



Desodorisatie langs photochemischen weg

<https://hdl.handle.net/1874/299517>

A. van Anrooy. 192. 1931.

DESODORISATIE LANGS PHOTOCHEMISCHEN WEG

A. VAN ANROOY

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

**DESODORISATIE LANGS
PHOTOCHEMISCHEN WEG**

DESODORISATIE LANGS PHOTOCHEMISCHEN WEG

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GE-
NEESKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT
TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN
RECTOR-MAGNIFICUS Dr. L. S. ORNSTEIN,
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER
WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS HET
BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVER-
SITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN
DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE
VERDEDIGEN OP DINSDAG 24 NOV. 1931,
DES NAMIDDAGS 4 UUR.

DOOR

ANTON VAN ANROOY
GEBOREN TE ZALT-BOMMEL

1931
DRUKKERIJ J. HOEIJENBOS & CO.
UTRECHT

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

PROFESSOR J. H. VAN DER WEGE

PROFESSOR J. H. VAN DER WEGE
HAS BEEN HONORARILY ELECTED
TO THE OFFICE OF DEAN OF THE
FACULTY OF THE UNIVERSITY OF
MICHIGAN FOR THE YEAR 1900-1901.
HE IS A Distinguished Scholar and
a man of high character and
high standing in the community.
He is a native of the Netherlands
and has spent much of his life
in the study of the history and
philosophy of science.

DOOR

ANTON VAN DER WEGE

PROFESSOR OF CHEMISTRY

PROFESSOR J. H. VAN DER WEGE
HAS BEEN HONORARILY ELECTED
TO THE OFFICE OF DEAN OF THE
FACULTY OF THE UNIVERSITY OF
MICHIGAN FOR THE YEAR 1900-1901.

AAN MIJNE OUDERS
en
AAN MIJNE VROUW



Het verschijnen van dit proefschrift geeft mij de gelegenheid U, Hoogleraren, Oud-Hoogleraren en Docenten der Geneeskundige en Philosophische Faculteiten mijn dank te betuigen.

In het bijzonder gaan mijne gedachten naar den Hooggeleerden Zwaardemaker, die mij bewoog mijn, in mijn studententijd aangevangen, onderzoek op het gebied der reuk-physiologie voort te zetten. Zijn steun en vriendschap te hebben mogen ontvangen, blijft voor mij een onvergetelijke herinnering.

Dat Gij, Hooggeleerde Noyons, hooggeachte Promotor, na het heengaan van Zwaardemaker, mij leiding hebt gegeven en mij met raad en daad hebt ter zijde gestaan verplicht mij tot grooten dank. De wijze waarop Gij dit gedaan hebt doet mij de hoop uitspreken dat onze betrekkingen, ook na het beëindigen van dit proefschrift, zullen voortduren.

Aan U, Hooggeleerde Holst en Zeer Geleerde van Wijk mijn dank, dat Gij het mij mogelijk hebt gemaakt ook in Eindhoven aan mijn proefschrift te werken en dat Gij mij daarbij van grooten steun zijt geweest.

Tenslotte mijn dank aan mijne vrouw die mij, bij het samenstellen van dit proefschrift, trouw ter zijde heeft gestaan.

INHOUD.

		pag.
Inleiding		1
Hoofdstuk I	Eigen onderzoek	9
Hoofdstuk II	Bepaling van de minima percep- tibia	13
Hoofdstuk III	Bestraling van reukstoffen met X-stralen van groote golflengten	18
Hoofdstuk IV	Beschrijving van de gebruikte reukstoffen	24
Hoofdstuk V	Het bepalen van absorptie spec- tra van reukstoffen in waterige oplossingen	27
Hoofdstuk VI	Bestraling met ultraviolet-licht .	37
Hoofdstuk VII	Bepaling van de minima percep- tibia van de met ultraviolet- licht bestraalde reukstoffen . .	51
Hoofdstuk VIII	Chemisch aantoonbare verande- ring in de bestraalde scatol . .	54
Samenvatting		56

INLEIDING.

De desodorisatie, het doen verdwijnen van een reuk, is een vraagstuk, dat reeds zeer lang de beoefenaren der geneeskunde heeft beziggehouden. Het is duidelijk dat in een tijd waarin het voortschrijden van infectie ziekten werd geweten aan miasmata, welke miasmata men zich dacht te ontstaan als uitwasemingen van stinkende producten, bij de bestrijding dezer infectie ziekten, de bestrijding der reuk een belangrijke plaats moest innemen ¹⁾. Gedragen door de meening van het volk, dat zelve aan reuk een belangrijke plaats in zijn gedachtenleven toekende, gelijk nog spreekt in uitdrukkingen als in reuk van heiligheid en in kwade reuk staan, werden maatregelen beraamd die tot voor kort als goede middelen bij de prophylaxe der infectie ziekten werden toegepast. Nog in het begin der vorige eeuw werden tijdens cholera-epidemiën pektonnen op de hoeken der straten gebrand. En niet alleen om de uitbreiding te voorkomen, maar ook om zich zelve te beschermen werd door de geneesheeren gebruik gemaakt van middelen om een kwade reuk te doen verdwijnen. Een beschrijving van de prent „Der Dokter

1) Kissalt, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 1912, Bd. 71, bldz. 273.

Schnabel in Rom" ¹⁾ vermeldt naast een geheel lederen bekleeding, die ook het hoofd bedekte, terwijl de oogen door brillenglazen afgesloten, de handen in groote handschoenen zijn verborgen, „für den Nasen einen langen Schnabel mit wohlriechende „Specerey", welke vreemde kleeding gebruikt werd voor het bezoeken van pestlijders in Rome omtrent het midden der zeventiende eeuw. Ook de cholerman, een figuur uit een spotprent op de prophylaxe der cholera, draagt een reukvat met „eine Tasse mit Essig und Gewurzelken" ²⁾. En gelijk de undersheriff mij beschreef bij mijn bezoek aan deze rechtbank, betreden nog heden ten dage de rechters van „Old Bailey" in Londen, gedurende de zomermaanden, de rechtszaal met een ruiker verse bloemen in de hand om zich te beschermen tegen de „jail fever" en de slechte reuk der gevangenen. Dit gebruik zal ongetwijfeld wel een der laatste overblijfselen zijn van de toepassing van het principe der desinfectie door desodorisatie.

Daarmede is geenszins de desodorisatie uit het hedendaagsche leven verdwenen. Ik behoef slechts te herinneren aan het karbolblokje dat in vele huizen een plaats vindt, aan de parfumsputten in de theaters, die in wezen niet verschillen van de kunstmatige regens in het Amphiteater der Romeinen, welke regen uit crocuswater bestond.

Van desodorisatie, van reukeloos maken in den werkelijken zin van het woord is bij deze gevallen geen sprake. De reuk wordt niet meer waargenomen omdat ze overheerscht wordt door een andere, die sterker is, maar aan het reukorgaan wordt dus nog wel een prikkel toegevoerd, zij 't dan ook dat niet

1) Holländer, Eugen, Die Karikatur und Satire in der Medizin, 2e Aufl. 1921, bldz. 171, fig. 79.

2) Bldz. 175, fig. 82.

3) Henning, Der Geruch, 2e Aufl. 1924, bldz. 15.

de oorspronkelijke wordt waargenomen.

Toch zou het volgens Zwaardemaker mogelijk zijn twee in reukkwaliiteit uiteenlopende reukstoffen in gasvormigen toestand zoodanig te mengen, dat dit mengsel aan het reukorgaan toegevoerd, géén specifieke prikkel meer geeft. Hij gaf aan dit verschijnsel de naam van „compensatie” en somt een geheele lijst van stoffen op waarmede het hem gelukt is, door middel van compensatie, desodorisatie te bereiken ¹⁾ Henning ²⁾ ontkent deze mogelijkheid en wijt het verschijnsel aan de wisselende aandacht van den onderzoeker en Georg Cohn ³⁾ schaaft zich aan zijn zijde met verwijzing naar analoge verschijnselen op acustisch en optisch gebied. Broekman ⁴⁾ gelukte het bij onderzoek van de methyl-benzolreeks compensatie's aan te toonen. C. Huyer ⁵⁾ is dit voor de aniline en homologen niet mogen gelukken. Al deze proeven zijn uitgevoerd onder zeer bepaalde voorwaarden, in de voornaamste plaats wel met zeer kleine hoeveelheden reukstoffen.

Een geheele reeks proefnemingen namen A Erlandsen en L. Schwarz ⁶⁾, die zij onder de benaming van compensatie's uitvoerden, hier echter weer in den zin van overheerschen, met ozon tegenover verschillende reukstoffen. Het is duidelijk dat zij daarbij uit gingen van de gedachten met ozon te kunnen desodoriseeren waarbij zij geheel in het midden lieten of deze desodo-

1) Zwaardemaker, *Physiologie des Geruchs*, bldz. 168.

2) Henning, *Der Geruch*, 2e Aufl. 1924, bldz. 373.

3) Georg Cohn, *Die Riechstoffe*, 22e Aufl., bldz. 21.

4) Broekman, *Olfactologie der methylbenzolreeks*. Kon. Acad. van Wetenschappen, Amsterdam Jan. 1917, dl. 25.

5) Huyer, C., *Olfactologie van aniline en homologen*. Acad. Proefschrift Utrecht 1917, blz. 61.

6) Erlandsen, A. und Schwarz, L., *Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten*, Bd. 67, 1910, bldz. 391.

risatie door overheersching dan wel door chemische inwerking (oxydatie) zou geschieden. De verkregen resultaten zijn in zooverre merkwaardig dat het hen gelukte tabaksrook door ozoniseeren tot verdwijnen te brengen, een verschijnsel, dat in de praktijk van het dagelijksche leven een menigte ozonlampjes heeft doen ontstaan voor gebruik in woonvertrekken. Met de scatol waren zij minder gelukkig. Wel verdween de scatollucht nadat de ozon was bijgevoegd om plaats te maken voor de reuk van ozon, maar reeds spoedig verminderde deze in intensiteit en keerde de reuk van de scatol opnieuw en met ongewijzigd karakter terug.

Zelf herhaalde ik deze proefneming op de volgende wijze. In een glazen vat in den vorm van een cylinder van 6 c.m. lengte en 6 c.m. doorsnede, aan de open zijden voorzien van twee cellophane vensters brachten wij een druppel van een scatol-oplossing in water van een concentratie van 10 m.gr. op 1 L. De cellophane vensters, die vervaardigd werden door het cellophane in vochtigen toestand over de opening te spannen en met rubberbandjes te bevestigen, waren niet afneembaar. Het inbrengen van den druppel kon geschieden doordat de cylinder voorzien was van twee zijwaarts uitstekende glazen buisjes waardoor een pipet gebracht kon worden, welke buisjes het bovendien mogelijk maakten met het reukorgaan waarnemingen te doen betreffende den inhoud van de cylinder. Gedurende de proefnemingen werden ze afgesloten door kurkjes bekleed met stanniol ¹⁾.

Nadat de druppel verdampt was, werd door een der cellophane vensters bestraald, met een „Metalix” röntgenbuis, gedurende 45 seconden op een afstand van 3 c.m.

1) Zie figuur bldz. 20.

Onmiddellijk na deze bestraling werd geen scatol-lucht waargenomen, alleen de reuk van het ozon. Na 30 seconden werd een lichte ozon-lucht en een lichte scatol-lucht dooreen gemengd waargenomen en na 65 seconden was de ozon-lucht verdwenen, de scatol zeer duidelijk waarneembaar. Deze proef herhaald in de reukkast van Zwaardemaker gaf gelijksoortige uitkomsten.

Dat ook op andere wijze dan door compensatie, welk woord in de litteratuur herhaaldelijk ook dan gebruikt wordt wanneer het in de bedoeling ligt van overheersing te spreken, het verschijnsel der desodorisatie te bereiken zou zijn, bevestigde Kissalt¹⁾ door zijn onderzoekingen betreffende het absorbeerend vermogen van verscheidene stoffen ten opzichte van reukstoffen.

Dat sommige reukstoffen zeer sterk adhaereeren aan de verschillende stoffen waarmede zij in aanraking komen is een bekende eigenschap die eenerzijds van groot nut kan zijn, bijvoorbeeld in de parfumerie-industrie die zich toelegt op fabricage van reukstofmengsels van groot aanhechtend vermogen. Anderzijds kan deze eigenschap groote last veroorzaken vooral bij olfactometrische onderzoekingen.

Dat hierdoor echter een zekere hoeveelheid reukstof aan onze waarneming onttrokken kan worden spreekt van zelf. Tempelaar²⁾ verrichtte daarover zelfs quantitatieve bepalingen en vond in het reservoir dat hij gebruikte voor scatol een verhouding tusschen het geadsorbeerde en het niet geadsorbeerde deel, als van 1 : 17.

Kissalt, die bij zijn proefnemingen bedorven vleesch

1) Kissalt, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 1921, dl. 71, bldz. 273.

2) Tempelaar, H. C. G., Acad. Proefschrift Utrecht 1913, bldz. 24.

gebruikte, verkreeg naast vele negatieve uitkomsten, goede resultaten met natronloog, kaliumpermanganaat en olijfolie.

Het beste resultaat leverde houtskool en beenderkool in fijn verdeelden vorm, vooral met koolkorrels van 2 m.m. doorsnede, waarvan hij het gebruik bij stinkende wonden aanbeveelt in den vorm van linnen zakjes gevuld met deze kool.

Het vernietigen van reukstof, door chemische inwerking, bracht Kissalt er toe weder het ozon te beproeven. De resultaten hiermede verkregen zijn evenmin overtuigend, al ligt er een zekere bekoring in zijn veronderstelling, dat de desodorisatie van scatol door ozon mogelijk zou zijn door inwerking van zeer groote hoeveelheden ozon gedurende langen tijd.

In hetzelfde jaar dat Kissalt deze proeven publiceerde, verscheen de mededeeling van Zwaardemaker¹⁾ over de inwerking van ultraviolet licht op reukstoffen.

Hiermede werd de desodorisatie in geheel nieuwe banen geleid. Het gelukte Zwaardemaker door bestraling met een kwartslamp een aantal reukstoffen in gasvorm reukeloos te maken. Uitgaande van een concentratie van twee olfactieën verminderde deze concentratie onder inwerking van het ultraviolet licht in een zekeren tijd tot beneden een olfactie.

De duur van de bestraling bleek afhankelijk te zijn van de gebruikte lichtbron en van de onderzochte reukstof.

Aan welke reactie's dit is toe te schrijven is niet steeds uit te maken, daar zoowel oxydaties als syntheses, polymerisaties en dissociaties een rol kunnen spelen.

1) Zwaardemaker, Die Wirkung des Ultravioletten Lichtes auf Riechgase. Monatschrift für Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie. 46 Jahrg. (1912), 5e Heft, bldz. 672.

