



# De verhouding van wijnsteenzuur tegenover gepolariseerd licht

<https://hdl.handle.net/1874/276446>

TION.

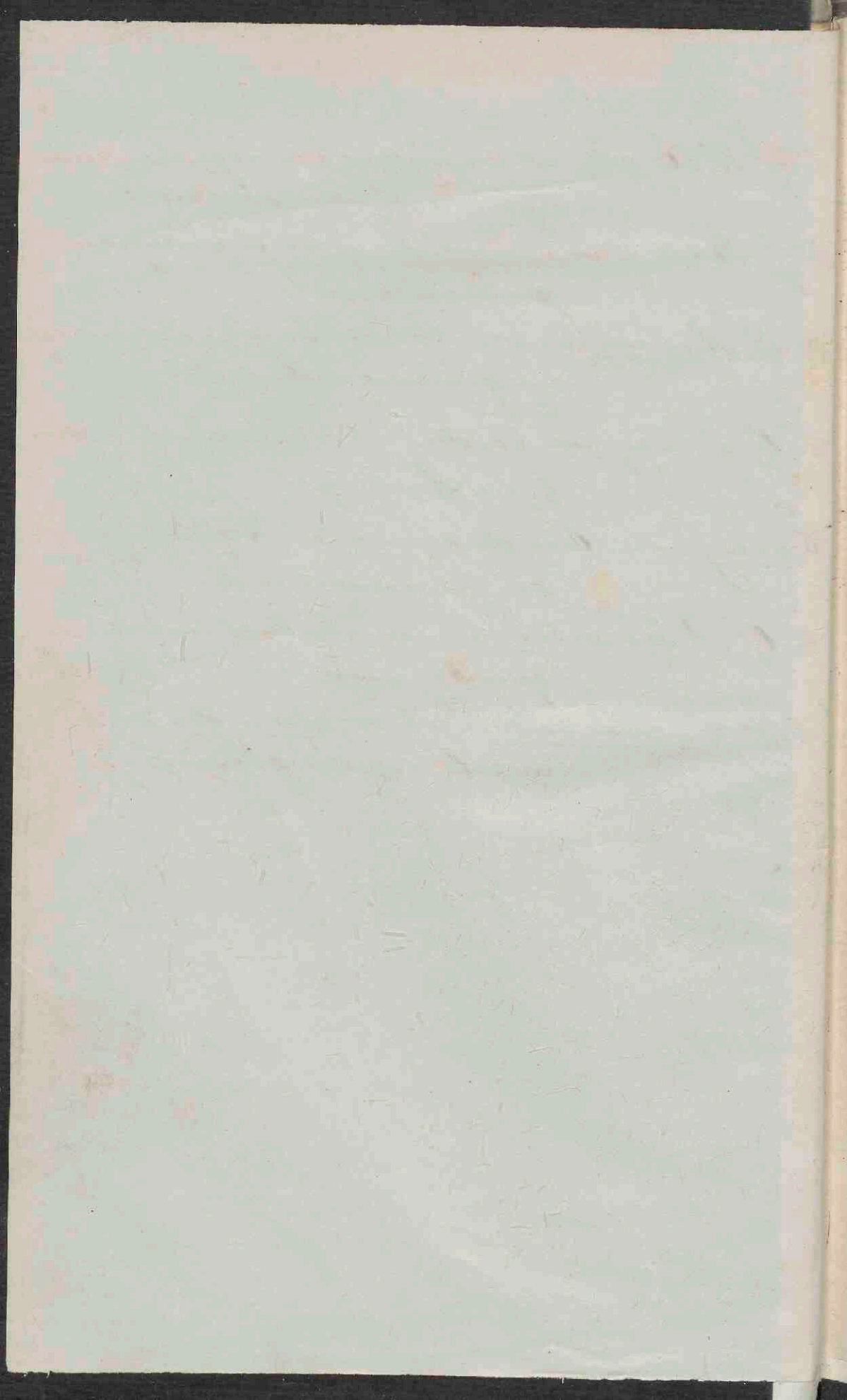
RAJ.

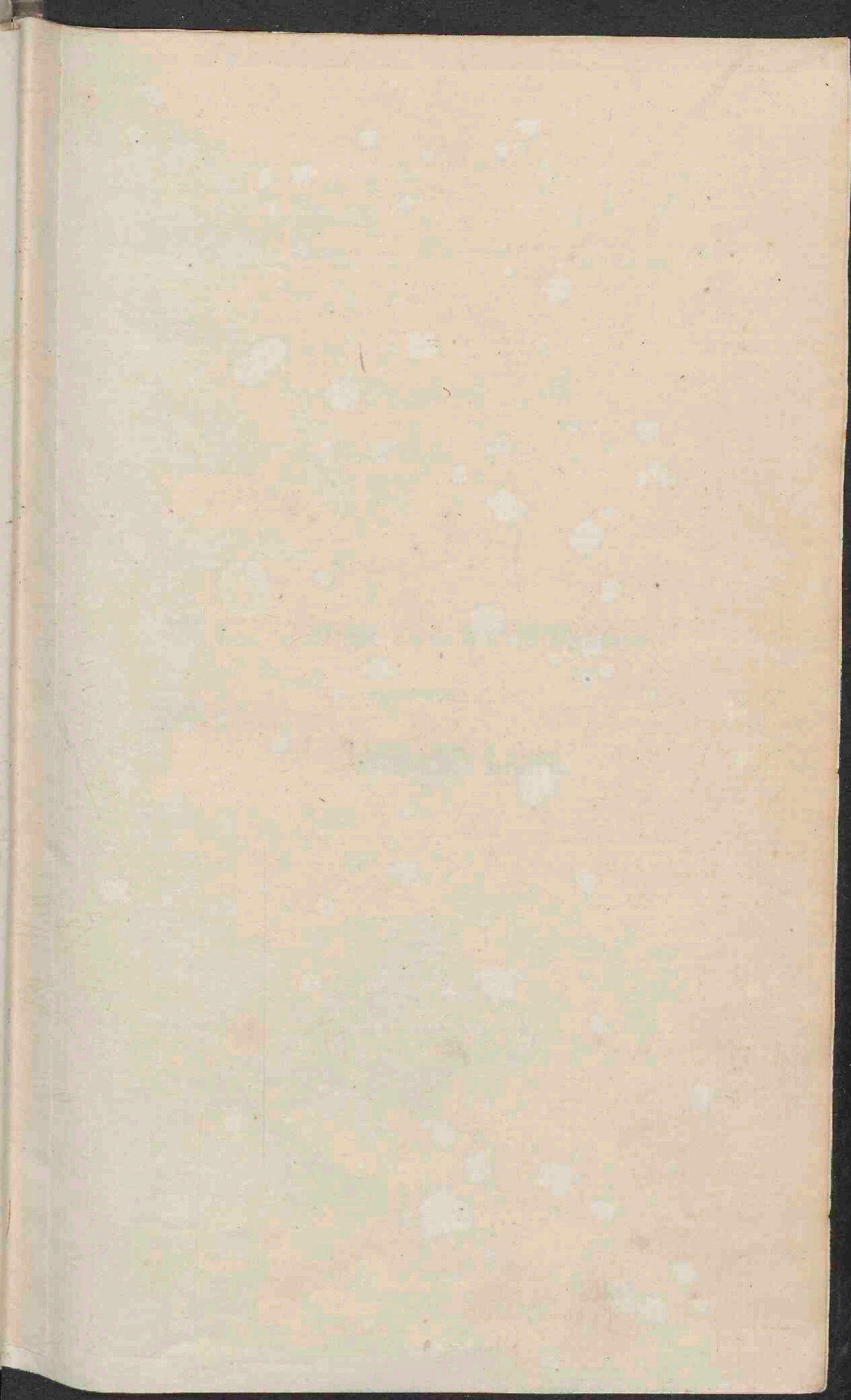
00

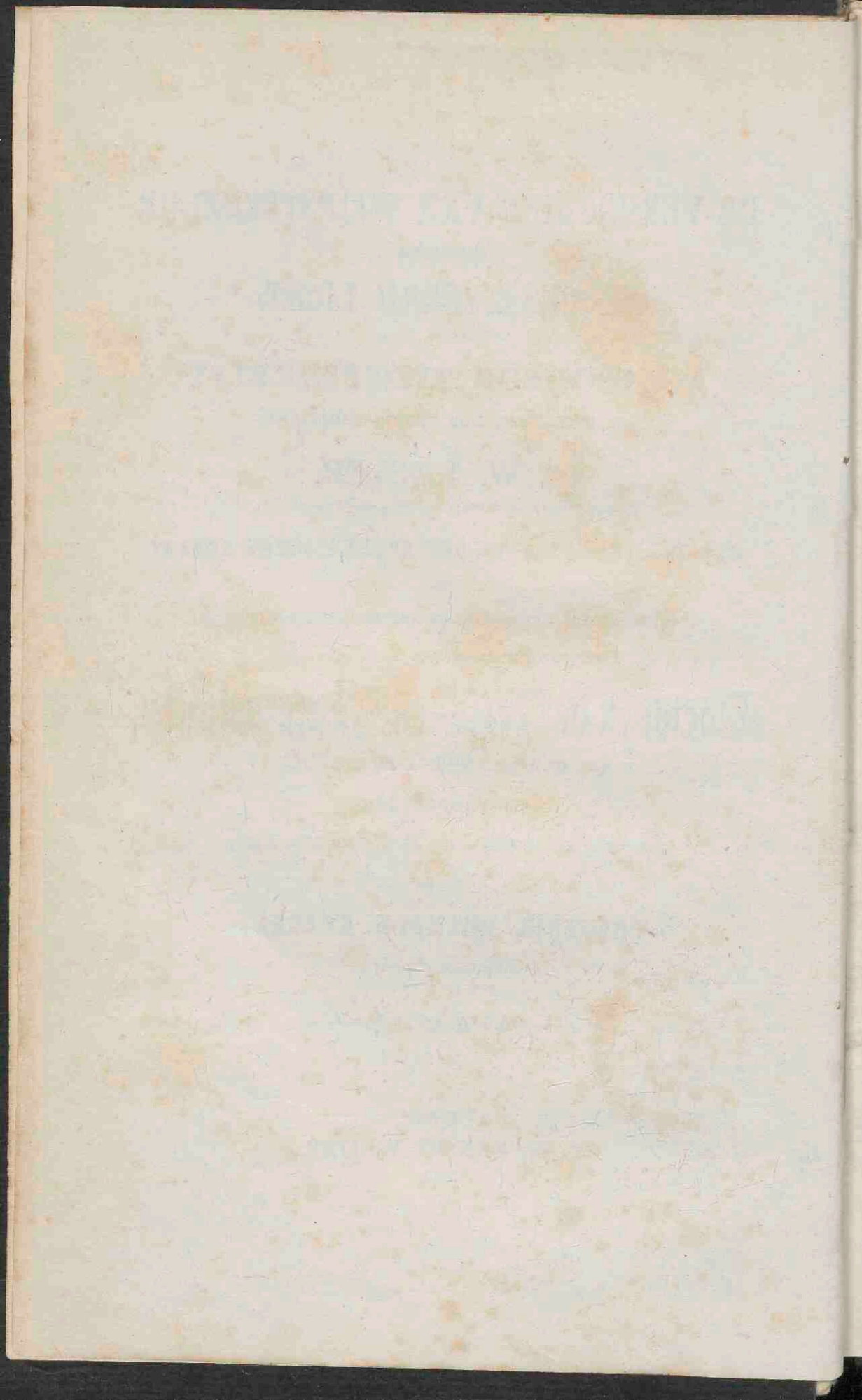


Misc. doctr.  
Qu. n<sup>o</sup> 192

1. F. H. Kreeke, De verhouding van rijnsteentuur tegenover gepolariseerd licht.
2. J. Brill, Quaestiones scenicae ad choragiam pertinentes.
3. R. A. Mees, De trillingsrichting in het rechtlijnig gepolariseerde licht.
4. C. L. Drogat Landré, De beoemtheljkheid der *Lepra Arabum*.
5. M. Juda, Over de abnormale voortbeweging van het menschen ei.
6. G. A. Hulsebos, De educatione et institutione apud Romanos.
7. P. J. Hoedemaker, Het probleem der vrijheid en het theïstisch godsbegep.







DE VERHOUDING VAN WIJNSTEENZUUR

TEGENOVER

GEPOLARISEERD LICHT.



RIJSUNIVERSITEIT UTRECHT



1579 9301

J

II

1

DE VERHOUDING VAN WIJNSTEENZUUR

TEGENOVER

GEPOLARISEERD LICHT.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

D<sup>r</sup>. W. KOSTER,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE GENEESKUNDIGE FACULTEIT,

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE WIS- EN NATUURKUNDIGE FACULTEIT,

TOT HET VERKRIJGEN VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Wis- en Natuurkunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag den 1<sup>n</sup> Junij 1867, des namiddags ten 1 ure,

DOOR

FREDERIK WILHELM KRECKE,

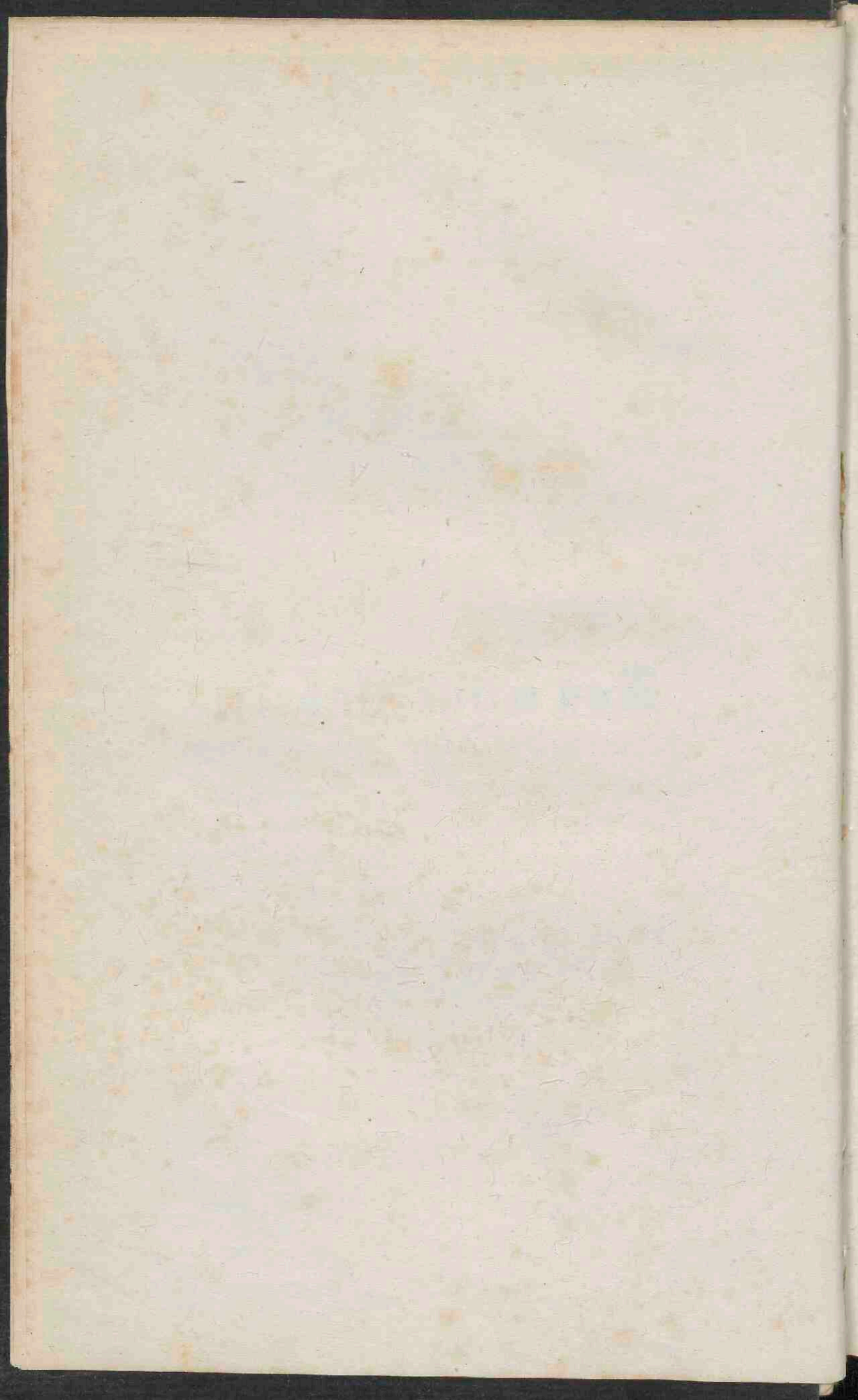
Geboren te Nijmegen.



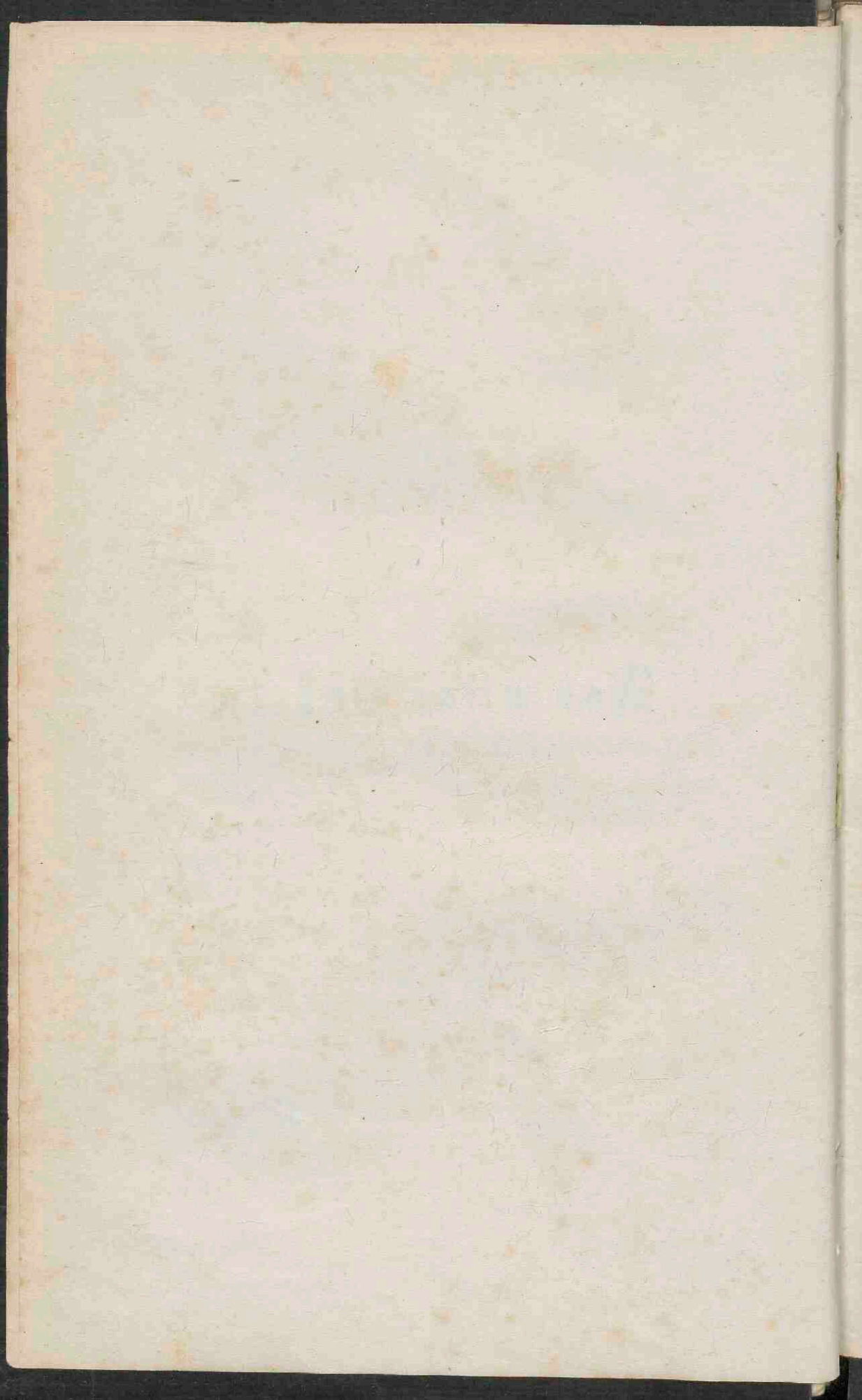
UTRECHT,

P. W. VAN DE WEIJER,

1867.



