Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Quantitatieve onderzoekingen over reflexen

https://hdl.handle.net/1874/255410

A 4 192

Med. 24 April 1906

QUANTITATIEVE ONDERZOEKINGEN OVER REFLEXEN.

D. J. A. VAN REEKUM.

QUANTITATIEVE ONDERZOEKINGEN OVER REFLEXEN.

Diss Utrecht 1906

QUANTITATIEVE ONDERZOEKINGEN OVER REFLEXEN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS DR. F. A. F. C. WENT HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 24 APRIL 1906 DES NAMIDDAGS TEN 4 URE DOOR

DIRK JAN ADRIAAN VAN REEKUM
OFFICIER VAN GEZONDHEID 2DE KLASSE
GEBOREN TE TRICHT

UNIVERSITEITS BIBLIOTHEEK UTRECHT

F. WENTZEL & CO.
OUDEGRACHT 77 BIJ DE WEESBRUG
UTRECHT — 1906

AAN DE NAGEDACHTENIS
MIJNER OUDERS.

Bij het voltooien van mijn proefschrift weet ik mijn academischen loopbaan besloten. Maar juist dit oogenblik van overgang brengt mij tot terugzien op datgene, wat niemand in zijn studentenjaren zeer onpartijdig bekeken heeft. Dan voel ik mij verplicht een woord van dank te richten tot U Hoogleeraren, Lectoren en Adsistenten der Medische en Philosophische Faculteit, die mij als goede leermeesters hebt gebracht tot mijn huidigen staat.

Een woord van verplichting spreek ik gaarne tot U, Hooggeleerde ZWAARDEMAKER, *Hooggeachte Promotor, die met Uw voorlichting en voortdurende bereidwilligheid mij niet alleen steeds terzijde gestaan heeft bij mijn promotiewerk, maar die tevens door Uwe werkkracht en opgewektheid den promovendus ook zooveel meegaaft voor dit leven.*

Ten slotte een woord van dank aan allen, die mij bij mijn proeven steeds bereid waren hun bijstand te verleenen.

INHOUD.

		Pagina.
INLEIDING		1
HOOFDSTUK I.	LITERATUUR	3
HOOFDSTUK II.	OVER CHEMISCHE, THERMISCHE EN MECHANISCHE PRIKKELS	19
	§ 1. CHEMISCHE PRIKKELS	19
	§ 2. THERMISCHE „ „	24
	§ 3. MECHANISCHE „ „	30
HOOFDSTUK III.	ELECTRISCHE PRIKKELS	38
	§ 1. OPSTELLING DER PROEVEN	38
	§ 2. VOORLOOPIGE PROEVEN	40
	§ 3. ONGEORDENDE „ „	43
	§ 4. GEORDENDE „ „	57
	§ 5. REFLEX INHIBITIE DOOR STERKE PRIKKELING	68
HOOFDSTUK IV.	PRIKKELING DER SENSIBELE WORTELS	69
HOOFDSTUK V.	RESPIRATORISCHE VAGUSREFLEX	74
AANHANGSEL	IJKING DER CONDENSATOREN.	87
CONCLUSIES.		94
STELLINGEN.		99

INLEIDING.

Als reflex[1]) betitelen wij een dusdanig voorval, waarbij een centripetale zenuw onder medewerking van het centraal zenuwstelsel een centrifugale zenuw tot werkzaamheid brengt, zonder dat de wil en het bewustzijn daaraan deelnemen.

Reflexen kunnen optreden door electrische, chemische, thermische of mechanische prikkeling van een sensibel orgaan. Directe prikkeling van sensibele zenuwstammen heeft zelden plaats, tenzij bij trauma, pathologische toestanden of bij vergiftiging.

Als een reflexboog bij een kikvorsch kan men in 't kort rekenen een sensibel neuron, beginnend in de huid en door middel van uitloopers der gangliencel in continuiteit verbonden met een motorisch neuron, eindigend in de spier. De huid als begin van den reflexboog ontvangt den prikkel, die aanleiding is tot de motorische ontlading. Niet alleen de huid, maar elk deel van den reflexboog tot de gangliencel toe kan dienen als ontvangstation om den prikkel op te nemen en eenen reflex te veroorzaken.