In zijn bovengenoemd proefschrift vermeldt Tempe-
laar een aantal uit de litteratuur aangehaalde voor-
beelden van deze chemische reactie bij inwerking van
ultraviolet licht op verscheidene stoffen.

Hij zet dan vervolgens het onderzoek van Zwaar-
demaker voort en maakt gebruik van verschillende
lichtbronnen zooals de uveollamp, het electrisch boog-
licht met ijzerhoudende koolspitsen, een magnesium
brander en een enkele maal ook van het direkte
zonlicht.

Hij betrok een zeventigtal reukstoffen in zijn onder-
zoekingen en vond, in alle klassen naar de rangschik-
king volgens Zwaardemaker, een aantal lichtgevoelige
en een aantal ten opzichte van ultraviolet licht refrac-
taire stoffen.

Het aantal lichtgevoelige stoffen bedroeg 67 % van
de door hem onderzochte stoffen. Hij kwam daarbij
tevens tot de slotsom dat, uit mengsels van reukstoffen
bij bestraling, de meest lichtgevoelige het eerst ver-
dwijnen.

De verschillende wijzen van desodorisatie beschou-
wende, komen we tot een tweetal principieel verschil-
lende methoden, een waarbij de reukstof niet veranderd
wordt, een tweede waarbij dit wel het geval is.

Tot de eerste behoort de desodorisatie door adsorptie
waarvan de proefnemingen van Kissalt met kool in
poedervorm het duidelijke voorbeeld zijn en evenzeer
de desodorisatie door overheersching respectievelijk
compensatie. De tegenstrijdige meeningen die daarom-
trent heerschen behoeven we zoover het de overheer-
sching betreft niet nader te bespreken. Het eenvoudige
experiment van de ozon en de scatol, gelijk ook door
mijzelve gadegeslagen, geeft duidelijk te zien, dat we
hier met een verschil van intensiteit der prikkel te doen
hebben die aan het reukorgaan wordt toegevoerd. Dat
dit verschil in intensiteit geenszins evenredig behoeft

te zijn met de hoeveelheden toegevoerde reukstoffen daarop heeft Huyer ¹⁾ nog eens met nadruk gewezen. Zoo zal b.v. een reukstof, met sterk adsorptie-vermogen aan het vochtig neusslijmvlies, minder gemakkelijk het van specifiek epitheel voorziene deel bereiken dan een reukstof met gering adsorptie-vermogen en zullen we dus de laatste reukstof reeds bij lagere concentratie waarnemen ook wanneer beide reukstoffen eenzelfde reukkracht bezitten.

Wat betreft de compensatie en de daarmede samengaande onderlinge wedstrijd van reukgewaarwordingen wil ik mij geheel aansluiten bij F. Kiesow ²⁾ wiens onderzoek dat van Zwaardemaker bevestigde en die het verschijnsel beschreef als een product van psychische samensmelting. Volgens ons huidig inzicht in het mechanisme der reukgewaarwording is het immers niet anders dan aannemelijk dat, door een aan het reukorgaan toegevoerde reukstof, een prikkel uitgeoefend wordt. Of deze prikkel ons bewust wordt hangt zonder twijfel onder meer af van de hoeveelheid toegevoerde reukstof en van gelijktijdige inwerking van andere reukstoffen.

Tot de desodorisatie waarbij de reukstof veranderd wordt, kunnen we alle chemische methoden rekenen en ook de photo-chemische die door Zwaardemaker het eerst beproefd is met zijne bestralingen met ultraviolet licht.

Het is mijn bedoeling in de volgende bladzijden nader in te gaan op de vele vragen die zich voordoen bij deze laatste methode, die der desodorisatie langs photochemischen weg.

1) Huyer, Olfactologie van aniline en homologen. Acad. proefschrift Utrecht 1917, bldz. 21.

2) Kiesow, F., Arch. Neerl. de Physiologie, Tome 7, bldz. 281-284.

HOOFDSTUK I.

Eigen Onderzoek.

Het desodoriseeren van een reukstof, in gasvormigen toestand in een reservoir gebracht, is dus, indien de reukstof lichtgevoelig is, door bestraling met ultraviolet-licht inderdaad mogelijk. De wijze waarop Zwaardemaker dit verrichtte, door gebruik te maken van een uveollamp als lichtbron, deed Tempelaar, toen hij dit werk voortzette, het verlangen uitspreken de mogelijkheid van een selectie van een bepaalde lichtsoort, d.w.z. licht uitgezonden door een bepaalde lamp, voor een aantal reukstoffen te bestudeeren.

Hij ging daartoe empirisch te werk en gebruikte, zooals ik reeds beschreef, een aantal verschillende lichtbronnen, maar vond in geen enkel opzicht een uitgesproken voorkeur van een der lichtbronnen bij desodorisatie van bepaalde reukstoffen.

Mijne eerste proefnemingen, waarvan ik hier geen nadere beschrijving wil geven, als niet ter zake dienende, deden mij een geheele reeks van deze bestralingen met dezelfde lampen herhalen. Vervolgens koos ik een lichtbron, de Philips Ultra-sol-lamp, die daarom verre de voorkeur zou verdienen boven andere, omdat ze het euvel der ozonontwikkeling mist en dus in het met reukstof in gasvormigen toestand gevulde reservoir kon worden opgehangen. Deze lichtbron bleek echter

niet binnen bepaalde tijden voldoende betrouwbare resultaten op te leveren.

Deze moeilijkheden deden mij overwegen of het niet mogelijk zou zijn van deze empirische wijze van bestralen af te stappen en omgekeerd te trachten te bepalen van welke ultraviolette-stralen wij eenige werking in den zin van desodorisatie mochten verwachten.

Nu is het duidelijk dat alleen die stralen enig effect kunnen hebben die door het gas geabsorbeerd worden ¹⁾. Dit bracht ons op het denkbeeld de desodorisatie door middel van ultraviolette stralen in te leiden met het nemen van ultra-spectroscopische opnamen van de reukstoffen om vervolgens naar aanleiding van de daardoor gevonden absorptie banden de ultraviolette stralen ter bestraling te kunnen kiezen.

Zwaardemaker geeft in l'Odorat ²⁾ van verscheidene reukstoffen een overzicht van de beschrijving van Heyninx betreffende de absorptie-banden in het ultraviolet eigen aan deze reukstoffen. Er is volgens Zwaardemaker alle recht om aan te nemen dat reukgevende eigenschappen in het infrarode deel evenzeer kunnen voorkomen, terwijl Noyons mij er op wees dat ook stralen als die van Bucky in een empirisch onderzoek zouden betrokken moeten worden om na te gaan of reukgevende eigenschappen door straling bij deze golflengte te treffen zouden zijn.

Bij mijn beschouwingen heb ik me verder geheel bepaald tot het gebied der ultraviolette stralen en om op de verscheidene vragen die zich daarbij aan mij voordeden een antwoord te kunnen geven richtte ik een onderzoek in waarvan ik nu een beschrijving hier wil laten volgen.

1) Zie bldz. 39.

2) Zwaardemaker, L'Odorat, Bibl. de Psychologie Experimentale, Paris 1925, bldz. 245.

Beschrijving van het onderzoek.

Voor iedere desodorisatie proef is het noodig het minimum perceptibile van de te onderzoeken stof te kennen, eenerzijds om niet het gevaar te loopen met concentraties te gaan werken die voor het reukorgaan, in de daarvoor gebruikelijke apparaten, niet meer waarneembaar zouden zijn, anderzijds om tot vergelijkingen te kunnen komen van onderling vergelijkbare waarden.

Deze minimum perceptibile bepalingen moest ik dus vooraf doen gaan.

Vervolgens onderzocht ik nog voortgaande op den empirischen weg, de desodoriseerende werking der Bucky stralen op een drietal reukstoffen.

In aansluiting daaraan bepaalde ik met behulp van den spectroscop de absorptie banden die eenige reukstoffen in het ultra-violet vertoonen.

In afwijking met wat tot nu toe geschiedde gebruikten wij daarop voor de bestraling met ultra-violet licht, geen verdampte reukstof maar reukstoffen in waterige oplossing, terwijl wij stralen kozen in eenige gevallen van een golflengte overeenstemmende met de absorptie banden van de betreffende reukstof. Voor deze bestralingen werd steeds dezelfde lichtbron gebruikt.

Tevens werd door mij met den spectroscop gecontroleerd of bij deze bestraalde stoffen een verandering in het absorptiespectrum was opgetreden.

De minima perceptibilia van deze bestraalde reukstoffen, werden opnieuw bepaald hetgeen volgens de werkwijze van Zwaardemaker en later ook volgens die van Tempelaar niet mogelijk was, omdat zij uitgingen van reukstof in gasvormigen toestand van een concentratie van twee olfactieën. Door bestraling ontstond nu, indien de reukstof lichtgevoelig was, een reukeloos gas, dat zich niet tot verder onderzoek met het reuk-

orgaan leende, hetgeen Zwaardemaker de voorzichtige formuleering deed neerschrijven dat de bestraling de concentratie der reukstoffen van twee tot beneden een olfactie deed dalen. De reukstoffen in waterige oplossing leenden zich, ook na de bestraling, voor dit onderzoek echter wel.

Eveneens kon ik hiermede langs den weg van een chemische reactie trachten na te gaan of de oorspronkelijke reukstof, na de poging tot desodorisatie, nog aantoonbaar was.

HOOFDSTUK II.

Bepaling van de minima perceptibilia.

Om met een reukstof eenige proefneming te kunnen doen, die berust op waarneming met het reukorgaan is het noodzakelijk na te gaan tot in welke kleinste hoeveelheid de reuk is waar te nemen, daar slechts met deze geringe concentraties proeven als die der desodorisatie door middel van bestraling practisch uitvoerbaar zijn.

De verschillende chemische reactie's immers die onder invloed van de bestralingen te verwachten zijn verlopen zelden geheel ten einde. Gewoonlijk ontstaat een evenwicht tusschen de uitgangsstof en de dekomponenten. Wil men derhalve met het reukorgaan beslissen of een reukstof verdwijnt tengevolge van een dergelijke reactie dan moet dit evenwicht liggen beneden de concentratie van de nog juist waarneembare hoeveelheid.

Als concentratie waarvan uitgegaan werd kozen dan ook Zwaardemaker en Tempelaar een tweemaal zoo groote hoeveelheid als nog juist waarneembaar is.

De reukmetingen worden in de reukphysiologie op verschillende wijzen uitgevoerd.

Waar het onze bedoeling is een absolute waarde te verkrijgen, waren we aangewezen op een direkte methode welke wordt uitgevoerd door in een bepaalde

ruimte een bepaalde hoeveelheid reukstof te laten verdampen.

Daarnaast bestaat een indirecte methode waarbij het mogelijk is een bepaalde prikkel te varieeren en een gemiddelde hiervoor vast te stellen. Dit kan zeer eenvoudig uitgevoerd worden door gebruik te maken van de olfactometers van Zwaardemaker ¹⁾).

Hermanides ²⁾ heeft getracht ook hiermede absolute minima te bepalen maar komt echter tot de conclusie, dat men niet de olfactometrisch gevonden waarden mag herleiden tot grammen.

De bepalingen van de minima perceptibilia werden door Passy ³⁾ op zeer eenvoudige wijze verricht.

Hij liet van een serie oplossingen, van bekende sterkte, van een reukstof een druppel verdampen in een glazen kolf van een liter inhoud en nam dan door ruiken waar van welke sterkte van oplossing één druppel, na verdampen, nog te ruiken was.

Deze methode herhaalde ik voor een tweetal reukstoffen en vond waarden die belangrijk hooger zijn dan met de tegenwoordig gebruikelijke wijze van werken gevonden worden.

De verklaring van dit verschijnsel is toe te schrijven aan de groote adsorptie van reukstof aan den wand van het reservoir waarmede geëxperimenteerd wordt.

De uitkomsten, die het gemiddelde voorstellen van een tiental waarnemingen, wil ik hier laten volgen.

Methode Passy:

Diacetyl $8 \cdot 10^{-7}$ gr. p. L.

Scatol $5 \cdot 10^{-9}$ gr. p. L.

1) Zwaardemaker, Die Physiologie des Geruchs, bldz. 103.

2) Hermanides, Over de constanten der in de olfactometrie gebruikelijke negen standaard geuren. Acad. proefschrift Utrecht 1901, bldz. 36.

3) Passy, Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, 6 et 20 Février, Paris 1892.

Methode Zwaardemaker:

Diacetyl $2,5 \cdot 10^{-12}$ gr. p. L.Scatol $7,8 \cdot 10^{-13}$ gr. p. L.

De overige bepalingen geschieden allen in de reuk-kast van Zwaardemaker, waarvan een korte beschrijving moge volgen.

De reukkast is een reservoir in den vorm van een kubus, waarvan het geraamte van hout is en waarvan alle wanden van glas zijn en gemakkelijk afneembaar (voor reiniging) uitgezonderd een opstaande wand, welke van aluminium is vervaardigd en waarin in het midden een breede spleetvormige opening is gelaten, waardoorheen de neus kan gestoken worden tot het doen van waarnemingen.

Deze opening kan door middel van een stukje karton, geschoven onder een klemveertje, dicht gemaakt worden, zoodat de kast, wanneer geen waarneming met het reukorgaan verricht wordt, geheel gesloten is.

De zijden van de kast meten 40 c.m. zoodat de inhoud 64 liter bedraagt.

De proefneming verloopt als volgt:

Evenals bij de methode van Passy wordt een druppel reukstof van een oplossing van bekende sterkte, op een horlogeglas in de reukkast tot verdamping gebracht. Deze verdamping kan bevorderd worden door onder den bodem van de kast (die daarvoor op pootjes gezet moet worden) een kooldraad-lamp te brengen om op deze wijze een lichte verwarming te verkrijgen.

Na verdampen van de druppel en nadat nog eenige minuten verlopen zijn om de reukstof gelegenheid gegeven te hebben om zich te verspreiden, wordt het stukje karton voor de opening in de aluminium achterwand weggeschoven en kan de reuk-waarneming geschieden.

Door nu oplossingen te nemen van 5 of 10 maal sterkeren graad van verdunning en hiervan een druppel in de reukkast te brengen wordt een concentratie bereikt, waarvan na verdampen, geen reuk meer is waar te nemen. De concentratie van de daaraan voorafgaande oplossing, waarvan een druppel nog wel een waarneembare reuk verspreidde, wordt nu tot de helft teruggebracht. Zoo voortgaande vindt men nauwkeurig de oplossing van een bekende sterkte, die nog juist waarneembaar is.

Het is niet raadzaam te trachten, de hoeveelheid reukstof, die in de reukkast gebracht wordt, te varieeren door meerdere druppels van een oplossing van bepaalde sterkte op het horlogeglas te verdampen.

De verdampingstijd bijvoorbeeld, die onder de bovenbeschreven voorwaarden ongeveer een half uur bedraagt, wordt daardoor zeer vergroot, hetgeen aanleiding geeft tot niet vergelijkbare omstandigheden met vorige waarnemingen.

