



De olfactologie van aniline en homologen

<https://hdl.handle.net/1874/262789>

Aⁿ 192

12 Juni 1917

DE OLFACTOLOGIE VAN ANILINE EN HOMOLOGEN



C. HUIJER

A. qu.
192

**DE OLFACTOLOGIE VAN ANILINE EN
HOMOLOGEN**

DE OLFACTOLOGIE VAN ANILINE EN HOMOLOGEN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD
VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE
RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN
DEN RECTOR-MAGNIFICUS DR. P. H. DAMSTÉ,
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN
EN WIJSBEGEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN
SENAAT DER UNIVERSITEIT, TEGEN DE BEDEN-
KINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE
TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 12 JUNI 1917,
DES NAMIDDAGS TE VIER URE, DOOR

CORNELIS HUIJER,

ARTS, OFFICIER VAN GEZONDHEID 2^e KLASSE I. L.,

::

GEBOREN TE AMSTERDAM

::



::

A. OOSTHOEK — 1917 — UTRECHT

::

AAN MIJN VADER.



De gelegenheid, mij in het gastvrije Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Universiteit geboden, dit proefschrift samen te stellen, heb ik, nu de mobilisatie het mij onmogelijk maakte te promoveeren aan de Universiteit van Amsterdam, waar ik het voorrecht had mijne opleiding te ontvangen, dankbaar aangegrepen.

Aan de Hoogleeraren en Doctoren der Universiteit van Amsterdam breng ik hier mijn dank voor het genoten onderwijs.

Aan U, Hooggeleerde ZWAARDEMAKER, Hooggeachte Promotor, betuig ik mijne groote erkentelijkheid voor Uwe altijd zoo welwillende hulp mij bij de samenstelling van dit proefschrift verleend.

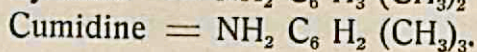
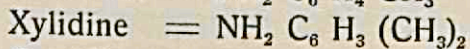
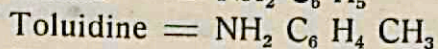
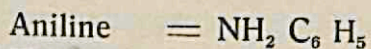
HOOFDSTUK I.

AARD VAN DEN REUK. MINIMUM PERCEPTIBILE.

Van de homologe reeks, afgeleid van aniline, stonden mij vier termen ter beschikking en daarenboven van den tweeden term, het toluidine, de drie mogelijke isomeren, n.l. de ortho-, meta- en paraverbinding. De derde term is het xylidine. Het was mij niet mogelijk in den tegenwoordigen moeilijken tijd daarvan de vijf mogelijke isomeren zuiver in voldoende hoeveelheid te verkrijgen. Het onderzochte xylidine is een mengsel der isomeren. In welke verhouding de verschillende isomeren er in voorkomen is mij onbekend.

De vierde term is het cumidine en wel de 1, 2, 4, 5 verbinding. Andere isomeren konden niet onderzocht worden.

Hier mogen hunne scheikundige formules volgen:



De vier termen verschillen alleen in het aantal alkyl-groepen, gehecht aan de kern $\text{NH}_2 \text{ C}_6 \text{ H}_5$.

Zooals bekend veranderen in het algemeen de physische eigenschappen van de termen eener homologe reeks geleidelijk met het toenemen van het aantal koolstof-

atomen; zoo b.v. de smelt- en kookpunten, het specifieke gewicht, de oplosbaarheid. Wordt ook hun eigenschap, een bepaalde reukgewaarwording te kunnen opwekken, geleidelijk gewijzigd?

Indien dit het geval is vormen zij, evenals zij dit doen van scheikundig standpunt bezien door hunne atomistische samenstelling, ook in hun reukgevend vermogen een reeks.

Enkele homologe reeksen zijn op hunne reukintensiteit reeds onderzocht door HAYCRAFT ¹⁾, later door JACQUES PASSY ²⁾ en BACKMAN ³⁾.

J. PASSY ⁴⁾ deed voor het eerst een onderzoek met de zuivere stoffen. Hij bepaalde het minimum perceptibile van de termen in lucht en bediende zich daarbij van glazen literflesschen, waarin hij een zeer klein drupje van een alcoholische oplossing liet verdampen; aldus zocht hij de kleinste hoeveelheid van de verdampte reukstof, welke in staat was nog juist een reukgewaarwording te geven. PASSY vond een merkwaardige periodiciteit, die ik hier echter met stilzwijgen wil voorbijgaan en kon bovendien constateeren, waarop ik hier de aandacht wil vestigen, dat er bij de aanvangstermen bij het voortschrijden in de reeks een toename in reukkracht bestond. Bij de hogere termen volgt een daling, zoodat de hoogste reukeloos worden.

De onderzochte reeksen zijn geen reeksen van gelijken geur; de qualiteit van den geur verandert weliswaar, maar niet zoodanig of er is een geleidelijke overgang waar te nemen (HAYCRAFT'S overgangen).

ZWAARDEMAKER ⁵⁾ spreekt van odoriphoren en verstaat

¹⁾ HAYCRAFT, Brain 1888 blz. 166.

²⁾ Comptes rendus Mai 1893.

³⁾ De olfactologie der methylbenzolreeks. Kon. Acad. van Wetenschappen Amsterdam Jan. 1917, deel 25, blz. 971.

⁴⁾ Comptes rendus Mai 1892.

⁵⁾ Physiologie des Geruchs. Leipzig 1895 blz. 247.

daaronder bepaalde atoomgroepeeringsen, die door hunne aanwezigheid in overigens in meerdere of mindere mate verschillende moleculen, aan deze blijkbaar hun reukgevende eigenschap verleenen. Later zijn deze odoriphoren ook osmophoren genoemd (KLIMONT; RUPE). Als zoodanig moeten in de alcoholreeks de groep C-OH en in de vetzuurreeks de groep — COOH aangemerkt worden. In de reeks van BACKMAN is de odoriphoor B-(CH₃)_n¹⁾ en in mijn reeks NH₂-B-(CH₃)_n²⁾.

In een homologe reeks heerscht dus eenheid van odoriphoor; toch wordt, blijkens de verandering in kwaliteit van den reuk, deze slechts gedeeltelijk door den voor de reeks karakteristieke odoriphoor beheerscht. Immers, indien dit niet het geval ware, is niet in te zien, waarom telkens de kwaliteit van den reuk zou veranderen en de reukverschillen van de termen onderling zich niet alleen zouden openbaren in een bepaalde en bij de opeenvolgende termen telkens quantitative wijziging van de reukkwaliteit.

Zoowel quantitatief als kwalitatief wordt de reuk door de zijketens beïnvloed. Een verband tusschen chemische samenstelling en reuk bestaat er dus wel, de eerste is echter niet beslissend³⁾; er zijn immers vele stoffen bekend, die bij ver uiteenlopende moleculair-structuur desalniettemin in staat zijn eenzelfde reuk-gewaarwording te voorschijn te roepen. Als voorbeelden wil ik noemen: benzaldehyde en nitrobenzol; muscon en trinitrobutyltoluol; indol en scatol. De reuk is dus niet een atomeigenschap, doch wordt bepaald door de onderlinge ordening der atomen in het molecule.

Zooals uit mijne onderzoekingen zal blijken, maken

¹⁾ $n = 0 - 4$. B stelt de benzolkern voor.

²⁾ $n = 0 - 3$.

³⁾ H. RUPE. Ber. d. d. Chem. Gesellsch. Bd. 33. S. 3401.

G. COHN. Die Riechstoffe. Braunschweig 1904.

H. ZWAARDEMAKER. K. Acad. v. W. Amst. Juni 1904. p. 152.

de termen der anilinereeks op den regel van HAYCRAFT geen uitzondering.

Inderdaad verandert de qualiteit van den reuk geleidelijk. Dit is ook het geval voor de drie isomeren van toluidine. Aniline heeft een licht aromatischen geur; bij de volgende termen verandert deze achtereenvolgens langzamerhand in een reuk, die eenigszins doet denken aan scatol. Bij grootere verdunning verdwijnt het specifieke in den reuk der homologen min of meer en wordt den indruk van een flauwen reuk verkregen. Uit de proeven, ter bepaling van het minimum perceptibile bleek het mij, dat bij groote verdunning in lucht, het moeilijk was de termen aan het specifieke in hun reuk te herkennen; bij geringe intensiteit van den reukprikkel treedt dus allengs de, wanneer ik dit zoo noemen mag, verbindende reukschakel meer op den voorgrond.

Het minimum perceptibile per Liter lucht werd op de volgende wijze in de reukkast bepaald. Deze had een inhoud van 64 Liter. Om de snelheid der vervluchtiging te meten en tevens de hoeveelheid, die nog juist toereikend was een minimale reukgewaarwording op te wekken, te kunnen bepalen, maakte ik gebruik van een microbalans, bestaande uit een circa 12 cm. lang en ± 0.75 mm. dik glasstaafje, vastgekit op het midden van een, tusschen twee steunpunten gespannen horizontaal verloopenden zeer dunnen kwartsdraad en aldus, onder torsie daarom draaibaar. De eene arm van de balans draagt een dun uitgetrokken glasdraadje, dat zich langs een schaalverdeeling kan bewegen en den uitslag van de balans aldus aangeeft. Deze balans plaatste ik in de reukkast. Aan den anderen arm van de balans, uitlopend in een nietig platinahaakje, hing ik vervolgens een stukje filtreerpapier, ter grootte van ± 30 mm²., gedrenkt in de te onderzoeken reukstof op, sloot snel de reukkast, zette een aftikhorloge in beweging en las den stand van de balans op de

schaalverdeeling met een kijker af. De balans was zoodanig in de kast opgesteld, dat het met de reukstof gedrenkte papiertje zich ongeveer in het midden bevond. Na één minuut rook ik aan de opening in den zijwand van de reukkast; ik herhaalde dit telkens na opnieuw één minuut tot ik een reuk gewaar werd. Dan was het oogenblik bepaald, waarop een hoeveelheid der reukstof verdampt was nog juist voldoende om een zwakken reukindruk te geven. De stand der balans werd nu onmiddellijk afgelezen en genoteerd. Telkens na een tijdsverloop, evengroot als dat waarin het minimum perceptibile voor den totaal-inhoud van de reukkast was bepaald, werd opnieuw de stand van de balans afgelezen, tot er aldus tien standen genoteerd waren. In de kast heerschte dezelfde temperatuur als in het vertrek, dat, tijdens den heerschenden kolennoed, niet verwarmd werd. Daaraan is het toe te schrijven, dat mijne bepalingen alle bij de betrekkelijk lage temperatuur van ± 11 graden plaats vonden. Met zekerheid mag worden aangenomen, dat de gevonden waarden bij gewone kamertemperatuur hooger zouden uitgevallen zijn.

Aan de beschreven methodiek ter bepaling van het minimum perceptibile kleven enkele fouten, aan welke echter, naar ik meen, een eenigermate belangrijken invloed op het eindcijfer niet kan worden toegekend. Bij alle onderzoekingen in de reukkast speelt de adsorptie aan de wanden een rol, te grooter naarmate bij de te onderzoeken reukstof het adsorptievermogen (in dit geval aan glas) sterker ontwikkeld is. Door de plaatsing in de reukkast van de microbalans werd het oppervlak der adsorbeerende vlakken noodzakelijkerwijze vergroot. Indien de beschreven methode aanspraak mag maken op betrouwbaarheid, dan dient er dus voor gezorgd te worden, dat het totaal oppervlak van de balans zoo klein mogelijk zij. Zooals later blijken zal is het adsor-

beerend vermogen van de homologen der anilinereeks klein; de storende invloed daarvan moet dus ook nagenoeg te verwaarloozen zijn.

Bij het opsporen van het minimum perceptibile in de reukkast lieten ZWAARDEMAKER, NOYONS, TEMPELAAR, BACKMAN zeer kleine hoeveelheden reukstof in waterige oplossing onder voorzichtige verwarming in de reukkast verdampen. Eerst 5 minuten na de volledige verdamping vond de waarneming plaats. Het lijkt mij toe, dat bij de door hen gevolgde methode de verhoogde temperatuur in de reukkast een nadeel is; in de eerste plaats zijn luchtstromingen door de weliswaar onbeduidende reten van de kast daarbij in het spel; vervolgens geeft, zooals ik zelf kon constateeren, de, ten opzichte van de kamerlucht warmere lucht in de kast een soort, zij het ook zwakken reukindruk, die ongetwijfeld van suggestieve en ook van compensatorische kracht moet zijn, waar het geldt een minimale reukprikkel waar te nemen.

De grootte van het in reukstof gedrenkte papiertje nam ik in alle proeven dezelfde en zorgde er voor, dat het geheel met reukstof doortrokken was.

De twee bij gewone temperatuur vaste termen, het paratoluidine en cumidine, werden tot verzadigings toe in alcohol opgelost. Met de oplossing werd het papiertje gedrenkt. Gedurende eenige uren werd nu den alcohol gelegenheid gegeven te verdampen. Aldus verkreeg ik papiertjes, waarop de vaste reukstof na volledige vervluchtiging van den alcohol in een tamelijk dikke laag zich bevond, wat met het bloote oog duidelijk waarneembaar was.

Aldus experimenteerend had ik het voordeel tevens een indruk te verkrijgen omtrent de verdampingssnelheid der homologen. Absoluut juist zijn de verkregen gegevens in dit opzicht echter niet; vrijwel goed vergelijkbaar zijn de vloeibare termen. Het oppervlak echter van de zich in een vaste laag op het papiertje

bevindende vaste reukstof was zeer zeker wat grooter dan 30 m.M². en viel dus ook de verdampingssnelheid wat grooter uit.

Voor elke stof werd de proef driemaal herhaald en het gemiddelde van de drie verkregen uitkomsten als eindresultaat genomen.

Na elke proef werden de wanden van de reukkast met een droge doek en krijt afgeveegd en aldus van den aanhangenden reukstof bevrijd. De kast werd daarna gedurende een half uur open gelaten: „gelucht”.

Een controlewaarneming op de gevoeligheid der balans nam ik na elke proefreeks als volgt: op het papiertje hing ik een ruitertje van 1 mgr. en las nu de vermeerdering in uitslag van de balans af. Zeer kleine variaties daargelaten gaf deze voor het 1 mgr. gewichtje dan een uitslag van 24 deelstrepen. Elke deelstreep komt dus overeen met 0.0417 mgr.

