from acetic acid by displacing the HO-groep by a paraffin hydrocarbon radical". Voor zwavelwaterstof wordt nu eens H_2S, dan weer SH_2 geschreven, idem OH_2 en H_2O, CO_3Ca en $CaCO_3$, SO_4Na_2 (maar in dezelfde vergelijking NaCl) en Na_2SO_4!

Ziehier enkele voorbeelden om toe te lichten, dat het niet kwaad zou zijn, ook hier wat eenheid en verbeteringen te laten aanbrengen door den hoogleeraar in de scheikunde. Het gedeelte over de ontploffingsmiddelen lijkt me zeer goed geslaagd, al acht ik méér theoretische verklaring van de werking der ontploffingsmiddelen zeer gewenscht. Het heele boek draagt het stempel door een militair geschreven te zijn, wien vooral het

praktische gedeelte van het onderwerp interesseert. Toch heeft de schrijver zich moeite gegeven aan de scheikunde recht te doen wedervaren; zelfs worden aan het eind een reeks eenvoudige proeven beschreven ter bereiding van Cl, H, NaOH enz. Het fysisch gedeelte komt minder tot zijn recht. Met dit alles heb ik echter niet te kort willen doen aan de waarde van dit boek, dat ik aan ieder ter kennisneming kan aanbevelen.

D. H. W.

*

Industrial Nitrogen Compounds and Explosives. A practical treatise on the manufacture, properties und industrial uses of nitric acid, nitrates, nitrites, ammonia, ammoniumsalts, cyanides, cyanamide etc. etc. including the most recent modern explosives by G. MARTIN, Ph. D., D. Sc., F. I. C., F. C. S. and W. BARROUR, M. A., B. Sc., F. I. C., F. C. S. Second Edition, 1917. London, CROSBY LOCKWOOD and Son.

Als aflevering van de Manuals of chemical technology is het logisch, dat dit boekje zich in hoofdzaak bepaalt tot het industrieele gedeelte van het onderwerp. Als we bedenken, dat het heele werkje 117 blz. telt en we kijken dan de *vele* onderwerpen aan, die behandeld worden, dan gaan we vóóraf vreezen, dat de behandeling zéér bekopt zal zijn. Wel blijkt het in den titel met etc. etc. aangegeven gedeelte slechts 3 blz. over de fabricatie van lachgas te omvatten, wel is de tekst van weldadige beknoptheid vergeleken met vele andere handboeken, maar toch hebben we hier van het goede doorgaans te weinig. Het hoofdstuk voor ammonia lijkt me het best geslaagd. Talrijke foto's en schematische voorstellingen van fabrieksinstallaties verluchten den tekst.

Wie de „most recent modern explosives" doorleest zal zich teleurgesteld voelen; ze worden in 30 blz. saamgeknepen. Sterk voelen we het gemis van formules. Een index besluit het boekje, waarvan de titel voldoende den inhoud weergeeft.

D. H. W.

Personalia, vacatures, industriëele mededeelingen, enz.

Heden bereikt het eerelid der Nederl. Chem. Ver., Prof. FRANCHIMONT, die den 2den dezer den dag kon herdenken, waarop hij vóór 45 jaren het hoogleeraarsambt aan de Leidsche Universiteit aanvaardde, den 75-jarigen leeftijd.

*

Aan de Technische Hoogeschool te Delft is bevorderd tot doctor in de technische wetenschap de Heer G. E. HOEFFELMAN, scheik. ing., op een proefschrift getiteld „De acetyleering van nitrophenolen onder den invloed van eenige katalysatoren".

*

Aan de Chr. H.B.S. met 5-j. cursus, Heerenstraat 35 te Utrecht (cursus 1919/20 bestaande uit kl. I—III) moet met ingang van 1 Sept. a.s. benoemd worden: een leeraar(ares) in de scheikunde (4 uur). Salaris voor volkomen bevoegden thans *f* 100.— tot *f* 140.— per wekelijksch lesuur. Laboratoriumuren worden vergoed. Mededeelingen van beschikbaarstelling worden ingewacht vóór 15 Mei bij den Directeur Dr. S. L. SCHOUTEN, bij wien ook verdere inlichtingen zijn te bekomen.

Aan de particuliere H.B.S. met 5-j. c. te Voorschoten (Instituut-Wullings) moet met ingang van 1 Sept. worden benoemd een leeraar in de scheikunde voor vermoedelijk 12 uren (*f* 150.- per wekelijksch lesuur). Sollicitaties te richten tot den directeur, den Heer H. WULLINGS, Huize Beresteyn, Voorschoten.

* * *

Het Delftsch Natuurwetenschappelijk Gezelschap stelde de 2e mededeelingenavond tot een nader te bepalen datum uit. Op 9 April j.l. sprak Dr. C. SPRUIT P. Pzn. over: Physiologische verschijnselen, die onze bizondere aandacht vragen. 2 Mei j.l. hield Dr. J. SMIT een lezing getiteld: Theorieën over de alcoholische gisting.