De door mij onderzochte reukstoffen waren:

aceton (1), nitrobenzol (2), saffrol (3), eugenol (2), thymol (2), heliotropine (piperonal) (3), eucalyptol (2), linalyacetaat (2), scatol (9), diacetyl (2), pyridine (6), carvacrol (2) en anijsaldehyde (aubépine) (2).

De cijfers, achter de stoffen vermeld, geven aan tot welke van de klasse volgens de klassificatie van Zwaardemaker, zij behooren. Het diacetyl heb ik, nog in overleg met Zwaardemaker, in de 2e klasse, die der aromatische geuren, ondergebracht.

Van elke stof herhaalde ik de bepaling minstens vijfmaal waarbij tusschen de verschillende waarnemingen ter contrôle verricht vaak zeer lange tijden verliepen. Van deze uitkomsten is het gemiddelde genomen.

In de volgende lijst heb ik opgesteld naast elkaar de waarnemingen van Hermanides gelijk vermeld in

Tigerstedt's ¹⁾ Handbuch der Physiologische Methodik, die van Tempelaar overgenomen uit bovenvermeld proefschrift en tenslotte in de 3e kolom de uitkomsten van mijn eigen waarnemingen.

De minima perceptibilia zijn uitgedrukt in grammen per cc. lucht.

	H	T	v. A
Aceton	$0,7 \cdot 10^{-9}$	—	$1,1 \cdot 10^{-9}$
Nitrobenzol	$1,6 \cdot 10^{-11}$	—	$1,9 \cdot 10^{-11}$
Saffrol	$1 \cdot 10^{-13}$	—	$3,5 \cdot 10^{-13}$
Eugenol	—	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$
Thymol	—	$3,8 \cdot 10^{-11}$	$4 \cdot 10^{-11}$
Heliotropine	—	—	$1 \cdot 10^{-12}$
Linalyacetaat	—	$9,3 \cdot 10^{-11}$	$4 \cdot 10^{-11}$
Scatol	$4 \cdot 10^{-13}$	—	$7,8 \cdot 10^{-13}$
Carvacrol	—	$1 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$
Pyridine	$4 \cdot 10^{-11}$	—	$7,8 \cdot 10^{-11}$
Anijsaldehyde	—	—	$3,4 \cdot 10^{-11}$
Diacetyl	—	—	$2,5 \cdot 10^{-12}$

De uitkomsten waren dus, voor zoover door de andere waarnemingen waren verricht, geheel van dezelfde orde.

Het diacetyl, mij door Prof. Kluyver ter beschikking gesteld, werd vóór dit onderzoek nog niet bij reukproeven gebruikt.

Van deze stoffen vond Tempelaar lichtgevoelig het eucalyptol, eugenol, carvacrol, saffrol, thymol, linalyacetaat en de scatol.

Voor ultra-violet-licht refractair: anijsaldehyde en nitrobenzol.

1) Tigerstedt, Handbuch der Physiologische Methodik, III 1, bldz. 57.

HOOFDSTUK III.

Bestraling van reukstoffen met X-stralen van grootte golflengten.

Als bron voor deze stralen werd gebruikt een bijzondere Röntgenbuis, die de stralen uitzendt waarop het eerst door Bucky ¹⁾ de aandacht is gevestigd en welke stralen veelal kortweg Bucky-stralen worden genoemd (Grenzstrahlen, Rayons limites).

Deze buis speciaal geconstrueerd voor het opwekken van weeke stralen van een golflengte van 1 tot 8 Å° bij eene belasting met 9 k.v. en een stroomsterkte van 3 m.A. is voorzien van een Lindemann venster.

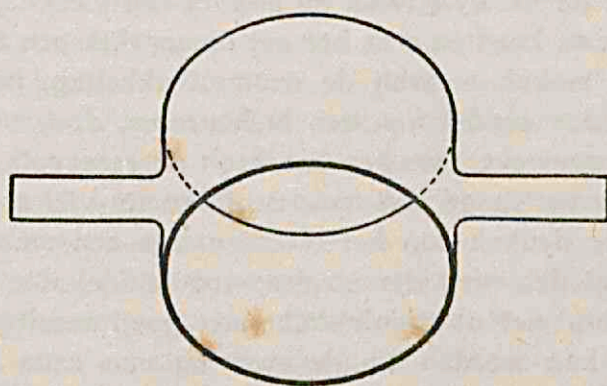
De werkingssfeer van deze stralen strekt zich niet verder uit dan 3 tot 4 c.m. en waar ze door alle soorten glas geheel geresorbeerd worden, was het noodzakelijk een reservoir te maken waarin de reukstof kon worden opgesloten en van openingen voorzien bekleed met een aan zeer bijzondere eischen voldoende stof. In het cellophane vonden we nu een stof die behoorlijk afsluit en de Bucky-stralen doorlaat.

Cellophane papier laat de stralen door indien het een dikte heeft van niet veel meer dan $2 \cdot 10^{-2}$ m.m.

1) Bucky, Reine Oberfläche Therapie mit überweichen Röntgen-Strahlen. Münch. Mediz. Wochenschrift, Mai 1925, Tl. 20, bldz. 802.

Volgens metingen, door Dauvillier²⁾ verricht, heeft een scherpje van $6 \cdot 10^{-2}$ m.m. reeds een belangrijke invloed, terwijl bij een afmeting van $12 \cdot 10^{-2}$ m.m. de stralen in het geheel niet meer doorgaan.

Tegen het metaal, dat het Lindemann venster omsluit, werd nu een van de met cellophane bekleede zijopeningen geplaatst van een cylinder, gelijk afgebeeld in figuur 1.



Figuur 1.

Cylinder voorzien van cellophane vensters.

Deze cylinders behielden de reukstof gedurende langen tijd.

Een druppel diacetyl, van een oplossing van 8 m.gr. op $\frac{1}{2}$ L. in deze cylinder verdampt, was na 60 minuten nog waarneembaar, na 80 minuten verdwenen.

Een druppel scatol, van een oplossing 1 m.gr. op 1 L., was na $2\frac{1}{2}$ uur nog waarneembaar, na 3 u. verdwenen.

Tenslotte een druppel anijsaldehyde, van een oplossing van 10 m.gr. op 100 cc., was na 18 uur nog waarneembaar.

Het bleek bij de bestralingen dat zich nu onmiddellijk ozon in de cylinders ontwikkelde. Bij bestraling van een cylinder met scatol was na 10 seconden bestraling,

1) Dauvillier, H. A., Journal de Radiologie et d'Electrologie, Janvier 1930. T. 14, No. 1, bldz. 57-64.

door de beide cellophane vensters elk, de scatol nog duidelijk waarneembaar, na 30 seconden bestraling beiderzijds trad een scherpe ozonlucht op, die na vijf minuten verdwenen was om weer plaats te maken voor de scatol lucht.

Ook hier weder dus hetzelfde verschijnsel als door Erlandsen en Schwarz beschreven waarop ik in mijn inleiding opmerkzaam maakte.

Daar de Bucky-stralen nu slechts een werkingssfeer van 4 c.m. bezitten was het mij onmogelijk een opstelling te maken waarbij de ozonontwikkeling, bijvoorbeeld door middel van een luchtstroom, door ventilatoren opgewekt, tusschen lichtbron en reservoir, in de cylinder vertraagd zou worden. Evenmin viel er in dit geval te denken aan het plaatsen van een steenzoutplaat op den weg der stralen, een middel dat bij de bestraling met ultraviolet-licht met goed resultaat gebezigd kan worden om de vorming van ozon te bemoeilijken.

Ik heb om deze redenen moeten afzien van het onderzoek van de reukstoffen in gasvormigen toestand en heb deze derhalve onderzocht in waterige oplossingen. Daartoe bracht ik een druppel van de te onderzoeken reukstof op een voorwerpglas en gebruikte bij wijze van dekglas een stukje cellophane papier van dezelfde afmetingen als een dekglas.

De voorwerpglaasjes werden nu tegen het metaal, dat het Lindemann venster omsluit, aangezet. Om verdampig onder invloed van de verwarming, veroorzaakt door de gloeidraad van de lamp, tegen te gaan werden de voorwerpglaasjes tijdens de bestraling door caoutchouc bandjes met de achterzijde stevig tegen de wand gedrukt van een glazen reservoir gevuld met ijs.

Na de bestraling werd de reuk waargenomen door het als dekglas dienende stukje cellophane op te lichten en vervolgens aan het voorwerpglas te ruiken.

Tevens werd steeds een contrôle voorwerpglas met cellophane deksel gereed gemaakt en de reuk hiervan vergeleken met die van het bestraalde glaasje.

De duur der bestralingen werd bij den aanvang der proefnemingen lang genomen, waarna al naar gelang er geen of nog wel reuk was waar te nemen, deze tijd verdubbeld of tot de helft teruggebracht werd. Door vervolgens de bestralingstijd met een of twee minuten telkens te verkorten kon de juiste duur bepaald worden die noodig was om een reukstof tot verdwijnen te brengen.

Hierbij deed zich echter onmiddellijk reeds de moeilijkheid voor dat het contrôleglas de reuk verloor, zoodat de tijd der bestraling een zeker aantal minuten niet mocht overschrijden.

Het contrôleglas, waarop een druppel diacetyl van een oplossing van een concentratie van 8 m.gr. op $\frac{1}{2}$ L. was gebracht, verloor na 22 minuten de reuk geheel, na 18 minuten was de reuk nog sterk waarneembaar.

Een bestraling van 18 minuten had niet de minste invloed.

Het contrôle-glas met een druppel anijsaldehyde van een concentratie van 10 m.gr. op 100 cc. verloor na 32 minuten de reuk. Bij 28 en 29 minuten was de reuk nog waarneembaar, duidelijk waarneembaar na 25 minuten. Een proefneming met een bestralingsduur van 25 minuten leverde geen resultaat op in den zin van desodorisatie.

Geheel anders verliep de proefneming met de scatol. Hier behield het contrôle-glas, waarop een druppel scatol in een oplossing van een concentratie van 1 m.gr. op 1 L., na 30 minuten nog duidelijk de reuk terwijl na een bestraling gedurende 4 minuten de reuk aan het bestraalde voorwerp-glas niet meer was waar te nemen.

De mogelijkheid is natuurlijk niet uitgesloten, dat

een van de reukstoffen, die ik niet tot verdwijnen kon brengen na langere bestraling toch nog vernietigd zou worden. In vergelijking met den tijd gedurende welke de contrôle-glazen de reuk vasthielden is het duidelijk, dat langere bestralingen volgens deze methode waardeeloos zouden zijn geweest.

Welke de rol is die de Bucky-stralen bij de desodorisatie spelen vermag ik niet te verklaren. Een photochemisch-effect, gelijk nader omschreven in een der volgende hoofdstukken is hierbij volgens J. Plotnikow ¹⁾ niet te verwachten, omdat de Röntgen-stralen door bijna geen stoffen, uitgezonderd de zware metalen, worden geabsorbeerd.

Een groot aantal bestralingen met Röntgenstralen, uitgezonden door een Philips Metalixbuis, die ik op reukstoffen in gasvorm verrichtte, waarvan ik een nadere bespreking echter achterwege wil laten vanwege het volstrekt negatieve resultaat, bevestigden de opvatting van Plotnikow.

Het is duidelijk dat een photochemische werking slechts bij absorptie zou kunnen plaats vinden. Zonder daarbij uit het oog te verliezen dat mij hieromtrent niets gebleken is, durf ik het vermoeden uitspreken, dat de absorptie van Röntgen-stralen door de omgevende stoffen, dus in dit geval b.v. het glas van het voorwerp glas, aanleiding zou kunnen zijn tot energie omzettingen in den vorm van warmte en een zekere hoeveelheid karakteristieke Röntgen-stralen en een zeker aantal secundair electronen ²⁾ welke vormen van energie een werking op de reukstoffen oplossingen zouden kunnen uitoefenen. Dat bij de Bucky-stralen die

1) Plotnikow, J., Kurzer Leitfaden der Photochemie, 1928, bldz. 31.

2) Bouwers, A., Physica en Techniek der Röntgenstralen, 1927, bldz. 39.

zooveel gemakkelijker te absorbeeren zijn dan de Röntgenstralen een direkte absorptie mogelijk zou zijn door een bepaalde reukstof kan ik niet ontkennen. Geïjk gezegd een verklaring van dit verschijnsel wil ik achterwege laten, er evenwel op wijzen dat uit het gedrag van scatol bij bestraling met Bucky-stralen blijkt, dat de meening van Noyons, dat bij desodorisatie de stralen van 1 tot 8 $\text{\AA}^\circ$ een rol zouden kunnen spelen, juist is.

HOOFDSTUK IV.

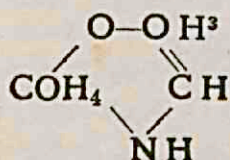
Beschrijving van de gebruikte reukstoffen.

Bij alle volgende proefnemingen werden dezelfde reukstoffen gebruikt als bij de bestraling met de Buckystralen: de scatol, de anijsaldehyde en het diacetyl.

Ik wil een korte beschrijving laten volgen van die eigenschappen dezer reukstoffen, die voor het onderzoek voor mij van belang waren.

Scatol.

De scaeol heeft een formule ¹⁾:



en riekt sterk naar faeces. Het is oplosbaar in water, waarbij zich echter de moeilijkheid voordoet, dat een tijd van meer dan 24 uur noodig is alvorens het in een concentratie van 8, 10⁻¹ m.gr. oplost. Een oplossing in alcohol, die onmiddellijk verkregen wordt, gaf even goede resultaten bij de bepaling der absorptiespectra met den ultra-spectroscop. Echter heb ik aan de waterige oplossing de voorkeur gegeven omdat mij

1) Hawk and Burgain, Practical Physiol. Chemistry, bldz. 156.

reeds spoedig bleek dat, bij onderzoek met het reuk-orgaan, de reuk van de alcohol een onoverkomelijke complicatie opleverde.

De scatol behoort tot de klasse der Odores nauseosi (9) ¹⁾, terwijl het minimum perceptibile $7,8 \cdot 10^{-13}$ gr. per cc. lucht bedraagt.

Zwaardemaker en later Tempelaar bevonden de scatol lichtgevoelig.

Aniisaldehyde.

De aniisaldehyde heeft een formule:



en is een olieachtige vloeistof met de reuk van den meidoorn.

Het lost langzaam op in water hetgeen door krachtig schudden zeer bespoedigd kan worden. Bij de klassificatie der reukstoffen wordt het ingedeeld bij de aromatische (2) ³⁾, terwijl het minimum perceptibile door mij gevonden $3,4 \cdot 10^{-11}$ gr. per cc. lucht bedraagt.

Zwaardemaker en Tempelaar beschrijven beide de anysaldehyde als refractair ten opzichte van ultraviolet licht.

Diacetyl.