Aan mijne Ouders.



## V O O R R E D E.



*Bij het verlaten der Academie is het mij eene aangename taak, een woord van dank toe te brengen aan allen, die iets tot mijne vorming hebben bijgedragen.*

*Ontvang dien dank, hooggeachte Promotor hooggeleerde R. van Rees voor Uwe lessen, voor de raadgevingen en de hulp mij bij het zamenstellen van mijn Academisch Proefschrift verleend.*

*Het zij mij vergund, Uw naam hier te noemen Hooggeleerde G. J. Mulder om U te danken voor al hetgeen ik aan U verschuldigd ben. Nooit zullen de uren op het Scheikundig Laboratorium doorgebracht door mij vergeten worden. Door mij aan Heeren Curatoren als Uw adsistent voor te dragen, hebt Gij mij*

—


bijzonder aan U verplicht; en al mogt ik slechts kort het voorregt genieten in die betrekking werkzaam te zijn, en thans op een ander gebied mij bewegen, wees verzekerd, dat de scheikunde mij nog even zeer ter harte gaat als toen, en dat het mijn verlangen is onverdeeld mijne krachten daaraan te kunnen wijden.

Aan U allen Hoogleraren der Wis- en Natuurkundige Faculteit zij dank gebracht voor Uwe lessen in verschillende rigtingen der Natuurwetenschap.

Velen Uwer ben ik nog in het bijzonder erkentelijk voor de gelegenheden mij bovendien verstrekt om kennis op te doen.

Eindelijk ben ik U dank verschuldigd hooggeachte Vader, die reeds van kindsbeen af mij lust tot de kennis der natuur wist in te boezemen, en mij later tot leidsman verstrekte in onderscheiden rigtingen van de wetenschap.

Ten slotte roep ik U, mijne Vrienden, het laatste vaarwel toe. Steeds zullen de uren die wij te zamen vriendschappelijk doorbragten de aangenaamste herinneringen bij mij achterlaten.



DE VERHOUDING  
VAN  
W I J N S T E E N Z U U R  
TEGENOVER  
GEPOLARISEERD LICHT.





## INLEIDING.

---

De natuuronderzoeker weet welligt geen tijdperk aan te wijzen, waarin zóó vele en zóó gewigtige ontdekkingen geschieden, op het ruime gebied der natuurwetenschappen, als in het laatst der vorige, en het begin der tegenwoordige eeuw. Toen bevrijdde een Lavoisier de scheikunde van de kluisters der valsche theoriën, waarin zij zoovele eeuwen was bekneld geweest, en verhief haar — door wegen en meten als haar grondslag aan te nemen — voor het eerst tot eene wetenschap. Scheele, Davy en zoovele anderen, stapelden dagelijks ontdekkingen op ontdekkingen, en bezorgden haar daardoor eene waardige plaats onder hare zooveel oudere en meer gevorderde zusters. Maar,

zoals altijd het geval is, een licht op één gebied der menschelijke kennis ontstoken, werpt zijne stralen verre daarbuiten, en is oorzaak, dat ook daar de verlichting toeneemt.

In denzelfden tijd, ontsproot uit den ouden boom der natuurkunde, dank zij de schitterende ontdekkingen van Volta en Galvani, het galvanisme als eene nieuwe krachtige loot, die, met zorg gekweekt, thans tot eene der hoofdtakken is geworden.

Mannen als Alexander von Humboldt en Bonpland doorreisden verschillende werelddelen, en beschouwden die voor het eerst uit een natuurwetenschappelijk oogpunt, en entten op den eeuwen heugenden boom, door Herodotus en Strabo geplant, eene nieuwe spruit, de natuurkundige Aardrijkskunde.

De natuurlijke geschiedenis van planten en dieren ging insgelijks een nieuw tijdperk in, toen Linnaeus, de Candolle, Buffon en Cuvier daaraan al hunne krachten wijdden.

In dienzelfden tijd werd ook de sterrekundige kennis aanmerkelijk uitgebreid, door de ontdekking der planeet Uranus door W. Herschel in 1781 en der kleine planeten Ceres, Pallas, Juno en Vesta in de eerste jaren der tegenwoordige eeuw.

In één woord, er heerschte toen een krachtig leven op elk gebied der natuurwetenschap, niettegenstaande

de geweldige stormen, op staatkundig gebied, die toen ons werelddeel teisterden.

---

Door de ontdekking der polarisatie van het licht door Malus in 1808 werd de langdurige strijd tusschen de theoriën van Newton en Huygens ten voordeele van den laatsten beslist. Het waren vooral Arago en Biot, die zich ten opzichte van de verschijnselen der polarisatie verdienstelijk maakten. De eerste ontdekte in 1811 te gelijkertijd de chromatische en draaijende polarisatie, terwijl Biot zijne onderzoekingen voornamelijk tot dit laatste onderwerp bepaalde en vele merkwaardige bijzonderheden daaromtrent aan het licht bragt.

Arago vond, dat wanneer een gepolariseerde lichtstraal, door een kwartplaatje gaat, dat loodregt op de as gesneden is, deze niet meer in het oorspronkelijke vlak gepolariseerd blijft, maar dat dit om eenen zekeren hoek gedraaid wordt. Biot bestudeerde dit verschijnsel nader, en stelde proefondervindelijk de voornaamste wetten vast, waaraan deze draaijing gehoorzaamt. Te gelijkertijd vond hij, dat niet alleen kwarts, maar ook terpentijnolie en eene menigte andere organische vloeistoffen en oplossingen van vaste lichamen in staat zijn, om het polarisatievlak te draaijen.

Onder alle lichamen, die in staat zijn dit verschijnsel te weeg te brengen, is er welligt geen, dat zich zonderlinger verhoudt, dan het wijnsteen-zuur. Biot, Pasteur, Arndtsen en anderen hebben uit deze anomalie aanleiding genomen, om het wijnsteen-zuur aan een naauwkeurig onderzoek te onderwerpen, en zijn daardoor tot zeer merkwaardige uitkomsten geraakt.

De waarnemingen, omtrent de draaijing van het polarisatievlak deden aan Pasteur behalve het wijnsteen-zuur nog twee andere zuren, antiwijnsteen-zuur en druivenzuur kennen, die, wat kristalvorm en chemische eigenschappen betreft, tot het wijnsteen-zuur in het naauwste verband staan.

Zoo verrijkte dus een zuiver physisch onderzoek de chemie met twee nieuwe lichamen waarvan zij het bestaan niet vermoedde. Een nieuw bewijs, zoo er nog bewijzen noodig zijn, voor het *commune scientiarum vinculum*.

Ondanks de ijverige nasporingen der bovengenoemde geleerden was er op dit gebied nog zoo veel overig om te onderzoeken, dat ik besloot het wijnsteen-zuur, in zijne verhouding tot het gepolariseerde licht, nader te bestudeeren.

Het onderwerp vervalt in drie hoofdafdeelingen en wel:

1°. Methoden ter bepaling van het soortelijk draaiend vermogen van vloeistoffen.

2°. De verhouding van het vrije wijnsteenzuur ten opzichte van het gepolariseerde licht en

3°. De verhouding van eenige wijnsteenzure zouten ten opzichte van het gepolariseerde licht.

1. The first part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the English language. It discusses the various influences that have shaped the language over the centuries, from Old English to Modern English. The author also touches upon the role of literature and the standardization of the language.

2. The second part of the book deals with the history of the English language in the Middle Ages. It covers the period from the Norman Conquest in 1066 to the late 15th century. This section explores the influence of French and Latin on the English language and the development of Middle English.

3. The third part of the book focuses on the history of the English language in the early modern period. It discusses the influence of the Renaissance and the Reformation on the English language. This section also covers the development of Early Modern English and the role of the printing press.

4. The fourth part of the book deals with the history of the English language in the late modern period. It covers the period from the late 17th century to the present day. This section explores the influence of the Industrial Revolution and the development of Modern English.

# EERSTE HOOFDSTUK.

---

## METHODEN TER BEPALING VAN HET SOORTELIJK DRAAIJEND VERMOGEN VAN VLOEISTOFFEN.

---

### § 1.

#### *Verdeeling der draaijende stoffen. Wetten van Biot. Soortelijk draaijend vermogen.*

De draaijing, die sommige lichamen op het polarisatievlak teweeg brengen, kan aan twee oorzaken worden toegeschreven. Zij kan ontstaan, hetzij door de groepeerling der moleculen van het draaijende ligchaam, hetzij door den invloed, die elk der moleculen op het polarisatievlak teweeg brengt.

Beide voorstellingswijzen zijn juist. De eerste geldt voor kristallen, de tweede voor vloeistoffen. Hieruit



volgt, dat er twee zeer onderscheidene groepen van draaijende zelfstandigheden zijn:

1° Diegene, waar de draaijing veroorzaakt wordt door de onderlinge rangschikking der moleculen.

2° Die, waar de draaijing het gevolg is van den invloed, dien elk molecule op het polarisatievlak teweeg brengt.

Tot de eerste groep behooren bijna uitsluitend anorganische gekristallizeerde zelfstandigheden, tot de tweede organische vloeistoffen, of oplossingen van organische lichamen.

De eerste groep omvat kwarts, cinnaber, broomzure- en chloorzure-soda, benevens azijnzuur-uraanoxyde-soda.

De tweede groep bevat chemisch zeer uiteenlopende organische lichamen als: 1° *zuren* (appelzuur, wijnsteen-*z*uur), 2° *bases* (chinine, cinchonine), 3° *alcoholen* (amylalcohol), 4° *koolhydraten* (rietsuiker, dextrine, arabische gom), 5° *koolwaterstoffen* en daarmee verwante stoffen (terpentijnolie, citroenolie, kamfer).

Van de eerste groep werd het kwarts het eerst door Biot bestudeerd, waarvoor hij in 1819 <sup>1)</sup> de vier volgende wetten vond:

---

<sup>1)</sup> Mémoires de l'Institut (Académie des sciences) 1819, tome II, p. 41.

1° De draaijing, door een kwartsplaatje, dat loodregt op de as gesneden is, op het polarisatievlak teweeg gebragt, is evenredig aan de dikte, en even groot voor gelijke plaatjes uit verschillende kristallen gesneden.

2° Sommige kristallen doen het polarisatievlak regts, andere daarentegen links draaijen. Voor eene zelfde dikte van het kwartsplaatje, is de hoegrootheid der draaijing steeds dezelfde.

3° Legt men verschillende kwartsplaten op elkander, dan is de geheele draaijing, daardoor veroorzaakt, gelijk aan de algebraïsche som der draaijingen, door elk hunner in het polarisatievlak te weeg gebragt; wanneer de draaijing in de eene rigting door het teeken +, in de tegenovergestelde, daarentegen door het teeken — wordt aangewezen.

4° De draaijingshoek, voor de verschillende enkelvoudige stralen, is ten naastenbij omgekeerd evenredig aan het vierkant der golflengte.

Deze zelfde wetten schijnen ook te gelden voor de overige draaijende zelfstandigheden, die tot deze afdeeling behooren en wel volgens des Cloizeaux voor den cinnaber (waarvan de kristalvorm een regthoekig prisma met vierkant grondvlak is) in de rigting der kristallographische as, en, volgens Marbach, in alle rigtingen voor de kristallen van chloorzure en broom-

zure soda, en van azijnzuur-uraanoxyde-soda, welke in cubi kristalliseeren. Sommige dezer kristallen draaijen het polarisatievlak regts, andere daarentegen links.

Wordt bij alle lichamen, die tot deze afdeeling behooren, de groepeerling der moleculen veranderd, dan houdt ook hun vermogen op, om het polarisatievlak te draaijen. Behalve het kwarts missen de overige soorten van kiezelzuur dit vermogen. Evenzoo is het ook met de bovengenocmde zouten. Men behoeft deze slechts in water op te lossen, om daaraan deze eigenschap te ontnemen. Hieruit volgt dus, dat het vermogen om het polarisatievlak te draaijen, niet gelegen is in de moleculen zelve, maar in hunne onderlinge rangschikking.

---

De draaijende organische lichamen der tweede groep, sluiten zich, in hunne verhouding tot het gepolariseerde licht, naauw aan elkander aan. Opmerkelijk is het evenwel, dat geen der tot nog toe langs synthetischen weg zamengestelde organische lichamen het vermogen bezit, om het polarisatievlak te draaijen.

Voor deze groep van lichamen gelden de wetten van Biot, met uitzondering van de tweede, in eenigzins gewijzigden vorm. Deze lichamen bezitten in hunne moleculen zelve het vermogen om het polari-

satievlak te draaijen, en doen dit dan ook voor elken lichtstraal in eenen bepaalden zin.

De wetten van Biot, zooals ze voor deze stoffen gelden, luiden aldus:

1° De draaijing door eene vlocistof in het polarisatievlak te weeg gebragt, is evenredig aan de lengte, die de lichtstralen in die vloeistof afleggen.

2° Bij mengfels van draaijende lichamen met onwerkzame stoffen, die op de eerste niet chemisch inwerken, is de draaijing evenredig aan de hoeveelheid van het draaijende ligchaam.

3° Worden verschillende vloeistofkolommen op den weg der lichtstralen geplaatst, dan is de gheele draaijing daardoor veroorzaakt, gelijk aan de algebraïsche som der draaijingen, door elk hunner in het polarisatievlak te weeg gebragt.

4° De draaijingshoek voor de verschillende enkelvoudige stralen, is ten naastenbij omgekeerd evenredig aan het vierkant der golflengte.

Het verschil tusschen deze groep en de vorige is hierin gelegen, dat de oplossingen der draaijende zelfstandigheden in verschillende vloeistoffen, als water, alcohol, anorganische zuren enz., het vermogen behouden om het polarisatievlak te draaijen, en zelfs bij verandering van den aggregaat-toestand dit vermogen niet wordt opgeheven.

Ter staving van de meening dat het vermogen, om het polarisatievlak te draaijen bij deze klasse in de moleculen der stoffen zelve gelegen is, beriep Biot zich reeds op de drie volgende opmerkingen 1).

1° Indien terpentijn, door warmte dun vloeibaar gemaakt, besloten wordt in een hollen glazen kubus, vervolgens de draaijing van het polarisatievlak wordt waargenomen, dan blijft deze draaijing steeds dezelfde, in welke rigting de lichtstralen den kubus doorloopen, mits slechts de lengte, die zij door den terpentijn moeten afleggen steeds dezelfde zij.

2° Deze draaijing blijft dezelfde, wanneer de vloeistof door middel van een molentje, dat door een uurwerk wordt bewogen, in eene snel ronddraaijende beweging gebragt wordt.

3° Wordt terpentijnolie in damp overgevoerd, dan behoudt zij het vermogen om het polarisatievlak te draaijen.

Gernez vond bovendien dat de draaijing ongeveer in dezelfde reden afneemt, waarin het volumen der stof toeneemt 2).

---

1) Annales de chimie et de physique III<sup>ième</sup> série, t. X, p. 6.

2) Annales de l'école normale supérieure, tome I, p. 1.

Om de draaijingen, door verschillende lichamen dezer afdeeling, onderling te kunnen vergelijken, voerde Biot eene nieuwe grootheid in, waaraan hij den naam gaf van *pouvoir rotatoire moléculaire ou spécifique* (soortelijk draaijend vermogen). Uit de eerste der bovengenoemde wetten volgt, dat de draaijing voor eene zelfde stof evenredig is aan de lengte, die de lichtstralen in de draaijende zelfstandigheid moeten doorloopen. Om deze dus onderling vergelijkbaar te maken, moet men voor alle lichamen eene zelfde lengte als eenheid aannemen. Hiertoe koos Biot den decimeter.

Verder kan men uit de hypothese »dat het vermogen om het polarisatievlak te draaijen, in de moleculen zelve der draaijende stof gelegen, en dus onafhankelijk is van den aggregaat-toestand der stof” het volgende afleiden:

Indien eene actieve vloeistof besloten wordt in eene buis, die b. v. 1 decimeter lengte heeft, dan zullen er zich op den weg der lichtstralen een zeker aantal moleculen bevinden. Wordt nu de vloeistof door warmte uitgezet, en de lengte der buis is voor vermeerdering en vermindering vatbaar, terwijl de zijwanden onwrikbaar zijn, dan zal hare lengte moeten toenemen. Neemt men nu aan, dat bij deze verhooging van temperatuur de draaijing door elk der moleculen op het polarisa-

tievlak teweeg gebracht, onveranderd blijft, dan zal ook de geheele draaijing onveranderd zijn gebleven, omdat zich nog hetzelfde aantal molcculen op den weg der lichtstralen bevindt.

De draaijing zal evenwel, wanneer zij op de eenheid van lengte (1 decimeter) wordt terug gebracht in het tweede geval *kleiner* zijn dan in het eerste, hoewel verondersteld werd dat de draaijing door elk der molcculen veroorzaakt *onveranderd* bleef. Hieruit blijkt, dat men, om te maken, dat het soortelijk draaijend vermogen in beide gevallen een *zelfde* veelvoud zij, van de draaijing door één molecule veroorzaakt, nog een tweeden factor moet in rekening brengen.

Het is duidelijk, dat de lengte der buis in beide gevallen omgekeerd evenredig is aan de digtheid der vloeistof, en men zal dus in den noemer der breuk, die het soortelijk draaijend vermogen uitdrukt, een factor moeten brengen, die de digtheid der vloeistof aangeeft. Hierdoor reduceert men de draaijing op eene denkbeeldige digtheid van 1.00.