De vervluchtiging bleek een zeer regelmatig verloop te hebben, tenminste gedurende den waarnemingsduur, die varieerde tusschen 30 en 150 minuten. De naald van de microbalans liep regelmatig terug en de vermindering in uitslag was, in schaaldeelen uitgedrukt voor elk tijdsverloop, overeenkomende met den tijd, waarin een minimum perceptibile werd gevonden, binnen de grenzen van waarnemingsfouten, even groot. In vele gevallen leverde de eerste waarneming in eenzelfde reeks een uitkomst op, kleiner dan de daarop volgende, hetgeen ik meen te moeten toeschrijven aan den tijd, noodig om het papiertje op te hangen, de kast te sluiten en den uitslag af te lezen, wat, door de kleine schommelingen, die de balans nog maakte ook minder precies mogelijk was.

De resultaten vindt men in ommestaande tabel:

Termen	Tijd, waarin het minimum perceptibile werd waargenomen	Gemiddelde vermindering in den uitslag der balans	Minimum perceptibile in gr. per L. lucht
Aniline	3 min.	1.1	46×10^{-9}
o-toluidine . .	3 „	0.69	29×10^{-6}
m-toluidine. .	5 „	0.62	26×10^{-6}
p-toluidine . .	5 „	0.32	14×10^{-6}
Xylidine. . . .	$6\frac{1}{2}$ „	0.56	23×10^{-6}
Cumidine . . .	18 „	0.20	8×10^{-6}

In grammoleculen omgerekend zijn de uitkomsten:

Termen	Minimum perceptibile in gr. mol. per L. lucht
Anilinine	0.49×10^{-6}
o-toluidine	0.27×10^{-6}
m-toluidine	0.24×10^{-6}
p-toluidine	0.13×10^{-6}
Xylidine	0.19×10^{-6}
Cumidine	0.06×10^{-6}

Geheel volgens den regel van HAYCRAFT neemt dus de reukkracht toe van de lagere naar de hoogere termen. Immers hadden wij bij het toluidine, evenzoo als bij het xylidine te doen met een mengel, dan zou het minimum perceptibile van het mengsel waarschijnlijk zijn:

$$\frac{0.27 + 0.24 + 0.13}{3} = 0.21 \text{ gr. mol. per L. lucht.}$$

De tabel zou er dan als volgt uitzien:

Termen	Minimum perceptibile in gr. mol. per L. lucht
Aniline	0.49×10^{-6}
Toluidine.	0.21×10^{-6}
Xylidine	0.19×10^{-6}
Cumidine.	0.06×10^{-6}

De moleculen onderscheiden zich slechts door het toenemend aantal alkylgroepen; hoe meer methylgroepen hoe sterker reukkracht. De plaatsing der methylgroepen blijkt tevens van invloed. Zooals uit de cijfers voor de toluidinen valt af te leiden, is de invloed van het alkylradikaal grooter, naarmate dit respectievelijk de ortho-, meta- of paraplaats inneemt. Daarbij schijnt de methylgroep op de paraplaats belangrijk meer de reukkracht te verhoogen dan wanneer zij de metaplaats inneemt. Is wellicht tengevolge daarvan de reukkracht van het cumidine, waarin één methylgroep, blijkens de plaatsing 1, 2, 4, 5 op de paraplaats staat, zooveel sterker dan die van den voorafgaanden term?

Het valt te betreuren, dat het door de tijdsomstandigheden niet mogelijk was een aantal isomeren van het xylidine op hun reukgevend vermogen te onderzoeken. Blijkens cijfers verkregen bij het toluidine mag misschien verwacht worden, dat voor de xylidineisomeren het minimum perceptibile zal afnemen, wanneer de paraplaats door een methylgroep bezet is en dat de 1, 3, 4 en 1, 4, 5 verbinding evensterk en sterker zullen rieken dan de andere isomeren.

Hetzelfde zou dan voor het cumidine gelden.

Vergelijken wij de reukkracht met het moleculair gewicht:

Termen	Minimum perceptibile in gr. mol. per L. lucht	Mol. gewicht
Aniline.	0.49×10^{-6}	93
o-toluidine	0.27×10^{-6}	107
m-toluidine	0.24×10^{-6}	107
p-toluidine	0.13×10^{-6}	107
Xylidine	0.19×10^{-6}	121
Cumidine	0.06×10^{-6}	135

dan vinden wij een veel snellere toename van de reukkracht dan van het moleculair gewicht, zooals dit ook voor de alcohol en vetzurreeks is vastgesteld.

Het onderlinge verband der atomen in het molecule moet de beslissende factor zijn, waarvan alleen de sterkte van het reukgevend vermogen afhankelijk is; de massa van het molecule speelt daarbij geen gewichtige rol.

Beschouwen wij ten slotte de tijden, noodig voor een dusdanige verdamping, dat een minimum perceptibile kon worden waargenomen:

Termen	Per minuut verdampt van een oppervlak van 30 m.M ²	
Aniline.	0.16×10^{-6}	} gemiddeld 0.055
o-toluidine	0.09×10^{-6}	
m-toluidine	0.05×10^{-6}	
p-toluidine	0.026×10^{-6}	
Xylidine	0.03×10^{-6}	
Cumidine.	0.003×10^{-5}	

De vluchtigheid neemt dus af hoe verder de term in de reeks staat; zij is het kleinst voor het cumidine.

HOOFDSTUK II.

ODORIMETRISCHE COEFFICIENTEN VAN DE VERZADIGDE EN AEQUIMOLECULAIRE WATERIGE OPLOSSINGEN.

In het vorige hoofdstuk werden de minima perceptibilia bepaald, uitgaande van de zuivere stoffen. Wij zochten, verhoudingsgewijze, het geringste aantal moleculen in één L. lucht aanwezig, voldoende om juist een reukge waarwording te geven. De reukge vende meculen konden zich daarbij uit hun onderling verband losmaken en in de omgeving diffundeeren.

Wanneer ik thans overga tot de bepaling van de odorimetrisc he coëfficiënten van waterige oplossingen in den olfactometer, moet ik er van te voren reeds op wijzen, dat de daarbij te vinden waarden niet de onderlinge verhouding der termen in reukkracht aangeven.

Immers bij de proeven met den reukmeter speelt de meerdere of mindere gemakkelijkeid, waarmede de reukstofmoleculen zich uit het oplosmiddel losmaken een belangrijke rol.

Ik maakte gebruik van een precisieolfactometer van ZWAARDEMAKER. De reukstofoplossingen werden een dag van te voren in de zorgvuldig reine reukcilinders gebracht en deze aan beide uiteinden met een kurkje goed gesloten. De poreuse binnenwand uit filtreerpapier was dus den volgende dag goed van reukstofoplossing doortrokken, zonder dat reukstofmoleculen de gelegenheid hadden gehad naar buiten te ontsnappen.

Den benoodigden luchtstroom verkreeg ik door middel van een waterzuigpomp; er werd zorg gedragen dat de snelheid van den luchtstroom steeds even groot was en de reukproef werd pas genomen nadat de doorstroming $\frac{1}{4}$ minuut had geduurd. De verbinding met de zuigpomp werd daarop verbroken, de kraan van het reservoir aan de zijde van den reukcilinder gesloten en door een zijbuisje, aangebracht aan het ongeveer 100 c.M³ groote reservoir, geroken. Uit telkens herhaalde waarnemingen bij verschillende mate van uitschuiving van den cilinder, werd de kleinste afstand, waarop deze moest worden uitgeschoven, om nog een minimale gewaarwording te geven, gevonden.

Op de beschreven wijze wordt een minimum perceptibile bepaald; ook hier geeft het aantal reukstofmoleculen den doorslag. Terwijl echter in het vorige hoofdstuk bij het zoeken naar het minimum perceptibile de tijd geen rol speelde, is dit wel het geval bij de proeven met den reukmeter. We maken hier gebruik van waterige oplossingen. De verdampingssnelheid uit water is hier van belang; hoe geringer deze snelheid, hoe kleiner het aantal reukstofmoleculen, die bij gegeven uitschuiving met den luchtstroom meegesleept in het reservoir komen. Hoe grooter het oppervlak waarlangs de luchtstroom strijkt, hoe meer er medegesleept worden; de minimum indruk wordt verkregen, wanneer de concentratie in den luchtstroom een bepaalde waarde heeft bereikt. Ook wanneer de luchtstroom langer dan $\frac{1}{4}$ minuut door den olfactometer werd geleid, zou in het reservoir de concentratie niet veranderen, wanneer tenminste in eenzelfde tijdsverloop eenzelfde aantal reukstofmoleculen uit de oplossing worden meegesleept. Zijn er echter eenmaal een aantal aan het filtreerpapieroppervlak onttrokken, dan moet zij weer worden aangevuld. Geschiedde nu de aanvulling voldoende snel, dan zou de doorstromingstijd zonder invloed

zijn. Voor niet zeer sterk geconcentreerde oplossingen lijkt dit weinig aannemelijk en is het dus noodig de doorstroomingstijd telkens even lang te nemen en tusschen twee proeven eenigen tijd te wachten.

Uit bovenstaande overwegingen volgt, dat de getallen, vermeld in de volgende tabel niet vergelijkbaar zijn met die voor de minima perceptibilia in het vorige hoofdstuk. De uitkomsten zijn, behalve een maat voor de reukkracht der betrokken oplossingen, tevens, wanneer de reukkracht gegeven is, een maat voor de verdampingssnelheid uit de waterige oplossing.

Het adsorptievermogen in de anilinereeks is gering; met fouten, daaruit voortvloeiende behoeft dus geen rekening gehouden te worden.

Ik vond de volgende olfactie-waarden:

Termen	Olfactiewaarden	Minimum perceptibele in gr. mol. per L. lucht.
Aniline. . . .	0.5 c.M.	0.49×10^{-6}
o-toluidine . .	0.8 „	0.27×10^{-6}
m-toluidine . .	1.2 „	0.24×10^{-6}
p-toluidine . .	0.4 „	0.13×10^{-6}
Xylidine . . .	0.3 „	0.19×10^{-6}
Cumidine . . .	1.2 „	0.06×10^{-6}

Hieruit volgt voor de odorimetrische coëfficiënten:

Termen	Odorimetrische Coëfficient	Minimum perceptibele in gr. mol. per L. lucht.
Aniline. . . .	2	0.49×10^{-6}
o-toluidine . .	1.3	0.27×10^{-6}
m-toluidine . .	0.8	0.24×10^{-6}
p-toluidine . .	2.5	0.13×10^{-6}
Xylidine . . .	3.3	0.19×10^{-6}
Cumidine . . .	0.8	0.06×10^{-6}

In de derde kolom plaats ik telkens de minima perceptibilia per L. lucht bepaald in het vorige hoofdstuk ter vergelijking.

Het is nu mogelijk de onderlinge verhouding der verdampingssnelheden van de termen uit hunne waterige oplossing te berekenen. De minima perceptibilia in gr. mol. per L. lucht zijn uit het vorige hoofdstuk bekend. Nemen wij aan, dat er in $\frac{1}{4}$ minuut Y c.M³. lucht, die per L. het minimum perceptibile bevat, het reservoir van den olfactometer passeert, dan zijn er in deze Y cM³. aanwezig $\frac{Y}{1000} \times a$ gr. mol., wanneer a het minimum perceptibile per L. lucht van de betrokken reukstof voorstelt. Deze $\frac{Y}{1000} \times a$ gr. mol. moeten verdampt zijn van een cilinderoppervlak, waarvan de grootte uit de gevonden olfactiewaarde kan worden afgeleid. Is dit cilinderoppervlak b c.M². groot, dan is er van 1 c.M² van dit oppervlak in $\frac{1}{4}$ minuut verdampt $\frac{Y}{1000} \times \frac{a}{b}$ gr. mol.; per minuut zou er verdampt zijn $\frac{4Y}{1000} \times \frac{a}{b}$ gr. mol..

Voor de homologen der anilinereeks laten zich uit deze formule de verhoudingsgetallen van hun verdampingssnelheid uit hunne waterige oplossing berekenen. Deze verhoudingscijfers plaats ik in de tweede kolom van de nu volgende tabel en in de derde kolom de cijfers, die de verhouding aangeven tusschen de van eenzelfde oppervlak verdampte hoeveelheden vanuit de zuivere stoffen:

Termen	Verhoudingsgetallen voor de verdampingssnelheden uit waterige oplossing	Verhoudingsgetallen voor de verdampingssnelheden der zuivere stoffen.
Aniline. . . .	98	160
o-toluidine . .	34	90
m-toluidine . .	20	50
p-toluidine . .	32	26
Xylidine . . .	63	30
Cumidine . . .	5	3

De verdampingssnelheid uit waterige oplossing verschilt dus aanmerkelijk van die uit de zuivere reukstof.

De odorimetrische coëfficiënt geeft een indruk omtrent de verdamping van de reukstof uit het gebruikte oplosmiddel en als men verschillende oplosmiddelen bezigt, zal men verschillen krijgen. Het zou interessant zijn dit speciaal voor water, paraffine en glycerine onderling te vergelijken. Onze reeks echter leent zich tot een dergelijk onderzoek niet bijzonder, omdat de reukindrukken, die men verkrijgt niet sprekend genoeg zijn. Ik heb daarom deze op zichzelf interessante studie nagelaten.

In verband met de later te nemen verstuiwingsproeven achtte ik het gewenscht de daarbij gebezigde aequimoleculaire oplossingen op haar reukkracht te onderzoeken:

Termen	Olfactie- waarde	Odorimetrische coëfficiënt	Laadvermogen in coulombs per 1 c.M ³ .
¹ / ₄₀ norm. Aniline. .	6.0 c.M.	0.17	0.3×10^{-9}
¹ / ₄₀ " o-toluidine	5.0 "	0.2	1.6×10^{-9}
¹ / ₄₀ " m-toluidine	4.0 "	0.25	2.5×10^{-9}
¹ / ₄₀ " p-toluidine	1.8 "	0.55	1.5×10^{-9}
¹ / ₄₀₀ " Xylidine .	3.5 "	0.3	0.14×10^{-9}
¹ / ₄₀₀ " Cumidine .	1.8 "	0.55	0.3×10^{-9}

ge-
middeld
0.33

ge-
middeld
 1.9×10^{-9}

Thans, nu wij de odorimetrische coëfficiënten van de aequimoleculaire oplossingen kennen, zien wij een verband tusschen reuk van aequimoleculaire oplossingen en haar laadvermogen,¹⁾ vooral wanneer wij daarbij rekening houden met de verlaging der oppervlakte spanning, die zoowel in den reukmeter als in de drupjes van den nevel tot stand komt, zij het ook in beide niet in dezelfde mate.

¹⁾ Zie voor de definitie van laadvermogen (waarover in Hoofdstuk VI nog uitvoerig gehandeld wordt), in den zin, waarin het hier gebruikt is: H. ZWAARDEMAKER, K. Ak. v. W. Amsterdam, Deel 25, blz. 10.