Mijn streven zal hier worden, na te gaan de minimumwaarde zoowel electrisch, chemisch, mechanisch als thermisch, die als prikkel op de huid toegediend, nog eene reflex geeft; tevens deze waarden te vergelijken met die, die noodig zijn, wanneer men reflexen opwekt door directe prikkeling der sensibele zenuwstammen.

1) LANGENDORFF in NAGEL'S Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. IV, p. 223.

HOOFDSTUK I.

Literatuur.

De reflexleer in haar modernen vorm vangt aan met MARSHALL HALL [1]); in de eerste tijden intusschen (vertegenwoordigd door JOH. MÜLLER [2]), VOLKMANN [3]) en ECKHARD [4]) hield men zich afgezien van 't begrip zelf en 't opsporen van verschillende voorbeelden van reflexen, quantitatief alleen met reflextijd bezig. Slechts gedurende de laatste 30 jaren werden nader de voorwaarden bestudeerd, waaronder de proefdieren moeten verkeeren, zal een reflex ontstaan en ten slotte werd door enkelen beproefd de energetische waarde van den prikkel te berekenen.

De eerste waarnemingen, om den reflextijd te bepalen geschiedden door WEBER [5]). Hij vond, dat prikkel en effect in tijd verschilden.

HELMHOLTZ [6]) ging een schrede verder en bepaalde den reflextijd op 12 maal den tijd, dien een prikkel noodig heeft om een zenuw te doorloopen.

EXNER [7]) nam proeven bij menschen; hij bevestigde aan een ooglid een hefboom, die den reflex kon registreeren;

1) MARSHALL HALL. Lectures on the nervous system and its diseases. 1836, p. 17.

2) JOH. MÜLLER. Handbuch der Physiologie des Menschen. I. 4 Aufl., Koblenz 1844, p. 608.

3) A. W. VOLKMANN. Wagners Handwörterbuch der Physiologie. 1844, 2, p. 479.

4) ECKHARD, in Hermann's Handbuch der Physiologie II. Bd. 2, 1879.

5) WEBER. Wagners Handwörterbuch der Physiologie. 1846, Bd. 3 (2), p. 19.

6) HELMHOLTZ. Über die Geschwindigkeit einiger Vorgänge in Muskeln und Nerven. Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1855, p. 328.

7) S. EXNER. Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Prosesse. Pfl. Arch. Bd. 8, 1874, p. 526.

't andere ooglid werd geprikkeld met inductiestroomen; ook dit moment werd geregistreerd. De reflextijd nam toe bij vermoeidheid, af bij 't toenemen der prikkeling en door oefening.

Zeer uitvoerig waren de waarnemingen van WUNDT [1]) niet alleen omtrent de reflextijden, maar ook omtrent de wisselende uitkomst naar gelang der proefdieren. Op de zijde, waar de wortels waren blootgelegd en van electroden voorzien, werd de gastrocnemius verbonden met een myographion, zoodat het verschil van eene directe en indirecte contractie kon waargenomen worden.

WUNDT vergeleek verder den duur van een binnen een segment begrensden reflex met den dwarsen reflex, waaronder hij verstaat een reflex, voortgeleid van den anderen kant; en met eenen overlangschen reflex, waaronder hij verstaat een reflex voortgeleid uit een naburig segment. De reflextijden werden bij beiden langer bevonden dan bij de enkelvoudige reflexen.

Belangrijk is ook zijn vergelijkend onderzoek omtrent de prikkelbaarheid van de huid, sensibele zenuwen en wortels. De huid werd bevonden veel gevoeliger te zijn dan de takken en stammen der sensibele zenuwen ook veel gevoeliger dan de sensibele wortels; de prikkelbaarheid der sensibele wortels was grooter dan die der zenuwstammen.

Om steeds goede voor de proef geschikte praeparaten te hebben, gebruikte WUNDT kort te voren gevangen kikkers of spoot ze eerst in met $^1/_{500}$—$^1/_{250}$ mgr. strychnine. 't Beste is, de proeven te nemen in eene vochtige kamer bij ± 16° C. en de dieren koud te bewaren; 's winters 24 uur voor de proef te brengen in een lokaal met temperatuur van 12° C. en in de herfst eenige uren te voren.