Om dus het soortelijk draaijend vermogen eener vloeistof te leeren kennen, moet men de drie volgende gegevens hebben:

1°. De draaijing, die het polarisatievlak heeft ondergaan =  $\rho$ .

2°. De digtheid der vloeistof =  $\delta$ .

3°. De lengte van den weg door de lichtstralen in de draaijende stof doorloopen =  $l$ .

In dit geval zal het soortelijk draaijend vermogen  $[q]$  worden voorgesteld door de formule:

$$[q] = \frac{q}{d.l.} \dots \dots \dots (1).$$

Wanneer men met oplossingen van draaijende zelfstandigheden te doen heeft, of mengsels van draaijende zelfstandigheden en optisch onwerkzame stoffen, dan moet nog een vierde factor worden in rekening gebracht.

Heeft men namelijk een draaijend vast ligchaam, b. v. rietsuiker, opgelost in eene optisch onwerkzame vloeistof b. v. water, die tevens chemisch geen invloed daarop uitoefent, dan zal, volgens de tweede der straks genoemde wetten, de draaijing evenredig zijn aan de hoeveelheid suiker die in het water is opgelost.

Zij in dit geval  $E$  het gewigt der inactieve vloeistof,  $P$  het gewigt der actieve stof, die daarin wordt opgelost, dan zal de concentratie  $c$  der oplossing worden uitgedrukt door de vergelijking:

$$c = \frac{P}{P + E}.$$

waarin  $c$  dus zal uitdrukken, het gewigt van actieve stof in de gewigtseenheid der oplossing bevat.



Heeft men nu twee oplossingen, zoodanig dat de waarde  $c$  voor de eerste tweemaal zoo groot is als voor de andere, dan is het duidelijk, dat in de eerste oplossing in een zelfde gewigt tweemaal meer suikermoleculen zullen voorkomen dan in de tweede. Om nu deze verschillend sterke oplossingen tot eene zelfde eenheid terug te brengen, nam Biot eene imaginaire oplossing aan, waarin  $c = 1$  is. Dit is alleen mogelijk, wanneer

$$P = P + E \text{ is, waaruit volgt:}$$

$$E = 0.$$

In deze oplossing neemt men derhalve aan, dat zij alleen uit actieve stof bestaat. Hierdoor heeft men dus het oplossingsmiddel weggecijferd.

Om nu andere oplossingen tot deze zelfde eenheid terug te brengen, heeft men alleen  $c$  in den noemer der breuk, die het soortelijk draaijend vermogen uitdrukt, te plaatsen als factor.

In dit geval zal dus het S.D.V. worden uitgedrukt door de vergelijking:

$$[\varrho] = \frac{\varrho}{\delta.l.c} \dots \text{ of wel}$$

$$[\varrho] = \frac{\varrho (P + E)}{P.\delta.l.} \dots \dots \dots (2).$$

## § 2.

*Verskillende methoden om het soortelijk draaijend  
vermogen van vloeistoffen te bepalen.*

De oudste methode, om de draaijing van het polarisatievlak te bepalen is afkomstig van Biot. Hij vulde eene aan beide zijden met glasplaten gesloten buis, welke in eene goot kon geplaatst worden, met de te onderzoeken vloeistof. Aan de eene zijde dezer goot bevond zich de polarisatiespiegel, bevestigd aan eene korte koperen buis. Deze werd zoodanig gesteld, dat de lichtstralen de met vloeistof gevulde buis moesten doorloopen. Aan de andere zijde der goot, (die bij de meeste instrumenten ongeveer 1 meter lang was), bevond zich een verdeelde cirkel. Deze was in het midden doorboord, om de lichtstralen, na de met vloeistof gevulde buis te hebben doorloopen, te laten doorgaan. Deze bereikten vervolgens den analyseur, een Nicols prisma, of een dubbelbrekend achromatisch prisma. Dit was, met eene wrijving, in een bus draaibaar, waaraan een nonius was bevestigd, die op den rand des verdeelden cirkels wees. Biot maakte bij zijne waarnemingen met dezen toestel gebruik, hetzij van rood licht, hetzij van de *teinte sensible* (overgangskleur). In het eerste geval plaatste hij den polarisatiespiegel buiten den

wand van een donker vertrek en ergens op den weg der lichtstralen een door koperoxydule rood gekleurd glas. Hij verwijderde de met vloeistof gevulde buis, en deed nu de hoofdsnede van den analyseur overeenkomen met het vlak van inval der zonnestralen, in welken stand geen licht door den analyseur wordt doorgelaten. Laten wij veronderstellen, dat in dezen stand de nonius op nul wijst. Vervolgens legde hij de met vloeistof gevulde buis op hare plaats, en draaide den analyseur, tot er weder uitdooving van het licht plaats vond. In dit geval werd de stand van den nonius afgelezen en gaf de draaijing aan, door de vloeistofkolom op het polarisatievlak voor de roode stralen teweeg gebragt. Het voornaamste gebrek van deze methode is, dat daarbij geen monochromatisch licht gebruikt wordt. Het glas liet verschillende soorten van rood en zelfs eenig geel en groen licht door 1), waardoor het onmogelijk was, bij eenigen stand van den analyseur volkomen uitdooving te verkrijgen.

Beter was reeds het gebruik van de *teinte sensible*.<sup>1)</sup> Wanneer men namelijk bij aanwending van wit licht, den analyseur ronddraait, verkrijgt het veld bij zekeren stand eene violette kleur, die bij geringe draaijing naar de eene of andere zijde snel in rood of in blaauw

---

1) Mémoires de l'Institut, t. XV, p. 141.

overgaat en daarom door Biot *teinte sensible* genoemd is. Bij deze stelling van den analyseur, zijn de helste gele stralen geheel uitgedoofd, en de aflezing geeft de draaijing voor die stralen. Het is evenwel onmogelijk, den stand, waarin eene bepaalde kleur verschijnt, met dezelfde naauwkeurigheid te bepalen, als het geheel verdwijnen van licht.

Met voordeel kan men deze methode wijzigen, door het aanwenden van eene kleurlooze vlam, waarin een vlugtig sodiumzout aanwezig is (het gele licht van Brewster). Dit is nagenoeg éénkleurig en stemt volkomen overeen met de Fraunhofer'sche strepen-groep D van het zonnenspectrum.

Wil men evenwel voor verschillende strepen van Fraunhofer het draaijend vermogen eener vlocistof bepalen, dan moet men tot zonlicht, en het gebruik van een prisma zijn toevlugt nemen. Dit is het eerst gedaan door Broch 1), die daarin de door Fizeau en Foucault 2) voor een ander doel gebruikte methode is nagevolgd. Later is zij door Wiedemann 3), Arndtsen 4), Gernez 5) en Stephan 6) gebruikt.

1) Repertorium der Physik. Band VII, p. 113.

2) Comptes rendus XXI, p. 1155.

3) Poggendorff's Annalen. Band 82, p. 215.

4) Annales de chimie et de physique 3ième série t. 54, p. 463

5) Annales de l'école normale supérieure, tome I, p. 1.

6) Sitzungsberichte der Wiener Academie von 16 Juni 1864.

De toestel bestaat uit twee Nicolsche prisma's, die op een statief zoo zijn bevestigd, dat hunne assen in dezelfde regte lijn te zamen vallen. Het tweede prisma is om zijne as draaibaar, en de draaijing kan op een verdeelden cirkel, tot in minuten, worden afgelezen. Tusschen beide Nicols wordt de buis geplaatst die gevuld is met de vloeistof, waarvan men het draaijend vermogen wil bepalen. De geheele toestel wordt in eene donkere kamer geplaatst, en op eene fijne spleet gerigt, door welke het zonlicht binnenvalt. Digt voor den analyseur is een glazen prisma opgesteld, waarvan de brekende kant aan de spleetopening evenwijdig is, en verder is, om de scherpte van waarnemen te bevorderen, voor het prisma een kijkertje gesteld.

Bij den doorgang van het licht door den polariseur, worden alle enkelvoudige stralen van het spectrum in hetzelfde vlak gepolariseerd. Na de tusschenplaatsing der draaijende stof zullen, volgens de vierde wet van Biot, de verschillende stralen niet meer in hetzelfde vlak gepolariseerd blijven. De roode stralen zullen voor alle stoffen, met uitzondering van sterke oplossingen van wijnsteenzuur, om een kleineren hoek van het oorspronkelijke polarisatievlak afwijken dan de violette. Hiervan zal het gevolg zijn, dat bij draaijing van den analyseur uit de rigting, waarin vóór de tusschenplaatsing der actieve stof, de stralen werden uitgedoofd, niet alle

stralen van het spectrum gelijktijdig zullen verdwijnen. Integendeel zullen eerst de minst breekbare en daarna de meer breekbare ophouden zichtbaar te zijn. Men zal dus in het spectrum een' donkeren band zien, die aan beide zijden allengs uitloopt, en bij draaijing van den analyseur zich verplaatst. Het midden van dezen donkeren band geeft in het spectrum de kleur aan, die geheel uitgedoofd is, en waarvoor de op den cirkel afgelezen draaijing geldt. Heeft men nu, voordat de actieve stof op den weg der lichtstralen wordt gebragt, het uitdoovingspunt bepaald, en in dezen stand den nonius op nul gebragt, dan kan men, nadat de draaijende stof op hare plaats is gebragt, het midden van den donkeren band achtereenvolgens met de verschillende strepen van Fraunhofer doen overeenkomen. De stand van den nonius, zal daarbij achtereenvolgens de draaijingshoeken aangeven, voor de stralen van de breekbaarheid der verschillende strepen van het spectrum.

Hoe doeltreffend de beschrevene methode ook schijnen moge, zij lijdt echter aan een gebrek, dat hare toepassing bij het waarnemen der draaijing van vloeistoffen bij hooge temperaturen bemoeijelijkt. Het is namelijk een noodzakelijk vereischte, dat men door den kijker het spectrum scherp ziet, zoodat daarin de Fraunhofersche strepen duidelijk zichtbaar zijn. Om een

beeld scherp en duidelijk door eene vloeistof te zien, moet deze overal denzelfden brekings-index bezitten, wat bij verwarming tot eene eenigzins hooge temperatuur nooit volkomen te bereiken is. Om dit gebrek te verhelpen, verplaatste Gernez de spleet achter den analyseur, waardoor de opvolging der verschillende stukken van den toestel aldus werd:

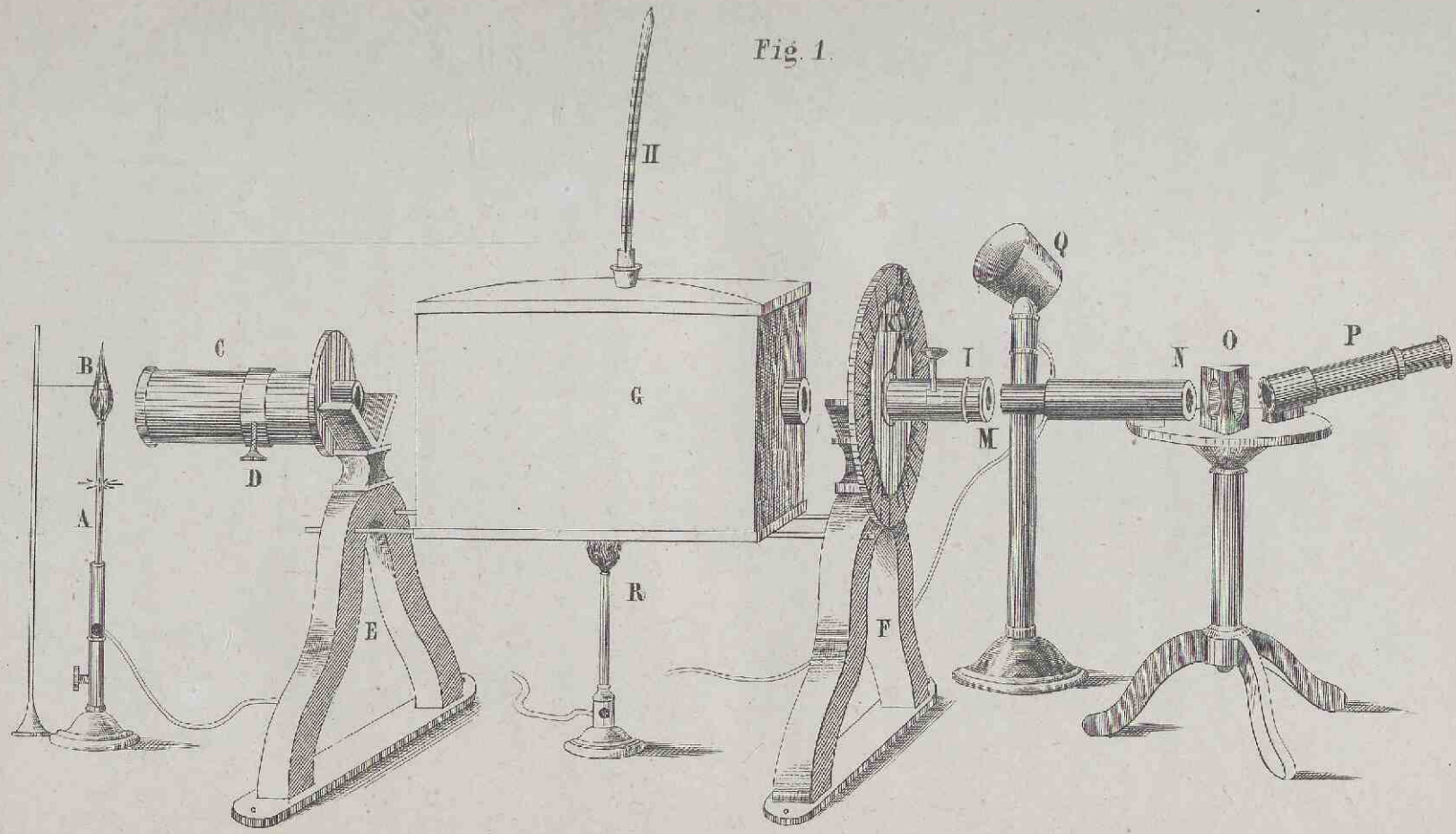
1. Polariseerend Nicol's prisma.
2. Buis met de te onderzoeken vloeistof.
3. Draaibaar analyseerend Nicol's prisma.
4. Spleetopening.
5. Lens om de divergeerende stralen evenwijdig op het prisma te doen vallen.
6. Prisma.
7. Kijker, waardoor de waarnemer het spectrum ziet.

Zooals men ziet vormen de deelen 4, 5, 6 en 7 te zamen een' toestel voor de spectraal-analyse volgens Bunsen en Kirchhoff.

Verder merkte Gernez op, dat het zeer moeilijk is, om het midden van den donkeren band juist met een der Fraunhofersche strepen te doen zamenvallen, wanneer de deelen van het spectrum, ter rechter en ter linker zijde van den band niet even lichtsterk zijn, zooals aan de beide uiteinden van het spectrum plaats heeft.

Om deze bron van fouten te vermijden, bragt hij in den kijker twee beweegbare platen aan, waardoor hij

Fig. 1.





de deelen van het spectrum, op eenigen afstand van den band gelegen, bedekte. Later gebruikte Gernez een cylinderlens in plaats van de spleet. Hierdoor werd de lichtsterkte van het beeld aanzienlijk vermeerderd.

In 1865 gaf Wild een werkje uit 1) waarin hij eenen nieuwen toestel beschrijft, om de draaijing van het polarisatievlak te meten. Het voorname verschil tusschen zijnen toestel en de vorige bestaat daarin, dat hij als analyseur een Polariscoop van Savart gebruikt. Daar dit instrument tot nog toe geene wetenschappelijke toepassing heeft gevonden, kunnen wij het met stilzwijgen voorbijgaan.

### § 3.

*Methode, door mij gebruikt, om het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen zuur, bij verschillende temperaturen te bepalen.*

Na verschillende proefnemingen, kwam eindelijk de volgende inrigting tot stand, die in hoofdzaak niets anders is, dan eene wijziging van de methode van Gernez.

De waarnemingen geschieden steeds in een donker

---

1) H. Wild. Ueber ein neues Polaristrobometer, Bern. 1865.

vertrek. Voor de gele stralen diende tot lichtbron de kleurlooze vlam eens Bunsenschen branders A (fig. 1) waarin een platina lepeltje B was geplaatst, hetwelk een weinig chloorsodium bevatte. Zoodra het zout gesmolten was, verspreidde het een sterk geel monochromatisch licht, overeenkomende met de donkere streep D van het zonnenspectrum. Het licht viel vervolgens op den polariseur C, zijnde een Nicol's prisma, dat een stralenbundel van 6.5 mm. middellijn doorlaten kon, hetwelk met wrijving in eene bus om zijne as kon gedraaid worden, en in een willekeurigen stand kon worden vastgeklemd, door middel van een klemschroef D. De polariseur, was op een houten voetstuk E geplaatst dat onbewegelijk op de tafel was vastgeschroefd. Een tweede voetstuk F, eveneens op de tafel bevestigd, droeg den Analyseur. Tusschen beide voetstukken, waren twee dikke koperdraden aangebragt, waarop het luchtbad G geplaatst was, dat zijdelings door twee wigvormige stukken hout kon worden vastgeklemd. Het luchtbad had zoowel in de voor- als achterwand eene ronde opening, waarin de buis, die de vloeistof bevatte, gelegd kon worden. Deze buis was van dik glas, met koper gemonteerd, en aan elk einde met eene evenwijdig geslepen glasplaat gesloten. Twee met schroeven voorzien, en in het midden doorboorde koperen doppen, drukten, wanneer zij op het koperen monteersel

werden vastgeschroefd, deze glasplaten tegen de uiteinden der glazen buis aan. Op het midden der glazen buis bevond zich een regthoekig opstaand buisje, waardoor de bol van een thermometer H in de buis kon worden gebracht, om de temperatuur der vloeistof te bepalen. Het luchtbad werd door een deksel gesloten, voorzien van eene opening om den thermometer door te laten, die hierin door middel van eene kurk was bevestigd. De Analyseur bestond uit een tweede Nicols prisma I, om zijne as draaibaar, en waarvan de stand, door middel van een nonius K op den verdeelden cirkel L werd afgelezen. De Analyseur kon mede, door middel van eene klemschroef worden vastgesteld. De cirkel was in halve graden verdeeld, terwijl de nonius minuten aangaf. Het licht der sodiumvlam, dat door de beide Nicols en de buis gegaan was, viel vervolgens op de spleet M van een spectraal-toestel, werd door de lens N parallel gemaakt, en viel op het prisma O, welks brekende hoek 60 graden bedroeg. Vervolgens doorliep het den astronomischen kijker P, om zoo het oog van den waarnemer te bereiken.

Om de cirkelverdeeling, en den thermometer te kunnen aflezen, werd eene kleine gasvlam Q gebruikt, met een reflector bedekt, zoodat het licht niet in het oog van den waarnemer kon vallen, en, om alle vreemd licht af te sluiten, was de Analyseur en de

spectraaltoestel met een zwarten doek bedekt. Een tweede Bunsensche brander R diende om het luchtbad te verwarmen.