Het diacetyl heeft een formule ⁴⁾:



en wordt beschouwd als de drager te zijn van de

1) Zwaardemaker, Die Physiologie des Geruchs, bldz. 233.

2) Cohn, Georg, Die Organische Geschmackstoffe, bldz. 254.

3) Zwaardemaker, Die Physiologie des Geruchs, bldz. 220.

4) Holleman, Lehrbuch der Org. Chemie, bldz. 207.

natuurgeur der boter ¹⁾).

Het lost gemakkelijk in water op.

Volgens de klassificatie van Zwaardemaker behoort het diacetyl gerekend te worden tot de aromatische geuren (2). Het minimum perceptibile bedraagt $2,5 \cdot 10^{-12}$ gr. per cc. lucht.

Omtrent de lichtgevoeligheid is niets bekend.

1) Berichte der Schimmel Aktien Gesellschaft, 1931, bldz. 119.

HOOFDSTUK V.

Het bepalen van absorptie-spectra van reukstoffen in waterige oplossing.

Bij de pogingen tot desodorisatie door middel van bestralingen met ultraviolet-licht wordt uitgegaan van de veronderstelling dat de ultraviolette stralen op de reukstoffen inwerken. Van welken aard de omzetting in de reukstoffen is, is in vele gevallen niet bekend, maar evenmin of voor een bepaalde reukstof een bepaald gedeelte van het ultraviolet werkzaam is. Wel heeft Tempelaar getracht eenige voorkeur te bepalen naar aanleiding van het gebruik van verschillende lichtbronnen, maar kon uit zijn onderzoek niet anders dan negatieve conclusies trekken.

Dit bewoog mij, naast de vele moeilijkheden die steeds weer bij het gebruik van iedere nieuwe lichtbron in de opstelling naar voren komen, van de reukstoffen een absorptie spectrum te maken om op deze wijze te trachten tot een beter inzicht te komen op welke wijze de desodorisatie door ultraviolet-licht ter hand genomen moest worden.

De bepaling van absorptie spectra is reeds voor zeer vele chemische stoffen verricht, waaronder vele reuk-

stoffen. Heyninx ¹⁾ heeft getracht naar aanleiding van de absorptie banden die aldus verkregen worden, een klassificatie van reukstoffen op te stellen en komt tot een indeeling die zich zou moeten aansluiten aan de klassificatie van Zwaardemaker.

Zwaardemaker en Hoogewind ²⁾ hebben deze indeeling proefondervindelijk onderzocht en kwamen tot resultaten, die hen noopten tot de uitspraak, dat de klasse van de reukstof en de absorptie banden nu eens wel dan weer niet coincideeren.

Reukstoffen geven zoowel in het infrarode als in het zichtbare en het ultraviolette-licht absorptie banden. Victor Henri ³⁾ geeft een mathematische betrekking van de banden in het infrarood en het ultrarood, terwijl Grijns ⁴⁾ aantoonde dat stralen, uitgezonden door een Nernst-lamp, door reukstoffen in gasvorm worden geabsorbeerd.

Door de bepaling alleen van het ultraviolet spectrum kan men dus niet tot een klassificatie van de reukstoffen komen. Wel is het echter mogelijk om op deze wijze te geraken tot een selectie van ultraviolette stralen, die, gegeven de gevoeligheid van een bepaalde reukstof voor ultraviolet licht, de stralen bij uitnemendheid zouden zijn om een inwerking op de reukstof van te verwachten.

Het absorptie spectrum werd dus in de eerste plaats bepaald om deze stralen te leeren kennen, in de tweede plaats echter om tot vergelijking van het spectrum voor en na de desodoriseerende bestraling te kunnen komen.

Alvorens de gang van het onderzoek te beschrijven, wil ik eerst een overzicht geven van de gebezigde

1) Heyninx, *Essai d'Olfactique Physiologique*, Thèse, Bruxelles 1919, bldz. 251.

2) Zwaardemaker, *l'Odorat*, Bibl. de Psychologie Experimentale, Paris 1925, bldz. 245.

3) Henri, V., *Etudes de Photochemie* (1919).

4) Grijns, *Arch. Neerland. de Phys.*, T. 3, bldz. 377.

apparatuur.

Voor het onderzoek gebruikte ik een kwarts-spectrograaf van Adam Hilger, waarvan een zeer overzichtelijke beschrijving gegeven wordt door Plotnikow ¹⁾. Deze spectrograaf leent zich voor opnamen in een gebied van de golflengten tusschen 8000—2000 Å°. De scala wordt onafhankelijk van de opname op de plaat geprojecteerd. Deze projectie heeft steeds na afloop van de proefneming plaats gevonden.

Als lichtbron werd gebruikt een lamp gelijk beschreven door Z. Bay en W. Steiner ²⁾, welks spectrum ligt tusschen 5000 en 1900 Å° ³⁾. Deze lamp, waarmee een continu waterstof spectrum wordt verkregen, bestaat in principe uit een capillaire buis aan de uiteinden door vlakke kwarts-vensters gesloten en waaraan zijdelings twee vaten, metalen electroden bevattende, aangesloten zijn. Zij is gevuld met waterstof van een druk van 3 mm. Hg.

Deze lamp wordt in werking gesteld door op de electroden een spanning te leggen van een 2000 Volt transformator. Door voorschakeling van een weerstand in de primaire keten van de transformator is de stroomsterkte te regelen. In ons geval werd een stroom van 250 milli-ampère gebruikt.

Een oplossing van een reukstof van een bepaalde concentratie werd nu in een cuvette van kwartglas gedaan en vervolgens tusschen lichtbron en spectrocoop geplaatst. De opname geschiedde daarop met een belichtingstijd van 6 tot 8 minuten.

De concentraties van de reukstof-oplossingen werden telkens gewijzigd, waarbij nu eens van een concentra-

1) Plotnikow, J., Photochemische Versuchstechnik (1912) bldz. 149.

2) Bay u. Steiner, Zeitschrift für Physik, Bd. 45, 1927, bldz. 337. bldz. 337.

3) Gehrke und Laie, Ann. de Phys. (1925), bldz. 673.

tie die verhoogd moest worden, om een duidelijk absorptie spectrum te verkrijgen, dan weer van een concentratie die sterkere verdunning noodig maakte werd uitgegaan.

Op deze wijze gelukte het mij concentraties te verkrijgen die een fraai beeld gaven, terwijl er tevens zorg voor gedragen werd, dat de oplossingen van een sterkte bleven, die hen geschikt maakten voor het onderzoek naar de minima perceptibilia volgens de methode hierboven beschreven.

Om de oplossing aan deze voorwaarde te doen blijven beantwoorden en tegelijk zeker te zijn van een goed beeld op de fotografische plaat, bleef mij, naast het wisselen van de concentraties, nog de mogelijkheid over de dikte der vloeistoflaag, d.w.z. de doorsnede van de kwartscuvette, grooter of kleiner te kiezen.

Ik maakte daarvoor gebruik van cuvettes met een doorsnede van $2\frac{1}{2}$ m.m. tot 20 m.m.

Ook ware het natuurlijk mogelijk geweest de belichtingstijden te veranderen. Mij was het echter liever, met het oog op de bestralingen ter verkrijging van desodorisatie, waarvan ik een proefneming wilde laten volgen, de oplossingen der reukstoffen niet langer dan noodzakelijk aan de lichtbron van den spectroscop bloot te stellen. Achteraf is mij gebleken dat dit een onnoodige voorzorg is geweest, daar de bestralingstijden, noodig om het effect van desodoratie te verkrijgen, van een dergelijke orde zijn dat enkele minuten kortere of langere expositie geen rol spelen.

De proefnemingen werden voor ieder van de drie reukstoffen eenige malen herhaald. Na eerst een serie opnamen genomen te hebben van de oplossingen in supra alcohol volgden die van de waterige oplossingen. Een beschrijving van de uitkomst van al deze proefnemingen wil ik hier achterwege laten, omdat bij de

herhalingen geen wezenlijke verschillen optraden en iedere volgende een bevestiging was van de voorafgaande, zoodra de moeilijkheden bij de oplossing en de fouten tengevolge van onervarenheid in het gebruik der apparatuur waren overwonnen.

§ 1.

De oplosmiddelen.

Als oplosmiddel werd gebruikt, in den aanvang der proefnemingen, alcohol, later alleen gedistilleerd water.

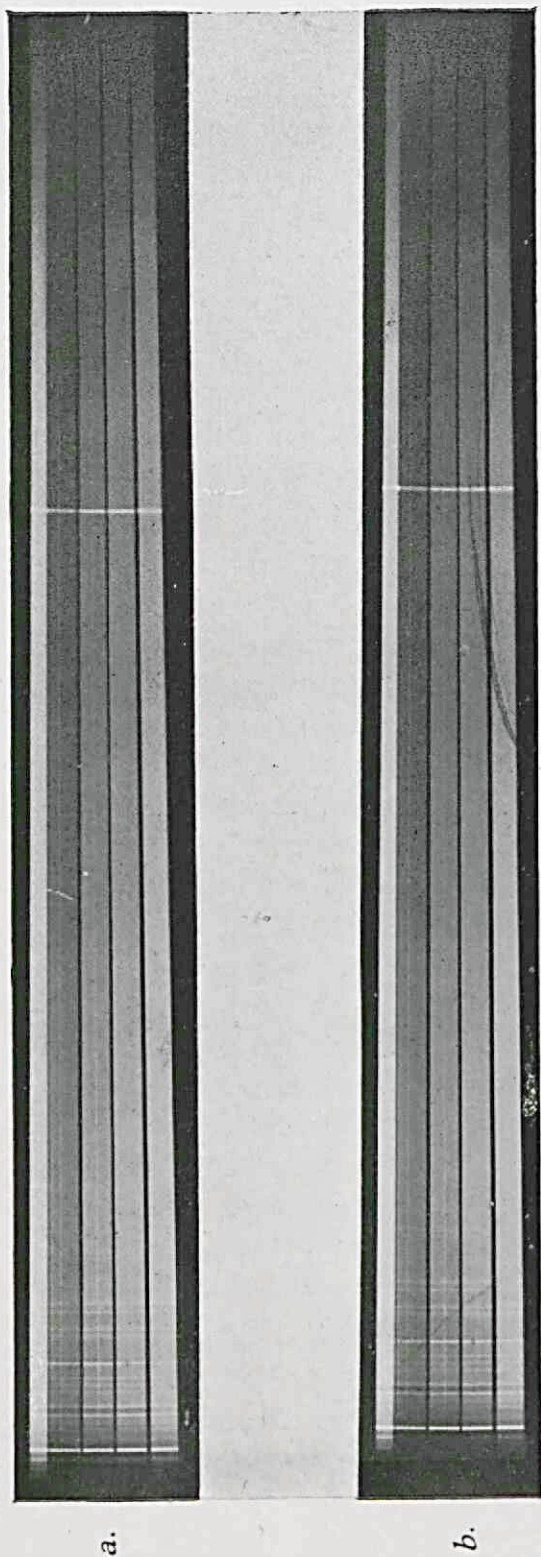
Aan alle spectra die ik bepaalde, heb ik doen voorafgaan een opname van de gebezigde oplosmiddelen.

De wijze van oplossen is bij het onderzoek van de reukstoffen van het allergrootste belang. Met de moeilijkheid dat vele reukstoffen niet oplosbaar zijn in water had ik niet te kampen, daar zoowel de scatol als de anijsaldehyde en het diacetyl in de voor mij benoodigde concentraties in water te verkrijgen zijn. Ik bracht de stoffen op een dekglas, waarna op de microbalans werd afgewogen. Vervolgens werd de reukstof met het dekglas in het oplosmiddel gebracht.

Deze methode heeft mij bijzonder goed voldaan, terwijl ik bij iedere andere wijze van handelen steeds de reukstof kon blijven waarnemen aan het voorwerp waarop was afgewogen, ook na zoo zorgvuldig mogelijk afspoelen met het oplosmiddel.

Ik wil hier nu laten volgen een beschrijving van de fotografische opnamen der absorptie spectra.

De afbeeldingen dienen aldus gelezen te worden, dat de lijn van de nageprojecteerde scala de 2537 lijn voorstelt, terwijl naar links het spectrum naar het



Figuur 2.

a. absorptie spectrum van alcohol.

b. absorptie spectrum van gedistilleerd water.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De vijf boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

zichtbare licht toegaat, naar rechts naar de kortere golflengten.

Alcohol (figuur 2 a).

Hierbij is van eenige absorptie band niets te be-
speuren.

Gedistilleerd water. (Figuur 2 b).

Ook hierbij is geen absorptie band waar te nemen.

§ 2.

De ultraspectroscopisch onderzochte stoffen.

Scatol.

Bij alle opnamen van scatol werd een kwarts-cuvette van een doorsnede van 20 m.m. gekomen.

Voor de eerste serie opnamen werd uitgegaan van een oplossing van:

$25 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. alcohol. (Fig. 3 a).

Vervolgens werd deze concentratie verminderd tot:

$25/2 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. alcohol. (Fig. 3 b).

Gevolgd door:

$25/4 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. alcohol. (Fig. 3 c).

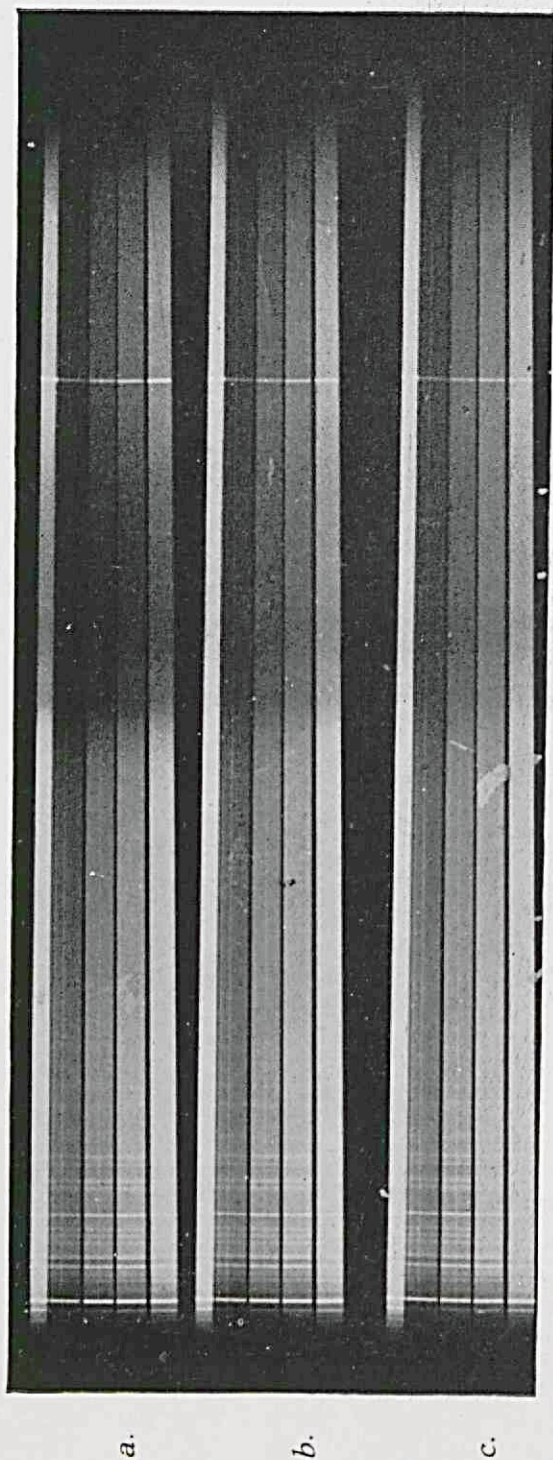
Daarna werd voor de bepaling een oplossing in gedistilleerd water genomen van achtereenvolgens de concentraties:

$4/3 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. water. (Fig. 4 a).