Bij eene onvoldoende prikkelbaarheid, afhankelijk van 't jaargetijde, treden bij de eerste prikkelingen wel contracties op, daarna blijven zij zelfs bij sterkere prikkeling weg of

1) WUNDT. Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren. Erlangen 1871, 1876.

dalen tot een minimum. Verlaging van temperatuur geeft stijging der reflexen; echter bij voortdurende koude overgaande in onprikkelbaarheid; bovendien wordt de reflextijd verlengd, soms zelfs tot 3 à 6 maal den normalen duur; hoogere temperatuur oefent een tegengestelde werking uit.

ROSENTHAL[1]) vond, dat de reflextijd van de huid of van de blootgelegde zenuw afhankelijk is van de sterkte van den prikkel, zoodat bij zeer sterke prikkels de tijd buitengewoon klein kan worden, ook de meerdere tijd, die eene overdwarse leiding noodig heeft, wordt bij sterker prikkel korter; ten slotte wordt bij voortdurende stijging de overdwarse en eenvoudige reflextijd gelijk. De reflextijden zijn voor de meest van 't ruggemerg verwijderde ontvangstations 't grootst; bij sterkeren prikkel is 't onderscheid geringer. Vermoeidheid doet den reflextijd groeien.

Uitvoerige waarnemingen over den invloed der summatie werden gedaan door SETSCHENOW[2]), die aantoonde, dat aan de reflectorische en locomotorische centra in zeer hooge mate de macht toekomt, de hun toegebrachte prikkels te summeeren. De reflexen bleven bij prikkeling der sensibele zenuwen met een enkelvoudigen inductieslag gewoonlijk weg; bij versche praeparaten waren soms zeer sterke stroomen onwerkzaam.

Bij een kikvorsch werden de groothersenhemispheren weggenomen, hierna werd de kikvorsch geprikkeld en de tijd, die dan tot het ontvluchten verliep, waargenomen; vermeerdering van het aantal stroomonderbrekingen deed het resultaat spoediger optreden.

De stijging van werking, gevonden op electrisch gebied door summatie, was reeds tevoren toegepast door TÜRCK

1) ROSENTHAL. Berichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1873. p. 104.

2) SETSCHENOW. Ueber die electrische und chemische Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches. Graz 1868.

op chemisch gebied en door BAXT[1]) vervolgd. Als prikkelmiddel werd gebruikt 6 $^0/_{000}$ zwavelzuuroplossing; de latente tijd bedroeg hierbij soms 2 minuten. BAXT vond, dat de werkingstijd (van indoopen van de poot tot 't optreden van den reflex) in eene geometrische progressie toeneemt, terwijl de zuurtegraad in arithmetische rij daalt.

WUNDT vond de resultaten der chemische prikkeling onbetrouwbaar, want bij iedere intermitteerende prikkeling komt niet alleen de verandering, die de enkele impuls geeft, maar ook de modificeerende werking, die zich natuurlijk bij herhaling der prikkels summeert, in aanmerking. Hierbij is ook nog van belang, dat de modificeerende werking der prikkels naar gelang der jaargetijden en omstandigheid der dieren aan groote veranderingen onderworpen is.

Bij de onderzoekingen gedaan door FICK en ERLENMEYER[2]) werd 't ruggemerg doorgesneden, de rughuid gespleten en de huid met zenuwtakjes gelegd op een glasplaat, waarin electroden waren bevestigd; werd nu de huid geprikkeld, dan volgde een reflex met wischbeweging. Zij maakten de vergelijking „als ware de zenuwprikkeling onbezield en de huidprikkeling bezield, zich uitende in eene doelmatige gecompliceerde spierwerking." Sterke zenuwprikkeling geeft soms vrij gemakkelijk tetanus, huidprikkeling niet. De meerdere inwerking van den prikkel zou plaats hebben door commissuren. „Planmässige Reflex." Wordt de huid door eene lichte kwetsing getroffen, dan volgt er een reflex; bij sterke laesie werkt 't eindapparaat niet meer en zou eerst de „Hemmung", door zenuwprikkeling ontstaan, overwonnen moeten worden. Zoo wordt sterke verbranding nooit direct gevoeld, maar verstrijkt eerst de hemmungstijd. Soms volgt bij sterke laesie der kikkerhuid geen reflex, maar wordt de poot zachtjes teruggetrokken.

---

1) BAXT. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzich. 1871, p. 69. (geciteerd volgens Jahresberichte ü. d. Forsch. d. Anat. en Physiol. 1872, p. 500.)

2) A. FICK. Einige Bemerkungen über Reflexbewegungen. Pfl. Arch. Bd. 3. 1870. p. 326.