Dezelfde toestel diende later om de draaijing van wijsteen zuur en de zouten daarvan voor de verschillende strepen van het spectrum te bepalen. Daartoe werd in eene opening van het luik van het donkere vertrek eene *porte-lumière* geplaatst, waarvan de spiegel diende, om de zonnestralen in de rigting der as van den toestel te brengen.

#### § 4.

##### *Methode van waarnemen.*

Om den toestel bij gebruik van geel licht voor de waarneming geschikt te maken, werd de spectraaltoestel verwijderd, en de ledige buis geheel droog in het luchtbad geplaatst. Daarna werd de sodiumvlam ontstoken, en het luchtbad zoo gesteld, dat, wanneer de hoofdsneden der beide nicols in hetzelfde vlak lagen, het licht der sodiumvlam door het midden der buis heenliep. Vervolgens werd het luchtbad door middel van de straks genoemde wiggen op zijne plaats bevestigd. Men zag dan door den analyseur, een gelijkmatig geel verlichten cirkel. Hierop werd de spectraal-

toestel zoo geplaatst, dat de spleet, midden voor den analyseur stond, en men tevens door den kijker een verlichte sodiumstreep op een donker gezigtveld zag. Dan werd de buis weggenomen en de analyseur zoolang gedraaid totdat de lichtstreep geheel verdwenen was, of een minimum van intensiteit verkreeg. Daarop werd de stand van den nonius afgelezen en opgeteekend. Nadat dit gedaan was, werd de analyseur een weinig gedraaid, waarop de lichtstreep wederom te voorschijn kwam, en nogmaals het uitdoovingspunt bepaald. Ditzelfde werd nu eenige malen herhaald, en het gemiddelde van al deze lezingen genomen.

In dezen stand, waarin alle licht is uitgedoofd, zijn de hoofdsneden der beide nicols loodregt op elkander geplaatst. Wij zullen dezen stand — het uitgangspunt voor alle verdere waarnemingen — met den naam van nulpunt bestempelen.

Daarna werd de buis met de te onderzoeken vloeistof op zijne plaats in het luchtbad gesteld, en de thermometer in de vloeistof gedompeld.

Nu werd op nieuw het uitdoovingspunt bepaald, terwijl een assistent de temperatuur aflas. Wilde men bij hoogere temperatuur, dan die der omringende lucht waarnemen, dan werd de Bunsensche brander onder het luchtbad ontstoken, waardoor het langzaam verwarmd

werd. Bij het stijgen der temperatuur, waarschuwde de adsistent telkens, wanneer de thermometer een halven graad gerezen was, waarop de waarnemer zich voor den kijker plaatste, en het uitdoovingspunt bepaalde.

Had men zoo de temperatuur tot  $100^{\circ}$  of een weinig daarboven ( $102,5$ ) doen stijgen — waarmede gewoonlijk drie tot vier uren verliepen — dan werd de vlam verminderd, zoodat de temperatuur langzaam daalde, terwijl men bij elken halven graad temperatuursvermindering de draaijing waarnam. Zoo werden dus twee reeksen van waarnemingen gedaan, eene bij rijzende en eene bij dalende temperatuur.

Wilde men daarentegen de draaijing bij lagere temperatuur, dan die der lucht waarnemen, dan werd het deksel van het luchtbad weggenomen, de thermometer tusschen een klem gevat, en door nu en dan een weinig smeltend ijs in het luchtbad te doen, liet men de temperatuur der vloeistof langzaam dalen tot het vriespunt, terwijl bij iedere vermindering van een halven graad de draaijing werd waargenomen. Om bij temperaturen, enkele graden onder het vriespunt gelegen, waar te nemen, werd het ijs met chloorsodium vermengd, en zoo waargenomen tot men in de nabijheid van het punt gekomen was, waar zich óf kristallen uit de oplossing begonnen

af te zetten, òf de oplossing begon te bevriezen. De ligging van dit punt werd, voor elke oplossing, door voorafgaande proeven bepaald.

Bij het waarnemen bij lage temperatuur, deed zich evenwel een bezwaar voor. Tegen de glazen sluitplaten der buis, die de vloeistof bevatte, zette zich, hetzij water, hetzij ijs uit de lucht af, waardoor de intensiteit van het licht zeer werd verzwakt, en de waarnemingen onnauwkeurig werden. Men kon dit bezwaar echter te boven komen, door op de uiteinden der buis een paar korte koperen kokertjes te schuiven, die als betere warmtegeleiders dan het glas, eene lagere temperatuur aannamen. Hierop zette zich dan alle waterdamp af.

Verder zij hier nog vermeld, dat de polariseur, analyseur, verdeelde cirkel en buizen afkomstig waren van een toestel door Soleil te Parijs vervaardigd, en toebehoorende aan het physisch kabinet der Utrechtsche Hoogeschool, terwijl de spectraaltoestel afkomstig was van Steinheil te Munchen. Beide instrumenten waren, zoo als uit de namen der vervaardigers reeds is af te leiden, uitstekend van bewerking.

Bij gebruik van homogeen licht is de spectraaltoestel strikt genomen onnoodig; want door het oog achter den analyseur te stellen, kan men onmiddelijk het uitdoovingspunt der lichtstralen bepalen. De reden die

mij noopte den spectraaltoestel te gebruiken is gelegen in eene opmerking van Gernez 1) die mij bleek volkomen gegrond te zijn. Hij zegt: »Soit par l'effet de »contraste, soit parce que le sodium n'étant jamais »absolument pur, les matières étrangères introduisent »par leur combustion des rayons autres que les rayons »orangés, on ne peut parvenir à éteindre l'image, »dont la teinte change avec la position de l'analyseur." Steeds blijft er bij het minimum van lichtsterkte eene donkerviolette kleur over, die nooit volkomen verdwijnt. De oorzaak hiervan ligt in onzuiverheden, die veelal in het chloorsodium voorhanden zijn. Men zag inderdaad door den spectraaltoestel, behalve de gele streep, nog zeer flauwe sporen van andere strepen, die, omdat zij eene andere breekbaarheid bezitten, nooit te gelijk met de gele streep konden worden uitgedoofd. Zij waren echter te onbestemd, om ze nader te kunnen bepalen, hetgeen trouwens ook niets ter zake doet. Het prisma werpt echter deze stralen op zijde van de sodiumstreep, en zoo zijn zij niet meer hinderlijk bij de bepaling van het uitdoovingspunt daarvan.

De spectraaltoestel geeft bovendien een net en scherp beeld van de spleet, welk beeld door den kijker wordt vergroot. Men ziet derhalve door den kijker, eene

---

1) Annales l'école normale supérieure, tome 1, p. 10.



gele streep op een' donkeren grond, waardoor men beter kan beoordeelen of het minimum van lichtintensiteit bereikt is, dan wanneer het oog onmiddellijk achter den analyseur geplaatst wordt, daar dan het geheele gezichtsveld gelijkmatig verlicht is.

Zooals reeds vermeld is, werd de draaijing van het polarisatievlak zoowel bij rijzende als bij dalende temperatuur bepaald en wel om de volgende reden. Hoewel de buis, waarin de te onderzoeken vloeistof voorhanden is, door de warme lucht van het luchtbad aan alle zijden nagenoeg gelijkmatig verwarmd wordt, heeft toch de vloeistof in de buis niet overal volmaakt dezelfde temperatuur. Wegens de geringe wijfde der buis is het onmogelijk het vocht daarin te roeren; bovendien zal de thermometer, bij rijzende temperatuur, de warmte der vloeistof iets te laag, bij dalende daarentegen iets te hoog aangeven, zoodat het gemiddelde der rijzende en dalende reeks zeer nabij eene juiste uitkomst geven zal.

De thermometer was nauwkeurig vergeleken, met een standaardthermometer van het Observatorium te Kew, op het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut aanwezig, en de noodige correctiën aangebragt.

Bij de proeven met zonlicht, werd het nulpunt op dezelfde wijze als vroeger bepaald. Daarna werd de buis met vloeistof in het luchtbad geplaatst, en dit met sijngestoo-

ten ijs gevuld, en gewacht tot dat de thermometer nul graden teekende. Dan draaide men den spiegel zoodanig, dat de zonnestrallen door de as van den toestel gingen. Vervolgens werd de analyseur zoolang gedraaid, totdat de donkere band in het roode deel van het spectrum verscheen, waarop men het midden daarvan met de streep C liet overeenkomen, en den stand van den nonius aflas. Daarna liet men het midden van den band achtereenvolgens met de strepen D, E, b en F overeenkomen, terwijl telkens de stand van den nonius werd afgelezen. Deze zelfde waarnemingen werden telkens tien malen herhaald, en het gemiddelde daaruit genomen.

Nu werd het ijs uit het luchtbad genomen en dit afgedroogd, waarna men door middel van den gasbrander de temperatuur tot  $25^{\circ}$  liet stijgen, waarna op dezelfde wijze voor elke streep 10 waarnemingen geschiedden. Ditzelfde werd bij  $50^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  en  $100^{\circ}$  herhaald. Het verschil, tusschen de afgelezen standen van den nonius en het nulpunt, gaf de waargenomen draaijing  $\varphi$  bij die temperaturen en voor die strepen aan.

## § 5.

*Methode door mij gevolgd om het soortelijk gewigt der oplossing bij verschillende temperaturen te bepalen.*

Van de drie methoden, om het soortelijk gewigt van vloeistoffen te bepalen, is de fleschjes-methode, de eenige, die geschikt is, om bij eenigzins hooge temperaturen in toepassing te worden gebragt.

De hydrostatische balans laat zich in dit geval niet gebruiken, dewijl de vloeistof dan in een open vat zich moct bevinden. Heeft nu de oplossing eene eenigzins hooge temperatuur, dan zal een gedeelte van het water verdampen, welke damp zich gedeeltelijk in vloeibaren vorm tegen de onderzijde der schaal of den eenen arm der balans zal afzetten, waardoor eene nauwkeurige weging onmogelijk gemaakt wordt. Tevens zal de oplossing water verliezen, en dus niet meer de oorspronkelijke sterkte bezitten.

Wil men den areometer gebruiken, dan blijft dit laatste bezwaar bestaan, terwijl zijne aanwijzingen te onnauwkeurig zijn, om het verlangde doel te bereiken.

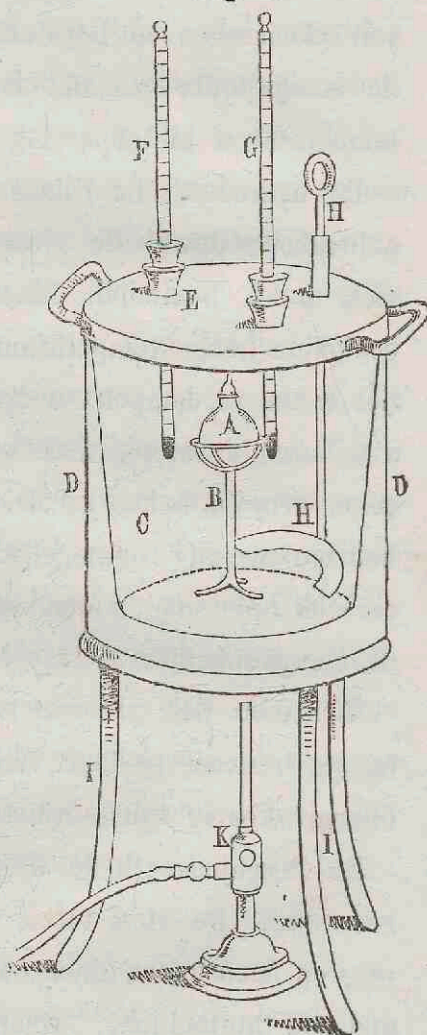
De fleschjes-methode lijdt aan geen der genoemde bezwaren. De vloeistof is hier bevat in een gesloten vat, en heeft alleen door de nauwe stop gemeenschap met de buitenlucht, waardoor de verdamping zoo

gering wordt, dat men de fout, daardoor ontstaan, kan verwaarloozen. Ten tweede is zij gemakkelijk in de uitvoering, en geeft nauwkeurige resultaten.

Hierdoor werd mijne keuze dadelijk tot de fleschjesmethode bepaald. Zie hier hoe ik haar ten uitvoer bragt:

Het fleschje A (fig. 2), hetwelk hiertoe gebezigd werd, had een inhoud van 17 kubieke centimeters; het was vrij nabij kogelvormig, en uit dun glas vervaardigd. De mond was kegelvormig, waarin de stop met amaril goed was ingeslepen. Deze was een holle cilinder, zich van boven vernaauwende tot een buisje van omstreeks een millimeter wijdte en 2 centimeters hoogte. Het fleschje paste in een ring B, op een drievoot geplaatst, zoodat het gemakkelijk daaruit kon genomen worden. Deze drievoot werd gesteld in een

Fig. 2.



bekerglas C, 11.5 duim in doorsnede, en zoover met water gevuld, dat het fleschje tot aan het vernauwde deel der stop daarin was gedompeld. Het bekglas stond in een cilindriscnen koperen bak D en rustte op eene dunne laag fijn zand, terwijl ook de ruimte tusschen den bak en het bekglas met zand was gevuld. De bak kon gesloten worden door een koperen deksel E, met twee handvatsels. In dit deksel waren drie openingen. Door twee daarvan werden thermometers F en G, gestoken welke op verschillende diepten in het water dompelden en zoo dicht mogelijk bij het fleschje geplaatst waren. Door de derde ging eene stang H, van boven met een oog voorzien, en waaraan onder eene half ringvormige schijf bevestigd was, zoodat men, door de stang op en neder te bewegen, het water in het bekglas kon roeren. De geheele bak was op den driervoet I geplaatst en kon door een daaronder gestelden Bunsenschen gasbrander K verwarmd worden.

Om met dezen toestel het soortelijk gewigt eener oplossing te bepalen, werd het fleschje A eenige malen gewogen op eene naauwkeurige chemische balans. Vervolgens werd het met uitgekookt gedestilleerd water gevuld, dat tot nabij het vriespunt was afgekoeld, en de stop op het fleschje gedaan. Daarop werd het in den ring B geplaatst in het bekglas C. Dit laatste werd met

fijn gestooten smeltend ijs gevuld, en het geheel zoo eenigen tijd aan zich zelf overgelaten. Kon men rekenen, dat het water in het fleschje de temperatuur van nul graden bereikt had, dan werd het fleschje van den drievoet genomen, snel afgedroogd, de opening der stop met vloeipapier in aanraking gebragt, en gewogen. Bij deze proef, was het deksel van den bak verwijderd. Het fleschje werd nu nogmaals op zijne plaats in het glas gesteld, terwijl het ijs langzaam smolt. Nadat het ijs gesmolten was werd het bekeerglas tot de behoorlijke hoogte met water aangevuld, het deksel op den bak geplaatst, en bij eene temperatuur van  $4^{\circ}$  het fleschje met afgekoeld gedestilleerd water aangevuld. Nu werd het water door middel van de stang H geroerd, en gewacht, tot de beide thermometers (gecorrigeerd) eene temperatuur van 5 graden aangaven. Dan werd het water, dat bol uit de opening der stop stond, met vloeipapier weggenomen, het fleschje afgedroogd en nogmaals gewogen. Vervolgens liet men de temperatuur tot 10 graden stijgen, waarbij dezelfde bewerking herhaald werd. Daarop werd de Bunsensche brander K ontstoken, die met eene kleine vlam den bak langzaam verwarmde. Zoo werd, bij iedere 5 graden stijging der temperatuur, het fleschje gewogen. Bij de waarneming bij  $100^{\circ}$  werd het met water gevuld, opgehangen in den kooktoestel

van Regnault; of wel, in het water, dat in het bekeerglas voorhanden was, werd een weinig keukenzout opgelost, om zonder koken, de temperatuur tot 100° te kunnen doen stijgen.

Al deze bewerkingen werden herhaald met de oplossingen waarvan men het soortelijk gewigt wilde bepalen. Het regelen der vlam vereischte eenige oefening, die echter spoedig verkregen werd. Het was toen vrij gemakkelijk om de temperatuur der vloeistof gedurende 15 minuten en langer constant te houden. Hierbij zij opgemerkt, dat eene kleine daling der temperatuur volstrekt onschadelijk was, daar in dit geval het vocht zich in het buisje terugtrok. Steeg evenwel, hetgeen zeer zelden gebeurde, de temperatuur een weinig boven den verlangden stand, dan kon men, door enkele druppels koud water in het bekeerglas te gieten, haar terstond doen dalen. Maakt men gebruik van een Pycnometer, waarbij in het fleschje zelf de bol van een thermometer dompelt, dan heeft men het nadeel, dat deze medegewogen moet worden, waarbij het gewigt van den Pycnometer te groot wordt, om met de noodige nauwkeurigheid te kunnen bepaald worden.

## § 6.

*Wijze van berekening der waarnemingen.*

Zooals uit de vorige § gebleken is, werd bij eene zelfde temperatuur bepaald:

- 1°. Het gewigt van het fleschje.
- 2°. Het gewigt van het fleschje, met uitgekookt gedestilleerd water gevuld.
- 3°. Het gewigt van het fleschje, met de te onderzoeken vloeistof gevuld.

Aanvankelijk werd bij elke waarneming de barometerstand opgeteekend, om al deze wegingen tot het luchtledige te kunnen reduceeren. Het bleek echter dat deze herleiding onnoodig was; het weglaten toch van deze correctie had geen grooteren invloed op de hoegroothheid van het soortelijk gewigt dan één of hoogstens twee eenheden in de vierde decimaal, en was dus nooit grooter dan  $\frac{1}{5000}$ , welke groothheid kleiner is dan de waarnemingsfout. Bovendien zij hier opgemerkt, dat het soortelijk gewigt slechts eene hulpgroothheid is, dienende om de waargenomen draaijing van het polarisatievlak in soortelijk draaijend vermogen te veranderen. Nu is de waarnemingsfout bij de bepaling der draaijing veel grooter dan  $\frac{1}{5000}$  en van daar kon men



dus veilig de reductie van de wegingen tot het luchtledige achterwege laten.

Zij het gewigt, van het fleschje, met water gevuld bij eene zekere temperatuur  $t, = \alpha$ , het gewigt van het fleschje, gevuld met vloeistof bij dezelfde temperatuur  $= \beta$ , en het gewigt van het fleschje  $= \gamma$ , terwijl  $\Delta$  het soortelijk gewigt van water bij deze zelfde temperatuur aanduidt, dan zal het soortelijk gewigt  $\delta$  der vloeistof worden uitgedrukt door de formule.

$$\delta = \frac{(\beta - \gamma) \Delta}{(\alpha - \gamma)}. \quad \dots \quad (3)$$

in welke formule alle voor de berekening noodige grootheden bekend zijn. De grootheid  $\Delta$  werd ontleend aan de tafels van Despretz 1).

In de formule (3) komt de inhoud van het fleschje, bij verschillende temperaturen niet voor. Men is dus onafhankelijk van de veranderingen die deze daarbij ondergaat.