HOOFDSTUK III.

ADSORPTIE.

De adsorptie van reukstoffen aan wanden, is sinds lang een algemeen bekend verschijnsel.

In het dagelijksch leven worden wij ook zonder dat onze aandacht er speciaal op gevestigd is, daaraan telkens weer herinnerd. Wij spreken ervan, dat de reuk ergens aan „blijft hangen”; dat sommige stoffen langen tijd „aanhangen”.

Wie zich bezighoudt met olfactometrische onderzoekingen ondervindt maar al te vaak den last van deze daarbij zoo hinderlijke eigenschap, die hem een snel werken onmogelijk maakt.

Er zijn stoffen, die naar den reuk beoordeeld, buitengewoon krachtig en langdurig aanhangen; denken wij slechts aan het onaangenaam riekende scatol, dat zoo intensief aan staal adsorbeert; dat dit er na verloop van 20 dagen nog onmiskenbaar naar riekt.

Ook b.v. de aetherische oliën adsorbeeren over het algemeen sterk; sinds langen tijd hebben de parfumeriefabrikanten daarvan partij getrokken en zich toegelegd op de fabricage van reukstoffen en reukstofmengsels van groot adsorbeerend vermogen, die zij bezigen ter parfumeering van linnen, papier, enz.

Niet alleen aan vaste stoffen, maar ook aan vloeistoffen kunnen reukstoffen zich hechten.

De eigenschap om geadsorbeerd te worden, komt

aan alle reukstoffen in meerdere of mindere mate toe ¹⁾, intusschen voor verschillende wanden met zeer verschillenden duur. Ik wijs hier op het ionon, waarvan de kenmerkende geur ook na 2 dagen nog aan een nikkeloppervlak bemerkbaar is, terwijl van hetzelfde ionon de laatste sporen reeds na enkele seconden van een glasoppervlak verdwenen zijn. Omgekeerd zijn er reukstoffen, die zich gemakkelijk aan glas, daarentegen in onmerkbare hoeveelheid aan nikkel hechten.

ZWAARDEMAKER en HERMANIDES bepaalden de adsorptie aan vlakken door deze laatste gedurende een gemeten tijd bloot te stellen aan reukgassen en na te gaan hoelang de geur aan zulke wanden blijft hangen.

Bij de bepaling van de adsorptie van de homologen der anilinereeks ging ik volgens dezelfde methode te werk: gedurende vijf minuten werd door een buisje van 10 c.M. lengte en 8 m.M. middellijn een luchtstroom gezogen, die eerst door een reukcilinder, gevuld met een geconcentreerde waterige oplossing, was geleid. Ik bediende mij achtereenvolgens van buisjes gemaakt uit gewoon glas, kwarts, barnsteen, nikkelgaas. Door na verloop van tijd aan het buisje te ruiken, werd bepaald hoelang een geur bemerkbaar was.

Alvorens de resultaten van dit onderzoek in een tabel weer te geven, wil ik er op wijzen, dat wij, wanneer we glas als adsorbeerenden wand gebruiken, feitelijk de adsorbtie bepalen aan een wateroppervlak; immers het gewone glas bedekt zich aan de lucht steeds met een zij het ook uiterst dun laagje water. Het barnsteen bezit oogenschijnlijk niet de eigenschap waterdamp uit de lucht op zijn oppervlak te verdichten; barnsteen immers is een goed isoleerende stof.

Ook kwarts is hygroscopisch.

¹⁾ ZWAARDEMAKER. Kon. Akad. v. W. Amsterdam 14 Mei 1907; 29 Juni 1907.

HERMANIDES. Diss. Utrecht 1909.

Hier mogen thans de resultaten van het onderzoek volgen:

Adsorptie.

Termen	aan Glas	aan Barnsteen	aan Kwarts
Aniline . .	1 min.	0	0
o-toluidine .	0	15 sec.	0
m-toluidine .	15 sec.	0	0
p-toluidine .	30 „	weinige sec.	15 sec.
Xylidine . .	20 „	10 sec.	10 „
Cumidine .	10 „	weinige sec.	weinige sec.

Aan nikkelgaas was de adsorptie grooter en varieerde tusschen 90 en 150 sec.; positieve of negatieve lading van het gaas gaf geen merkbaar verschil.

In hun adsorptievermogen vertoonen dus de homologen groote overeenstemming, tenminste voor de gebruikte adsorbeerende wanden.

Met eenige waarschijnlijkheid laat zich vermoeden, dat hunne adsorptie in de neusholte niet veel verschilt en dat de gevonden waarden voor hunne minima perceptibilia werkelijk de verhouding van hun reukkracht aangeven.

Een juiste maatstaf voor de adsorptie zou feitelijk alleen te vinden zijn in een *gewichtsbepaling*; het moleculairgewicht daarbij in aanmerking genomen, zou ons zelfs een inzicht geven in het aantal der geadsorbeerde moleculen; de snelheid der gewichtsvermindering in den duur der adsorptie.

Dergelijke gewichtsbepalingen stuiten in de praktijk voorloopig op onoverkomelijke bezwaren. Wij moeten ons behelpen met methoden, waarbij uit een waargenomen reukprikkel het adsorptievermogen wordt afgeleid. Daarbij meten wij dus niet met een zuiver

physische, doch met een physiologische maat. Bij nader inzicht zijn daartegen echter geen bedenkingen in te brengen; het interesseert ons slechts te weten in welke mate en hoelang een reukstof den adsorbeerenden wand in staat stelt een voor ons zintuig merkbaren geur af te geven.

Welke de rol is, die de adsorptie speelt bij het tot stand komen van een reukgewaarwording, is ons voorhands niet bekend. Zeer waarschijnlijk of liever bijna zeker mag wel worden aangenomen, dat de met reukstofmoleculen bezwangerde lucht bij inspiratie een deel daarvan afgeeft aan het neusslijmvlies. Wanneer wij bedenken hoe snel de ingeademde lucht verwarmd wordt, zoodat deze in de pharynx, bij rustig ademen, reeds een temperatuur van 30° heeft aangenomen, dan wijst dit er op, dat de anatomische verhoudingen in den neus zoodanige zijn, dat de inademingslucht zeer snel warmte tot zich kan trekken. Uit de onderzoekingen ¹⁾ over den weg, die de inspiratiestroom in de neusholte neemt, is gebleken, dat de bouw van de neusholte er ongetwijfeld op berekend is den luchtstroom langs een groot verwarmend slymvliesoppervlak te doen strijken, dezen daardoor te verwarmen en aldus de gevoelige larynx en de luchtwegen voor een te snelle en voortdurende sterke afkoeling te vrijwaren; alle deelen van den inspiratiestroom hebben gelegenheid in nauw contact te komen met het slijmvliesoppervlak en daaraan de noodige vochtigheid en warmte te ontleenen.

Den meegesleepte reukstofmoleculen moet dus ruimschoots de kans geboden worden aan het vochtige slijmvlies te adsorbeeren. Een deel van den luchtstroom bereikt langs de concha inferior direct de pharynx; de

¹⁾ E. PAULSEN. Experimentelle Untersuchungen über die Strömung der Luft in der Nasenhöhle. Sitzungsbericht der K. Acad. d. Wissenschaften. Wien Abt III 1882. Bd. 85.

H. ZWAARDEMAKER. Physiol. des Geruchs. 1895 blz. 46.

daarmede gevoerde reukstof is dus voor het tot stand komen van een reukgebaarwording verloren. Een ander deel komt in de nabijheid van het specifieke epitheel eerst nadat een betrekkelijk lange weg langs het slijmvlies is afgelegd. Hoe krachtiger de betrokken reukstof adsorbeert, hoe talrijker de reukstofmoleculen, die vastgehouden worden, des te kleiner het aantal dat de regio olfactoria bereikt.

Uit deze overwegingen moeten wij wel concludeeren, dat wanneer een bepaalde reukstof een zwakken prikkel op ons reukorgaan uitoefent, dit nog niet in zich sluit, dat de specifieke reukenenergie van deze stof gering is. Uit de bepaling van het minimum perceptibile is immers gebleken, dat eerst bij een bepaalde concentratie van reukgevende moleculen een reukprikkel kan worden opgewekt. Hoe geringer de daartoe benoodigde concentratie, hoe sterker wij de betrokken reukstof noemen. Een stof, die in zijne moleculen een krachtig odoriphoor draagt, moet dus bij hooge ontwikkeling van zijn adsorptievermogen aan vochtig slijmvlies, bij rustig ademen slechts een zwakken reukindruk maken; en omgekeerd zullen weinig reukkrachtige moleculen bij gering adsorptievermogen, juist door de hoogere concentratie, waarin zij het reukepitheel kunnen bereiken een sterkere werking uitoefenen.

Afgezien nog van de mogelijkheid, dat de aan het niet van specifiek epitheel voorziene deel van het neusslijmvlies geadsorbeerde riekende moleculen door prikkeling van trigeminus-vezels medewerken tot het bewust worden van den zintuigprikkel (zoogenaamd prikkelende reukstoffen), moet dus de adsorptie een niet te verwaarloozen factor zijn bij de beoordeeling van de reukkracht.

Uit de bij rustige ademhaling gevonden reukkracht, mag dus geen besluit getrokken worden omtrent de absolute reukkracht van een bepaalde stof.

Is de verklaring van ZWAARDEMAKER de juiste, die aanneemt, dat een reukprikkel eerst uitgeoefend wordt, nadat reukstofmoleculen aan de zintuighaartjes geadsorbeerd zijn, dan moet in laatste instantie de intensiteit van dien prikkel in hooge mate afhankelijk zijn van de wederzijdsche aantrekkende kracht tusschen reukharen en reukstofmoleculen. De mogelijkheid laat zich zeer wel indenken, dat er stoffen zijn, die een krachtigen odoriphoor dragen en dit toch op geen merkbare wijze aan ons reukorgaan openbaren, omdat ze niet aan het specifieke epitheel adsorbeeren.

In verband met bovenstaande beschouwingen, wil ik nog wijzen op de eigenschap der reukstoffen, de nevel van hunne verstoven waterige oplossing geladen te doen zijn; het is gebleken, dat omgekeerd niet mag worden gezegd, dat alle ladinggevende stoffen reukstoffen zijn. Voorbeelden daarvan zijn tot dusver door ZWAARDEMAKER, KNOOPS en v. D. BIJL onder de antipyretica gevonden. Ik vraag mij echter af, of zoo'n antipyreticum, mits opzettelijk op het reukepitheel gebracht, niet als reukstof zou fungeeren en dat het dus de uitwendige belemmeringen zijn die dit in het gewone leven verhinderen.

HOOFDSTUK IV.

OPPERVLAKTESPANNING.

De molecuulkrachten, die de moleculen van een stof bijeenhouden, geven aan de oppervlakte daarvan aanleiding tot het ontstaan van de z.g. oppervlaktetension. Aan de oppervlakte bevinden de moleculen zich onder een andere onderlinge verhouding als in het inwendige der stof. Bij de verdamping van een vluchtige stof uit het oplosmiddel speelt de oppervlaktetension een gewichtige rol.

Alle vluchtige stoffen ontsnappen min of meer gemakkelijk uit hun oplosmiddel, een reukstof opgelost in water maakt daarom dit water riekend. Het is van belang te weten welken invloed de oppervlaktetension hierop uitoefent.

Bovendien schijnt een verandering in oppervlaktetension in nauw verband te staan met het optreden van een elektrische lading bij verstuiven van de oplossing. Alle tot nu toe onderzochte reukstoffen geven lading bij verstuiven en verlagen de oppervlaktetension.

Ook de niet riekende, ladinggevende stoffen, schijnen daarop geen uitzondering te maken.

Zooals wij gezien hebben, adsorbeeren de reukstofmoleculen aan het neusslijmvlies. Eenmaal in het bedekkende oppervlakkige vochtlaagje getreden, zullen zij een wijziging in de oppervlaktetension daarvan teweegbrengen. De histologie van het neusslijmvlies leert ons, dat de samenstelling daarvan in de streek waar het reukepitheel gelocaliseerd is, een andere is,

dan in de overige deelen der neusholte. In de regio olfactoria monden eigenaardige klieren uit. De aanwezigheid van deze bijzondere klieren doet vermoeden, dat het vochtlaagje op den locus luteus, van een andere samenstelling is als het vochtlaagje, waarmede de overige deelen der neusholte bedekt zijn. Wanneer daarmede een verandering der oppervlaktespanning gepaard gaat, zullen de op den locus luteus geabsorbeerde reukstofmoleculen andere verhoudingen vinden als op de regio respiratoria.

Het is ons onbekend, waartoe dit vochtlaagje van bijzondere samenstelling dient; dat zijn adsorptievermogen in verband met de oppervlaktespanning hierbij van belang is, lijkt echter zeer waarschijnlijk.

De homologen van de anilinereeks verlagen alle de oppervlaktespanning van water.

Het onderzoek geschiedde met den stalagmometer van TRAUBE, onder de voorzorgen bij een dergelijk onderzoek geboden.

Het leidingwater, waarmede de oplossingen werden samengesteld, gaf een druppelgetal = 51.

De oplossingen gaven de volgende cijfers:

Verzadigde	anilineoplossing	65
"	o-toluidine "	70.5
"	m-toluidine "	82
"	p-toluidine "	67
"	xylidine "	81
"	cumidine "	63

Voor de aequimoleculaire oplossingen aan de vier eerste termen verkreeg ik de volgende uitkomsten:

$\frac{1}{40}$ norm.	aniline	50.5
$\frac{1}{40}$ "	o-toluidine	52.5
$\frac{1}{40}$ norm.	m-toluidine	56.5
$\frac{1}{40}$ "	p-toluidine	56

De minder geconcentreerde oplossingen geven dus een geringere verlaging der oppervlaktespanning.

Een vergelijking tusschen de oppervlaktespanningverlaging en de odorimetrische coëfficiënten der verzadigde en aequimoleculaire oplossingen kan uit de volgende tabellen worden opgemaakt:

Verz. opl. van:	Odorimetrische Coëfficiënt	Druppelgetal in den stalagmometer
Aniline	2	65
o-toluidine . .	1.3	70.5
m-toluidine . .	0.8	82
p-toluidine . .	2.5	67
Xylidine . . .	3.3	81
Cumidine . . .	0.8	63

Waterige opl. van:	Odorimetrische Coëfficiënt	Druppelgetal in den stalagmometer
$\frac{1}{40}$ norm. Aniline . .	0.17	65
$\frac{1}{40}$ „ o-toluidine	0.2	70.5
$\frac{1}{40}$ „ m-toluidine	0.25	82
$\frac{1}{40}$ „ p-toluidine	0.55	67

Een duidelijke samenhang tusschen de oppervlaktespanningverlaging en olfactometrische reukkracht treedt hier evenmin aan het licht. Dat deze inderdaad niet bestaat mag hieruit echter niet besloten worden. De reukindrukken zelfs van de verzadigde waterige oplossingen zijn zoo vaag, dat elke psychologische stoornis, door de omgeving gewekt, een aanmerkelijke bron van fouten oplevert.