* * *

Bureau voor uitvinders (Stichting van het Departement Groningen der Maatschappij van Nijverheid), Delft, Spoorsingel 1, directeur: M. L. VAN DER SCHAAFF, scheik. ing., te Delft.

Het jaarverslag 1918 is verschenen. Daaruit blijkt, dat de wijze van behandeling der aanvragen om medewerking dezelfde bleef, zoodat alle deze dus, na van advies te zijn voorzien, bij alle Bestuursleden ter finale beslissing circuleerden.

Bij het uitbrengen van advies mocht de directeur in vele speciale gevallen weder een dankbaar gebruik maken van de belangelooze voorlichting van vele vooraanstaande mannen van wetenschap en practijk, die in het verslag met name worden vermeld.

In den loop van het jaar werden circulaires van het Bureau gezonden naar alle ambachtsscholen, middelbaar technische scholen en leeszalen. De toezending van rijp en groen werk, maar het laatste vooral, werd echter op den duur zoodanig, dat het Bestuur besloot om van elken inzender een storting van *f* 2.50 te eischen ten einde eenigszins perpetuummobilisten en de losse-gedachte-producenten af te schrikken en eenige vergoeding te hebben voor portikosten. Een buitengewoon groot succes had het artikel van den „Ambulanten Medewerker", hetwelk deze 28 Dec. in de Haagste Post deed verschijnen onder den fascineerenden titel: De biechtstoel der Genieën [1]). Een zeer groot deel van de 86(!) aanvragen, welke gedurende de eerste twee maanden van 1919 inkwamen, kan zeker wel op rekening van dezen stillen medewerker geboekt worden.

Het steeds stijgend aantal aanvragen deed den wensch ontstaan om te trachten het garantiekapitaal uit te breiden, want hoewel dit voor het tweede werkjaar op *f* 9000.— was begroot, was slechts het oorspronkelijk totaal van *f* 5600.- aan inschrijvingen beschikbaar. In November werd dan ook een circulaire tot de vaderlandsche industrieelen gericht, een opwekking tot steun bevattend.

Echter beantwoordde het resultaat niet aan de verwachtingen, daar voor elk der jaren 1919 tot en met 1921 in totaal een bedrag van slechts *f* 575.— werd toegezegd. Meer direkte pogingen in deze richting verhoogden dit bedrag wel tot *f* 1460.—, doch het is duidelijk, dat deze vermeerdering van de genoemde *f* 5600.—, waar over 1919 een bedrag van *f* 12000.— door de oprichters begroot was, niet in staat zal zijn aan het Bureau een goede ontwikkeling te waarborgen, waar ook de salarissen, in verband met het steeds groeiende werk, van dien aard zijn, dat op bestendiging van medewerking op den duur niet gerekend zal kunnen worden.

De tot heden opgedane ervaring heeft als resultaat opgeleverd, dat circa 15 pCt. der aanvragen direct tot de hopeloozen gerekend kunnen worden, voor de helft bestaande uit projecten voor eeuwigdurende bewegingen, voor de andere helft ontwerpen van menschen, die ten eenen male ongeschikt zijn de vraagstukken te overzien, welker oplossing zij meenen te kunnen geven. Daarop volgt de hoofdgroep van circa 80 pCt. der ontwerpen, die wel iets goeds bevatten doch die, bij nader boschouwing, toch te weinig perspectief openen of de kiem in zich dragen om op technische of commercieele gronden tot mislukking te leiden. Blijft over de 5 à 6 pCt. waaraan het Bureau steun meent te kunnen verleenen, en waarvoor trouwens vaak aan den aanvrager reeds octroo is verleend.

---

[1]) vergelijk Chem. Weekbl. blz. 133.

Volkomen onbegrijpelijk was het absolute gemis aan medewerking der Haagsche heel- en half-officieele bureaux ten opzichte van de ammoniakzeep samengesteld door den scheikundige, den Heer P. DEKKER, technisch assistent van Prof. VAN ITERSON, welks octrooieering en exploitatie het Bureau in het einde van 1917 op zich genomen had. Verschillende groote instellingen, als b.v. het ziekenhuis St. Hypolytus te Delft, de Bibliotheek der Technische Hoogeschool, fabrikanten en wasscherijpatroons aarzelden niet, gunstige attesten te geven. Zelfs werd, gedurende de korte periode, dat de vergunning tot fabrikatie verleend was, aan het Distributiebedrijf te Delft een hoeveelheid van ruim 6000 K.G. geleverd, waarna de directeur van dit bedrijf aan het Rijkskantoor schriftelijk mededeelde, dat de zeep voor het reinigen van goederen in alle opzichten had voldaan, zoodat hij direct weder vergunning voor levering door den Heer DEKKER van een tweede kwantum ammoniakzeep aanvroeg. Wel was het resultaat, dat bankgarantie geëischt werd en huur voor stempels, aan welke beide voorwaarden voldaan werd, doch tot een verleening van vergunning tot fabrikatie is het niet meer kunnen komen, nadat de oorspronkelijke vergunningen plotseling (over het geheele land) waren ingetrokken. Alleen ontving de Heer DEKKER nog een schrijven, dat blijkbaar als motief aanvoerde, *dat zijn zeep niet kon ondergebracht worden bij een der soorten in de ministerieele circulaires genoemd.* Hoewel gedurende de korte arbeidsperiode de exploitatie direct winsten afwierp, welke, volgens contract, voor 25 pCt. aan de kas van het Bureau ten goede kwamen, zoo is het duidelijk, dat door den gedwongen stilstand deze zaak, die zoo uiterst veel beloofde, en niet het minst voor de volksgezondheid in een tijd van gebrek aan loog dus zeepschaarschte, slechts minimaal profijt opleverde.