## § 7.

### *Methode om de oplossingen te bereiden.*

Om eene oplossing, van bepaalde sterkte te bereiden, werd de vaste stof in een mortier fijngestooten, en

---

1) *Traité de physique* par P. A. Daguin tome I p. 813, (1855).

eene bepaalde hoeveelheid daarvan naauwkeurig afgewogen. Nu werd eene flesch met glazen stop op de balans geplaatst, en in evenwigt gebragt, en hierin de noodige hoeveelheid gedestilleerd water naauwkeurig afgewogen. De op een stuk gesatineerd papier afgewogen stof werd in de flesch gebragt, die daarna gesloten, en geschud werd tot alles was opgelost. Indien de hoeveelheid vaste stof zoo groot was dat de oplossing moeilijk tot stand kwam, dan werd de gesloten flesch gedurende eenige minuten in warm water gesteld, en daarna geschud.

Op deze wijze verkreeg men eene luchtbevattende oplossing, waarin dus tusschen de moleculen der werkzame stof, behalve water, ook nog lucht aanwezig was. Deze oplossing kon dus voor de bepaling van de draaijing, en het soortelijk gewigt niet gebruikt worden. Er ontwikkelden zich namelijk bij verwarming luchtbellen, die maakten, dat het fleschje dat ter bepaling van het soortelijk gewigt diende, niet geheel met vloeistof gevuld bleef. Om eene luchtvrije oplossing te verkrijgen, werd de luchthoudende in een waterbad tot 400° verhit, terwijl de stop der flesch geopend was, waarbij de lucht werd uitgedreven, doch tevens een weinig water verloren ging. Door nu de flesch, na afkoeling, nogmaals op de balans te plaatsen, en het verbroken evenwigt te her-

stellen, door lucht vrij gedestilleerd water bij te gieten en de oplossing goed te vermengen, verkreeg men eene lucht vrije oplossing van bekende sterkte.

### § 8.

#### *Bepaling van het soortelijk draaijend vermogen van Rietsuiker.*

Om de naauwkeurigheid der methode te onderzoeken, werd het soortelijk draaijend vermogen van rietsuiker voor het gele licht door mij bepaald.

De keuze viel op rietsuiker, omdat dit ligchaam gemakkelijk zuiver te verkrijgen is, en het zich, ten opzichte van het gepolariseerde licht, regelmatig verhoudt, dan eenig ander ligchaam tot de tweede hoofdgroep behoorende. Tevens boden de vroegere waarnemingen van Biot, Clerget, Arndtsen en Broch eene geschikte gelegenheid aan, om daarmede de resultaten van mijne waarnemingen te vergelijken.

De suiker, hiertoe aan de proef onderworpen, was gewone witte klontjes, waarvan het aschgehalte niet noemenswaard was. Volgens het voorschrift van Pelouse en Frémy (tome IV p. 606) werd, in een maatflesch van 100 kubieke centimeters, afgewogen 16,471 gram suiker, en de flesch tot het merk met gedestilleerd

water gevuld. Het soortelijk gewigt dezzer oplossing, werd bij 14° C. gevonden, bij twee waarnemingen:

$$\begin{array}{r} 1,06484 \\ 1,06476 \\ \hline \text{Gemiddeld } 1,06480 \end{array}$$

De 100 kubieke centimeters suikeroplossing wogen dus 106,48 gram en daar hierin 16,471 gram suiker voorkwamen, was het procentische gehalte daarvan gelijk aan:

$$\frac{1647,10}{106,48} = 15,46817.$$

Deze oplossing werd gebragt in eene buis van twee decimeters lengte (zonder tubulaat) en voor het gele licht de volgende resultaten verkregen:

#### Uitdoovingspunt.

Zonder suiker. (Nulpunt.)	Met suiker.	Zonder suiker. (Nulpunt.)	Met suiker.
104°33'	126°17'	—75°32'	—53°13'
» 42'	» 42'	» 37'	21'
» 48'	» 11'	» 22'	37'
» 27'	» 38'	» 38'	30'
» 20'	» 20'	» 21'	33'
» 51'	» 42'	» 43'	28'
» 37'	» 43'	» 32'	23'
» 29'	» 48'	» 29'	42'
» 22'	127 1	» 30'	42'
» 33'	126 44	» 45'	44'
<u>104°34,2</u>	<u>126°36,6</u>	<u>—75°32,9</u>	<u>—53°31,3</u>
Draaijing 22°2,4		22°1,6	

## De Analyseur gedraaid.

Zonder suiker. (Nulpunt.)	Met suiker.	Zonder suiker. (Nulpunt.)	Met suiker.
5°36'	28° 5'	185°48'	207°42'
» 47	27 48	» 42	» 31
» 25	28 12	» 51	208 1
» 48	27 53	186 3	» 3
» 54	» 39	185 37	207 48
» 33	» 45	» 32	» 59
» 58	» 52	» 26	» 52
» 43	» 33	» 28	» 41
» 44	» 51	» 31	» 30
» 33	» 40	» 43	» 44
<u>5°42,1</u>	<u>27°49,8</u>	<u>185°40,1</u>	<u>207°47,1</u>
Draaijing 22°7,7		22°7,0	

De uitkomsten waren dus: Draaijing Reeks I 22°2,4  
 » » II 22°1,6  
 » » III 22°7,7  
 » » IV 22°7,0

Draaijing gemiddeld 22°4,7

De draaijing werd bij reeks I en II waargenomen op twee punten der cirkelverdeeling, die 180° uit elkander liggen. Daarop werd de analyseur naar willekeur gedraaid, en nogmaals de draaijing bepaald op twee punten 180° van elkander verwijderd. Het vocht in de buis had gedurende de waarneming eene temperatuur van 14,°2 dus slechts 0,°2 hooger dan die waarbij het soortelijk gewigt bepaald was.

Wanneer men in de formule (2) § 1

$$[\rho] = \frac{\rho}{\delta \cdot l \cdot c.}$$

de waarden stelt:  $\rho = 22^{\circ},0783$

$$\delta = 1,0648$$

$$l = 2.$$

$$c = 0,1546817,$$

dan verkrijgt men voor de streep D:

$$[\rho] = 67^{\circ},024$$

Vroegere waarnemers vonden hiervoor:

Glerget. . . . . 65<sup>o</sup>,781 1)

Arndtsen . . . . . 67,070 2)

Wild. . . . . 66,417 3)

Hieruit ziet men, dat deze resultaten nog tamelijk veel uit elkander loopen, en tevens dat de door mij verkregene uitkomst nagenoeg overeenstemt, met die door Arndtsen verkregen.

---

1) Annales de chimie et de physique III<sup>ième</sup> série t. 26 p. 175.

2) Ann. de chimie et de physique III<sup>ième</sup> série t. 54 p. 408.

3) Wild, Polaristrobometer S. 52.

## TWEEDE HOOFDSTUK.

---

### DE VERHOUDING VAN HET VRIJE WIJNSTEENZUUR TEN OPZIGTE VAN HET GEPOLARISEERDE LICHT.

---

#### § 9.

#### *Algemeene beschouwingen.*

Zooals reeds vroeger (§ 2) is aangegeven volgen de meeste organische draaijende stoffen bij benadering de wetten die Biot aangaf. Het wijnsteen zuur echter doet dit niet, en wijkt zeer verre af van de vierde wet van Biot. Het staat in dit opzigt alleen te midden van de groote reeks van draaijende organische verbindingen.

Het wijnsteen zuur toch oefent eene zeer onge-

lijke draaijing uit op de verschillend gekleurde stralen van het spectrum, en wel zoodanig, dat het niet de violette stralen zijn, die het meest gedraaid worden, maar daarentegen de groene, zoodat, en roode en violette stralen eene mindere draaijing ondergaan.

In de tweede plaats blijft het soortelijk draaijend vermogen niet constant bij verschillende concentratie der oplossingen, maar neemt toe met het watergehalte.

Ten derde verandert het soortelijk draaijend vermogen met de temperatuur, en neemt bij verhooging daarvan toe, terwijl, volgens Gernez, het draaijend vermogen bij de oranje- en terpentijnolie met verhooging van temperatuur afneemt.

Van daar verdeelt zich het onderwerp van het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen zuur van zelf in drie afdeelingen:

- 1° Voor de verschillende strepen van het spectrum.
- 2° Bij verschillend watergehalte der oplossingen.
- 3° Bij verschillende temperaturen.



## § 10.

*Het soortelijk draaijend vermogen  
van wijnsteenzuur voor de verschillende strepen van  
het spectrum.*

Biot was de eerste, die op de anomalie, welke het wijnsteenzuur ten opzichte van de verschillende strepen van het spectrum aanbiedt, de aandacht vestigde. Hij merkte op, dat bij gebruik van zonlicht, de *teinte sensible* eene eigenaardige kleur bezit, verschillende van die, welke men gewoonlijk bij andere stoffen, die aan de vierde zijner wetten gehoorzamen, opmerkt. Daarom plaatste hij achtereenvolgens verschillend gekleurde glazen op den weg der lichtstralen, en bepaalde zoo, ofschoon op eene gebrekkige wijze, de draaijing voor de verschillende kleuren.

Hij gebruikte 1) eene oplossing waarin voorkwam:

wijnsteenzuur 0,463159

water 0,536841

en vond daarvan het soortelijk gewigt bij 10,°5 1,246106 ;  
de lengte der buis bedroeg 523,5 mm. terwijl de  
optische waarneming bij 11,°5 geschiedde.

De resultaten daarvan waren de volgende:

---

1) Mémoires de l'Institut de France tome XVI p. 266.

Waargenomen draaijing  $\varrho$ .

Violet glas. . . . .	+ 9°,9.
Rood glas . . . . .	+ 18°,4278.
Groen glas. . . . .	+ 19°,6167.

Uit deze gegevens volgt het soortelijk draaijend vermogen voor de

Violette stralen =	3°,2363.
Roodc » =	6°,0241.
Groene » =	6°,4129.

Later herhaalde hij deze proeven bij eene temperatuur van 5 graden onder nul en verkreeg toen, bij dezelfde oplossing en dezelfde lengte:

Waargenomen draaijing  $\varrho$ .

Rood glas. . . . .	13°,097.
Groen glas . . . . .	11°,850.

De boven medegedeelde resultaten moeten uit den aard der zaak onnaauwkeurig zijn. Zij zijn niet gedaan voor de vaste strepen van het spectrum, maar bepaald door de weinig naauwkeurige uitdrukkingen rood, groen violet enz.

Arndsen van Christiania was de eerste, die, gedurende zijn verblijf te Parijs, in den zomer van 1858, daaromtrent meer naauwkeurige onderzoekingen in het werk stelde 1) en daartoe de methode van Broch (§2)

1) *Annales de Chimie et de physique* III<sup>ème</sup>, série t. 54, pag. 409. Verkort medegedeeld Pogg. *Annalen* bd. 105. s. 312.

volgde. Hij deelt daaromtrent het volgende mede (l. c. pag. 410).

»25 grammen wijnsteen zuur werden in eene gelijke  
 »hoeveelheid gedestilleerd water opgelost, zoodat de  
 »verhouding van het zuur bevat in de eenheid van  
 »gewicht was  $\epsilon = 0,5$ . De digtheid der oplossing was  
 » $\delta = 1,2628$  (bij eene temperatuur  $t = 25^{\circ},2$ ). De  
 »oplossing was bevat in eene buis wier lengte was  
 » $\vartheta = 251,85$  mm. Bij de waarneming der oplossing  
 »in den polarisatioestel, bemerkte ik bij den eersten  
 »oogopslag een buitengewoon verschijnsel, want men  
 »ziet gewoonlijk dat de zwarte band, zich in dezelfde  
 »rigting verplaatst waarin men den analyseur draait,  
 »dat wil zeggen dat hij zich (voor een regts draaijend  
 »ligchaam) verplaatst van het rood naar het geel enz.,  
 »wanneer men het prisma van links naar regts draait  
 »en vice versa. Hier daarentegen bemerkte ik bij het  
 »regts draaijen van den analyseur te gelijkertijd twee  
 »zwarte banden, de een in het roode, de ander in het  
 »violette gedeelte van het spectrum, en bovendien, bij  
 »het voortdurend draaijen van den analyseur, zag ik  
 »deze banden zich in tegengestelde rigting verplaatsen,  
 »zoodat zij elkander ontmoetten in het groene gedeelte  
 »van het spectrum, in de nabijheid der streep E. Draaide  
 »ik den analyseur achterwaarts, dan bemerkte ik na-  
 »tuurlijk hetzelfde verschijnsel in tegengestelde orde.

»Dit toonde reeds met zekerheid aan, dat de  
 »draaijing haar maximum bezat in de groene stra-  
 »len, maar het was geheel en al onmogelijk om  
 »onmiddellijk naauwkeurige waarnemingen te verrigten  
 »dewijl de twee zwarte banden te breed en te slecht  
 »begrensd waren. Daarom verbond ik met de buis,  
 »die de zure oplossing bevatte eene andere, gevuld  
 »met eene geconcentreerde suikeroplossing. Het verschil  
 »tusschen de geheele draaijing, en die der suiker was  
 »de draaijing door de oplossing van het wijnsteen-  
 »zuur te weeg gebragt. Op deze wijze vond ik:

	C	D	E	b	F	e
$\varrho =$	11°.910	12.984	13.975	13.709	13.323	10.325

»en de bovengenoemde waarden voor  $\delta$ ,  $\epsilon$  en  $\vartheta$  aan-  
 »nemende.

$[\varrho] =$	7°.489	8.165	8.788	8.621	8.378	6.493
---------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

»(100 mm. als lengte-eenheid aannemende). De tem-  
 »peratuur was = 25° C.

»Andere oplossingen op dezelfde wijze onderzoekende,  
 »vond ik resultaten welke ik hier in eene tabel ver-  
 »eenigd zal opgeven, waarbij e de hoeveelheid water  
 »aangeeft voorhanden in de eenheid van gewigt der  
 »oplossingen.

No.	e	$\delta$	Soortelijk draaijend vermogen [ $\rho$ ] voor de strepen.					
			C	D	E	b	F	e
1	0.5	1.2628	7°.489	8°.165	8°.788	8°.621	8°.378	6°.493
2	0.6	1.2024	8.405	9.830	10.708	10.752	11.101	9.315
3	0.7	1.1443	9.347	11.286	12.474	12.618	12.927	11.878
4	0.8	1.09295	10.151	12.433	14.556	14.595	15.214	15.254
5	0.9	1.0434	11.411	13.667	15.603	16.265	18.148	18.580
6	0.9495	1.0207		14.298	16.716		19.328	20.416

»De temperatuur wisselde gedurende deze onderzoeken af tusschen 22°,7 en 25° C. De gemiddelde temperatuur was dus (?) = + 24.01 C.»

Men ziet in de bovenstaande tabel dat het soortelijk draaijend vermogen met het watergehalte verandert, zoodanig dat het maximum van draaijing meer en meer het violette einde van het spectrum nadert, bij toecoming van het watergehalte. Bij No 1 is het maximum bij de streep E gelegen. Bij 2 en 3 tusschen E en F; bij 4 tusschen F en e, en bij 5 en 6 is het maximum van draaijing uit het waargenomen gedeelte van het spectrum verdwenen en volgt de draaijing min of meer de vierde wet van Biot.

Om de afwijking dezer uitkomsten, van genoemde wet te doen uitkomen, heb ik in de volgende tabel de producten gegeven van het soortelijk draaijend vermogen met de tweede magten der golflengten der verschillende stralen.

Voor de golflengte zijn aangenomen de waarden door Mascart gegeven <sup>1)</sup>.

Strepen van het spectrum.

	B	C	D	E	b	F	G
Golflengte mm	0.68667	0.65607	0.5888	0.52678	0.51655	0.48596	0.43075

De plaats van de streep c wordt door Arndtsen niet nader aangegeven.

No.	e	d	Product $[\rho] \lambda^2$ voor de strepen van het Spectrum.					c
			C	D	E	b	F	
1	0.5	1.2628	3223	2831	2439	2300	1978	
2	0.6	1.2024	3618	3408	2971	2869	2624	
3	0.7	1.1443	4023	3913	3462	3367	3053	
4	0.8	1.09295	4369	4310	4039	3894	3593	
5	0.9	1.0434	4912	4738	4330	4340	4286	
6	0.9495	1.0207		4957	4628		4564	

In deze tabel ziet men, dat het maximum, dat in de vorige tabel in het midden van het spectrum voorkwam, hier geheel verdwenen is; de getallen nemen hier van het roode naar het violette deel van het spectrum af, voor alle graden van concentratie der oplossing.

<sup>1)</sup> Annales de l'école normale supérieure tome I, p. 261.

Om de eigenaardige verhouding van het wijnsteen-  
zuur beter te doen uitkomen, diene de volgende tabel  
die het soortelijk draaijend vermogen van eenige stoffen  
der tweede groep voorstelt, en tevens het product  $[e]\lambda^2$   
voor die stoffen.

		Strepen van Fraunhofer.				
		C	D	E	F	G
Suiker (Arndtsen)	$[e]$	+53°.41	67°.07	85°.41	101°.38	
	$[e]\lambda^2$	22989	23252	23707	23942	
Arabische gom (Arndtsen)	$[e]$	-5°.47	6°.78	8°.63	10°.47	
	$[e]\lambda^2$	2354	2350	2395	2478	
Terpentijnolie (Wiedemann)	$[e]$	-10°.9	14°.5	18°.7	23°.2	32°.7
	$[e]\lambda^2$	4692	5027	5189	5479	5794
Bergamotolie (Gernez)	$[e]$	9°.48	12°.12	15°.65	18°.89	25°.38
	$[e]\lambda^2$	4076	4202	4343	4461	4709
Oranjeolie (Gernez)	$[e]$	9°.30	11°.93	15°.35	18°.64	24°.85
	$[e]\lambda^2$	4003	4136	4260	4402	4611
Citroenolie (Wiedemann)	$[e]$	3°.79	4°.85	6°.33	7°.70	10°.60
	$[e]\lambda^2$	1631	1681	1757	1818	1967
Kamfer 50% (Arndtsen)	$[e]$	34°.057	46°.824	67°.53	90°.258	
	$[e]\lambda^2$	14659	16233	18740	21315	

Deze tabel toont aan, dat voor alle daarin vermelde  
stoffen de waarde van  $[e]$  toeneemt van het roode naar  
het violette deel van het spectrum; eveneens neemt het  
product  $[e]\lambda^2$  toe bij vermindering der golflengte. Zij  
toont tevens aan, dat deze toename van het product  
 $[e]\lambda^2$  niet voor alle stoffen even groot is.

Om dit duidelijk te maken bevat de volgende tabel de verhouding van het product  $[\rho]_{\lambda}^2$  voor de strepen G en F, waarbij dat voor de streep G als eenheid is aangenomen.