HOOFDSTUK V.

UITZOUTING.

De nevellading (zie volgende Hoofdstuk) van een waterige oplossing wordt door toevoeging van NaCl aan de oplossing gewijzigd.

Een uitvoerige studie daarover wordt door BACKMAN in een der eerstvolgende weken gepubliceerd.

Ik deed een proefreeks met een oplossing van de termen der anilinereeks in een 1 % NaCl oplossing en verkreeg de volgende uitkomsten:

Termen	Maximale uitslag van den electroscoop bij verstuiwen van de reukstof in	
	1 % NaCl opl.	in water
$\frac{1}{16}$ verz. Aniline . . .	7.3	0.5
$\frac{1}{32}$ „ o-toluidine . .	8.3	1.3
$\frac{1}{32}$ „ m-toluidine. .	18	1.7
$\frac{1}{32}$ „ p-toluidine . .	7	0.7
$\frac{1}{64}$ „ Xylidine . . .	12.3	1.5
$\frac{1}{16}$ „ Cumidine . .	4.5	1.3

De nevellading neemt dus aanzienlijk toe, wanneer als oplosmiddel een 1 % NaCl oplossing wordt gebruikt.

HOOFDSTUK VI.

LADINGSVERSCIJNSEL.

Het vermogen aan alle riekende en enkele andere stoffen, eigen in waterige oplossing bij verstuiven met samengeperste lucht, in de opstelling, zooals men die beschreven kan vinden in het artikel: „Le phénomène de la charge des brouillards de substances odorantes” van ZWAARDEMAKER ¹⁾, een electrisch geladen nevel te geven, is belangwekkend genoeg, vooral in verband met de eigenschap van vele dier stoffen, in staat te zijn een reukgevaarwording op te wekken, om ook de termen der anilinereeks op de electrische nevellading te onderzoeken.

Tot nu toe werden door ZWAARDEMAKER, v. D. BIJL en BACKMAN drie homologe reeksen op deze ladinggevende eigenschap onderzocht, n.l. de alcohol-, de vetzuur- en de methylbenzolreeks. Al de termen van deze reeksen zijn reukstoffen, vluchtig en verlagen de oppervlaktespanning van water. Er werd dan ook verband gezocht tusschen deze eigenschappen en het ladinggevende vermogen van de verstoven waterige oplossingen.

Aangezien alle termen van de anilinereeks riekend en vluchtig zijn, was het a priori te verwachten dat ook zij bij verstuiven ladinggevend zouden blijken. Bovendien was het waarschijnlijk, dat het ladinggevend vermogend van de opeenvolgende termen verschillend

¹⁾ ZWAARDEMAKER. Archives Néerlandaises de Physiol. de l'homme et des animaux tome I 2^e livraison p. 347, 1917.

zou zijn en werd vermoed, dat er in dit vermogen een bepaalde quantitative betrekking voor den dag zou komen.

Inderdaad bleken alle termen zonder uitzondering in staat in waterige oplossing een vrij belangrijke, voor elken term verschillend groote, lading aan de opvangschijf mede te deelen. Geen der termen maakte een uitzondering op den voor andere reukstoffen gevonden regel, dat de afgegeven lading steeds positief is. In het bovenvermelde artikel van ZWAARDEMAKER vindt men daarop slechts één uitzondering vermeld en wel de eerste term der onderzochte reeks: het aniline. De anilineoplossing gaf toen negatieve lading; er bij wordt echter vermeld, dat deze aniline gedurende lange jaren reeds in het laboratorium bewaard was. In de vermelding van dit feit ligt klaarblijkelijk het vermoeden van den schrijver opgesloten, dat er onbekende scheikundige omzettingen in deze oude aniline door het lange bewaren zouden hebben plaats gehad. Onmiddellijk immers wordt er aan toegevoegd: „par contre deux échantillons d'aniline d'autre provenance donnèrent, tout comme les autres matières, une charge positive”.

Hoe het zij, de oorzaak van de negatieve aniline-lading ligt vooralsnog in het duister; de mogelijkheid dat electrische invloeden vanuit de omgeving hier in het spel zijn geweest lijkt mij, in verband met wat in het volgend hoofdstuk zal besproken worden, niet geheel uitgesloten.

In alle geval, de door mij gebruikte anilinum purissimum, betrokken van de Kon. Pharm. Handelsvereniging, gaf steeds positieve lading; nimmer kon door mij een negatieve lading aangetoond worden.

De waterige oplossingen werden verstoven met samengeperste gewone dampkringslucht onder een overdruk van $\pm$ twee atmosfeer. Er werd zorg gedragen, dat de overdruk niet hooger was dan 2.2 en niet lager dan

1.8 atmosfeer. Uit talrijke in het laboratorium reeds genomen proeven met andere reukstoffen, was immers al gebleken, dat dergelijke kleine schommelingen in den overdruk der perslucht van onmerkbaaren invloed zijn op de grootte der afgegeven nevellading, tenminste bij de instrumentatie, die daarbij gebruikt werd. Zelfs grootere schommelingen n.l. tusschen 1.5 en 3 atmosfeer geven weinig verandering in de hoeveelheid afgegeven positieve electriciteit. Ook bij het verstuiven van de door mij onderzochte stoffen is dit het geval.

Schommelingen in de temperatuur binnen niet te ruime grenzen der perslucht, bleken eveneens van geen merkbaaren invloed. Werd de samengeperste lucht, alvorens naar den versproeier gevoerd te worden, geleid langs een gloeienden platinadraad, dan veranderde de grootte der opgevangen lading niet.

Steeds werd nauwlettend toegezien op de reinheid van het te gebruiken glazen vaatwerk. Voor het gebruik werd dit in een sodaoplossing eenigen tijd flink uitgekookt en daarna met gewoon leidingwater meermalen nagespoeld.

Aangezien reukstoffen immers alle in meerdere of mindere mate de eigenschap bezitten aan wanden te adsorbeeren, werd het gebruikte vaatwerk bij tijdelijk niet gebruik steeds geheel met water gevuld bewaard. Alvorens een glazen vat te bezigen, spoelde ik het meermalen met leidingwater goed om en bij de verstuivingsproeven werd telkens tusschen twee proefreeksen nagegaan of gewoon water, dat bij alle vroegere onderzoekingen steeds vrij van lading was bevonden, ook nu geen merkbare lading vertoonde. Het uitblijven van lading was zodoende een criterium voor de volkomen reinheid van het te gebruiken glas.

Telkens weer bleken deze voorzorgen allerminst overbodige maatregelen. Wanneer een glazen vat geruimen tijd leeg gestaan had in het laboratorium-

vertrek, waar vele reukstoffen aanwezig waren en de lucht, hoewel in geringe mate, ongetwijfeld steeds talrijke reukgassen bevatte, dan gaf een dergelijk glas na met leidingwater gevuld te zijn, bij verstuiven bijna, altijd een, zij het ook kleinen uitslag van den electroscoop. Het ladingsverschijnsel is als zoodanig een zeer gevoelige reactie op de aanwezigheid van geadsorbeerde vluchtige stoffen. Daaraan moet waarschijnlijk ook de lading toegeschreven worden, die het leidingwater gedurende eenige dagen vertoonde, niettegenstaande alle voorzorgen aan het glaswerk besteed, toen er een herstelling aan de leiding had plaats gehad.

De oplossingen werden bewaard in bruine flesschen.

De in de proeven gebruikte aluminiumblad-electroscoop, met barnsteenisolatie, was niet zeer gevoelig (één deelstreep uitslag voor 50 Volt). Wanneer dus gewoon water een kleinen uitslag gaf, bewees dit, dat de nevel een aanmerkelijke hoeveelheid electriciteit had afgestaan.

Ook aan de reinheid van den versproeier werd de noodige zorg besteed en bij het vergelijkend onderzoek der waterige oplossingen van de anilinereeks steeds dezelfde versproeier gebruikt. De aard van den versproeier immers is gebleken van grooten invloed te zijn. De eene versproeier geeft veel grooter lading dan de andere, wat blijkbaar zijn oorzaak vindt in den stand der twee loodrecht op elkaar staande buisjes ten opzichte van elkaar en bovendien in de wijde der uitstroomingsopeningen. De versproeier zelf werd steeds in goed geleidend contact met de aarde gebracht om te verhinderen, dat zich lading op den versproeier zou kunnen ophoopen, wat, zooals in het volgende hoofdstuk zal worden uiteengezet, een zeer merkbaaren invloed heeft op de hoeveelheid opgevangen nevelelectriciteit.

Langs het loodrechte, in de oplossing staande buisje van den versproeier liep een aluminiumdraad (bij gebrek

aan platina), die de vloeistof in goed geleidend contact met de aarde bracht.

Ook de mogelijkheid van influentie vanuit de omgeving op den versproeier, werd zooveel doenlijk beperkt. De bodem en wanden van de zuurkast, waarin de proeven genomen werden, waren daarom bedekt met gegalvaniseerd ijzeren platen, die met de aarde waren verbonden.

Als opvangschijf werd gebruikt een ronde alumiumplaat van 20 c.M. diameter. Zij werd elken dag met amarilpapier goed gereinigd.

De capaciteit van opvangschijf, electroscoop en verbindende draadgeleiding bedroeg 35 electrostatische eenheden.

De uitslagen van den electroscoop werden met een kijker tot in tienden afgelezen.

De te verstuiven vloeistof werd te voren gefiltreerd; in de eerste plaats om te voorkomen, dat verontreinigende partikels de verstuiwingsopening zouden verstoppén en in de tweede plaats om de zekerheid te hebben, dat van de in water zoo moeilijk oplosbare termen der anilinereeks bij verstuiven van hunne verzadigde oplossingen, nog niet opgeloste deeltjes mede zouden verstoven worden.

Voor de oplossing werd gewoon leidingwater gebruikt.

Ter isoleering stond de opvangschijf op een blok paraffine; deze isolatie bleek ook bij een maximalen uitslag van den electroscoop alleszins voldoende. Toch overtuigde ik mij, tusschen de verschillende proefreeksen ervan, dat de isolatie goed was: werd aan den opvangschijf met een gewreven ebonietstaaf een lading gegeven dan bleef deze geruimen tijd onverzwakt bestaan. De niet geïsoleerde deelen van den electroscoop waren geaard.

Zooals gezegd gaven de homologen van aniline een in overmaat positief geladen nevel.

De nevel was, evenals dit ook voor andere reukstoffen het geval is, niet bestendig. Het viel echter op, dat dit op zekere hoogte niet voor alle deeltjes het geval is. Op mij maakte het den indruk, dat de grootere druppels snel verdwijnen, terwijl aan kleinere een zekere, zij het ook kort durende, bestendigheid moet toegekend worden.

Bij het verstuiven was de reuk van den gebezigten term duidelijk te herkennen. Indien de reukstoffen alleen in dampvorm in staat zijn een reukgebaarwording te geven, zou dit wijzen op de aanwezigheid in den nevel van reukstofmoleculen in gasvormigen aggregaats-toestand.

Allereerst ging ik na hoe groot de lading was in Coulombs per c.M^3 . van de verzadigde oplossingen. Telkens werd eenzelfde hoeveelheid van een bepaalde concentratie verstoven terwijl de opvangschijf telkens 5 c.M. verder van den versproeier af werd gezet.

Aldus vond ik dien afstand, waarvoor de electroscoop den grootsten uitslag gaf en dus de per c.M^3 . afgegeven lading een maximale was. Deze afstand wordt aangeduid als optimum-afstand. Voor dezen afstand werden nu tien waarnemingen gedaan en aldus een gemiddeld verkregen.

De resultaten vindt men in de volgende tabel:

Oplossingen	Optimum-afstand	Lading in Coulombs per 1 c.M^3 .
verz. Aniline . .	5	4×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " " . .	10	3×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " " . .	12.5	1.2×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " " . .	30	0.9×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " " . .	27.5	0.12×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " " . .	27.5	0.06×10^{-9}
$\frac{1}{64}$ " " . .	50	0.06×10^{-9}

Oplossingen	Optimum-afstand	Lading in Coulombs per 1 c.M ³ .
verz. o-toluidine	2	3.4×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " "	12.5	2.2×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " "	30	1.06×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " "	42.5	0.2×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " "	42.5	0.15×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " "	45	0.1×10^{-9}
verz. m-toluidine	4	3.6×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " "	7.5	3.4×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " "	5	3×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " "	15	1.4×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " "	33	0.4×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " "	?	0
verz. p-toluidine	12.5	4×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " "	12.5	4.8×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " "	22.5	1.5×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " "	27.5	0.5×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " "	30	0.15×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " "	47.5	0.06×10^{-9}
verz. Xylidine. .	12.5	8.8×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " " . .	12.5	8.3×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " " . .	12.5	5×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " " . .	17.5	1.8×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " " . .	20	1.7×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " " . .	42.5	0.45×10^{-9}
$\frac{1}{64}$ " " . .	65	0.12×10^{-9}
verz. Cumidine .	20	2.25×10^{-9}
$\frac{1}{2}$ " " .	20	2×10^{-9}
$\frac{1}{4}$ " " .	25	0.9×10^{-9}
$\frac{1}{8}$ " " .	35	0.4×10^{-9}
$\frac{1}{16}$ " " .	55	0.15×10^{-9}
$\frac{1}{32}$ " " .	60	0.11×10^{-9}

Vergelijken wij nu de verkregen uitkomsten, dan blijkt er bij elken term voor de verschillend geconcentreerde oplossingen een optimum-afstand aanwezig. In het algemeen neemt bij sterker verdunning de lading af; in het algemeen wordt de optimum-afstand grooter bij toenemende verdunning.

Bij het p-toluidine is de lading van de $\frac{1}{2}$ verz. oplossing iets grooter dan voor de verz. oplossing.

Was in sommige gevallen de optimum-afstand bij toename van de verdunning kleiner, zoo blijkt tevens dat de verschillen betrekkelijk klein zijn. Een juiste bepaling van den optimum-afstand is niet gemakkelijk; hij wisselt bij eenzelfde concentratie over enkele c.M. Deze kleine variaties zullen wel moeten toegeschreven worden aan invloeden vanuit de omgeving, zooals in het volgende hoofdstuk nader zal worden besproken.