$4/5 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. water. (Fig. 4 b).

$4/7 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. water. (Fig. 4 c).

$4/11 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol op 1 c.c. water. (Fig. 4 d).

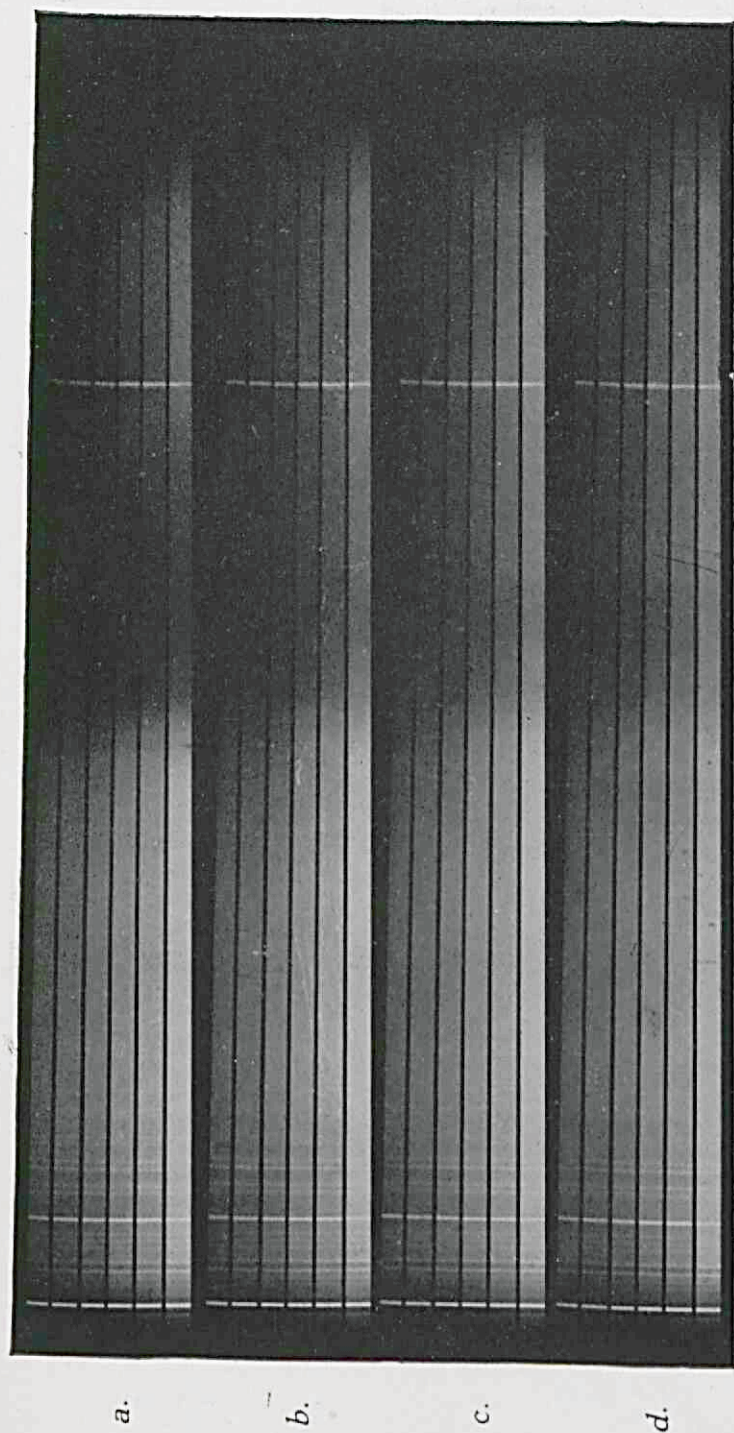


Figuur 3.

Absorptie spectrum van scatol van de volgende concentraties:

- a. $25 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op lcc alcohol.
- b. $25/2 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op lcc alcohol.
- c. $25/4 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op lcc alcohol.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De vijf boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsnemen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

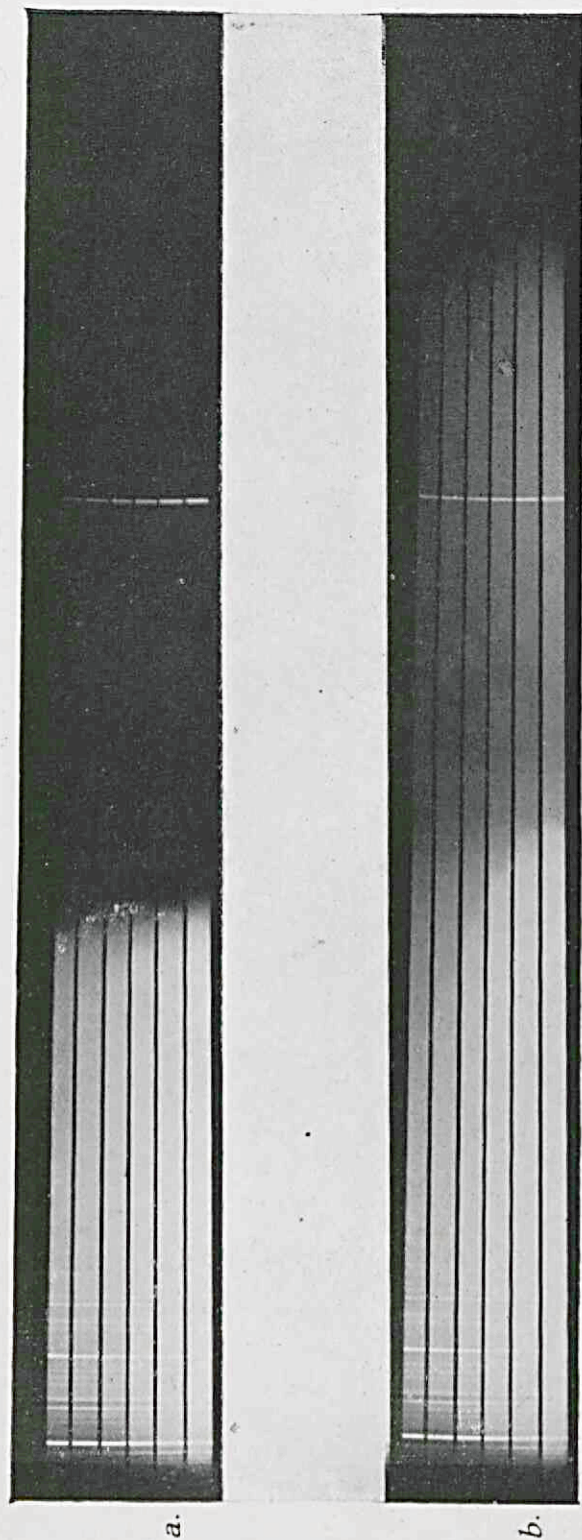


Figuur 4.

Absorptie spectrum van scatol in de volgende concentraties:

- a. $4/3 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op 1 cc water.
- b. $4/5 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op 1 cc water.
- c. $4/7 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op 1 cc water.
- d. $4/11 \cdot 10^{-3}$ mgr scatol op 1 cc water.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.



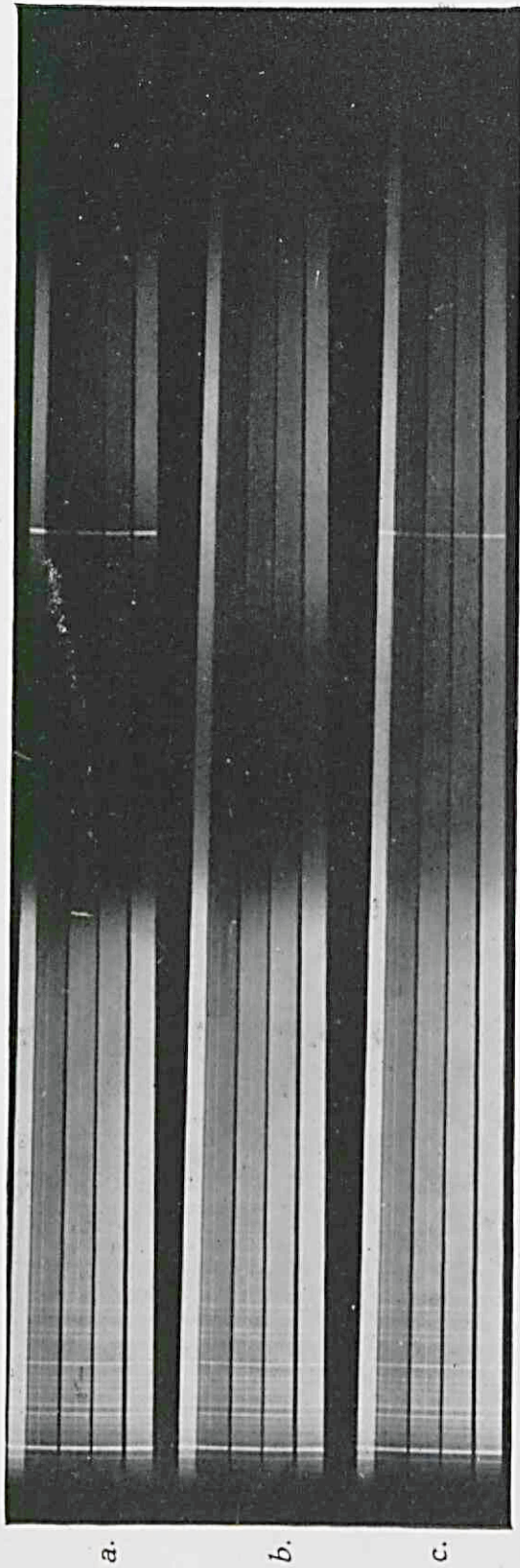
Figuur 5.

Absorptie spectrum van scatol in de volgende concentraties:

a. $4 \cdot 10^{-2}$ mgr. scatol per 1 cc water.

b. $4 \cdot 10^{-3}$ mgr. scatol per 1 cc water.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.



Figuur 6.

Absorptie spectrum van anisaldehyde in de volgende concentraties;

- a. 5.11-2 mgr op 1 cc alcohol.
- b. 5/2.11-2 mgr op 8 cc alcohol.
- c. 5/4.11-2 mgr op 1 cc alcohol.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van 2537 Å. De vijf boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsnemen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

Nadat ik hierdoor voldoende zekerheid had bij welke concentratie een behoorlijk absorptie spectrum te verwachten was, bepaalde ik nogmaals in afdalende reeks van sterkte van concentraties de absorptie spectra en wel van:

$4 \cdot 10^{-2}$ m.gr. scatol per c.c. water. (Fig. 5 a).

tot $4 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol per c.c. water. (Fig. 5 b).

Een oplossing van $4/11 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol per 1 c.c. gaf geen duidelijk waarneembaar absorptie spectrum. (Fig. 4 d). Anderzijds gaf een oplossing van $4 \cdot 10^{-2}$ m.gr. scatol op 1 c.c. water een zoo sterke absorptie, dat deze concentratie niet bruikbaar was.

Een oplossing van $4/3 \cdot 10^{-3}$ m.gr. scatol per c.c. gaf een fraai beeld.

Hierbij treedt duidelijk een absorptie band op tusschen 2600 en 2000 $\text{\AA}$.

Aniisaldehyde.

Geheel op dezelfde wijze als bij het scatol te werk gaande, werden eenige reeksen van concentraties onderzocht, steeds met een belichtingstijd van 6 min., terwijl ik hierbij een kwartscuvette gebruikte van 10 m.m. doorsnede.

Een serie van oplossingen in stijgende concentraties in alcohol werd voor den spectroscop geplaatst varierend tusschen:

$5/4 \cdot 11^{-2}$ m.gr. anysaldehyde op 1 c.c. alcohol.

(Figuur 6 c).

$5/2 \cdot 11^{-2}$ m.gr. aniisaldehyde op 1 c.c. alcohol.

(Figuur 6 b).

$5 \cdot 11^{-2}$ m.gr. (Figuur 6 a).

Hierbij bleek dat de oplossingen van $5/2 \cdot 11^{-2}$ m gr. aniisaldehyde op 1 c.c. alcohol een zeer duidelijk absorptie spectrum gaf.

Daarop werden oplossingen van dezelfde concentraties in water vervaardigd en hiervan de absorptie spectra bepaald, die geheel overeenkwamen met die der oplossingen in alcohol.

De afbeelding vertoont een absorptie-band liggende tusschen 2500 en 3000 $\text{\AA}^\circ$.

Diacetyl.

Het spectrum van diacetyl is bekend en de absorptie-band ligt tusschen 2800 en 2500 $\text{\AA}^\circ$.

Evenals bij de voorgaande stoffen werden opnamen van verschillende concentraties genomen.

Tenslotte bleek een behoorlijk absorptie spectrum verkregen te kunnen worden door een belichting van 8 minuten van de concentratie van $9 \cdot 10^{-1}$ m.gr. diacetyl per c.c. water in een cuvette van 20 m.m. doorsnede.

Van de reeks van klimmende concentraties voeg ik hier een afbeelding bij.

De concentraties bedroegen:

$9/7 \cdot 10^{-1}$ m.gr. diacetyl per c.c. water. (Figuur 7 c).

$9/5 \cdot 10^{-1}$ m.gr. diacetyl per c.c. water. (Figuur 7 b).

$9 \cdot 10^{-1}$ m.gr. diacetyl per c.c. water. (Figuur 7 a).



Figuur 7.

Absorptie spectrum van diacetyl in de volgende concentraties:

- a. $9 \cdot 10^{-1}$ mgr dyacetyl per 1 cc water.
- b. $9/5 \cdot 10^{-1}$ mgr diacetyl per 1 cc water.
- c. $9/7 \cdot 10^{-1}$ mgr dyacetyl op 1 cc water.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartsglas voor den ultraspectrocoop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

HOOFDSTUK VI.

Bestraling met ultraviolet-licht.

De werking van ultraviolet licht op reukstoffen in gasvorm was, sedert de mededeeling van Zwaardemaker, een onderwerp van slechts enkele onderzoekingen geweest. Ik maakte reeds melding van het resultaat van Tempelaar's proeven.