Wijnsteenzuur	50%	0.613
»	40%	0.725
»	30%	0.758
»	20%	0.822
»	10%	0.872
Suiker.	. . . . .	1,041
Arabische gom.	. . . . .	1.053
Bergamotolie.	. . . . .	1.094
Oranjeolie	. . . . .	1.099
Citroenolie.	. . . . .	1.115
Terpentijnolie	. . . . .	1.168
Kamfer	. . . . .	1.454
Appelzuur	. . . . .	2.599

Arndtsen vermeldt 1) dat eene geconcentreerde oplossing van appelzuur, in eene buis van 250 mm. lengte gebragt, voor de verschillende strepen de volgende draaijingen opleverde:

C	D	E	F
+ 0°.35	+ 0°.71	+ 1°.54	+ 1°.62

1) Ann. de chimie et de physique III<sup>ème</sup> série tome 54 pag. 417.



hetwelk voor de verhouding van het product  $[\alpha] \lambda^2$  voor de strepen C en F oplevert 2.599.

In de vorige tabel zijn de verschillende lichamen zoodanig gerangschikt, dat het product  $[\alpha] \lambda^2$  voor de strepen C en F van boven naar onder toeneemt. Het is hierbij opmerkelijk, dat die lichamen, welke tot dezelfde chemische afdeeling behooren, bij elkander komen te staan, zooals de beide *koolhydraten* (Suiker  $C_{11}H_{24}O_{12}$  1) en Arabische gom  $C_{10}H_{20}O_{12}$ ). De *Aetherische oliën* (Bergamot-, Oranje-, Citroen- en Terpentijnolie  $C_{10}H_{16}$  en de daaraan verwante kamfer  $C_{10}H_{16}O_2$ ). De eenige uitzondering hierop vormen appelzuur  $C_4H_6O_5$  en wijnsteen-  
 zuur  $C_4H_4O_6$ , die, hoewel zij chemisch naauw aan elkander verwant zijn, ten opzichte der draaijende polarisatie zich zoover mogelijk van elkander verwijderen, en de eindtermen der reeks vormen.

#### § 11.

*Het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen-  
 zuur bij verschillend watergehalte der oplossingen.*

Zoo als blijkt uit de tabel pag. 53 neemt het soortelijk draaijend vermogen van eene oplossing van wijnsteen-  
 zuur toe, bij vermeerdering van het watergehalte. Biot was de eerste, die in twee zeer uitvoerige ver-

1) C=12; H=1; O=16.

handelingen 1) daarop opmerkzaam maakte en het verschijnsel tot eene eenvoudige wet terugbragt.

De volgende tabel bevat de resultaten door Biot verkregen met verschillende oplossingen van wijnsteenzuur in water voor de roode stralen tusschen de strepen B en C.

Nummers.	Watergehalte. e	Temperatuur bij de Waarneming.	Soortelijk draaijend vermogen [ $\rho$ ]
1	0.40399	14.0	4.6034
2	0.45031	13.5	5.3986
3	0.52322	13.5	6.6743
4	0.55190	13.5	6.9945
5	0.60431	13.0	7.5692
6	0.64808	11.0	8.1463
7	0.65380	12.0	8.2648
8	0.66502	11.0	8.4079
9	0.70145	13.0	8.6187
10	0.80530	13.0	10.0308
11	0.80433	13.0	10.0952
12	0.84619	13.0	11.0328
13	0.89881	14.0	11.5157
14	0.92445	12.0	12.1072
15	0.95053	14.0	12.3741

Uit deze waarnemingen en uit nog twee andere reeksen (Ibid. p. 226 en 228) bij de gemiddelde tempera-

1) Méthodes mathématiques et expérimentales pour discerner les mélanges chimiques. Mém. de l'Institut de France, tome XV. p. 203.

turen van  $6^\circ$  en  $26^\circ$  gedaan leidde Biot af, dat men het soortelijk draaiend vermogen van het wijnsteen-zuur bij verschillend watergehalte en gelijke temperatuur kan voorstellen door de vergelijking

$$[\rho] = A + B e;$$

Hierin stelt  $[\rho]$  voor het soortelijk draaiend vermogen, A en B zijn twee constanten terwijl e het watergehalte aangeeft. Men weet dat deze formule eene regte lijn voorstelt.

Wanneer men nu uit bovenstaande waarnemingen de waarde van A en B afleidt, dan vindt men voor de temperatuur van  $12^\circ,7$

$$A = - 1^\circ,17987 \quad B = + 14^\circ,3154$$

waaruit men alle mogelijke waarden van  $[\rho]$  voor elke concentratie kan afleiden.

In bovenstaande formule kan men aan e zoodanige waarden toekennen, die men in de practijk niet of moeilijk kan bereiken, om daarvoor de waarde van  $[\rho]$  te zoeken. Is b. v.  $e = 0$ , dat wil zeggen neemt men eene hypothetische oplossing aan, die enkel uit wijnsteen-zuur bestaat, dan wordt de waarde voor  $[\rho] = - 1^\circ,17987$ ; neemt men eene oplossing aan waarin het wijnsteen-zuur  $= 0$  is, dan wordt  $e = 1$  en de waarde van  $[\rho] = 13^\circ,1355$ . Hieruit blijkt tevens, dat er een punt moet zijn waar

$[\rho] = 0$  is en hiervoor de waarde van  $e$  berekende vindt men  $e = \frac{1,17987}{14,3154} = 0,08242$  welke oplossing derhalve 0,91758 wijnsteen zuur bevatten zou.

Biot onderzocht later 1) het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen zuur, dat door smelten zonder waterverlies in dusgenoemden amorphen toestand was gebracht, en doorschijnend was. Wanneer de wet van Biot doorgaat, dan moet dit zuur het polarisatievlak niet meer regts, maar daarentegen een weinig links draaijen. Het wijnsteen zuur werd door Laurent gesmolten en gebracht in een bakje van spiegelglas dat binnenswerks 7c.m. lang en 4c.m. breed was. Dit bakje werd, terwijl het zuur nog warm was, in den polarisatietoestel gebracht, waarna op den weg der lichtstralen een rood glas, door koperoxydule gekleurd, werd geplaatst, en hierna de draaijing bepaald. In het eerst zag Biot, dat deze tamelijk aanzienlijk positief was, (+ 16°) omdat in dit geval de verwarming de overhand had boven de negatieve draaijing, doch afnam bij bekoeling. Den volgenden dag vond hij, terwijl de temperatuur der omringende lucht + 3°,5 bedroeg.

---

1) Annales de chimie et de physique III<sup>ème</sup> série tome 28 p. 351.

Eerste reeks — 2°,9.

Tweede » — 3,75.

Derde » — 3,2.

$$[\varrho]_r = - 3^{\circ},28$$

Elke reeks bestond uit 10 waarnemingen.

Hieruit leidt hij de waarde van A af,  $A = - 2^{\circ},787$  terwijl theoretisch gevonden was  $A = - 1^{\circ},17987$  zoodat bovengemeld resultaat, de moeilijkheid der waarneming in aanmerking genomen, hem vrij voldoende voorkomt.

De in de vorige § (pag. 53) medegedeelde waarnemingen van Arndtsen, geven tevens gelegenheid om te zien of deze formule van Biot ook doorgaat voor de andere kleuren van het spectrum. Arndtsen vond dat dit werkelijk ten naastenbij het geval is, en bepaalde de waarden der coëfficiënten A en B voor de verschillende strepen van het spectrum. Deze zijn als volgt:

	A.	B.
Voor C	+ 2°.748	+ 9°.446 e
» D	+ 1.950	+ 13.030 e
» E	+ 0.153	+ 17.514 e
» b	— 0.832	+ 19.147 e
» F	— 3.598	+ 23.977 e
» e	— 9.657	+ 31.437 e

welke waarden zich vrij goed aan de waarneming aansluiten.

Wordt nu in de vergelijking  $[\varrho] = A + Be$ ,  $e = 0$

gesteld, dan verkrijgt men eene hypothetische oplossing van zuiver wijnsteenzuur zonder water, welke voor de verschillende strepen een s. d. v. zal opleveren als volgt:

$$[e] = +2^{\circ}.748 + 1^{\circ}.950 + 0^{\circ}.153 - 0^{\circ}.832 - 3^{\circ}.598 - 9^{\circ}.657$$

en  $e=1$  stellende, d. i. eene oplossing aannemende waarin enkel water voorkomt en een minimum wijnsteenzuur

$$[e] = 12^{\circ}.194 \quad 14^{\circ}.980 \quad 17^{\circ}.667 \quad 18^{\circ}.315 \quad 20^{\circ}.379 \quad 21^{\circ}.780$$

Om deze theoretische resultaten eenigzins te kunnen controleeren, gebruikte Arndtsen een zeer zinrijk middel. Hij verving namelijk een deel van het water door absoluten alcohol, totdat hij eindelijk wijnsteenzuur in enkel absoluten alcohol oploste. De temperatuur wisselde, gedurende de waarnemingen, af van  $20^{\circ}.6$  tot  $23^{\circ}.4$  C en was gemiddeld  $21^{\circ}.56$ . Deze verschillende oplossingen onderzocht hij op dezelfde wijze als vroeger en verkreeg de volgende resultaten.

No.	Alcohol gehalte.	Wijn- steenzuur gehalte.	Water- gehalte.	Soortelijk Draaijend Vermogen.					
				C.	D.	E.	b.	F.	e.
1	0.1806	0.8194	0.0000	3 <sup>o</sup> .992	4.690	3.531	3.371	1.200	-4.975
2	0.2362	0.6767	0.0871	4.460	4.948	3.646	—	1.967	-5.459
3	0.3309	0.4337	0.2353	5.045	6.116	5.148	—	3.572	+0.423
4	0.3949	0.3089	0.2962	6.016	6.788	6.806	6.701	5.083	+1.394
5	0.3958	0.2054	0.3988	6.971	8.349	9.438	9.494	8.550	+6.423

Wanneer men deze tabel met de vroegere (pag. 53) vergelijkt, dan ziet men, dat zij als het ware de voortzetting daarvan is. In de vorige kan men zien hoe bij toenemend watergehalte het maximum van draaijing zich meer en meer naar het violette einde van het spectrum verplaatst en bij de sterkste oplossing van 50% ongeveer bij de streep E gelegen was.

In de laatste tabel ziet men, dat dit maximum voor N<sup>o</sup>. 5 ongeveer op dezelfde plaats is gelegen, en zich voor 4 bij E bevindt, terwijl het bij de oplossingen 1, 2 en 3 meer en meer tot de streep C nadert, zonder haar te bereiken. Tevens ziet men, dat voor de oplossingen 1 en 2 de draaijing voor streep e werkelijk negatief geworden is, terwijl voor alle strepen het soortelijk draaijend vermogen bij afnemend water- en toenemend wijnsteenzuur-gehalte regelmatig afneemt; doch tevens dat het bij oplossing 1, waarin geen water voorkomt, kleiner is, dan het volgens de theoretisch gevondene waarden zijn moest.

Dit verschil verklaart Arndtsen door te vooronderstellen:

- 1<sup>o</sup> Dat de alcohol niet volkomen watervrij was.
- 2<sup>o</sup> Dat de absolute alcohol op het soortelijk draaijend vermogen een dergelijken invloed uitoefent als water, terwijl
- 3<sup>o</sup> De temperatuur bij de beide waarnemingsrecksen niet dezelfde was.

Het zoude zeer belangrijk zijn het gesmolten amorphe wijnsteen zuur voor de verschillende strepen te onderzoeken, iets wat tot nog toe niet gedaan is.

Tot het onderwerp dezer § behooren eindelijk nog de waarnemingen door mij gedaan voor verschillend sterke oplossingen van wijnsteen zuur, bij verschillende temperaturen, voor de gele sodiumstreep D en de verschillende strepen van het spectrum.

Daar echter deze waarnemingen meer gedaan zijn met het doel om het soortelijk draaiend vermogen bij verschillende temperaturen te bepalen, zullen zij in de volgende § worden besproken.

### § 12.

#### *Het soortelijk draaiend vermogen van wijnsteen zuur bij verschillende temperaturen.*

Het was reeds aan Biot bekend, dat het soortelijk draaiend vermogen van wijnsteen zuur toeneemt bij verhooging van temperatuur. Hij vond tevens, dat voor temperaturen gelegen tusschen  $+ 6^{\circ}$  en  $+ 26^{\circ}$  de formule

$$[\alpha] = A + B e$$

die het soortelijk draaiend vermogen voor oplossingen van verschillend watergehalte voorstelt, voor de roode stralen steeds doorgaat. Tevens vond hij, dat in deze



formule bij verhooging van temperatuur de coëfficiënt B geene verandering ondergaat, maar steeds de waarde  $+ 14,3154$  blijft behouden, doch dat daarentegen de coëfficiënt A toeneemt bij verhooging van temperatuur. Deze is bij  $+ 6^{\circ} \text{C} = - 2,23873$ , wordt tusschen  $22$  en  $23$  graden  $= 0$ , om vervolgens bij  $26^{\circ} + 0,31739$  positief te worden.

Voor zoo verre mij bekend is, zijn dit de eenige bepalingen, die tot nog toe van het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen zuur bij verschillende temperatuur gedaan zijn. Ik ga thans over tot het vermelden der door mij gedane waarnemingen.

In het vorige hoofdstuk zijn reeds de methoden beschreven waarnaar het soortelijk gewigt der oplossingen, en de draaijing van het polarisatievlak, door mij bepaald werden, en tevens de wijze aangegeven om oplossingen van bekende sterkte te bereiden.

Een punt zal echter nog noodig zijn hier te vermelden, n.l. de wijze waarop ik mij overtuigde, dat het gebruikte wijnsteen zuur werkelijk zuiver was. Bij mijne eerste proeven, maakte ik gebruik van wijnsteen zuur uit den handel; het waren groote kristallen. Deze werden in een mortier fijngestooten, tusschen vlocipapier gedroogd en vervolgens in water opgelost, welke oplossing volkomen kleurloos was. Bij nader onderzoek daarvan bleek het mij spoedig, dat dit zuur

onzuiver was, en eene tamelijke hoeveelheid aschbestanddeelen bevatte; tevens bevatte het geringe sporen druivenzuur, daar het met chloorcalcium-oplossing eene geringe troebeling gaf. Om van het een en ander ontdaan te worden werd het zuur uit den handel herhaalde malen gerekristalliseerd, waarna het verbrand en het aschgehalte bepaald werd.

3,2688 grammen wijnsteen zuur, leverden na verbranding 0,0008 grammen asch op.

Van ditzelfde zuur werd eene elementaire analyse gedaan; 0,7707 grammen zuur leverden na verbranding:

0,9108 grammen Koolzuur.

0,3042 » Water.

Hieruit de procentische samenstelling afgeleid zijnde werden daarvoor gevonden de volgende waarden, tevens is daarachter gevoegd, de samenstelling die het volgens de formule  $C_4H_6O_6$  hebben moest.

Gevonden.	Berekend.
-----------	-----------

C = 32,2	32,0.
----------	-------

H = 4,3	4,0.
---------	------

O = 63,5	64,0.
----------	-------

Men ziet, dat hier de verschillen binnen de grenzen der gewone fouten liggen en men het zuur dus voor zuiver kon houden; want het leverde bovendien met chloorcalcium-oplossing geen spoor van troebeling op.

Hoe noodig het is om volkomen zuiver wijnsteen-  
zuur te gebruiken zal men zien wanneer de proeven  
worden medegedeeld.

Drie oplossingen van wijnsteen-  
zuur werden aan de  
proef onderworpen, die eene sterkte hadden van 0,40,  
0,20 en 0,10. Vooral de eerste werd naauwkeurig  
onderzocht.

De volgende tabel bevat de resultaten van twee  
reeksen verrigt met niet omgekristalliseerd en drie met  
omgekristalliseerd, dus zuiver wijnsteen-  
zuur. De eerste  
zijn bij het berekenen der gemiddelden niet gebruikt.  
Daar het er vooral op aankomt het eindpunt der lijn goed  
te bepalen, die de draaijing voorstelt, zijn in de nabij-  
heid van  $100^{\circ}$  meerdere reeksen bij rijzende en dalende  
temperatuur gedaan, en daaruit het gemiddelde berekend.  
Daar de waarnemingen zoowel bij rijzende als bij dalende  
temperatuur werden verrigt, en bij elke halve graad  
rijzing of daling de draaijing werd waargenomen,  
berust elke opgaaf in de tabel voorkomende op 22  
waarnemingen. De buis, waarin de oplossing was  
bevat had 220mm lengte.

Wijnsteenzuur 40%. Draaijing van het polarisatievlak voor eene waterige oplossing.  
A onzuiver wijnsteenzuur. B zuiver dito.

N <sup>o</sup> .	Temperatuur Celsius.																						
	-10°	-5°	0°	+5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
												REEKS	A										
1						9°15,5	10-51,1	11-45,9	12- 9,4	12-57,2	13-29,6	14-15,9	14-28,6	15-12,1	16-41,7	17-32,3	18-13,3	19-32,4	19-20,5				
2						9-23,7	10- 5,8	10-54,7	11-32,1	11-48,4	12-11,5	12-52,8	13-49,2	15-11,8	16-17,1	16-34,8	17-18,3	17-45,5	18-30,6	18-51,3	19-29,4	19-21,6	19-37,9
						9-19,6	10-23,5	11-20,3	11-50,8	12-22,8	12-50,5	13-34,4	14- 8,9	15-11,9	16-29,4	17- 3,5	17-45,8	18-38,9	18-55,6	18-51,3	19-29,4	19-21,6	19-37,9
													Gemiddelden van Reeks A.										
												REEKS	B										
1	4-5,5	4-52,2	6- 2,8	7-0,8	7-58,3	8-10,0	8-40,8	9-36,3	10-16,4	10-54,2	11-24,3	12-30,4	12-47,3	12-46,3	12-58,9	13-18,2	13-30,9	14-16,1	14-42,1	15-30,5	16-16,6	17-23,8	17-49,6
2		4-49,9	5-55,9	7-4,5	7-59,0	8-23,9	8-55,8	9-41,8	10- 4,9	10-53,1	11-36,2	12-19,5	12-30,2	13- 6,2	13- 2,9	13-11,0	13-46,3	14-24,9	14-57,3	15-37,3	16-20,3	17-15,4	17-51,4
3			5-44,5				8-52,1	9-46,0	10- 3,6	10-50,9	11-42,8	12-23,3	13- 6,2	13-15,1	13-15,0	13-25,0	14- 3,1	14- 9,5	14-47,0	15-15,3	15-56,1	16-54,7	17-43,9
4																							17-57,3
5																							17-49,8
	4 5,5	4-51,0	5-54,4	7-5,1	7-58,6	8-16,9	8-49,6	9-41,4	10- 8,3	10-52,7	11-34,3	12-24,4	12-47,9	13- 2,5	13- 5,6	13-18,1	13-46,8	14-16,8	14-48,8	15-27,7	16-11,0	17-10,9	17-50,4
													Gemiddelden van Reeks B.										

Wijnsteen-  
zuur. A onzuiver wijnsteen-  
zuur. B zuiver dito.