Uit de vermelde cijfers valt de conclusie te trekken, dat het ladingsverschijnsel afhankelijk is van het aantal moleculen van de reukstof in het oplosmiddel aanwezig. Hoe meer reukstofmoleculen hoe krachtiger de nevel-lading. Van het aantal moleculen hangt ook de reukkracht van de oplossing af. We zouden de verkregen uitkomsten ook zoo kunnen formuleeren, dat bij afname van de reukkracht van de oplossing de nevellading eveneens afneemt. De reuk verdwijnt nagenoeg gelijktijdig met het ladingsverschijnsel.

Wanneer het aantal reukstofmoleculen de essentiële factor is, die de grootte van de nevellading bepaalt, dan is de laatste dus afhankelijk van de oplosbaarheid van de reukstof in water. Hoe grooter oplosbaarheid, hoe meer opgeloste moleculen per volumen-eenheid, hoe sterker de lading.

Daar de oplosbaarheid in water van de homologen nog al uiteenloopt, is de verklaring van de zeer krachtige elektrische nevellading van de verzadigde oplossing

xylidine duidelijk; deze term is blijkbaar veel gemakkelijker oplosbaar dan de andere termen.

Om nu het ladinggevend vermogen van de homologen der anilinereeks onderling vergelijkbaar te maken, was het geboden de nevellading te bepalen van aequimoleculaire waterige oplossingen.

Daarbij moest rekening gehouden worden met de zeer variërende oplosbaarheid. Aangezien verwacht werd, dat de nevellading toe zou nemen bij het opklimmen in de reeks, ging ik uit van een mol. oplossing van aniline, waarbij een nog redelijke uitslag werd verkregen. Een $\frac{1}{40}$ norm. aniline-oplossing voldeed hieraan. De drie toluidine-isomeren lieten zich, zij het ook voor p-toluidine eerst in verloop van 14 dagen, eveneens tot deze moleculaire concentratie oplossen. Bij het cumidine echter stuitte ik op de onmogelijkheid daarvan. Ik nam daarom een $\frac{1}{400}$ norm. cumidine-oplossing en ter wille der vergelijkbaarheid eveneens een $\frac{1}{400}$ norm. xylidine-oplossing en verstoot ik, als verbindingslid tusschen de $\frac{1}{40}$ en $\frac{1}{400}$ verz. oplossingen een $\frac{1}{400}$ norm. metatoluidine-oplossing.

Aldus verkreeg ik de volgende uitkomsten:

Oplossingen	Optimum-afstand	Lading in Coulombs per 1 c.M ³ .
$\frac{1}{40}$ norm. Aniline. .	25	0.3×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ o-toluidine	20	1.6×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ m-toluidine	20	2.5×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ p-toluidine	17.5	1.5×10^{-9}
$\frac{1}{400}$ „ m-toluidine	70	0.02×10^{-9}
$\frac{1}{400}$ „ Xylidine .	45	0.14×10^{-9}
$\frac{1}{400}$ „ Cumidine .	40	0.3×10^{-9}

De verwachting, dat de nevellading zal toenemen naarmate de termen verder in de reeks staan, werd

dus bewaarheid. De lading is het kleinst bij aniline, grooter bij de drie toluidine-isomeren, terwijl zij van $\frac{1}{400}$ norm. xylidine veel grooter is dan van $\frac{1}{400}$ norm. m-toluidine en nog grooter bij $\frac{1}{400}$ norm. cumidine.

In het eerste hoofdstuk kwamen wij tot de conclusie, dat de reukkracht bij de opeenvolgende termen toeneemt. Het ladinggevend vermogen neemt eveneens toe. Er bestaat dus tusschen beide een zeker parallelisme: bij grooter reukkracht behoort een aanzienlijker ladinggevend vermogen.

Het ladingsverschijnsel is een fysisch verschijnsel. Een verklaring te geven van het ontstaan der verstuiwings-electriciteit, ligt niet op den weg van den physioloog. Het zij ondertusschen opgemerkt, dat een redelijke, algemeen als juist aangenomen hypothese, tot nu toe door de physici niet gegeven is. Het ladingsverschijnsel interesseert den physioloog voor zooverre dit in verband mocht staan met de eigenschap van ladinggevende stoffen, een zintuigelijken prikkel, i. c. een reukgewaarwording, op te wekken. Wij weten, dat een stof slechts riekend kan zijn, wanneer ze in de verhoudingen zooals deze als normale in de ons omringende natuur heerschen, vluchtig is; dat wij eerst een reuk kunnen waarnemen, wanneer de verdampte reukmoleculen met den inspiratiestroom mee in den neus geraken en in de nabijheid komen van de reukepitheliën; dat het reukepitheel een bizonderen bouw bezit. Welke echter de ware aard is der processen, die bij het tot stand komen van een reukgewaarwording zich afspelen is ons onbekend. Het meest voor de hand liggend is een adsorptie van reukgas-moleculen aan de reukhaartjes aan te nemen. Deze hypothese is ongetwijfeld slechts een eerste stap in de richting naar een verklaring van de wijze van inwerking.

Het is de vraag, in hoeverre de eigenschap van de

reukstofmoleculen den nevel van hunne waterige oplossingen geladen te doen zijn, daarbij een rol speelt. Voorloopig is de mogelijkheid daarvan niet absoluut uit te sluiten. Wellicht, dat nadere onderzoekingen ons nog eens in dit opzicht een verband zullen ontsluiëren.

Wanneer wij zien, dat de met groote vaart met een, door een buis van glas b.v., stroomenden luchtstroom medegesleepte reukstofmoleculen, toch in staat zijn door adsorbeerende krachten, zich in zóó groote getale aan de wanden van de buis vast te zetten, dat deze er dikwijls na dagen nog duidelijk naar riekt, dan is het zonder twijfel juist, indien wij aannemen dat bij het strijken door de neusholte van den met reukstofmoleculen bezwangerden inspiratiestroom, zich talloos vele daarvan aan het vochtige neusslijmvlies hechten. Zou het niet mogelijk zijn, dat door den ademhalingsstroom, die immers door het strijken langs de vochtige oppervlakken van het neusslijmvlies met waterdamp verzadigd wordt, microscopisch kleine waterdrupjes, die reukstofmoleculen bevatten, worden afgerukt en deze door de daarbij verkregen electriche eigenschappen een rol spelen bij de prikkeling van het reukepitheel? De luchtstroom moet immers, voor hij de rima olfactoria bereikt, eerst een weg langs niet met specifiek epitheel bezet slijmvlies afleggen; en wordt niet bij krachtiger inspiratie een duidelijker indruk verkregen?

De electriche nevellading op zichzelf is blijkbaar niet in staat een reukgebaarwording te geven. Om dit aan te toonen verleende ik, op de in het volgende hoofdstuk te beschrijven wijze, aan een nevel van een Na Cl oplossing een resp. positieve en negatieve lading. De drupjes van den zoutnevel zijn bestendig; bij het opsnuiven van deze drupjes passeeren zij dus als zoodanig de neusholte. De geladen drupjes nu gaven geen reukindruk. Toch is m. i. de mogelijkheid niet uit te sluiten, dat de lading, zij het dan ook in ver-

wijderd verband, staat tot het tot stand komen van een reukprikkel.

Ook vraag ik mij af of bij het inspireeren van de ten opzichte van de in den neusholte heerschende temperatuur koudere buitenlucht, in de neusholte niet een condensatie van waterdamp moet plaats hebben. Deze zal zich condenseeren op stofjes in de lucht aanwezig; verder op het geringe aantal ionen steeds in lucht aanwezig. Zal condensatie echter ook plaats hebben om de reukstofmoleculen als kern?

De beantwoording van deze vraag ligt alweer op den weg van den physicus. In verband hiermede wil ik wijzen op een verschijnsel, dat zich bij het nemen van de volgende proef voordeed: in het keteltje van een inhalatietoestelletje, zooals gebruikt wordt bij de behandeling van larynx en tracheaalaandoeningen, bracht ik gewoon water tot koken en liet de stoom door den versproeier, aan het toesteltje aanwezig, uitstroomen. Door het vertikale buisje van den versproeier blies ik, onder lagen druk, lucht, welke eerst door een terpeneol-oplossing in een waschfleschje gestreken was en dus met reukstofmoleculen bezwangerd was. De aldus verkregen nevel gaf geen lading (tenminste de electroscoop gaf geen lading aan). De kleur, die de nevel aannam, viel mij echter op: hij was duidelijk blauw gekleurd. Deze nevel was veel bestendiger dan die van gewoon water. De blauwe kleur wijst er op, dat zich processen hebben afgespeeld, verschillend van die bij de gewone condensatie van waterdamp in lucht, waarbij de nevel wit van kleur is ¹⁾).

Het verschijnsel leek mij de moeite waard er even de aandacht op te vestigen.

In het algemeen lijkt mij een nader onderzoek naar de physische processen, die zich bij het inademen in de warme, vochtige neusholte afspelen, gewenscht.

¹⁾ FR. STRIEDER. Über den Einfluss der Röntgenstrahlen auf die Kondensation des Wasserdampfes nach Versuchen von C. LEIBFRIED und O. CONRAD.

Annal. der Physik Bd 46. 1915. S. 987.

HOOFDSTUK VII.

KRITIEK OP DE VERSTUIVINGSPROEF.

De vraag rees bij mij op, of ook zuiver electriche krachten in de omgeving van den versproeier onder de wijzigende factoren moeten gerekend worden. Dit bleek inderdaad het geval.

Wanneer ik gewoon leidingwater verstoof en vlak bij den versproeier een gewreven ebonietstang hield, ontstond een zeer krachtig geladen nevel. Ook wanneer de ebonietstaaf op grooter afstand b.v. 50 c.M. werd gehouden, deelde de nevel een sterke lading aan de opvangschijf mede. De op de schijf verzamelde lading was positief. De met kattevel gewreven ebonietstaaf zelf is negatief geladen. Het lag onmiddellijk voor de hand een verklaring te zoeken in electriche influentie.

Een met zijde gewreven glasstaaf (+ geladen), deelde aan den nevel een lading mede, die zich op de opvangschijf als negatief documenteerde.

De verklaring is nu zeer eenvoudig: Aan het oppervlak van den waterkolom, opgezogen in het loodrechte buisje van den versproeier wordt, onder invloed van het door de gewreven staven opgewekte electriche veld, een tegengestelde lading aangetrokken. Worden er aan de versproeierspits door den luchtstroom van het hier blootliggende wateroppervlakje drupjes afgerukt, dan zijn deze dus geladen en wel dragen zij een lading tegenovergesteld aan die van de gewreven staven. Bij voortgezet verstuiwen kunnen zich, aangezien

de waterkolom in geleidend verband met de aarde staat, voortdurend nieuwe hoeveelheden geïnciteerde electriciteit op de ontstaande druppjes ophoopen. Het verschijnsel is dus volkomen analoog aan dat, hetwelk wij zien bij een influentie-electriceermachine. Door het zich in uiterst groote getale vormen van waterdruppels en de daardoor zeer aanzienlijke vergrooting van het wateroppervlak kunnen betrekkelijk groote hoeveelheden electriciteit medegevoerd worden. Het was voldoende de kraan in de persleiding slechts even te openen om aan den electroscoop verbonden met de opvangschijf, een maximalen uitslag mede te deelen.

De electriche velden van de gewreven eboniet- en glasstaaf zijn van hooge spanning; echter bleken veel minder krachtige velden eveneens een duidelijk merk-baren invloed te hebben. Dit bleek als volgt:

Aan den versproeier bevestigde ik, door middel van een staafje barnsteen een inrichting, waardoor het mogelijk was een schijfje koper met een middellijn van 1 c.M., loodrecht boven de versproeierspits en met het platte vlak loodrecht op het verticale buisje van den versproeier, op en neer te schroeven. Het koperen schijfje (verder aangeduid met influenceerend plaatje) kon dus nu dichterbij of verderaf van de versproeierspits geschroefd worden. Bovendien was het mogelijk daaraan een bepaalde lading te geven. Verbonden met de positieve pool van een kleine accumulatorenbatterij, waarvan de negatieve pool geaard was en op ± 5 m.M. van de versproeierspits geschroefd, bleek een spanning van 6 volt voldoende om de opvangschijf tot een spanning van ± 125 volt negatief te laden; met de negatieve pool der batterij verbonden, terwijl nu de positieve geaard was, werd de nevel positief geladen.

Bij voortgezette verstuiving bereikte in beide gevallen de lading van de opvangschijf een zeker maximum

en nam daarna niet meer toe. Hetzelfde nemen we ook waar bij het verstuiven van een reukstofoplossing; is hierbij eenmaal een bepaalde spanning van lading bereikt, dan is ook een voortgezette verstuiwing niet bij machte de lading te vergrooten.

Hoe verder weg het influenceerend plaatje van de versproeierspits geschroefd was, hoe minder sterk de maximaal verkrijgbare lading. Op een afstand van 2 c.M. gebracht gaf een spanning van 6 volt geen merkbaaren uitslag aan den electroscoop.

Het was mij opgevallen, dat bij sommige gelegenheden een verzadigde aniline- en xylidineoplossing een grootere lading geven. Nu het mij bekend was, dat geringe electriche spanningen een aanmerkelijke nevelading kunnen opwekken, vroeg ik mij af of deze in geval van sterker lading geen rol hadden gespeeld. De versproeier is van glas; de kans bestaat, dat zich onder bepaalde gunstige verhoudingen op het glas electriciteit onder lage spanning van uit de omgeving ophoopt. Ik trachtte nu de horizontale buis van den versproeier met de gewreven ebonietstaaf, door deze er langs te strijken, een lading te geven. Dit lukte blijkbaar niet, want een daarna verstoven nevel van leidingwater werd niet geladen. Mogelijk blijft het, dat zich onder gunstiger dampkringsverhoudingen, waarvoor immers het slagen van statisch electriche proeven in zoo hooge mate afhankelijk is, een lading zich aan den versproeier kan hechten.

In het vorige hoofdstuk werd reeds vermeld, dat een anilineoplossing, gemaakt met lang bewaarde aniline, een negatieve lading gaf. Dit verschijnsel is voor mij den grond op de mogelijkheid te wijzen, dat eventueele electriche spanningen in de omgeving van de versproeierspits een verklaring zouden kunnen zijn.