Nader wil ik hier ingaan op zijn negatieve uitkomsten wat betreft een selectie van bepaald ultraviolet-licht in verband met de inwerking op reukstoffen. Tempelaar toch trachtte antwoord te geven op deze vraag door verschillende reukstoffen telkens met een andere lichtbron te bestralen.

Nergens heb ik een poging kunnen vinden om dit onderzoek voort te zetten. Hierbij zal wel gelijk Tempelaar zelf zegt, een rol spelen de uitermate langdurigheid van proefnemingen op het gebied der reukphysiologie, die inderdaad een groot geduld vereischen en waarbij telkens kleine fouten tot de grootste teleurstellingen leiden.

Dat onder invloed van licht vele organische en anorganische stoffen een verandering ondergaan, daarvan zijn voorbeelden te over.

Een der meest bekende, en tevens een der meest gevreesde complicaties bij onderzoekingen met het reukorgaan, is wel het ontstaan van ozon bij inwerking

van ultraviolet-licht op de lucht. Witalis Chlopin¹⁾ heeft deze bestraalde lucht chemisch onderzocht en naast sporen waterstofperoxyde en salpeterzuuranhydride, ozonvorming gevonden.

Het zou geen zin hebben hier een overzicht te geven van het groot aantal bekende reacties, maar wèl dient de vraag onder oogen gezien te worden: „op welke wijze werkt het licht in?”

Het is voor ons duidelijk, dat geen invloed van lichtstralen kan uitgaan, tenzij deze geabsorbeerd worden. Deze wet werd het eerst geformuleerd door Grotthus (1819)²⁾ en werd onafhankelijk van hem twintig jaren later opnieuw opgesteld door Draper (1839)³⁾. Hierbij sluit zich aan de wet van Grotthus-Draper-van 't Hoff die luidt; „photochemische omzettingen kunnen slechts geschieden ten koste van de geabsorbeerde lichtenergie, terwijl de hoeveelheid omgezette stof evenredig is met deze geabsorbeerde energie”⁴⁾.

Deze wet die in principe berust op de wet van het behoud van arbeids-vermogen is toonaangevend voor de geheele photochemie.

Daarmede is niet gezegd, dat alle geabsorbeerde licht photochemisch behoeft te werken, daar deze lichtenergie zich ook in andere vormen van energie kan omzetten zooals warmte, fluorescensie, Raman effect en photo-electrisch effect, bovendien is lichtgevoeligheid een specifiek chemische eigenschap van bepaalde stoffen.

1) Chlopin, Zeitschrift für anorganische Chemie, Bd. 71, 1911, bldz. 198.

2) Bayliss, William Maddock, Principles of general Physiologie, 1918, bldz. 549.

3) Kistiakowsky, George B., Photochemical Processes, 1928, bldz. 1 e.v.

4) Alderhalden, Handbuch der Biologische Arbeitsmethoden, 1920. Abt. 3, Teil A 2, bldz. 1725-1733.

Hoe nu in wezen de werking van deze stralen te verklaren is, is een vraagstuk dat aanleiding heeft gegeven tot het opstellen van een menigte theoretische beschouwingen.

Alle latere verklaringen gaan hierbij wel uit van de quanten-theorie van Planck, waarvan Einstein gebruik maakte om zijn photochemische aequivalentenwet op te stellen, die een verhouding geeft van de geabsorbeerde energie en het maximum aantal moleculen dat, onder losmaking van electronen gespleten wordt.

Deze formule luidt:

$$E = N.h.v.$$

waarbij E de geabsorbeerde energie voorstelt, N het getal moleculen welke door het licht onder afsplitsing van electronen veranderd wordt, h de konstante van Planck en v het trillings getal van de betreffende stralen ¹⁾).

In zijn eenvoudigste vorm zou men dus van deze verhouding kunnen zeggen dat voor ieder geabsorbeerd quantum een molecuul van de absorbeerende stof verdwijnt, respectievelijk veranderd wordt. ²⁾

Deze theorie is anderszins alleen begrijpelijk wanneer men bij de inwerking van deze stralende energie de stoffen zich denkt opgebouwd in den zin als door Bohr wordt aangegeven, die de atomen voorstelt als een kern met zich daaromheen bewegende electronen, waarbij de vorm van deze banen nog geenszins vast staat ¹⁾).

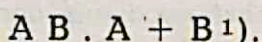
Door de toegevoegde energie quanten zouden veranderingen in de energie-verhoudingen van het mole-

1) Pincussen, Ludwig, Einstein geciteerd uit Photo-biologie, 1930, bldz. 2.

2) Griffith, R. O., and Mckeown, A., Photoprocesses in Gaseous and Liquid systems, 1929, bldz. 360.

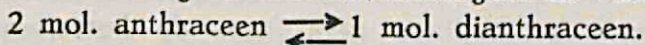
cuul optreden, die terug te brengen zijn tot een gewijzigde loop der electronen langs banen, welke verder afgelegen zijn van de kern van het atoom.

Welke nu de gevolgen van de toegevoerde energie voor het molecuul zijn, is o.m. afhankelijk van de stof waartoe het molecuul behoort. In zijn eenvoudigste vorm kan men zich voorstellen dat b.v. een dissociatie optreedt uitgaand van een molecuul AB:



Evenzoo kan men zich voorstellen dat bij een door de toegevoerde energie in een verhoogd energie stadium verkeerend molecuul (aangeslagen molecuul) een polymerisatie optreedt zooals waargenomen wordt b.v. bij het anthraceen.

Anthraceen, blootgesteld aan ultraviolette stralen die sterk worden geabsorbeerd, ondergaat de verandering:



In het donker verloopt de reactie dan weer in omgekeerde volgorde ²⁾).

Zonder hierop verder te willen ingaan, is het duidelijk dat welke reactie dan ook gevolg van de opname der toegevoerde energie zal zijn, deze veranderingen alleen kunnen optreden in een bepaalde stof, indien deze stof inderdaad de energie kan opnemen.

We kennen van de reukstoffen die we aan bestraling met ultraviolet-licht willen onderwerpen de absorptie spectra. De scatol b.v. waarvan de gevoeligheid voor ultraviolet-licht bekend is, heeft een absorptie-band tusschen 2600 en 3000 Å°. Bij stralen van deze golflengten kunnen we dus een photochemisch effect verwachten. In het algemeen is dus uit het absorptie spectrum van een (reuk) stof af te leiden van welke stralen wij eenig effect kunnen verwachten. Hiermede is ook

1) 2) Style, D. W. G., Photochemistry, London, 1930, bldz. 23 e.v.

het antwoord gegeven op de vraag die Tempelaar zich bij zijn bestralingsproeven stelde, n.l. of er een voorkeur zou kunnen bestaan voor bepaalde ultraviolet-lichtbronnen ten opzichte van bepaalde reukstoffen ter verkrijging der desodorisatie.

De werkwijze van Tempelaar zou hoogstens tot resultaat gehad kunnen hebben, dat zijn lichtbronnen zich van elkaar onderscheidden op deze wijze, dat het uitgezonden ultraviolette licht van één dezer lampen niet de stralen uitzond van een bepaalde golflengte die door een bepaalde reukstof geabsorbeerd konden worden, terwijl een andere lichtbron dit wel deed. Het uitblijven van dit onderscheid wijst dus alleen op de overeenkomende spectra van de door hem gebruikte lichtbronnen.

Daarnaast blijft echter de verklaring open, waarom de reukgevende eigenschappen van een stof wel of niet beïnvloedbaar zijn door ultraviolet-licht. Volgende zij, dat waar tot op heden deze reukgevende eigenschap van een stof niet nader omschreven is, dan dat het een specifieke eigenschap van een stof is, die voortkomt uit de bijzondere samenstelling van het molecuul uit zijn atomen, hier dit feit te constateeren.

Er blijft nu als belangrijke vraag onder oogen te zien of de bestraling van een reukstof een duidelijke verandering in het absorptie spectrum geeft gepaard gaande met een verandering van de intensiteit en den aard van de reuk.

Hiertoe onderzocht ik de reukstoffen op de volgende wijze:

In de cuvette van kwartglas van 10 m.m. doorsnede bracht ik een oplossing van bekende concentratie. Deze cuvette plaatste ik voor een ultraviolet lichtbron

1) Zwaardemaker, 1930, Abderhalden, Handbuch der Biologische Arbeitsmethoden Abt. 5, Tl. 7 1, bldz. 455.

en verichtte gedurende zekeren tijd een bestraling.

Vervolgens bepaalde ik het absorptie spectrum en verdubbelde de bestralingstijd, indien noodig, waarop opnieuw een opname met den spectroscop gemaakt werd. Zoo voortgaande was het mogelijk een bestralingstijd te vinden waarbij, bij lichtgevoelige reukstoffen, het absorptie spectrum duidelijk veranderde.

De reuk van de bestraalde oplossing werd waargenomen door eenvoudig ruiken aan een fleschje gevuld met deze oplossing, welke waarneming ik later preciseerde door bepalingen van de minima perceptibilia.

Als lichtbron werd gebezigd een Hanau-lamp die in het ultraviolet stralen uitzendt van golflengten tusschen 1800 en 4000 $\text{\AA}$ bij een belasting met 98 volt en een stroomsterkte van 3 ampères.

Op een afstand van 10 cm. van de lamp werd de kwartscuvette, gevuld met de reukstof-oplossing, opgesteld. De voorzijde van deze cuvette werd gezet tegen een kwartscuvette van 1 c.m. doorsnede, waarin een stroom van alcohol werd onderhouden om te voorkomen dat, tengevolge van de bestraling, de temperatuur van de oplossing steeg

De doorstrooming in deze cuvette werd op de volgende wijze geregeld:

Vanuit een flesch van Mariotte gevuld met alcohol, gaat de alcohol door een gebogen glazen leiding naar de onderzijde van de kwartscuvette, terwijl de alcohol langs de bovenzijde deze weder verlaat om langs een opnieuw gebogen glazen leiding weg te vloeien. Dit wegvloeien wordt door een kraan, aangebracht in het laatste deel van de leiding, geregeld. Bij mijn proefnemingen werd door regelmatig druppelen een voldoende effect bereikt.

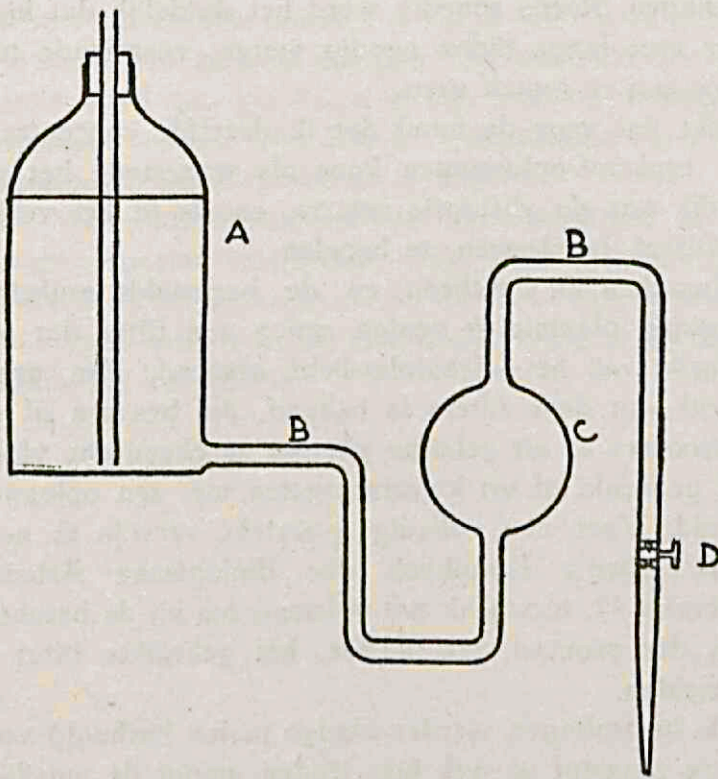


Fig. 8.

Toestel om constante doorstroming van alcohol door kwartscuvette te onderhouden.

- A. flesch van Mariotte.
- B. glazen leiding.
- C. kwartscuvette.
- D. kraan.

Zonder deze voorzorg liep de temperatuur reeds spoedig op tot boven 60° C., terwijl het op deze wijze gelukte de temperatuur op slechts enkele graden boven de kamertemperatuur te houden. De oplossingen werden nu en dan voorzichtig geroerd met een glazen staafje.

De groote moeilijkheid bij den aanvang dezer proefnemingen was de bepaling van den tijdsduur der be-

stralingen. Reeds spoedig werd het duidelijk dat hiervoor zeer lange tijden noodig waren, wisselende tusschen een en twaalf uren.

Het ligt voor de hand dat ik dezelfde concentratie der reukstof-oplossingen koos als waarmede het mij gelukt was de absorptie spectra, zooals in het vorige hoofdstuk beschreven, te bepalen.

Tusschen de lichtbron en de bestraalde reukstof-oplossing plaatste ik eenige malen een filter dat een gedeelte van het ultraviolet-licht afsneed. Een groot aantal van deze filters is bekend, die bestaan of uit glassoorten of uit gelatine plaatjes in chemische vloeistof gedrenkt of uit kwartscuvetten met een oplossing gevuld. Voor een volledig overzicht verwijs ik naar Abderhalden's Handbuch der Biologische Arbeitsmethoden ¹⁾, terwijl ik wil volstaan om bij de beschrijving der proeven, ter plaatse, het gebruikte filter te vermelden.

De bestralingen werden eenige malen herhaald voor iedere reukstof en ook hier traden, nadat de moeilijkheden, aan de opstelling verbonden, overwonnen waren, geen wezenlijke verschillen meer op.

Van deze moeilijkheden wil ik nog in het bijzonder even terugkomen op de stijging van de temperatuur der oplossingen onder invloed van de bestralingen.

Ik begon deze proefnemingen met een scatol oplossing en na ± 20 min. bestraling bleek mij dat de temperatuur reeds gestegen was tot 60° C. Daarbij veranderde de oplossing der reukstof in dien zin dat de kleurlooze vloeistof een licht gele kleur aannam, terwijl ook de aard der reuk gewijzigd werd. Na het nemen van de hierboven beschreven voorzorgsmaatregel bleef de temperatuur-stijging achterwege en daarmede ook de verkleuring van de oplossing. De verkleuring trad

1) Abderhalden, Handbuch der Biologische Arbeitsmethoden, Abt. 3, Tl. A 2, 1930, bldz. 1751.

ook niet op na een bestraling van 8 uur. Wat betreft de overige reukstof-oplossingen, die bestraald werden, daarbij werd van het begin af een temperatuurstijging voorkomen zoodat van eenige complicaties, hierdoor veroorzaakt, geen sprake meer was.

De bestralingstijden en de veranderingen in de absorptie-spectra tengevolge van deze bestralingen, benevens de veranderingen aan de reuk waargenomen, zal ik voor ieder van de drie onderzochte reukstoffen afzonderlijk bespreken.