N <sup>o</sup> .	Temperatuur												Celsius.										
	-10°	-5°	0°	+5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
												REEKS	A										
1						9°15,5	10-51,1	11-45,9	12- 9,4	12-57,2	13-29,6	14-15,9	14-28,6	15-12,1	16-41,7	17-32,3	18-13,3	19-32,4	19-20,5				
2						9-23,7	10- 5,8	10-54,7	11-32,1	11-48,4	12-11,5	12-52,8	13-49,2	15-11,8	16-17,1	16-34,8	17-18,3	17-45,5	18-30,6	18-51,3	19-29,4	19-21,6	19-37,9
						9-19,6	10-23,5	11-20,3	11-50,8	12-22,8	12-50,5	13-34,4	14- 8,9	15-11,9	16-29,4	17- 3,5	17-45,8	18-38,9	18-55,6	18-51,3	19-29,4	19-21,6	19-37,9
													Gemiddelden van Reeks A.										
												REEKS	B										
1	4-5,5	4-52,2	6- 2,8	7-6,8	7-58,3	8-10,0	8-40,8	9-36,3	10-16,4	10-54,2	11-24,3	12-30,4	12-47,3	12-46,3	12-58,9	13-18,2	13-30,9	14-16,1	14-42,1	15-30,5	16-16,6	17-23,8	17-49,6
2		4-49,9	5-55,9	7-4,5	7-59,0	8-23,9	8-55,8	9-41,8	10- 4,9	10-53,1	11-36,2	12-19,5	12-30,2	13- 6,2	13- 2,9	13-11,0	13-46,3	14-24,9	14-57,3	15-37,3	16-20,3	17-15,4	17-51,4
3			5-44,5				8-52,1	9-46,0	10- 3,6	10-50,9	11-42,8	12-23,3	13- 6,2	13-15,1	13-15,0	13-25,0	14- 3,1	14- 9,5	14-47,0	15-15,3	15-56,1	16-54,7	17-43,9
4																							17-57,3
5																							17-49,8
	4 5,5	4-51,0	5-54,4	7-5,1	7-58,6	8-16,9	8-49,6	9-41,4	10- 8,3	10-52,7	11-34,3	12-24,4	12-47,9	13- 2,5	13- 5,6	13-18,1	13-46,8	14-16,8	14-48,8	15-27,7	16-11,0	17-10,9	17-50,4
													Gemiddelden van Reeks B.										

Onder  $0^{\circ}$  was het, volgens de door mij gevolgde methode, onmogelijk het soortelijk gewigt der wijnsteen-  
 zuur oplossing te bepalen. Neemt men echter de afname voor de temperaturen van  $15^{\circ}$  tot  $0^{\circ}$  in aan-  
 merking, dan verkrijgt men voor het soortelijk gewigt der oplossing bij

— $5^{\circ}$	1.2155
— $10^{\circ}$	1.2177

wat zeker niet ver van de waarheid zal afwijken. Tevens zij opgemerkt, dat eene kleine fout in het soortelijk gewigt van zeer weinig invloed is op de juistheid der uitkomst van het soortelijk draaijend vermogen, daar de waarnemingsfout hier veel aanzienlijker is.

Met de oplossingen van 0,20 en 0,10 gehalte werden slechts twee reeksen van waarnemingen gedaan, eene bij rijzende en eene bij dalende temperatuur. Bij beide reeksen werden de proeven niet onder  $0^{\circ}$  voortgezet, daar reeds bij eenige weinige graden onder het vriespunt de oplossing vast begon te worden. De lengte der buis was ook hier 22 centimeters. De beide hoofdpunten nl. de draaijing bij  $0^{\circ}$  en  $100^{\circ}$  werden met naauwkeurigheid bepaald, door op beide temperaturen, het vocht eenigen tijd constant te houden. De volgende tabel bevat de resultaten van alle waarnemingen door mij gedaan omtrent het soortelijk draaijend vermogen van het wijnsteen-  
 zuur voor den gelen straal.

UITKOMSTEN DER ONDERZOEKINGEN OMTRENT HET SOORTELIJK DRAAIJEND VERMOGEN VAN WIJNSTEENZUUR.

Temperatuur (Centigr.)	Wijnsteenzuur 40% <sub>v</sub> . Water 60% <sub>v</sub> .			Wijnsteenzuur 20% <sub>v</sub> . Water 80% <sub>v</sub> .			Wijnsteenzuur 10% <sub>v</sub> . Water 90% <sub>v</sub> .		
	Waargenomen draaijing. $\rho$ (graden.)	Soortelijk Gewigt. $\rho$	Soortelijk draaijend vermogen. [ $\rho$ ] (graden.)	Waargenomen draaijing. $\rho$ (graden.)	Soortelijk Gewigt. $\rho$	Soortelijk draaijend vermogen. [ $\rho$ ] (graden.)	Waargenomen draaijing. $\rho$ (graden.)	Soortelijk Gewigt. $\rho$	Soortelijk draaijend vermogen. [ $\rho$ ] (graden.)
-10	4.092	[1.2155]	[3.286]						
- 5	4.850	[1.2177]	[4.526]						
0	5.907	1.2133	5.532	4.120	1.1070	8.656	2.306	1.0536	9.948
+ 5	7.095	1.2122	6.651	4.410	1.1065	9.059	2.320	1.0528	10.011
10	7.977	1.2098	7.493	4.850	1.1049	9.958	2.532	1.0524	10.935
15	8.281	1.2066	7.799	5.282	1.1033	10.878	2.599	1.0517	11.231
20	8.820	1.2048	8.319	5.607	1.1014	11.570	2.830	1.0500	12.251
25	9.690	1.2014	9.165	5.752	1.0992	11.893	3.013	1.0474	13.043
30	10.014	1.1984	9.615	6.029	1.0969	12.489	3.210	1.0467	13.927
35	10.878	1.1959	10.524	6.292	1.0948	13.062	3.380	1.0451	14.701
40	11.571	1.1922	11.028	6.558	1.0918	13.653	3.596	1.0425	15.679
45	12.407	1.1890	11.858	6.872	1.0892	14.340	3.833	1.0398	16.756
50	12.798	1.1851	12.272	7.175	1.0862	15.012	3.903	1.0369	17.109
55	13.042	1.1811	12.549	7.415	1.0835	15.554	4.075	1.0328	17.935
60	13.093	1.1778	12.633	7.693	1.0804	16.182	4.159	1.0308	18.306
65	13.302	1.1739	12.876	7.955	1.0771	16.787	4.270	1.0298	18.848
70	13.780	1.1707	13.376	8.110	1.0743	17.157	4.397	1.0271	19.423
75	14.280	1.1667	13.909	8.359	1.0708	17.742	4.530	1.0236	20.115
80	14.613	1.1636	14.271	8.643	1.0679	18.396	4.650	1.0204	20.724
85	15.462	1.1599	15.148	8.995	1.0642	19.210	4.793	1.0168	21.916
90	16.183	1.1560	15.909	9.330	1.0606	19.993	4.952	1.0134	22.218
95	17.182	1.1521	16.947	9.748	1.0568	20.966	5.095	1.0094	22.943
100	17.840	1.1477	17.664	9.950	1.0526	21.484	5.265	1.0058	23.794

De lengte der buis, die de oplossing bevatte, was 2.2 decimeters.

De uitkomsten in deze tabel bevat geven aanleiding tot de volgende beschouwingen:

1° Wanneer de formule van Biot,  $A + Be$  voor het soortelijk draaiend vermogen van wijnsteenzuur-oplossingen juist is, zoo zal indien  $[e]_1$ ,  $[e]_2$  en  $[e]_3$  het soortelijk draaiend vermogen van wijnsteenzuur bij eene zelfde temperatuur, voor een watergehalte van 60% 80% en 90% voorstelt, het S. D. V. worden uitgedrukt door de vergelijkingen:

$$[e]_1 = A + 0,6 B.$$

$$[e]_2 = A + 0,8 B.$$

$$[e]_3 = A + 0,9 B.$$

In dit geval zal:

$$(A + 0,6 B) - 3 (A + 0,8 B) + 2 (A + 0,9 B) = 0$$

moeten zijn of:

$$[e]_1 - 3 [e]_2 + 2 [e]_3 = 0$$

waaruit:

$$[e]_3 = \frac{[e]_1 + 2[e]_2}{3}$$

Aan deze vergelijking moeten dus, indien de formule  $A + Be$  juist is, de waarnemingen voldoen. Men vindt echter bij de berekening vrij groote verschillen.

De volgende tabel bevat in de eerste kolom de temperatuur in de tweede het door waarneming bepaalde S. D. V. voor eene oplossing van 20% wijnsteenzuur,



in de volgende kolom de berekende waarde voor het S. D. V. en in de vierde het gevonden verschil  $\Delta$ .

$T$	$[e]_2$	$\frac{[e]_1 + 2[e]_3}{3}$	$\Delta$
0	8,656	8,476	+ 0,180
5	9,059	8,891	+ 0,168
10	9,958	9,788	+ 0,170
15	10,878	10,087	+ 0,791
20	11,570	10,940	+ 0,630
25	11,893	11,750	+ 0,143
30	12,489	12,490	— 0,001
35	13,062	13,309	— 0,247
40	13,653	14,129	— 0,476
45	14,340	15,123	— 0,783
50	15,012	15,497	— 0,485
55	15,554	16,140	— 0,586
60	16,182	16,415	— 0,233
65	16,787	16,857	— 0,070
70	17,157	17,401	— 0,244
75	17,742	18,046	— 0,304
80	18,396	18,566	— 0,170
85	19,210	19,667	— 0,457
90	19,993	20,115	— 0,122
95	20,966	20,944	+ 0,022
100	21,484	21,744	— 0,260

Wanneer men de laatste kolom beziet, dan vindt men dat van  $0^\circ$  tot  $25^\circ$  het teeken der afwijking steeds + is, terwijl het van  $30^\circ$  tot  $100^\circ$ , met uitzondering van de waarneming bij  $95^\circ$  steeds — is, hoewel er in de grootte der waarde van  $\Delta$  hier en daar plotselinge overgangen voorkomen. Tevens ziet men, dat bij de temperatuur van  $25^\circ$ — $30^\circ$ , waarbij Biot waarnam, de hoogrootheid der afwijking van den regel tamelijk gering is, doch bij hoogere en bij lagere temperaturen geldt zij slechts bij benadcring.

2° Om den gang der waarden van A en B bij verschillende temperaturen te kunnen nagaan, zijn die waarden uit de eerste en derde waarnemingsreeks bij elke temperatuur bepaald.

Men heeft dan

$$[e]_1 = A + 0.6 B.$$

$$[e]_3 = A + 0.9 B,$$

waaruit door aftrekking

$$B = \frac{10 ([e]_3 - [e]_1)}{3}$$

en heeft men deze grootheid eenmaal bepaald, dan kan men hieruit dadelijk de waarde van A afleiden.

De volgende tabel bevat de waarden van A en B bij verschillende temperaturen.

T	A	B
0	— 3°.300	+ 14°.720
5	— 0.069	11.200
10	+ 0.609	11.473
15	0.935	12.440
20	0.455	13.107
25	1.409	12.927
30	0.991	14.373
35	2.170	13.747
40	1.726	15.503
45	2.062	16.327
50	2.598	16.123
55	1.777	17.953
60	1.287	18.910
65	0.932	19.906
70	1.282	20.157
75	1.497	20.687
80	1.385	21.477
85	1.592	22.593
90	1.008	23.567
95	4.955	19.987
100	5.404	20.433

Indien men de anomale waarden bij  $0^\circ$ ,  $95^\circ$  en  $100^\circ$  weglaat, blijkt het dat de waarde van A nagenoeg constant blijft, terwijl die van B met de temperatuur toeneemt. Biot echter vond (pag. 65) bij zijne waarnemingen met rood licht dat bij verhooging van temperatuur (tusschen  $6^\circ$  en  $26^\circ$ ) de waarde van B constant bleef, terwijl die van A met de temperatuur toenam.

---

Om te onderzoeken, of de wetten, die voor de toeneming van de draaijing bij den gelen straal gelden, ook voor de overige kleuren van het spectrum doorgaan, gebruikte ik later zonlicht. Ons zee-klimaat is echter voor onderzoekingen, waarbij men zonlicht noodig heeft weinig geschikt en zoo komt het dan ook, dat mijne proeven zich alleen bepalen tot twee oplossingen van wijnsteenzuur, nl. die van 50% en 40%. Reeds vroeger deelden wij de beschrijving mede, van het verschijnsel, door Arndtsen waargenomen, bij draaijing van den analyseur. Zijne opmerking dat de beide zwarte banden breed en slecht begrensd waren, bleek ook mij volkomen juist te zijn. Het middel dat Arndtsen gebruikte om dit gebrek te verhelpen, kon echter bij mijne onderzoekingen moeijelijk worden aangewend. Hij plaatste nl., behalve de wijnsteenzuur-

oplossing, nog eene suikeroplossing, waarvan hij de draaijing vooraf bepaald had, op den weg der lichtstralen en vond later de draaijing van het wijnsteen-zuur, door het verschil te nemen tusschen de geheele draaijing en die der suiker.

De bezwaren hiertegen zijn vooreerst, dat de naauwkeurigheid er niet door winnen kan, wanneer men eene kleine grootheid (de draaijing van het wijnsteen-zuur) bepaalt door het verschil van twee grootere (de totale draaijing en die der suiker); en ten tweede dat het moeilijk is de oplossing van wijnsteen-zuur alle temperaturen van  $0^{\circ}$  tot  $100^{\circ}$  te doen doorloopen, terwijl de suikeroplossing volkomen dezelfde temperatuur moet behouden. Eindelijk drukt het bezwaar van geringe naauwkeurigheid alleen op de waarnemingen bij  $0^{\circ}$  gedaan, en wordt bij hogere temperatuur grootendeels weggenomen.

Ten slotte zij hier nog vermeld, dat de waarnemingen geschiedden bij 5 verschillende temperaturen  $0$ ,  $25^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  en  $100^{\circ}$ . De resultaten van beide onderzoekingen zijn bevat in de volgende tabellen, waarin  $\delta$  aangeeft het soortelijk gewigt;  $\rho$  de waargenomen draaijing;  $[\rho]$  het soortelijk draaijend vermogen, en  $\lambda$  de golflengte.

## Wijnsteenzuur 50%. Water 50%.

		Temperatuur.	Strepen van het Spectrum.				
			C	D	E	b	F
$\delta$	}	0	1.2770				
		25	1.2621				
		50	1.2452				
		75	1.2288				
		100	1.2184				
$\rho$	}	0	7°.936	9°.040	8°.120	8°.085	7°.928
		25	9.920	11.722	12.450	12.252	11.085
		50	12.737	13.687	15.893	15.915	16.897
		75	14.823	17.232	19.885	20.129	22.029
		100	18.065	20.001	23.907	24.790	26.407
[ $e$ ]	}	0	5°.641	6°.425	5°.771	5°.746	5°.635
		25	7.134	8.429	8.953	8.871	7.971
		50	9.284	9.976	11.584	11.600	12.316
		75	10.948	12.727	14.687	14.867	16.270
		100	13.457	15.253	17.819	18.467	19.671
[ $e$ ] <sup>2</sup>	}	0	2427	2227	1602	1533	1331
		25	3071	2922	2484	2352	1882
		50	3174	3458	3215	3096	2908
		75	4712	4412	4076	3968	3842
		100	3792	5289	4942	4928	4646

Lengte der buis 2.2036 decimeters.

## Wijnsteenzuur 40%. Water 60%.

	Temperatuur.	Stropen van het Spectrum.				
		C	D	E	b	F
$\delta$	0	1.2133				
	25	1.2014				
	50	1.1851				
	75	1.1667				
	100	1.1477				
$\rho$	0	4°.880	5°.829	7°.156		7°.562
	25	8.622	9.640	10.655		10.747
	50	11.133	12.748	14.223		15.383
	75	12.462	14.602	16.663	17°.138	18.225
	100	15.545	17.680	20.122	20.762	22.909
$[\rho]$	0	4°.570	5°.459	6.702		7°.082
	25	8.155	9.138	10.064		10.165
	50	10.530	12.084	13.434		14.730
	75	12.138	14.222	16.230	16°.693	17.781
	100	15.392	17.506	19.924	20.558	22.689
$[\rho]\lambda^2$	5	1967	1892	1859		1672
	25	3510	3168	2796		2005
	50	4532	4274	3906		3484
	75	5225	4931	4504	4454	4199
	100	6625	6069	5529	5485	5358

Lengte der buis 2.2 decimeters.

Wanneer men beide tabellen vergelijkt, met de resultaten door Arndtsen bij 25° C. verkregen (pag. 53) dan ziet men dat de verschillen tamelijk gering zijn.

Voor alle strepen van het spectrum in beide tabellen neemt de draaijing toe, bij verhooging van temperatuur doch in ongelijke mate. Stelt men in de verschillende gevallen de draaijing bij  $0^\circ = 1$  dan wordt zij voor  $100^\circ$ .

Strepen.

	C	D	E	b	F
Wijnsteenzuur 50%.	2,3	2,2	2,7	3,1	3,4
» 40%.	3,2	3,2	2,9	—	3,2

Bij de oplossing van 40% blijft deze grootheid tamelijk constant voor de verschillende strepen, terwijl zij voor die van 50% van de streep C naar F toeneemt.

Bij de oplossing van 50% wijnsteenzuur ligt het maximum van draaijing:

bij  $0^\circ$  tusschen de streep D en E en dus in de gele stralen.

bij  $25^\circ$  bij de streep E en dus in de groene stralen, en is bij  $50^\circ$  reeds zoover naar het violette deel van het spectrum verschoven, dat het buiten het waargenomen deel daarvan valt. De onregelmatigheid, die het wijnsteenzuur aanbiedt, dat de groene stralen het meest gedraaid worden, verdwijnt dus bij verhooging van temperatuur en bij toenemend watergehalte, want de oplossing van 40% wijnsteenzuur<sup>2</sup> vertoont reeds bij  $0^\circ$  deze onregelmatigheid niet meer. Zoowel bij toeneming van temperatuur als bij vermeerdering van het watergehalte worden de wijnsteenzuur-moleculen



verder van elkander gescheiden, en het is dus niet onwaarschijnlijk, dat de anomalie, die het wijnsteen-zuur te dien opzichte aanbiedt, gezocht moet worden in den afstand der wijnsteen-zuur-moleculen onderling. Dit zal nog nader blijken, wanneer in een volgend hoofdstuk over de draaijing van eenige wijnsteenzure zouten wordt gesproken.

Vergelijkt men het product  $[\alpha] \lambda^2$  voor de verschillende strepen, dan ziet men dat dit van de roode naar de violette zijde van het spectrum afneemt, even als dit reeds uit de tabel pag. 54 blijkt, voor de temperatuur van 25°.

## DERDE HOOFDSTUK.

---

### DE VERHOUDING VAN EENIGE WIJNSTEENZURE ZOUTEN TEN OPZIGTE VAN HET GEPOLARISEERDE LICHT.

---

#### § 13.

*Onderzoekingen door mij gedaan omtrent het S. D. V.  
van wijnsteenzure zouten.*

Na de zonderlinge verhouding van het vrije wijnsteenzuur tegenover het gepolariseerde licht te hebben nagegaan, zal het niet van belang ontbloeit zijn, om te zien, of ook dezelfde anomalieën zich vertoonen in de wijnsteenzure zouten.