Wanneer ik gewoon water verstoof en evenwijdig aan den verstuiwingskegel en op eenigen afstand daar-

van een geïsoleerd met de positieve pool der stadsleiding (220 Volt gelijkstroom) verbonden metalen gaas opstelde, verkreeg ik een krachtig geladen nevel.

Werd het influenceerende plaatje met de stadsleiding verbonden, dan manifesteerde zich de sterke influenceerende werking daarvan ook zonder dat de stroom-sleutel, in den verbindenden metaaldraad geschakeld, gesloten was: langs de isoleerende deelen van den sleutel kon blijkbaar electriciteit naar het influenceerende plaatje afstroomen. Aanstonds werd nu ook gedacht aan de mogelijkheid, dat de wanden van de zuurkast min of meer geladen konden zijn. Om eventuele influenceerenden invloed daarvan uit te sluiten, werden nu de wanden bekleed met gegalvaniseerd ijzeren platen met de aarde in geleidend contact.

In de proeven in het vorige hoofdstuk beschreven stond de opvangschijf ter isoleering op een blok paraffine. Hieraan kunnen deeltjes van de geladen nevels zich gemakkelijk hechten; daardoor geladen moest het paraffineblok een influenceerende werking uitoefenen. Hield ik het blok paraffine vlak bij den versproeier, dan laadde de nevel van gewoon water zich onmiddellijk positief en wel zóó, dat de opvangschijf een positieve lading van ± 125 volt kreeg. Het stuk paraffine is dus negatief geladen; waaraan die negatieve lading moet worden toegeschreven is mij onbekend. De vraag rijst of niet kleine negatieve druppjes, steeds in een reukstof-nevel aanwezig, zich gaarne aan het paraffine zullen hechten.

Werd het paraffine met alcohol afgewasschen, dan nam de influenceerende invloed af, verdween echter niet geheel. Elk ander stuk paraffine, onverschillig welk, bezat dezelfde eigenaardigheid in verschillende mate. Ook een kort te voren gegoten stukje paraffine gaf een gelijksoortig verschijnsel. Nu is het een bekend feit, in de technische handleidingen vermeld, dat paraffine

graag lading vasthoudt. In mijn geval was de vastgehouden lading dus steeds negatief.

In de opstelling, waarin de verstuiwingsproeven met reukstoffen genomen werden, moest dus het paraffine, bij dichterbij schuiven van de opvangschijf een influenceerende werking ontvouwen. Deze manifesteerde zich dan ook onmiddellijk, toen ik bij verstuiwen van gewoon water, het blok paraffine vlak bij den versproeier op den bodem der zuurkast legde: de nevel kreeg een geringe positieve lading.

Indien de nevel in overmaat positief geladen is, moet ook deze negatieve lading op den versproeier aantrekken en dus zichzelf tegenwerken: onder zijn influenceerenden invloed moet of de positieve lading van de aan de versproeierspits gevormde waterdrupjes kleiner worden of aan oorspronkelijk negatief geladen drupjes een grooter negatieve lading worden verleend.

Om de influentie van den nevelkegel te demonstreeren nam ik deze proef: de versproei-inrichting werd goed geïsoleerd opgesteld; dit was mogelijk door in de toevoerende persleiding een barnsteen buisje in te schakelen. Aldus volkomen geïsoleerd verbond ik den versproeier met een electroscoop. Werd nu de versproeier kunstmatig geladen, dan verdween, zooals de electroscoop dit aangaf, de lading vrijwel onmiddellijk. Zij werd dus door de waterdrupjes meegesleept. Een *vrije* lading op den versproeier is dus niet mogelijk.

Bij het verstuiwen van een reukstofoplossing gaf de electroscoop een positieve lading aan, die bij voortgezet verstuiwen tot een bepaald voltage steeg. Na het sluiten der perslucht kraan bleef de lading op den versproeier bestaan.

Hiermede is de positief influenceerende werking van den verstuiwingskegel bewezen: aan den versproeier is een hoeveelheid negatieve electriciteit onttrokken; de hoeveelheid positieve electriciteit van den nevel

zou grooter geweest zijn, indien er geen influentie bestond. (Bij deze proef is het noodig de opvangschijf tijdens het verstuiven niet te gebruiken, omdat deze als geladen lichaam eveneens een influentie zou teweeg brengen).

Geheel in overeenstemming hiermede is het verschijnsel reeds door ZWAARDEMAKER opgemerkt, dat bij gebruik van volkomen geïsoleerde versproeinrichting, een reukstofnevel een grooter lading afgeeft.

Bij de verstuiwing vormt zich positieve en negatieve electriciteit en zooals nog in het verloop van dit hoofdstuk zal blijken van beide evenveel. De negatieve lading verdwijnt, evenals de watervalelectriciteit¹⁾ in de omgeving. Wanneer de positieve lading van den nevelkegel moest gezocht worden in een influentie door de negatieve omgeving, is het niet in te zien, waarom de versproeier een *positieve* lading houdt. Er zou dan op den versproeier een negatieve lading moeten ontstaan. Hieruit mag waarschijnlijk het besluit getrokken worden, dat de drupjes (tenminste de positieve) tijdens hun ontstaan zelfstandig een positieve lading verkrijgen.

Het spreekt nu van zelf, dat ook de opvangschijf, wanneer deze eenmaal lading verkregen heeft, een dergelijke influenceerende werking ontvouwt. Om de laatste te meten, is het voldoende den geïsoleerden versproeier met een electroscoop te verbinden. De influenceerende werking van den nevelkegel is, in vergelijking met die van de opvangschijf gering; verstuiven wij, zonder de lading op de opvangschijf op te vangen een reukstofoplossing dan geeft de met den versproeier verbonden electroscoop een kleinen uitslag; vangen we de nevellading echter op de opvangschijf

¹⁾ P. LENARD. Über Wasserfallelektricität und über die Oberflächenbeschaffenheit der Flüssigkeiten. Ann. d. Physik Bd. 47. 1915.

op, dan zien wij, uit den nu aanzienlijker uitslag van den electroscoop de veel sterkere influenceerende werking van de opvangschijf. Is de versproeiing ten einde en de nevel verdwenen, dan blijft dus op den versproeier positieve electriciteit en deze is een maat voor de influentie, die schijf en nevelkegel tijdens de verstuiwing op den versproeier uitoefenden. Het behoeft nu geen nadere verklaring, dat de versproeier een te krachtiger lading verkrijgt naarmate de opvangschijf er dichter bij staat: de influenceerende werking immers neemt af met het quadraat van den afstand.

De vraag of ik niet een correctie op de influenceerende werking van opvangschijf en nevel zou kunnen aanbrengen, werd nu overwogen. Uit het voorafgaande is het duidelijk, dat dit mogelijk is door gebruik te maken van een goed geïsoleerd opgestelde versproei-inrichting. De juiste overmaat aan positieve lading van den nevelkegel wordt gevonden, wanneer men bij het aantal Coulombs van de opvangschijf de lading in Coulombs van den versproeier telt.

Ik nam nu een verstuiwingsproef met een terpeneol-oplossing en verstoof daarvan zoolang tot de opvangschijf (op 30 c.M. afstand geplaatst) een maximale lading verkregen had, sloot nu de kraan in de persleiding en bracht, onder waarborg van isoleering, den versproeier en de opvangschijf met elkander in contact en noteerde nu den uitslag van den met de schijf verbonden electroscoop.

Dezelfde oplossing verstoof ik daarna met geaarden versproeier. Ik verkreeg nu de volgende uitslagen:

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	Uitslag verkregen met geïsoleerden versproeier	Uitslag verkregen met geaarden versproeier in schaaldeelen
3 c.M.	4.5	0
5 "	7	0.2
10 "	6	1.5
15 "	6	3
20 "	6.5	6
25 "	6.5	6.5
30 "	6	7
35 "	5.5	7
40 "	5	5.4
45 "	5	5
50 "	4	5

Men ziet, dat de lading bij geïsoleerden versproeier veel sterker is.

Bij verstuiven onder dezelfde voorwaarden van een meer geconcentreerde terpeneoloplossing, waarvan thans telkens 5 c.M³. verstoven werden, verkreeg ik de volgende uitkomsten:

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	Uitslag verkregen met geïsoleerden versproeier	Uitslag verkregen met geaarden versproeier in schaaldeelen
0.5 c.M.	17	0
1 "	14	0
2 "	9	0.1
3 "	11	0.4
5 "	12	1.5
10 "	12.5	4.5
15 "	11.5	7
20 "	10	8
25 "	7	7
30 "	5.5	5
35 "	4	3.5
40 "	3.5	3
50 "	3	3

Bij isoleering van den versproeier is de lading dus veel aanzienlijker.

Een soortgelijke proef werd nu nog eens genomen met een $\frac{1}{4}$ verz. anilineoplossing. Verstoven werd 3 c.M³.

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	Uitslag verkregen met geïsoleerden versproeier	Uitslag verkregen met geaarden versproeier in schaaldeelen
2 m.M.	15	0
5 "	10	0
1 c.M.	10	0
2 "	9.5	0
3 "	9.5	0.3
5 "	10	1.3
10 "	9.5	4.2
15 "	—	7
20 "	7.5	6
30 "	4.5	5
40 "	3	3
50 "	2	2.2

Uit de drie tabellen volgt, dat bij geïsoleerden versproeier een sterker lading verkregen wordt.

Het aanzienlijkst is het verschil in het begin van de tabel.

Het vermoeden rees nu bij mij, dat het te voorschijn komen van een optimum-afstand bij gebruik van geaarden versproeier wel eens veroorzaakt zou kunnen worden door de influentie van opvangschijf en geladen nevel en nam daarom de volgende twee proeven:

Door middel van het influenceerende plaatje laadde ik in de eerste proef den nevel van gewoon water kunstmatig positief en in de tweede proef negatief door het plaatje te verbinden respectievelijk met de negatieve en positieve pool van een batterij van 6

accu's. De tegengestelde pool van de batterij werd naar de aarde afgeleid. De versproeier was geaard. De uitkomsten vindt men in de volgende tabellen:

De nevel is positief geladen.

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	Uitslag van den electroscoop in schaaldeelen
10 c.M.	2.2
20 "	6.5
30 "	10
40 "	13
50 "	11
60 "	8.5
70 "	8.8
80 "	7.5

De nevel is negatief geladen.

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	Uitslag van den electroscoop in schaaldeelen
10 c.M.	0.7
20 "	1.1
30 "	1.5
40 "	3
50 "	3.8
60 "	1.7
70 "	1.7
80 "	2.2

In beide proeven komt een optimum-afstand te voorschijn en deze is in beide even groot.

Beide proeven werden onder precies dezelfde voorwaarden genomen; toch is de positieve nevellading

grooter dan de negatieve. Ik meen dit te mogen verklaren uit het feit, dat de nevel van gewoon water steeds een geringe positieve lading heeft, die echter, tengevolge van de betrekkelijk geringe gevoeligheid van den electroscoop niet tot uiting komt. Deze kleine positieve lading werkt bij het kunstmatig positief laden van den nevel mede; bij het negatief laden echter tegen.

Deze twee laatste proeven versterken mij in het vermoeden, dat de optimum-afstand bij de in het laboratorium gebruikelijke wijze van verstuiven van een reukstofoplossing, zijn ontstaan, zeker voor een belangrijk deel dankt aan de beschreven influentiowerkingen.

In ieder geval is duidelijk gebleken, dat de op dezen optimum-afstand verkregen lading van de opvangschijf, niet de grootste is, die de nevel daaraan vermog mede te deelen.

De influenceerende invloed van de opvangschijf blijkt ook nog uit de volgende proef:

Ik plaatste de opvangschijf op 40 c.M. en laadde deze tot een bepaalde spanning en verstoof daarna gewoon water bij geaarden versproeier: de lading verdween langzamerhand en des te sneller naarmate de opvangschijf dichter bij den versproeier werd gebracht.

Ten slotte wil ik hier, zonder daaraan nadere beschouwingen vast te knopen, in los verband nog eenige proefnemingen vermelden.

Wordt de opvangschijf verwarmd, dan is de opgevangen positieve lading grooter.

Wordt vóór den versproeier een metalen, geaarde plaat gezet met kleine opening in het midden om den nevelstroom door te laten, dan is, vergeleken bij de grootte der opgevangen lading verkregen op de gewone wijze van verstuiven, daarbij aanvankelijk de lading

grooter, later kleiner, terwijl de optimum-afstand dichterbij ligt.

Wanneer gewoon water verstoven werd en ik met den nevelkegel een met reukgas bezwangerde luchtstroom liet samenvallen, vertoonde zich geen spoor van lading.

De nevelkegel, ontstaande wanneer in het keteltje van een inhalatietoestelletje een waterige oplossing van terpineol tot koken werd gebracht, geeft geen lading af aan de opvangschijf.

In dit geval is het niet mogelijk een lading op den nevel te influenceeren.

Wordt aan waterdamp, in den vorm van stoom uitstroomende uit een fijne opening, gelegenheid gegeven zich op reukstofmoleculen te condenseeren, door vlak bij de uitstrotingsopening een met reukgas bezwangerden luchtstroom in den dampstroom te blazen, dan ontstaat geen nevellading.

Reukstofoplossing niet met samengeperste lucht, doch met stoom verstoven, geeft eveneens het ladingsverschijnsel.

Wanneer ik den versproeier plaatste in een van boven open metalen doos, goed geïsoleerd opgesteld op een blok paraffine, dan verkreeg de doos bij verstuiven van een terpineoloplossing een positieve lading. De perslucht en daarmede gesleepte neveldrupjes konden nu van boven ontwijken.

Om dit ontwijken van neveldrupjes te verhinderen sloot ik de doos van boven met een zesdubbele laag doek af. Bij verstuiven van dezelfde terpineoloplossing bleef de doos nu *ongeladen*. Blijkbaar zijn in den nevel

positieve en negatieve drupjes aanwezig; beide blijven in deze proef in de doos, en aangezien er evenveel positieve als negatieve electriciteit ontstond, bleef de doos neutraal.

Ik nam nu nog deze proef:

De metalen doos sloot ik van boven ten deele af door er een metalen plaat op te leggen; ik verstoof weer een terpeneoloplossing en de doos werd weer positief geladen: door de openingen tusschen doos en metalen plaat waren nu blijkbaar negatief geladen drupjes ontweken. Nam ik nu de metalen plaat weg dan werd tevens door de aanraking de doos ontladen. Er in is nu nog een fijne nevel aanwezig. Blies ik dezen nevel er uit, dan vertoonde de doos weer positieve lading. De eruit geblazen nevel bestaat dus uit negatief geladen deeltjes. Deze zijn blijkbaar bestendiger dan de positieve en hechten zich minder gemakkelijk aan de wanden.