Scatol.

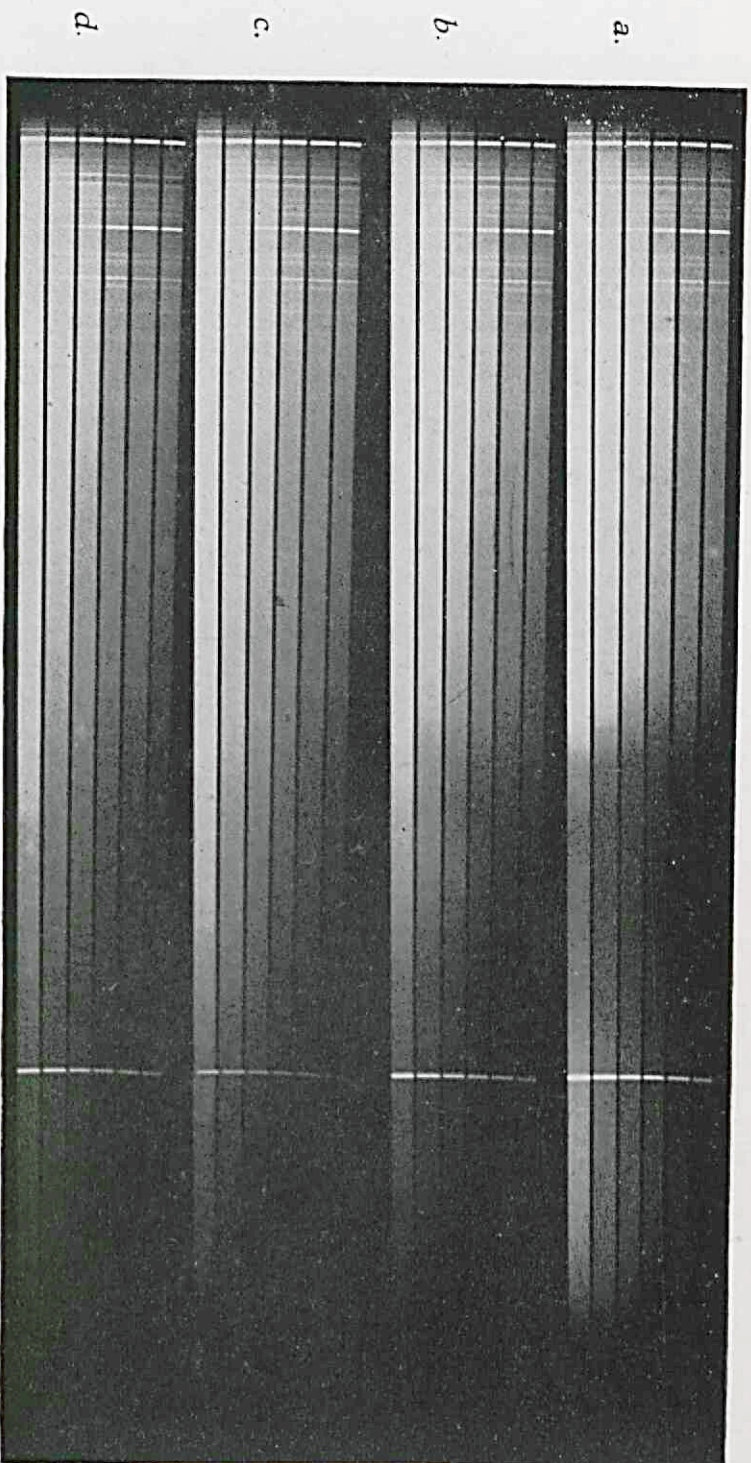
Bij de bestraling van scatol, die volgens het absorptie spectrum beïnvloedbaar zou zijn door stralen met een golflengte lager dan $2600 \text{ \AA}$, werd tusschen de lichtbron en de met reukstof gevulde cuvette een daarvoor geschikte oplossing van KNO_3 als filter geplaatst, waardoor de stralen korter dan $2410 \text{ \AA}$ geheel worden afgeschermd.

Een waterige oplossing van een concentratie van 4.10^{-3} m.gr. scatol per c.c. werd nu achtereenvolgens bestraald gedurende:

- 1 uur (fig. 9 b.)
- 4 uur (fig. 9 c.)
- 8 uur (fig. 9 d.)
- onbestraald (fig. 9 a.)

Een zeer fraai beeld wordt nu zichtbaar, waarbij de oorspronkelijke band zich verplaatst naar de zijde der korte golflengten.

De reuk verminderde in kracht, zoodat het mij zonder moeite mogelijk werd om zonder fout de fleschjes, die de oplossingen bevatten, te rangschikken, alleen afgaande op de sterkte van den reuk, naar de volgorde van den duur van de bestralingen.



Figuur 9.

Absorptie spectrum van:

- a. scatol in oplossing $4 \cdot 10^{-3}$ mgr per cc water, onbestraald.
- b. scatol in oplossing $9 \cdot 10^{-3}$ mgr per cc water, 1 uur bestraald.
- c. scatol in oplossing $4 \cdot 10^{-3}$ mgr per cc water, 4 uur bestraald.
- d. scatol in oplossing $4 \cdot 10^{-3}$ mgr per cc water, 8 uur bestraald.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartglas voor den ultraspectroscop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

Deze rangschikking werd ook door velen, die op dit tijdstip in het Physiologisch Laboratorium werkzaam waren, uitgevoerd.

Een overzicht van deze proefneming laat ik in tabelvorm volgen, waarbij de cijfers de plaats aangeven, welke de betreffende oplossing werd toegekend, waarbij 1 de oplossing met de sterkste, 5 de oplossing met de zwakste reuk voorstelt.

Naam	Onbestraald			Bestraald	
	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	1 uur	4 uur	8 uur
v. G.	1	2	3	4	5
Gr.	1	2	3	5	4
Ch.	1	2	3	5	4
P.	1	2	5	3	4
S.	1	2	3	4	5
K.	1	2	3	5	4
Sm.	1	2	3	4	5
H.	1	2	3	5	4
v. A.	1	2	3	4	5
	9	18	29	39	40

Alleen bij de zeer zwak riekende oplossingen valt een duidelijke aarzeling waar te nemen. Geen enkele fout werd gemaakt tusschen de niet- en de welbestraalde oplossingen, waarvan bij de onbestraalde de eerste een tienmaal sterkere concentratie had dan de daarop volgende.

De som van de cijfers, door de verschillende waarnemers aan de oplossingen toegekend, geven de juiste rangorde weer.

Ook de aard van den reuk was veranderd en wel zoodanig, dat het zeer onaangename karakter van de scatollucht verdwenen was om plaats te maken voor een duffe zoetachtige reuk, door een der laboratorium-be-dienden zeer juist gekenschetst als de lucht die in een kleerenwinkel hangt.

Diacetyl.

Het diacetyl in een oplossing van 8.10^{-1} m.gr. per c.c. werd bestraald gedurende 3,6 en 12 uren.

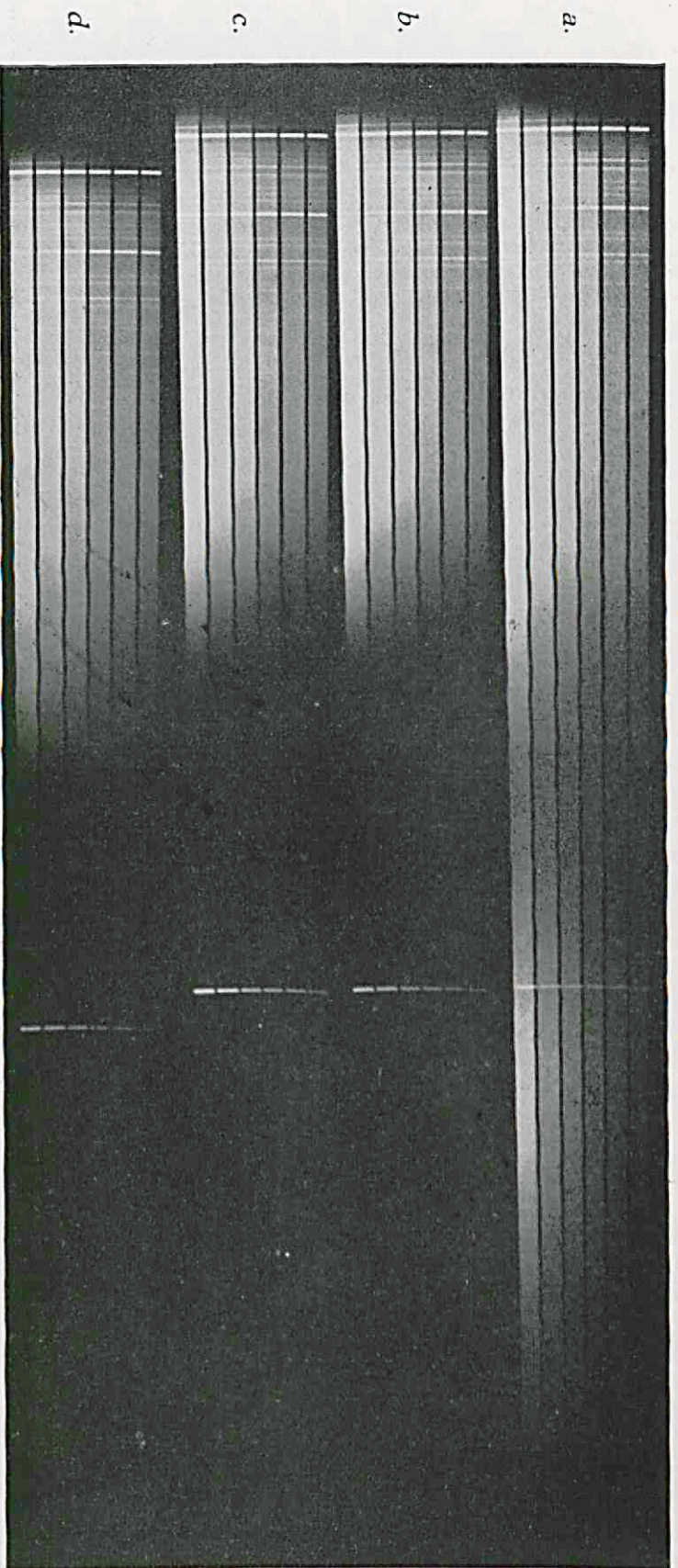
De onbestraalde oplossing vertoonde een uitgesproken absorptieband tusschen 2500 en 2900 $\text{\AA}^\circ$ en bovendien bij golflengten kleiner dan 2400 $\text{\AA}^\circ$.

Na de bestraling gedurende een tijdsverloop van 3 uren werden geabsorbeerd alle stralen korter dan ongeveer 2900 $\text{\AA}^\circ$ (fig. 10 b).

Na de bestraling van 6 uren trok de absorptieband zich terug naar de kortere golven (fig. 10 c), terwijl tenslotte na een bestraling van 12 uren de absorptieband zich nog maar uitstrekte tot 2600 $\text{\AA}^\circ$ (fig. 10 d).

De rangschikking der oplossing naar gelang van hun reuksterkte kon ik ook hier zonder bezwaar uitvoeren.

Een tabel, samengesteld uit de uitkomsten der waarnemingen van dezelfde proefpersonen als bij de scatol hun medewerking verleenden, laat ik hier volgen. Hierbij geven weder de cijfers de plaats aan, die aan de desbetreffende oplossing werd toegekend. De bestraalde en de onbestraalde oplossingen werden door alle waarnemers gescheiden. Echter werd de onbestraalde oplossing nu eens sterker dan weer als zwakker gewaardeerd. De letters S(terk) en Z(wak) geven de aan deze oplossing toegekende plaats aan.



Figuur 10.

Absorptie spectrum van :

- a. diacetyl in oplossing van $8 \cdot 10^{-1}$ mgr per cc water, onbestraald.
- b. diacetyl in oplossing van $8 \cdot 10^{-1}$ mgr per cc water, 3 uur bestraald.
- c. diacetyl in oplossing van $8 \cdot 10^{-1}$ mgr per cc water, 6 uur bestraald.
- d. diacetyl in oplossing van $8 \cdot 10^{-1}$ mgr per cc water, 12 uur bestraald.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartglas voor den ultraspectroscop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

Naam	Onbestraald		Bestraald	
	$8 \cdot 10^{-1}$	3 uur.	6 uur.	12 uur.
vG	S	3	2	1
Gr	S	1	2	3
Ch	Z	3	2	1
P	Z	3	2	1
S	ruikt	geen ver	schil.	
K	Z	3	2	1
Sm	S	3	2	1
H	S	3	1	2
vA	S	3	2	1
		<u>22</u>	<u>15</u>	<u>11</u>

Ook hier, gelijk bij de scatol, geeft de som van de uitkomsten weder duidelijk de rangschikking weer.

Het langst bestraalde diacetyl had van de bestraalde oplossingen de sterkste reuk, de zwakste reuk het minst lang bestraalde.

Het karakter van de reuk veranderde van scherp aromatisch tot zuurachtig, welke zuurachtige lucht in intensiteit dus toenam, naarmate de bestraling langer duurde.

Anijsaldehyde.

De anijsaldehyde in een verdunning van 12.10.⁻² m.gr. per c.c. werd gedurende langen tijd aan de bestraling met ultraviolet licht blootgesteld.

Er konden geen veranderingen aan het absorptie spectrum worden waargenomen. Ook aan het karakter van de reuk was géén wijziging te bespeuren evenmin als aan de sterkte.

In fig. 11 is het absorptie spectrum van de onbestraalde stof afgebeeld (a.) naast het absorptie spectrum van de gedurende 6½ uren bestraalde anijsaldehyde oplossing (b).



Figuur 11.

Absorptie spectrum van:

- a. anisaldehyde in oplossing van $12 \cdot 10^{-2}$ mgr per cc water onbestraald.
- b. anisaldehyde in oplossing van $12 \cdot 10^{-2}$ mgr per cc water, 6 u. 30 m. bestraald.

De in de rechter helft aangegeven lijn duidt aan een golflengte van $2537 \text{ \AA}$. De zes boven elkaar gelegen lichtbanden zijn veroorzaakt door het plaatsen van een kwartsglas voor den ultraspectroscop, dat bandsgewijze bestoven is met platina in lagen van verschillende dikte, dat aan het ultraviolette licht een gedeelte van de intensiteit ontnemt.

HOOFDSTUK VII.

De bepaling van de minima perceptibilia van de met ultraviolet licht bestraalde stoffen.

Op geheel dezelfde wijze, dus in de reukkast van Zwaardemaker, gelijk beschreven in hoofdstuk II, werden de minima perceptibilia van de bestraalde reukstoffen oplossingen bepaald, om deze te kunnen vergelijken met de m.p. der niet bestraalde oplossingen.