Naast de beoordeeling der 120 projecten werden 39 adviezen op technisch en octrooigebied mondeling gegeven, benevens verschillende schriftelijke.

Een lijst van garant-leden voor het leven en van verdere garanten besluit het jaarverslag.

Vraag en aanbod.

Tijdschriften, boeken, enz.

Ter overneming gevraagd:

Journ. Amer. Chem. Soc., een aantal der jongste jaargangen.

Platinagaas van behoorlijke soepelheid en niet al te groote maaswijdte in stukjes van minstens 3 × 2 cM. en grooter.

HENRICH, Theor. der organ. Chem. 1918.

Ter overneming aangeboden:

F. FISCHER, Handb. d. chem. Technologie 1893.

ELSNER, Die Praxis der Chemikers, 5de druk.

LE BLANC, Lehrb. d. Elektrochem., 4de druk.

G. TAMMANN, Krystallisieren und Schmelzen, 1903.

F. KLOCHMANN, Lehrb. der Mineralogie, 2de druk.

H. BAUMHAUER, Die neuere Entwickelung der Krystallogr.

WALKER, Einführung i. d. physik. Chemie, 2de druk.

VAN DER WAALS, Die Continuïtat, II: Bin. Gemische.

J. CANNOY, Cours d'algèbre super., 2de druk.

Chemische producten.

Aangeboden: ammonia liquida 16° Bé, cerasine, chroomaluin, chromaatgeel, chroomzuur, natronloog 15 %, natronwaterglas, zilvernitraat.

Gevraagd: aluminiumoxyde, aniline (zwart en donkerbruin), amylacetaat, cadmiumchloride, campêche-extract, dinatriumphosphaat (watervrij), houtazijnzuur, molybdeenzure ammoniak, overchloorzuur, potasch (96—98 %), zwavelijzer, zwavelkoolstof.

Brieven (*met postzegel voor doorzending aan aanbieder of aanvrager*) te richten tot den Redacteur.

Ontvangen boeken, brochures, enz.

Auswahl chemischer Zeitschriften und Sammelwerke: Antiquariatskatalog No. 484 der Buchhandlung Gustav Fock G. m. b. H., Schlossgasse 7/9, Leipzig.

Onderzoekingen over rubber door het Besoekisch Proefstation in 1918 door Dr. A. J. Ultee. (Overdruk Nederl.-Indisch Rubbertijdschrift, jaargang 1918—'19).

Correspondentie.

S. te A. De uitgaaf 1914 is de laatste van „Who's who in science international". De uitgevers J. & A. Churchill, London, W., 7 Great Marlboroughstreet, deelen ons mede, dat een nieuwe uitgaaf niet zal verschijnen.

* * *

De N. V. v.h. J. C. Th. Marius te Utrecht verzoekt ons de aandacht te vestigen op een bijzonderen Bunsen-brander (*spaarbrander met automatische ontsteking*). Bij deze branders vindt door het drukken op een hefboompje ontsteking plaats, veroorzaakt door ceriumijzer. Het uitdooven van de vlam geschiedt door het drukken op een ander hefboompje.

* * *

D. M. te G. Uw briefkaart is doorgezonden.

* * *

Ter bespreking zijn ontvangen:

F. W. Gray, A Manual of Practical Physical Chemistry; London, 1914, 211 blz.

A. H. Hiorns, Principles of Metallurgy; London, 1914, 389 blz.

F. H. Getman, Outlines of Theoretical Chemistry; New-York, 1918, 539 blz. (2d ed.).

E. A. Ruddiman, Pharmacy Theoretical and Practical; New-York, 1917, 267 blz.

L. Zimmermann, Saladini de Asculo, Serenitatis principis Tarêti physici principalis campendium aromatariorum (Leitfaden für Arzneibereiter); Leipzig, 1919, 142 blz.

Repetitorium und Praktikum der quantitativen Analyse, II: Gewichtsanalyse; Leipzig, 1919, 85 blz.

Verbetering.

Blz. 618, regel 17, staat: inzending, lees: plaatsing.