HOOFDSTUK VIII.

LADINGSVERMOGEN VAN AQUIMOLECULAIRE OPLOSSINGEN MET GEISOLEERDEN VERSPROEIER.

In verband met het in het vorige hoofdstuk vermelde, heb ik nu nog eens het laadvermogen van de aequimoleculaire oplossingen van de termen der anilinereeks met geïsoleerden versproeier nagegaan.

De isoleering van den versproeier had plaats met het barnsteenbuisje in de persleiding en het onder het verstuivingsglas geplaatste paraffineblok. Als opvangschijf diende thans een rond aluminiumschijfje van 100 c.M². oppervlakte, dat door middel van een metalen staafje bevestigd was aan een stukje barnsteen, dat op den versproeier was vastgezet. Opvangschijfje en versproeier vormden nu een mechanisch geheel, waren electrisch echter geïsoleerd. De afstand tusschen versproeierspits en opvangschijfje werd eens voor al op 2 c.M. gekozen. Om de langs het schijfje afvallende druppels op te vangen, was aan de schijf een smal langwerpig metalen bakje vastgeschroefd.

Telkens werd 10 c.M³. verstoven. De capaciteit van de opvangschijf werd, wanneer zich daartoe de behoefte deed gevoelen, vergroot door haar met een condensator van bekende capaciteit te verbinden (luchtcondensator met barnsteenisoleering).

De uitkomsten waren als volgt:.

Termen	Lading in Coulombs bij geïsoleerden versproeier	Lading in Coulombs volgens het VI ^e hoofdstuk
$\frac{1}{40}$ norm. aniline . .	2×10^{-9}	0.3×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ o-toluidine.	12.8×10^{-9}	1.6×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ m-toluidine	17×10^{-9}	2.5×10^{-9}
$\frac{1}{40}$ „ p-toluidine.		1.5×10^{-9}
$\frac{1}{400}$ „ xylidine. .		0.14×10^{-9}
$\frac{1}{400}$ „ cumidine .		0.3×10^{-9}

Bij het op deze wijze verstuiven van de $\frac{1}{400}$ norm. oplossingen van xylidine en cumidine, deden zich eenige eigenaardige verschijnselen voor, waarvan ik de oorzaken niet ken.

Ik vermoed intusschen, dat hier factoren in het spel zijn, die samenhangen met druppelgrootte en druppelsnelheid en de verhouding in grootte tusschen de positief en negatief geladen drupjes.

Voor de drie eerste genoemde termen blijkt echter, dat bij gebruik van den geaarden versproeier, de lading grooter is en dat hun ordening naar de quantiteit nevvelding niet gewijzigd is.

HOOFDSTUK IX.

HET METEN VAN DE NEVELLADING MET HET INFLUENCEERENDE PLAATJE.

In het op den versproeier aangebrachte influenceerende plaatje vond ik een middel voor de lading van een reukstofnevel nog op andere wijze een maat te vinden. Wordt dit plaatje positief geladen, dan wordt den nevel een negatieve lading opgedrongen; wanneer deze negatieve lading evensterk is als de positieve lading, die de nevel krachtens zijn ontstaan aan de versproeierspits verkrijgt, dan zal de nevel geen lading meer aan de schijf meedeelen.

Worden twee verschillend sterk ladende oplossingen verstoven, dan kan voor elk van deze beide een afstand van het influenceerend plaatje, bij gelijkblijvende spanning van lading daarvan, tot de versproeierspits door op en neer schroeven van het plaatje opgespoord worden, waarbij de nevel geen positieve lading meer aan de schijf afstaat. De quadraten van de respectieve afstanden tusschen versproeier en influenceerend plaatje, geven een vergelijkbaren maatstaf voor de kracht der lading.

Het is ook mogelijk door reguleering van bedoelden afstand, de nevel een bepaalde gewenscht sterke positieve lading te doen behouden; een zoodanige b.v. dat de electroscoop, met de opvangschijf verbonden, een uitslag geeft van b.v. een schaaldeel.

Ik deed nu twee verstuiwingsproeven met een terpi-

neoloplossing, waarbij het influenceerend plaatje op 220 volt positief geladen en respectievelijk zóó geplaatst was, dat de opvangschijf 10 c.M. van den versproeier verwijderd in de eerste proef een met één schaaldeel overeenkomende lading en in tweede proef een onmerk-bare lading verkreeg.

Ik verkreeg nu voor verschillende afstanden deze twee cijferreeksen:

Afstand tusschen versproeier en opvangschijf	1 ^e proef. Uitslag van den electroscoop in schaaldeelen	2 ^e proef. Uitslag van den electroscoop in schaaldeelen
2 c.M.	0	0
3 "	0	0
5 "	0.2	0
10 "	1	0
20 "	2	0
30 "	2.2	0
40 "	3	0
50 "	2.5	0
60 "	2.5	0
70 "	1.5	0

Bij de eerste proef vinden we dus een nog zwakke positieve lading en komt weer een optimum-afstand voor den dag.

In de tweede proef is voor elken afstand de lading 0.

Op dezelfde wijze experimenteerend vond ik voor de aequimoleculaire oplossingen van de termen der anilinereeks de volgende cijfers voor den afstand van het influenceerend plaatje tot de versproeierspits, wanneer deze zoo geregeld was, dat, terwijl telkens de opvangschijf op een afstand van 30 c.M. voor den versproeier stond, de nevel geen positieve lading afgaf:

Termen	Afstand tusschen influenceerend plaatje en versproeier	Quadraten van de hiernevens gegeven afstanden
$\frac{1}{40}$ norm. aniline . .	38 m.M.	1444
$\frac{1}{40}$ „ o-toluidine.	21 „	441
$\frac{1}{40}$ „ m-toluidine	13 „	169
$\frac{1}{40}$ „ p-toluidine.	16 „	256
$\frac{1}{400}$ „ xylidine .	57 „	3249
$\frac{1}{400}$ „ cumidine .	44 „	1936

De quadraten van den gevonden afstand in de derde kolom geven de verhouding in ladinggevende kracht aan. Hoe kleiner het kwadraat, hoe aanzienlijker het ladingsverschijnsel.

Van de vier eerste onder elkaar vergelijkbare oplossingen geeft dus het aniline de kleinste, het m-toluidine de grootste lading. De getallen voor het ortho- en paratoluidine zijn niet geheel in overeenstemming met die, gevonden in Hoofdstuk VI. De meting van den afstand tusschen versproeierspits en influenceerend plaatje geschiedde betrekkelijk ruw met een maatstokje; kleine fouten komen in de quadraten veel duidelijker tot uiting. Een nauwkeurige instrumentatie, onder gebruikmaking ook van een gevoeliger electroscoop, zal ongetwijfeld juistere uitkomsten geven.

Het cumidine toont ook duidelijk zijn sterker ladinggevend vermogen boven dat van het xylidine.

Het is niet noodig een spanning van 220 volt tot het laden van het influenceerend plaatje aan te wenden. Een andere spanning is even bruikbaar, hoe lager deze is, hoe kleiner de afstand tusschen influenceerend plaatje en versproeierspits zal genomen moeten worden.

Ook de positieve lading, die de opvangschijf tijdens het verstuiven verkrijgt, kan denzelfden dienst verrich-

ten. We behoeven haar slechts in geleidend verband te brengen met het influenceerende plaatje. De lading van de schijf werkt zichzelf aldus tegen en deze tegenwerkende kracht kan wederom geregeld worden door verandering van den afstand versproeier $\Leftarrow \Rightarrow$ influenceerend plaatje. Een reguleering zóó, dat de electroscoop geen uitslag aangeeft, was in mijne proeven alleen mogelijk, omdat hij voor spanningen tot 15 Volt geen merkbaren uitslag aanwijst. Wanneer dus geen uitslag zichtbaar werd, wil dit dus niet zeggen, dat de nevel ladingvrij is. Dit beteekent slechts, dat de lading zeer gering is; immers ontbreken kan de lading niet, anders zou zij zichzelf niet door middel van het influenceerend plaatje kunnen remmen.

Ziehier de uitkomsten:

Termen	Afstand tusschen influenceerend plaatje en versproeier	Quadraten van de hiernevens gegeven afstanden
$\frac{1}{40}$ norm. aniline . .	7	49
$\frac{1}{40}$ „ o-tuolidine .	2.5	6.25
$\frac{1}{40}$ „ m-toluidine	2.	4.
$\frac{1}{40}$ „ p-tolvidine.	3.5	12.25
$\frac{1}{400}$ „ xylidine. .	9	81
$\frac{1}{400}$ „ cumidine .	7	49

De verschillen in laadvermogen komen in deze tabel, nagenoeg in overeenstemming met de uitkomsten in Hoofdstuk VI, met elkander overeen.

De in dit Hoofdstuk beschreven methoden lijken mij geschikt om snel een indruk te krijgen over de overmaat positieve nevellading.

HOOFDSTUK X.

GAASPROEF.

Zooals reeds vermeld door ZWAARDEMAKER¹⁾ is het mogelijk, op de gebruikelijke wijze een reukstofoplossing verstuiwend, op de opvangschijf een negatieve lading op te vangen, door den nevelkegel een metaalgaas in den weg te stellen. Bij een bepaalde wijdte van de mazen van dit gaas is de lading negatief; is het gaas wijdmaziger, dan wordt een positieve lading verkregen; er kan bovendien een gaas van zoodanige dichtheid gevonden worden, waarbij geen of nagenoeg geen lading op de schijf komt.

Ik onderzocht dit verschijnsel voor de homologen der anilinereeks, gebruik makend van metaalgazen van de volgende maaswijdte:

gaas	n ^o .	1	$\frac{5}{16}$	m.M.
"	"	2	$\frac{7}{16}$	"
"	"	3	$\frac{11}{16}$	"
"	"	4	$\frac{23}{16}$	"
"	"	5	$\frac{32}{16}$	"
"	"	6	$\frac{39}{16}$	"
"	"	7	$\frac{45}{16}$	"
"	"	8	$\frac{60}{16}$	"

en kon nu de volgende tabel samenstellen (negatieve

¹⁾ Le phénomène de la charge des brouillards de substances odorantes. Arch. Néerlandaises de Physiol. de l'homme et des animaux tome I, 2^e livraison p. 347. 1917.

lading aangegeven met —; positieve met +; geen lading met 0):

verz. oplossingen	n ^o . 1	n ^o . 2	n ^o . 3	n ^o . 4	n ^o . 5	n ^o . 6	n ^o . 7	n ^o . 8
aniline			—	—	0	zwak +	+	+
o-toluidine			—	—	0	zwak +	+	+
m-toluidine			krachtig —	krachtig —	matig —	0	0	+
p-toluidine			krachtig —	matig —	zwak —	0	+	+
xylidine			—	0	+	+	+	+
cumidine	—	0	0	0	+	+	+	+

De maaswijdte, waarbij negatieve lading verkregen wordt, verschilt dus voor de verschillende homologen en is het kleinst voor cumidine.

Vermelding verdient nog het feit, dat bij gebruik van een gaas, waarbij de schijf geen lading verkreeg, na het sluiten der luchtkraan, zich aan de schijf spontaan een positieve lading mededeelde; blijkbaar vielen er vanuit de omgeving positieve drupjes op de schijf neer.

Na het sluiten van de luchtkraan verminderde, wanneer de maaswijdte van het gaas zoodanig gekozen was, dat de opvangschijf negatief geladen werd, de negatieve lading van de schijf.

ZWAARDEMAKER zegt naar aanleiding van de gaasproef:

„Selon toute probabilité il y a donc dans le brouillard original deux espèces de gouttes: des grandes, chargées positivement, et des petites, chargées négativement. Les premières ont une

vitesse moindre que les autres, qui grâce précisément à leur vitesse plus grande, passent à travers les mailles du treillis métallique."

In verband met de verschijnselen besproken in Hoofdstuk VII nam ik de volgende proeven:

Het metaalgaas werd, geïsoleerd, op eenigen afstand van den versproeier in den nevelkegel van leidingwater geplaatst en opzettelijk op 220 Volt positief geladen. De waternevel was nu, zooals gemakkelijk wordt ingezien, negatief geladen. De opvangschijf verkreeg nu eveneens negatieve lading. Werd daarentegen het metaalgaas negatief geladen, dan werd de nevel dus positief; ook de schijf vertoonde nu positieve lading. De drupjes, die het gaas passeeren en op de schijf neerslaan, hebben dus hun oorspronkelijk teeken van lading behouden en worden daarin niet beïnvloed door de tegengestelde lading van het metaalgaas.

Ik nam nu nog een gaasproef met geïsoleerden versproeier en geïsoleerd gaas. Beide verkregen nu bij verstuiven van een terpeneoloplossing een positieve lading: de opvangschijf kreeg geen lading. Zoodra ik echter den versproeier met den vinger aanraakte en dezen dus met de aarde in contact bracht kon negatieve electriciteit naar den versproeier vloeien.

Opmerkelijk kreeg nu ook de opvangschijf negatieve lading.

Ik volsta hier met de vermelding van dit feit, zonder er nadere beschouwingen aan vast te knopen.

We zien uit Hoofdstuk I en dit Hoofdstuk dat bij een grooter molecule sterker reukkracht behoort, terwijl de gaaswijdte in de gaasproef dan kleiner moet genomen worden om negatieve lading te kunnen opvangen.



HOOFDSTUK XI.

COMPENSATIE VAN GEUR.

Twee verschillende reukstoffen kunnen elkander compenseeren. Hieronder verstaan wij, dat het voor twee in geur zeer uiteenlopende reukstoffen mogelijk is ze in gasvormigen toestand in een zoodanige concentratieverhouding aan het reukorgaan toe te voeren, dat er geen specifieke prikkel meer wordt uitgeoefend. Het mengsel is dan reukeloos.

Treffende voorbeelden worden door ZWAARDEMAKER ¹⁾ vermeld. Niet alleen na voorafgaande menging in lucht, maar ook wanneer de beide verschillende reukstoffen ieder voor zich in een andere neushelft waren geleid, kan een elkaar vernietigen van de in beide helften opgewekte prikkels verkregen worden.

We hebben hier te doen, zooals ZWAARDEMAKER opmerkt, met een physiologisch of psychologisch phaenomeen. Het is opvallend, dat de beide tegelijkertijd aan het centraal zenuwstelsel toegevoerde prikkels elkander vernietigen. De eene reukstof geeft b.v. een prikkel van de intensiteit a en de andere b, terwijl zij beide te zamen onwerkzaam blijven.