De neutrale wijnsteenzure zouten der alcaliën zijn alle goed in water oplosbaar, de zure zouten minder. De meeste zouten der overige metalen zijn in water

weinig oplosbaar. Hierin ligt dan ook de reden, dat ik mij in de eerste plaats bezig hield om de wijnsteenzuren zouten der alcaliën te onderzoeken.

I *Tartras potassae neuter.*



De oplossing bevatte 20% tartras potassae en 80% water, en werd gebragt in eene buis van 2,2036 decimeters lengte. De resultaten waren de volgende:

	Temperatuur.	Strepen van het Spectrum.				
		C	D	E.	b	F.
δ	0	1,1272				
	25	1,1215				
	50	1,1104				
	75	1,0977				
	100	1,0876				
ε	0	11°,062	13°,185	16°,318	17°,262	19°,917
	25	10,893	12,963	16,285	17,245	19,720
	50	10,528	12,948	16,113	16,977	19,460
	75	10,460	12,803	15,978	16,831	19,418
	100	10,387	12,661	15,872	16,640	19,370
[ε]	0	22°,320	27°,223	32°,925	34°,825	40°,187
	25	22,038	26,836	32,948	34,963	39,920
	50	21,514	26,400	32,928	34,693	39,767
	75	21,623	26,467	33,030	34,793	40,398
	100	21,771	26,415	33,191	34,716	40,412
[ε] gemidd.	21°,885	26°,668	33°,024	34°,798	40°,137	
[ε] λ <sub>2</sub>	9407	9245	9166	9285	9479	

Uit bovenstaande tabel volgt, dat de wijnsteenzure potasch de vierde wet van Biot volgt, en het soortelijk draaijend vermogen daarvan bij temperaturen tusschen 0 en 100° nagenoeg onveranderd blijft. Tevens ziet men, dat het soortelijk draaijend vermogen veel grooter is dan bij wijnsteenzuur.

Daar nu elk molecule van wijnsteenzure potasch voor  $\frac{3}{17}$  deel van zijn gewigt uit wijnsteenzuur bestaat, zal men het soortelijk draaijend vermogen van het wijnsteenzuur in dit zout bevat vinden, door de draaijing voor de verschillende strepen met  $\frac{17}{3}$  te vermenigvuldigen waardoor men verkrijgt:

Strepen van het Spectrum.

S.D. V van het wijnsteenzuur in het zout voorhanden:	C	D	E	b	F
	34,286	41,778	51,737	54,517	62,881

Het product  $[\rho] \lambda^2$  heeft een minimum, gelegen bij de streep E, dus in de groene stralen en is voor de streep C en F ongeveer gelijk. Dit herinnert aan het vrije wijnsteenzuur dat voor sterke oplossingen bij de streep E het maximum van draaijing vertoont.

*Tartras sodae neuter.*



Van dit zout werd eene oplossing die 20% wijnsteenzure soda en 80% water bevatte onderzocht in dezelfde buis als vroeger. Zij leverde de volgende resultaten op:

	Tempe- ratuur.	Strepen van het Spectrum.				
		C	D	E	b	F
$\delta$	0°	1,1289				
	25	1,1197				
	50	1,1090				
	75	1,0875				
	100	1,0760				
$e$	0	10°,435	12°,788	15°,660	16°,167	19°,003
	25	10,272	12,722	15,625	16,130	18,989
	50	10,259	12,695	15,620	16,062	18,982
	75	10,250	12,583	15,496	16,012	18,739
	100	9,999	11,955	15,292	15,878	18,702
$[e]$	0	20°,975	25°,702	31°,477	32°,496	38°,198
	25	20,821	25,787	31,673	32,695	38,491
	50	20,992	25,982	31,961	32,865	38,840
	75	21,388	26,256	32,333	33,411	39,102
	100	21,134	25,211	32,248	33,476	39,439
$[e]$ Gemidd.	21°,062	25°,788	31°,938	32,975	38,814	
$[e]\lambda^2$	9067	8977	8863	8798	9166	

Ook dit zout volgt de vierde wet van Biot; het soortelijk draaijend vermogen verandert weinig bij verandering van temperatuur. Het minimum van het product  $[e]\lambda^2$  ligt hier bij de streep b en dus eenigzins nader bij het violette deel van het spectrum dan bij tartras potassae neuter het geval is.

Het soortelijk draaijend vermogen voor het wijnsteen-  
zuur in het zout voorhanden is bij tartras sodae:

Strepen van het Spectrum.

C	D	E	b	F
32°,295	39°,544	48°,978	50°,562	59,515.

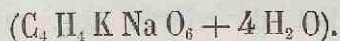
*Bitartras sodae.*

( $C_4 H_6 Na_2 O_6 + H_2 O$ ).

Onder de zure wijnsteenzure zouten is dit het meest oplosbaar in water. Eene oplossing van 10% dubbelwijnsteenzure soda en 90% water bij verhoogde temperatuur gemaakt kristalliseerde echter gedeeltelijk bij afkocling in de buis. Toen het zonlicht door de buis viel en het licht door het omdraaijen van den analyseur grootendeels was uitgedoofd was het spectrum doorsneden door 12 verticale flauw uitlopende strepen, waarschijnlijk een gevolg van diffractie. Later werden de kristallen door verwarming opgelost, en de strepen verdwenen. Men zag echter geene donkere banden door het spectrum loopen, bij draaijing van den analyseur, maar alle kleuren werden gelijkelyk uitgedoofd. Het minimum van intensiteit was ongeveer 2°,5 regts van het nulpunt gelegen. Er bestaat dus geen noemenswaard verschil tusschen de draaijing voor de verschillende stralen, en het soortelyk draaijend vermogen is tamelyk gering.

Nadere proeven konden hieromtrent wegens gebrek aan zonlicht niet worden gedaan.

*Tartras potassae et sodae.*



Van dit dubbelzout werd eene waterige oplossing die 20% sal seignette en 80% water bevatte aan de proef onderworpen.

Het leverde de volgende resultaten op:

	Tempe- ratuur.	Strepen van het spectrum.				
		C	D	E	b	F
$\delta$	0	1,1067				
	25	1,1008				
	50	1,0893				
	75	1,0773				
	100	1,0669				
$e$	0	9,326	11,118	13,260	13,915	16,123
	25	9,410	11,390	13,457	14,057	16,527
	50	9,585	11,476	13,752	14,158	16,333
	75	9,643	11,690	13,807	14,203	16,395
	100	9,730	11,813	13,913	14,268	16,422
$[e]$	0	18,261	21,820	25,963	27,245	31,569
	25	18,524	22,421	26,490	27,667	32,076
	50	19,066	22,828	27,355	28,226	32,489
	75	19,396	23,513	27,771	28,567	32,977
	100	19,762	23,993	28,258	28,980	33,355
$[e]\lambda^2$	0	7860	7565	7205	7270	7455
	25	7973	7773	7351	7382	7575
	50	8207	7914	7591	7532	7673
	75	8349	8152	7706	7622	7788
	100	8506	8318	7860	7732	7877

Men ziet uit deze tabel, dat het soortelijk draaiend vermogen van sal seignette toeneemt bij verhooging van temperatuur voor alle strepen van het spectrum, en tevens, dat het de vierde wet van Biot volgt. Het minimum van het product  $[\alpha]\lambda^2$  ligt bij  $0^\circ$  en  $25^\circ$  bij de streep E; bij hogere temperatuur bij de streep b, en is dus wederom in het groene deel van het spectrum gelegen.

Om het soortelijk draaiend vermogen van het wijnsteenzuur in dit zout voorhanden te bepalen, moet het vermenigvuldigd worden met  $^{47}/_{25}$ , waardoor men verkrijgt:

Temperatuur.	Strepen van het spectrum.				
	C	D	E	b	F
$0^\circ$	34°.330	40°.022	48°.810	51°.220	59°.349
25	34.825	41.152	49.701	52.014	60.303
50	35.843	42.917	51.427	53.065	61.079
75	36.465	44.204	52.097	53.761	61.997
100	37.152	45.107	53.125	54.482	62.707



*Tartras ammoniac neuter.*

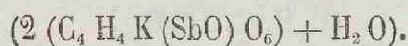
Dit zout is minder in water oplosbaar dan de overige neutrale tartraten, zoodat de oplossing, die hiervan onderzocht werd, slechts 10% sterkte had. De proef werd door gebrek aan zonlicht alleen bij 25° gedaan. De resultaten waren de volgende:

	Strepen van het Spectrum.				
	C	D	E	b	F
$\delta$	1.0637				
$\rho$	7°.117	8°.693	10°.090	10.610	12.312
$[\rho]$	31°.08	37°.09	43°.05	45°.27	53°.76
$[\rho] \lambda^2$	13376	12860	11948	12081	12608

De neutrale wijnsteenzure ammonia volgt derhalve de 4<sup>de</sup> wet van Biot, terwijl het minimum van het product  $[\rho] \lambda^2$  bij de streep E is gelegen. De volgende getallen stellen het S. D. V. voor van het wijnsteen-zuur in het zout voorhanden

## Strepen van het spectrum.

C	D	E	b	F
38°.12	45°.49	52°.81	55°.53	65°.94

*Tartarus emeticus.*

Dit zout is zeer weinig in water oplosbaar, zoodat de onderzochte oplossing slechts 5% braakwijnsteen en 95% water bevatte. De waarnemingen leverden de volgende resultaten op:

		Temperatuur.	Strepen van het Spectrum.				
			C	D	E	b	F
δ	0	1.0329					
	25	1.0293					
	50	1.0224					
	75	1.0103					
	100	0.9922					
ε	0	12°.930	16°.823	20°.900	21°.882	25.607	
	25	12°.680	15°.723	20°.457	21°.238	24.805	
	50	12°.157	15°.097	19°.730	20°.590	23.862	
	75	11°.857	14°.635	18°.990	19°.649	23.062	
	100	11°.480	14°.250	18°.040	18°.783	22.823	
[ε]	0	113°.62	147°.84	183°.67	192°.30	225.03	
	25	111°.82	138°.66	180°.39	187°.39	218.74	
	50	107°.93	134°.04	175°.16	182°.80	211.89	
	75	106°.51	131°.46	170°.58	176°.50	207.25	
	100	105°.02	130°.36	165°.03	171°.83	208.79	
[ε] λ <sub>2</sub>	0	52405	51253	50966	51308	53142	
	25	51572	48069	50058	49976	51659	
	50	49778	46466	48607	48778	50041	
	75	49122	45575	47335	47097	48922	
	100	48436	45193	45796	45851	49307	

Men ziet hieruit, dat het soortelijk draaijend vermogen van den braakwijnsteen buitengemeen groot is en afneemt bij klimmende temperatuur. Het minimum van het product  $[\rho] \lambda^2$  ligt, bij  $0^\circ$ , in de groene, bij de overige temperaturen in de gele stralen. Zoekt men de waarde voor het soortelijk draaijend vermogen van het wijnsteenzuur in den tartarus emeticus voorhanden, dan verkrijgt men:

Temperatuur.	C	D	E	b	F
$0^\circ$	258.3	335.9	417.6	437.2	511.6
25	254.2	515.2	410.8	426.0	497.1
50	245.3	304.7	398.2	445.6	481.7
75	242.1	298.8	387.7	401.2	471.1
100	238.7	296.3	475.1	390.6	474.7

§ 14.

*Toetsing der verkregen resullaten aan de wet der veelvoud.*

De hoogleeraar E. Mulder 1) vestigde in zijne »Scheikundige Aanteekeningen» de aandacht op de wet

1) E. Mulder, Scheikundige Aanteekeningen, Deel I, Afl. 2, bl. 13.

der veelvouden, waardoor hij meent, dat het draaijend vermogen van een radikaal, een geheel aantal malen toe- of afneemt, wanneer het in verbinding treedt.

Zien wij thans of deze wet ook voor het wijnsteen-zuur geldt:

Daar het wijnsteen-zuur in verbinding met bases de vierde wet van Biot volgt, zoo moet men, als uitgangspunt voor de vergelijking, het wijnsteen-zuur ook nemen, in een toestand waarin het aan diezelfde wet gehoorzaamt. Dit geschiedt alleen, indien het zuur in verdunden toestand genomen wordt, wanneer tevens het soortelijk draaijend vermogen zoo groot mogelijk is. In § 41 pag. 62 is de limiet aangegeven, waartoe het soortelijk draaijend vermogen in verdunde oplossingen naderen kan en gevonden voor de strepen

C	D	E	b	F
12°.194	14°.980	17°.667	18°.315	20°.379.

Wanneer hiermede het soortelijk draaijend vermogen van het wijnsteen-zuur in verbinding met bases vergeleken wordt, dan ziet men terstond, dat dit voor de neutrale zouten der alcaliën en sal seignette ongeveer even groot is en wel driemaal zoo groot als het S. D. V. van het vrije wijnsteen-zuur.

Vermenigvuldigt men het S. D. V. van het vrije wijnsteen-zuur met drie, dan verkrijgt men:

G	D	E	b	F
36°.582	44°.940	52°.001	54°.945	61°.137

wat ongeveer met het soortelijk draaijend vermogen van het wijnsteenzuur in die zouten overeenkomt.

Men zou derhalve tartras potassae neuter, tartras sodae neuter, tartras ammoniac neuter en tartras potassae et sodae met den naam van *trigyrische* zouten kunnen bestempelen.

Bij braakwijnsteen is deze overeenkomst niet zoo duidelijk, hetgeen de Hoogleraar E. Mulder (l. c. p. 15), meent te moeten toeschrijven aan een eigen draaijingsvermogen, dat SbO zou bezitten.

## B E S L U I T.

---

Uit mijne onderzoekingen volgt:

1°. Het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen-  
zuur neemt voor alle kleuren en bij elk watergehalte  
regelmatig toe met de temperatuur.

2°. De formule  $A + Be$ , door Biot gegeven, voor  
het soortelijk draaijend vermogen van waterige oplos-  
singen van dit zuur, moet als eene benaderingsfor-  
mule beschouwd worden.

3°. Bij toeneming van temperatuur verandert de  
waarde van A niet, doch die van B neemt toe.

4°. Voor zeer geconcentreerde oplossingen van wijn-  
steenzuur, verplaatst zich het maximum van draai-  
jing, bij verwarming, van het groene deel naar de  
meer breekbare zijde van het spectrum. Verhooging

van temperatuur oefent denzelfden invloed uit, als vermeerdering van watergehalte.

5°. Alle door mij onderzochte wijnsteenzure zouten volgen de vierde wet van Biot, doch zoo, dat het product  $[\rho] l^2$  niet toeneemt naar de violette zijde van het spectrum, maar een minimum heeft in de groene stralen.

6°. Bij de neutrale zouten, is het S. D. V. constant bij verschillende temperaturen. Bij Tartras potassae et sodae neemt deze grootheid een weinig toe, bij braakwijnsteen daarentegen af, bij toeneming der temperatuur.

7°. Treedt wijnsteenzuur in verbinding met bases, dan wordt het soortelijk draaiend vermogen bij de neutrale zouten der alcaliën drie malen vermeerderd.

# INHOUD.

INLEIDING. . . . .	Bladz. 3.
--------------------	-----------

## EERSTE HOOFDSTUK.

Methoden der bepaling van het soortelijk draaijend vermogen van vloeistoffen . . . . .	9.
§ 1. Verdeeling der draaijende stoffen. Wetten van Biot. Soortelijk draaijend vermogen . . . . .	9.
§ 2. Verschillende methoden om het soortelijk draaijend vermogen van vloeistoffen te bepalen. . . . .	19.
§ 3. Methode door mij gebruikt om het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteen zuur bij verschillende temperaturen te bepalen. . . . .	25.
§ 4. Methode van waarnemen . . . . .	28.
§ 5. Methode door mij gevolgd om het soortelijk gewigt der oplossing bij verschillende temperaturen te bepalen	35.
§ 6. Wijze van berekening der waarnemingen . . . . .	40.
§ 7. Methode om de oplossingen te bereiden. . . . .	41.
§ 8. Bepaling van het soortelijk draaijend vermogen van rietsuiker . . . . .	43.



## TWEEDE HOOFDSTUK.

	Bladz.
De verhouding van het vrije wijnsteenzuur ten opzichte van het gepolariseerde licht . . . . .	47.
§ 9. Algemeene beschouwingen . . . . .	47.
§ 10. Het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteenzuur voor de verschillende strepen van het spectrum . . . . .	49.
§ 11. Het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteenzuur bij verschillend watergehalte der oplossingen . . . . .	57.
§ 12. Het soortelijk draaijend vermogen van wijnsteenzuur bij verschillende temperaturen . . . . .	64.

## DERDE HOOFDSTUK.

De verhouding van eenige wijnsteenzure zouten ten opzichte van het gepolariseerde licht . . . . .	82.
§ 13. Onderzoekingen door mij gedaan, omtrent het S. D. V. van wijnsteenzure zouten . . . . .	82.
§ 14. Toetsing der verkregen resultaten aan de wet der veelvouden . . . . .	91.
BESLUIT . . . . .	94.



# THESES.

---

## I.

De nieuwe electriseermachine van Holz is een gewijzigde electrophoor.

## II.

De methode van Bunsen, om de soortelijke gewigten der gassen uit hare uitvloeijings-snelheden te bepalen is onnaauwkeurig.

## III.

Van alle meetinstrumenten is de pyrometer het slechtste.

## IV.

Sedert de uitvinding van den psychometer van August, heeft de hygrometer van Daniell zijne practische waarde verloren.

## V.

De draaijing van het polarisatievlak zal voor de chemie der koolstoffen een groot hulpmiddel worden om de constitutie dier ligchamen te leeren kennen.

## VI.

De langs synthetischen weg bereide organische ligchamen verschillen in hunne constitutie zoo zeer van de natuurlijke, dat de chemie zich niet beroemen kan organische ligchamen door de kunst te hebben gemaakt.

## VII.

Er bestaat geene amorphie.

## VIII,

De wet van Berthollet is onjuist.

## IX.

Het is onjuist, ter verduidelijking van het ademhalingsproces der planten, het met dat der dieren te vergelijken.

## X.

De type der Mollusken, moet bij eene natuurlijke klassificatie van het dierenrijk, boven die der Arthrozoën geplaatst worden.

## XI.

De Archaeopteryx behoort tot de vogels.

## XII.

Bij gemis van bladeren, of daarmede overeenkomende organen bij de planten, zou er geen opstijgende sapstroom mogelijk zijn.

## XIII.

Plutonisme en Neptunisme sluiten elkander niet uit.

## XIV.

Het is verkeerd, uit de barometerstand en de aan de oppervlakte waargenomen dampdrukking, tot de drukking der drooge lucht te besluiten.

## XV.

De barometer geeft niet ten allen tijde de drukking der lucht aan.

## XVI.

Het Noorderlicht heeft in onzen dampkring plaats.

## XVII.

De koude Meidagen hebben hun ontstaan te danken aan de koude lucht die van het vaste land van Azië naar Europa vloeit.

---