De geringe hoeveelheden bestraalde oplossingen, die mij ter beschikking stonden, eenige c.c., deden mij besluiten de verdunningen op een andere dan de gebruikelijke wijze uit te voeren. Dit kon zeer eenvoudig geschieden door gebruik te maken van een record spuitje van 1 c.c. met een tiendeelige schaal. Het is bij deze kleine hoeveelheden natuurlijk absoluut noodzakelijk zeer bijzondere aandacht te besteden aan een goede menging van de oorspronkelijke oplossing en het ter verdunning bijgevoegde water, hetgeen ik het beste kon bereiken door na opzuigen de record spuit weder in een horlogeglas te ledigen en eerst na opnieuw opzuigen, de verdunning te gebruiken om een druppel in de reukkast tot verdamping te brengen.

Ik wil hier nu de uitkomsten van dit onderzoek doen volgen, waarbij de gevonden minima perceptibilia weder zijn uitgedrukt in grammen per c.c. lucht.

Scatol.

Min.	perc.	onbestraald		$7,8 \cdot 10^{-13}$
"	"	1 uur bestraald		$7,5 \cdot 10^{-12}$
"	"	4 " "		$1,3 \cdot 10^{-12}$
"	"	8 " "		$1,6 \cdot 10^{-11}$

Diacetyl.

Min.	perc.	onbestraald		$2,5 \cdot 10^{-12}$
"	"	12 uur bestraald		$1,6 \cdot 10^{-11}$
"	"	6 " "		$15,5 \cdot 10^{-11}$
"	"	3 " "		$2,1 \cdot 10^{-10}$

Anijsaldehyde.

De minima perceptibilia van het anijsaldehyde bestraald en onbestraald stemden overeen.

Het is dus duidelijk dat door de bestraling van de scatol een oplossing ontstaat van een reukstof, waarvan het minimum perceptibile veel grooter is en het is begrijpelijk dat, bij het onderzoek in gasvorm, een concentratie van 2 olfactieën daalde, door bestraling met ultraviolet licht, beneden een olfactie, gelijk Zwaardemaker en Tempelaar beschrijven. Er ontstond bij een bestraling van 4 uur een oplossing waarvan het minimum perceptibile meer dan vijf maal zoo groot was. Bij langdurige bestralingen bleek het minimum perceptibile van de oplossing steeds grooter te worden.

Een verklaring van dit verschijnsel durf ik niet te geven. Het ligt echter voor de hand te veronderstellen, dat door de photochemische inwerking van het ultraviolette licht de scatol omgezet wordt in (een) stof(fen) met minder sterke reukgevende eigenschappen, terwijl deze omzetting, bij een bestralingswijze gelijk door mij

toegepast werd, een zeer langzaam verloop heeft. Dat de scatol zelve verdwijnt, wordt wel bewezen door het veranderde absorptie spectrum van de bestraalde oplossing, terwijl ook een chemische reactie, die ik nog nader zal beschrijven, dit bevestigde.

Bij het diacetyl ontstaat door de bestraling een oplossing waarvan het minimum perceptibile veel grooter is dan van de onbestraalde oplossing, terwijl bij langere bestraling dit minimum perceptibile kleiner wordt tot zelfs bijna gelijk aan de oorspronkelijke oplossing. Na een bestraling van 12 uren ontstond een oplossing, waarvan het minimum perceptibile slechts tien maal zoo groot was als van het diacetyl. Het merkwaardige gedrag van het diacetyl ten opzichte van ultraviolet licht zal wel moeten worden toegeschreven aan de vorming langs photochemischen weg van een sterk riekende stof, welk proces na 6 uren bestraling nog niet is afgelopen. Dat het diacetyl tot verdwijnen gebracht wordt, daarop wijst ook in dit geval weer het veranderde absorptie spectrum. Het uitblijven van eenige verandering bij de bestraling van anijsaldehyde zoowel van het absorptie spectrum als van het minimum perceptibile, bevestigt de bevindingen van Zwaardemaker en Tempelaar, die het anijsaldehyde als refractair ten opzichte van ultraviolet licht beschrijven.

HOOFDSTUK VIII.

Chemisch aantoonbare verandering in de bestraalde scatol.

Een reactie op scatol bestaat hierin, dat men bij 1 c.c. van de te onderzoeken oplossing voegt $\frac{1}{2}$ c.c. Ehrlich's reagens (2 % oplossing van paradimethylamino benzaldehyd in alcohol 96 %). Hieraan zeer voorzichtig toegevoegd eenige druppels van een zoutzuur oplossing 25 % doet een blauwe verkleuring optreden, indien in de oplossing scatol aanwezig is. (Reactie van Ehrlich.) ¹⁾

Onderzocht werden nu vier oplossingen:

- | | | | |
|----|--------|------------------------|--------------------|
| A. | Scatol | $4 \cdot 10^{-2}$ mgr. | p. c.c. |
| B. | „ | $4 \cdot 10^{-3}$ mgr. | „ „ |
| C. | „ | $4 \cdot 10^{-3}$ mgr. | „ 4 uur bestraald. |
| D. | „ | $4 \cdot 10^{-3}$ mgr. | „ 8 uur bestraald. |

Opl. A. gaf een zeer duidelijke paarsblauwe verkleuring.

Opl. B. gaf evenzeer deze verkleuring echter aanmerkelijk minder intensief dan bij A.

Opl. C. licht geel.

Opl. D. licht geel.

1) Hart, P., Physiologische Chemie 1928, bldz. 69.

Dus C en D beiden negatief.

De kleur van de oplossingen A en B werden na eenigen tijd duidelijker blauw.

Een half uur na het uitvoeren van de reactie werden de kleuren onderling vergeleken door meting in de Helliger pH colorimeter ten opzichte van de kleurschaal van phenolrood met plaatsing van een blauw matglas voor het toestel.

Daarbij werden de volgende waarden verkregen:

Opl. A. kleur als van phenolrood bij pH 8,2

„ B. „ „ „ „ „ „ 8

„ C. „ „ „ „ „ „ 7,2

„ D. „ „ „ „ „ „ 7

waarbij de laatste gemeten werd na verwijdering van het blauwe matglas.

Het was een zeer fraai gezicht de vier buisjes met de gekleurde oplossingen naast een ander te zien, waardoor als het ware in kleuren werd uitgedrukt een verschil in reukintensiteit.

Wanneer in oplossing C en D scatol voorkomt, is het in een concentratie die aan de gevoeligheid van de gebruikte reactie ontsnapt.

SAMENVATTING.

De photochemische invloed van ultraviolet licht op eenige reukstoffen werd nagegaan en de keuze dezer drie reukstoffen gaf aanleiding tot drie verschillende uitkomsten.

Bij de scatol vond een inwerking plaats in den zin van desodorisatie. Deze desodorisatie gaat gepaard met het verdwijnen, althans sterk verminderen van het scatol, zooals een chemische reactie duidelijk maakte. Er ontstond een stof die geen scatol reactie geeft, zeer duidelijk een reuk heeft van ander karakter, terwijl het minimum perceptibile van deze reukstof(fen) belangrijk grooter is dan dat van scatol. Het absorptie spectrum van deze nieuwe stof is zeer verschillend van het absorptie spectrum van scatol.

Bij het diacetyl vond een dusdanige inwerking plaats, dat een stof gevormd werd, die een geheel verschillend absorptie spectrum vertoonde en waaraan een geheel andere reuk viel waar te nemen, terwijl het minimum perceptibile veel grooter is dan dat van het diacetyl terwijl dat bij voortgezette bestraling *kleiner* wordt.

De anijsaldehyde tenslotte toonde zich refractair ten opzichte van het ultraviolet licht, wat betreft de reukeigenschappen, terwijl ook het absorptie spectrum niet veranderde.

De invloed van X-stralen van zeer lange golflengten (Bucky stralen) konden ten opzichte van scatol worden

aangetoond.

Bij de desodorisatie speelt het ultravioleto licht een rol, die bepaald wordt door de photochemische eigenschappen van de reukstof.

Het absorptie spectrum in het ultravioleto geeft een directe aanwijzing omtrent de golflengte der stralen welke bruikbaar zouden kunnen zijn ten bate van desodorisatie.

Deze aanwijzing is nog niet voldoende om er uit af te leiden of de reuk al of niet er door veranderd zal worden. Ten slotte bleef de vraag hoe het reukvermogen der reukstof zelve beïnvloed wordt, onbeantwoord.

Bij desodorisatieproeven met ultravioleto licht is het tijdperk van het empirisch gebruik van lichtbronnen hiermede afgesloten, terwijl voor reukstoffen, die in water oplosbaar zijn, deze werkmethode de groote verscheidenheid van gecompliceerde opstellingen overbodig maakt.

RESUME.

On a examiné l'action photochimique de la lumière ultraviolette sur matières odorantes et le choix de ces trois matières odorantes donnait lieu à trois résultats différents.

Avec le scatol il s'effectuait une action de désodorisation. Cette désodorisation s'allie à la disparition et au moins à une réduction sensible du scatol ce qui montrait une réaction chimique. Il se produisait une substance ne donnant pas une réaction de scatol et ayant très distinctement une odeur d'autre caractère tandis que le minimum perceptible de cette(ces) matière(s) odorante(s) est de beaucoup supérieur à celui du scatol. Le spectre d'absorption de cette matière nouvelle est très différente au spectre d'absorption de scatol.

Avec le biacétyle il s'effectuait une action telle qu'il se produisait une substance présentant un spectre d'absorption entièrement différent et produisant une odeur très différente tandis que le minimum perceptible est de beaucoup supérieur à celui du biacétyle, ce minimum diminuant lors d'une irradiation prolongée.

Finalement l'aldéhyde d'anis montrait une action réfractaire par rapport à la lumière ultraviolette quant au propriété de l'odeur tandis que le spectre d'absorption ne changeait également pas.

On réussit à prouver l'action de rayons X de très grandes longueurs d'onde (rayons dit Bucky) par rapport au scatol.

Dans la désodoration la lumière ultraviolette joue un rôle dépendant des propriétés photochimique de la matière odorante.

Le spectre d'absorption donne une indication directe sur la longueur d'onde des rayons qui pourraient être utilisés en faveur de la désodorisation.

Cette indication ne suffit pas encore pour en inférer si l'odeur sera variée ou non. Finalement la question comment le sens de l'odorat de la matière odorante elle-même est influencée, restait sans réponse.

Dans les essais de désodorisation à l'aide de la lumière ultraviolette l'époque de l'usage empirique de sources lumineuses est maintenant terminée tandis que pour des matières odorantes solubles dans de l'eau la grande variété de dispositions compliquées est rendu superflue par ce procédé.

ZUSAMMENFASSUNG.

Der photochemische Einfluss des ultravioletten Lichtes auf einige Riechstoffe wurde untersucht und die Wahl dieser drei Riechstoffe gab zu drei verschiedenen Ergebnissen Anlass.

Bei dem Skatol fand eine Einwirkung in dem Sinne einer Desodorisation statt. Wie eine chemische Reaktion nachwies, geht mit dieser Desodorisation die Verschwindung auf jeden Fall die starke Abnahme des Skatols einher. Es entstand ein Stoff, der keine Skatolreaktion gibt und der sehr deutlich einen Geruch anderer Art hat, während das Minimum perceptibile dieses oder dieser Riechstoffe erheblich grösser als das von Skatol ist. Das Absorptionsspektrum dieses neuen Stoffes unterscheidet sich sehr von demjenigen von Skatol.

Beim Diazetyl fand eine derartige Einwirkung statt, dass ein Stoff gebildet wurde, der ein ganz verschiedenes Absorptionsspektrum zeigte und an dem ein ganz anderer Geruch wahrnehmbar war, während das Minimum perceptibile viel grösser als das des Diazetyls ist und dieses bei fortgesetzter Bestrahlung kleiner wird.

Das Anisaldehyd erwies sich schliesslich als refraktär in Bezug auf das ultraviolette Licht, was die Geruchseigenschaften anbetrifft, während sich auch das Absorptionsspektrum nicht änderte.

Der Einfluss der X-Strahlen sehr langen Wellenlängen (Bucky-Strahlen) konnte in Bezug auf Skatol nachgewiesen werden.

Bei der Desodoration spielt das ultraviolette Licht eine Rolle, die durch die photochemischen Eigenschaften des Riechstoffes bestimmt wird.

Das Absorptionsspektrum im Ultraviolett gibt eine unmittelbare Andeutung über die Wellenlänge der Strahlen, die zu Gunsten der Desodorisation brauchbar sein könnten.

Diese Andeutung reicht noch nicht dazu aus, daraus abzuleiten, ob sich dadurch der Geruch ändern wird oder nicht. Schliesslich blieb die Frage, wie das Geruchsvermögen des Riechstoffes selbst beeinflusst wird, unbeantwortet.

Bei Desodorisationsversuchen mit ultraviolettem Licht ist hiermit die Aera der empirischen Verwendung von Lichtquellen abgeschlossen, während für in Wasser lösliche Riechstoffe diese Art des Verfahrens die grosse Verschiedenheit verwickelter Anordnungen überflüssig macht.

STELLINGEN

I.

Vita-glas, als vensterglas gebruikt, voor een vertrek, met de bedoeling deze ruimte onder invloed van het binnenvallend daglicht, spoedig te kunnen bevrijden van reukstoffen, biedt geen bijzondere voordeelen.

II.

De meening van Jaquerod, dat de behandeling met tuberculine ongeschikt is voor toepassing door den huisarts, is niet gerechtvaardigd.

(La Presse médicale No. 75, 19 Sept. 1931.)

III.

Ten onrechte meenen verschillende voorstanders van de sub-occipitale punctie, dat deze de lumbale punctie geheel dient te vervangen.

IV.

Het toedienen van medicamenten langs iontophoretischen weg reserveere men bij het oog, voor die gevallen, waar men met indruppelen zijn doel niet bereikt.

V.

Aan de kennis, omtrent het verleenen van „Eerste Hulp bij Ongevallen”, behoort bij het arts-examen aandacht besteed te worden.

VI.

Het is niet juist dat, in gevallen van chorea minor waarbij met de gewone behandeling niet spoedig verbetering wordt gezien, een behandeling met nirvanol aangewezen is.

(Ned. Tijdschr. van Geneesk. Jg. 74 II No. 27 1930)

VII.

Het cholesteatoom van het slaapbeen is meestal primair.

(Journ. of Laryng a. Otol. March 1931).

VIII.

Bij hydronephrose zijn conservatieve operaties aan nierbekken en ureter gemeenlijk te verwerpen.

IX.

De goede resultaten verkregen met Unden, geven nog niet het recht in Unden het aangewezen middel te zien dat, als bijvoeding aan praematuur geboren kinderen, behoort gegeven te worden.

(Monatsch. fur Geburtsh. und Gynaek, Heft 1-2 1931)

X.

Aan den huisarts behoort niet de mogelijkheid ont-nomen te worden, zijn patienten in een ziekenhuis te behandelen.