Het compensatieverschijnsel treedt het sterkst aan den dag, wanneer men zeer in qualiteit verschillende reukstoffen neemt. Hooge intensiteit intusschen moet

¹⁾ Physiologie des Geruchs. Leipzig 1895.

men vermijden, omdat dan de compensatie door den wedstrijd wordt verduisterd.

Het is nu de vraag of ook twee, minder in reuk-qualiteit uiteenlopende stoffen, hetzelfde verschijnsel kunnen geven m. a. w. of twee homologen uit eenzelfde scheikundige reeks, die zich immers door een geleidelijken overgang in qualiteit van geur kenmerken, elkander ook kunnen compenseeren.

Een antwoord op deze vraag is voor de methylbenzolreeks reeds gegeven door BACKMAN ¹⁾. Hij kwam tot de slotsom „dat in het algemeen werd vastgesteld, dat bij een constant houden van de eene reukhoeveelheid en bij geleidelijk aangroeien van de andere, de reukgewaarwording eveneens geleidelijk van den eenen geur in den andere overgaat, doch dat daarbij altijd een gebied wordt aangetroffen, waarin de beide geuren elkander wederkeerig verzwakken, ja zelfs geheel opheffen. In het algemeen is derhalve bij de vermenging van zeer bepaalde reukstofhoeveelheden een volkomen compensatie verkregen. Slechts voor benzol en toluol is de compensatie onduidelijk. In alle proeven werd bovendien vastgesteld, dat in de nabijheid der volledige compensatie verzwakking van reukgewaarwording bestaat.

De gevonden verhouding tusschen de cilinderlengten van twee stoffen, die compensatie geven, is, voor een bepaald paar stoffen, steeds dezelfde”.

Is in de anilinereeks compensatie ook mogelijk?

Alvorens deze vraag te beantwoorden wil ik op een eigenaardigheid wijzen. Er werd bij de proeven gebruikt een z.g. dubbele olfactometer ²⁾. De lucht werd wederom

¹⁾ De olfactologie der methylbenzolreeks. Kon. Acad. v. W. Amsterdam. Jan. 1917, deel 25.

²⁾ TIGERSTEDT'S Handb. der physiol. methodik. Bd. III. 1 blz. 87.

met de waterzuigpomp door den olfactometer gedurende $\frac{1}{4}$ seconde gezogen. De met reukgas beladen lucht, die ten slotte in het reservoir van den olfactometer aanwezig is, bestaat uit een mengsel van de twee gelijke hoeveelheden lucht, die ieder afzonderlijk door een van de beide met verzadigde waterige reukstofoplossingen gevulde cilinders gepasseerd zijn. De twee verschillende reukstoffen worden dus eerst vermengd en de reukkracht van het mengsel daarna vastgesteld; ze werden dus niet ieder afzonderlijk in een van de beide neusgaten geleid.

De luchtstroom bezit dus de halve snelheid van die, welke den cilinder passeerde bij de bepalingen van het odorimetrische coëfficiënt der verzadigde oplossingen in den enkelvoudigen olfactometer. (Hoofdstuk II). Wanneer wij aannemen, dat de snelheid van den luchtstroom geen noemenswaardigen invloed heeft op de verdamping van de reukstofmoleculen van het filtreerpapier-oppervlak, dan zal men mogen verwachten, dat de odorimetrische coëfficiënten van de beide oplossingen ieder afzonderlijk voor zich in den dubbelen reukmeter onderzocht, evengroot zullen zijn als die met den enkelvoudigen reukmeter gevonden. De lucht, door den voorgeschoven cilinder gezogen zal immers een tweemaal zoo sterke concentratie aan reukgas bezitten; wordt echter in het reservoir vermengd met een gelijke hoeveelheid reukstofvrije lucht, zoodat zij weer tot het vroeger bedrag aan reukkracht wordt teruggebracht.

Het xylidine gaf nu in den dubbelen olfactometer dezelfde olfactiewaarde als in den enkelvoudige. Voor de andere homologen was de olfactiewaarde hooger:

aniline	10 m.M.
o-toluidine	15 „
m-toluidine	20 „
p-toluidine	7 „
cumidine	25 „

De premisse, zoo straks gesteld, is dus niet vervuld. In mijn compensatieproeven heb ik mij dus gehouden aan deze olfactiewaarden.

Was eenmaal de reukcilinder zoover uitgeschoven, dat een zwakken geur werd waargenomen, dan nam de reukkracht van het mengsel in het reservoir, ook bij veel verder uitschuiven tot zelfs 10 c.M. toe, bijkans niet toe. Het p-toluidine en xylidine maken hierop een zij het ook zwakke uitzondering; bij deze beide termen wordt bij uitschuiven op b.v. 8 c.M. een ietwat sterkere prikkel verkregen. De sterkte-toename staat echter ook hierbij geenszins in verhouding tot de uitgeschoven cilinderlengte. Deze beide termen zijn ook de twee, die een ietwat levendiger geur bezitten.

Het schijnt dus, dat bij de termen der anilinereeks de drempel tevens ongeveer een maximum-concentratie van moleculen aangeeft, waarboven een sterkere prikkel niet kan opgewekt worden. Ik zou het óók zoo willen uitdrukken, dat de minimale gevoeligheid van het reukzintuig voor onze homologen tevens ongeveer ook de maximale is. De termen hebben dus een gemeenschappelijke eigenaardigheid te meer.

Uit de proeven heb ik den indruk gekregen, dat tenminste voor mijn reukorgaan, vrij snel vermoeienis optreedt¹⁾. Wanneer de drempel bijna de maximale concentratie geeft, die een maximalen prikkel kan opwekken, dan is ook dit begrijpelijk; doet vermoeienis zich bij andere reukstoffen niet het snelst gevoelen, wanneer zij in sterke concentratie worden toegevoerd?

Wat nu de compensatie der homologen onderling aangaat, deze is gebleken in deze reeks niet aanwezig te zijn. Dat in dit opzicht geen resultaat verkregen kon worden, meen ik voornamelijk te moeten toeschrij-

¹⁾ Vergelijk ook: H. ZWAARDEMAKER. *Physiol. des Geruchs.* blz. 203. ARONSOHN. *Berliner Inauguraldiss.* 1886.

ven aan de zwakke reukkracht der waterige oplossingen en de sterke overeenstemming in reukqualiteit der termen onderling. In het boven gegeven citaat uit de mededeeling van BACKMAN lezen wij, dat voor benzol en toluol de compensatie onduidelijk is; deze twee stoffen gelijken in reukqualiteit veel op elkaar. In de anilinereeks treffen wij dus hetzelfde aan, echter bij alle onderzochte termen.

Ik deel hier de resultaten mede van een tweetal combinatieproeven genomen met twee homologen:

60 m.M. aniline met 20 m.M. xylidine :	xylidineachtig?
60 " " " 10 " "	: xylidineachtig.
80 " " " 10 " "	: anilineachtig
70 " " " 10 " "	: menggeur?
70 " " " 20 " "	: xylidineachtig.
35 " " " 5 " "	: onzekere geur.
27 " " " 2.5 " "	: zwakke onzekere geur.
10 " " " 1.5 " "	: zeer zwak??

Den volgenden dag nog eens herhaald:

70 m.M. aniline met 10 m.M. xylidine:	onzekere geur, anilineachtig?
70 " " " 15 " "	: " " anilineachtig?
70 " " " 30 " "	: xylidineachtig?

30 m.M. xylidine afzonderlijk wordt als xylidine herkend; evenzoo 70 m.M. aniline. De kenmerkende geur verdwijnt dus eenigszins, wanneer beide in deze verhouding vermengd worden en er treedt een geur voor in de plaats, die als xylidineachtig? genoteerd wordt. De waargenomen reuk mag wel als een soort menggeur worden opgevat. Reuk echter wordt nog waargenomen en aangezien de termen, ieder afzonderlijk, een dergelijken geur geven, kan tot een compensatie niet besloten worden.

Ook bij alle mogelijke vermengingen van xylidine en cumidine kan de reuk van het mengsel niet bepaald gedefiniëerd worden.

50	m.M.	o-toluidine	met	40	m.M.	p-toluidine:	p-toluidineachtig.	
50	"	"	"	"	30	"	"	: o-toluidineachtig.
40	"	"	"	"	30	"	"	: menggeur?
								betrekkelijk krachtig.
30	"	"	"	"	30	"	"	: p-toluidineachtig.
20	"	"	"	"	15	"	"	: betrekkelijk sterke onzekere
								geur, gelijkend op o-toluidine.
10	"	"	"	"	7.5	"	"	: zwakke onzekere geur.

We vinden hier een aanduiding van summatie; 20 m.M. o-toluidine en 15 m.M. p-toluidine kunnen ieder afzonderlijk in den olfactometer nog juist worden waargenomen; beide te zamen geven een ietwat sterkeren reukindruk. Duidelijk is het verschijnsel echter allerm minst. En dit is ook te verwachten. Er werd immers al opgemerkt, dat ook bij een groote uitschuiving van den reukcilinder, de reukintensiteit slechts weinig toeneemt.

Compensatie is dus in de anilinereeks niet aantoonbaar.

HOOFDSTUK XII.

SAMENVATTING.

Het minimum perceptibile van de termen der aniline-reeks neemt bij het klimmen in de reeks af; de reukkracht neemt toe.

De reukkracht van de drie toluidine-isomeren is verschillend; o-toluidine heet de kleinste, p-toluidine de grootste reukkracht.

Bij geringe concentratie van de moleculen der termen in lucht, wordt een ongeveer gelijke reukqualiteit waargenomen.

De geur verandert in de reeks geleidelijk.

De vervluchtiging van de zuivere stoffen neemt af bij het opklimmen in de reeks.

De odorimetrische coëfficiënt van de aeq. mol. waterige oplossingen neemt bij de opeenvolgende termen toe.

De termen worden aan glas weinig geadsorbeerd.

Alle termen verlagen de oppervlaktespanning van water; er bestaat een verband tusschen de oppervlaktespanning verlaging en de lading van den nevel.

De electrische lading bij verstuiven van aeq. mol. oplossingen vertoont bij opklimmen in de reeks een belangrijke toename.

Van de drie isomeren van het toluidine geeft het o-toluidine de kleinste, het p-toluidine de grootste lading.

Op een geaarden versproeier kan geen vrije, daarop gebrachte lading gehecht blijven; zij ontwijkt met de waterdrupjes.

Wordt de versproeier geaard, dan zal de van zijn spits afvloeiende negatieve electriciteit, die daar bij geval door influentie mocht zijn opgehoopt, vervangen worden door uit de aarde toestroomende negatieve electriciteit.

Verbreekt men de toestrooming door den versproeier te isoleeren, dan zal aan het eind der verstuiwing een zekere hoeveelheid positieve electriciteit achterblijven, wier negatieve zich tijdens het verstuiwen in den nevel bevond, maar na beëindiging van de versproeiing gemeten kan worden en gevoegd bij de positieve electriciteit, die zich op het opvangsysteem heeft verzameld.

Het gezamenlijk bedrag dier electriciteiten is niet alles, wat zich in het gunstigste geval in den nevel als overschot na het ontwijken der zeer kleine, zich moeilijk hechtende negatieve drupjes kan documenteeren.

Men verkrijgt het aanzienlijkst overschot, wanneer men de influentie gering doet zijn, door bij geaarden versproeier den afstand tusschen versproeier en schijf groot te maken. Dit is mogelijk bij zwak ladende stoffen.

Bij sterk ladende stoffen krijgt men de grootste lading door den versproeier zorgvuldig te isoleeren, opdat, ondanks influentie, geen electriciteit verloren zal gaan.

Het eenig verlies is dan de in de omgeving ontwijkende positieve electriciteit.

Compensatie van den reuk der termen onderling kon niet worden aangetoond.

De prikkeldrempel en de maximale prikkelsterkte liggen dicht bij elkaar. In de nabijheid van den prikkeldrempel is de qualiteit van den geur bij alle termen nagenoeg gelijk, althans moeilijk onderscheidbaar.



INHOUD.

Hoofdstuk	Bladz.
I. Aard van den reuk. Minimum perceptibile . . .	1
II. Odorimetriscbe Coëfficiënten van de verza- digde en aequimoleculaire waterige oplos- singen	11
III. Adsorptie	17
VI. Oppervlaktespanning.	23
V. Uitzouting.	26
VI. Ladingsverschijnsel	27
VII. Kritiek op de verstuivingsproef.	39
VIII. Ladingsvermogen van aequimoleculaire op- lossingen met geïsoleerden versproejer. . . .	52
IX. Het meten van de nevellading met het influen- ceerende plaatje	54
X. Gaasproef	58
XI. Compensatie van geur	61
XII. Samenvatting	67

g 807

STELLINGEN.

I.

In een homologe reeks bestaat een geleidelijke overgang in kwaliteit van geur.

II.

Bij het verstuiven van een waterige reukstofoplossing, op de wijze zooals beschreven door Zwaardemaker, wordt het ontstaan van een optimum-afstand voor een groot deel verklaard door influenceerende invloeden.

III.

De behandelingsmethode van tandwortelkysten, uitgaande van praemolaren en molaren in de bovenkaak moet afhankelijk gesteld worden van het al of niet intact zijn van den beenigen kaakholte-bodem.

IV.

Bij het ontstaan der school-myopie speelt de druk door de uitwendige oogspieren op den bulbus uitgeoefend, geen rol.

V.

De verhooging van den bloedsdruk kan niet zonder meer de oorzaak van glaucoom zijn.

VI.

Bij adenotomie is het geven van narcose verwerpelijk.

VII.

Bij de genuine otitis media acuta met metastasen in de periferie, is, wat de behandeling betreft, een afwachtende houding geoorloofd.

VII.

Oesophagoscopie, ook lege artis uitgevoerd, kan in bepaalde gevallen zeer gevaarlijk zijn.

IX.

Aangeboren dispositie voor rechtshandigheid is een uiting van een hogere organisatie van de linkerhersenhemisfeer. De meening, volgens welke door een ambidexter-cultuur beide hemisferen tot gelijkwaardige ontwikkeling kunnen worden gebracht, moet als onjuist worden gequalificeerd.

X.

Het melkdieet kan in bepaalde gevallen van slepende nierziekte uiterst schadelijk zijn.

XI.

De lichaampjes beschreven door Borrel, v. Provazek en Paschen („Elementar-körperchen”) bij epithelioma contagiosum, variola-vaccinè en molluscum contagiosum zijn noch morphologisch, noch door kleurmethode te onderscheiden van colloïdgranula.

XII.

Het verdient aanbeveling bij hydramnion niet de vliezen te puncteeren, doch een punctie door buik- en uteruswand te verrichten.