TARCHANOW [1]) deed onder leiding van SETSCHENOW onderzoekingen over den invloed der summatie, zoowel van inductie- als constante stroomen, terwijl de summatie geschiedde met behulp van een metronoom, die b.v. 50 maal per minuut den stroom kon afbreken. Bij verlaging van het aantal prikkels kon men bij verhoogde prikkelbaarheid gaan tot 2 maal per minuut, bij niet verhoogde prikkelbaarheid tot 12 maal per minuut, zoodat de nawerking van den prikkel op hoogstens $^1/_2$ minuut te bepalen viel.

Decapitatie geeft, zoowel bij prikkels door electrische stroomen op zenuwen als chemische op de huid, een verhoogd effect, bloeding daarentegen veroorzaakt vertraging en afnemen der reflexen. Prikkelende met inductiestroomen, is geen nawerking merkbaar, wanneer het interval grooter is dan 10 seconden; klaarblijkelijk oefenen de inductiestroomen centraal minder nawerking uit. Afkoeling van den kikvorsch doet het summatie-effect stijgen, afkoeling der zenuw heeft een deprimeerenden invloed ten gevolge, verwarming der zenuw geeft echter verhoogde prikkelbaarheid. Zoowel chemisch als electrisch zijn deze verschijnselen waar te nemen. Lettend op de overeenkomst tusschen electrische en chemische prikkeling, besluit TARCHANOW, dat eene zwakke chemische prikkeling inderdaad als een summeeringseffect is aan te zien.

Uitvoeriger werd later nog door TARCHANOW [2]) onderzocht de invloed van koude en warmte en verbloeding op de reflexen, en vond hij ook, dat langzame verwarming of afkoeling geen reflex geeft, plotseling verhitten wel. Slechts verschil in temperatuur van meer dan 5^0 geeft een reflex.

Door verbloeding gaan de reflexen in $1-1^1/_2$ uur verloren,

---

1) TARCHANOW. Sur la sommation des irritations dans les nerfs sensibles de grenouille. Bullet de l' acad. impér. des Sc. de St. Petersbourg. 1870, p. 65.

2) Über die Wirkung der Erwärming resp. Erkältung auf die sensiblen Nerven, das Hirn und das Rückenmark des Frosches. Bull de l'acad. impér. des Sc. de St. Petersbourg 1871 p 226.

't laatst verdwijnen de huidreflexen; onder afkoeling kan de prikkelbaarheid langer blijven bestaan.

STIRLING [1]) de moeielijkheden om een prikkel juist aan te brengen in aanmerking nemende, bracht om de voethuid van eene Rana esculenta een paar gouddraden, die den voet omsloten zonder te knellen. Het aantal summaties liet hij varieeren van 1—40 per seconde; het maximum interval was 2,5 seconde; de prikkels moesten in het laatste geval sterker worden. Zeer sterke stroomen werken thermisch en chemisch op 't praeparaat; elk praeparaat wordt dan ook vernietigd door te sterken prikkel, te zwakke prikkel doet eveneens de prikkelbaarheid afnemen en de niet gebruikte symmetrische poot deelt in de vermoeidheid. Kleinere rhythmische heffingen gaan den eigenlijken reflex vooraf, doch hierop werd door STIRLING weinig acht geslagen. Na een zeer sterken krampachtigen reflex volgt bij verdere prikkeling geen reflex meer. Neemt de prikkelbaarheid af, dan blijven slechts vibraties of onderpoot heffingen over. Huidreflexen varieeren zeer in sterkte. STIRLING schrijft eenen reflex toe aan herhaalde prikkeling der nerveuse centra; een enkelvoudige prikkel, die eenen reflex geeft, veroorzaakt uitputting. $^1/_4$—$^1/_2$ Uur na de doorsnijding van het ruggemerg neemt de prikkelbaarheid toe; prikkeling met 3—10 minuten pauze voorkomt de vermoeidheid. De reflex werd dikwijls door STIRLING ingedeeld in vier stadia; dit trapsgewijze tot standkomen van de reflex zou berusten op de werking der „Hemmung"; evenwel geeft variatie van stroomintensiteit niet zulke groote schommelingen als variatie van interval.

Terwijl STIRLINGS streven was zoolang te prikkelen, tot een volkomen reflex optrad, wilde WARD [2]) de kleinste zichtbare bewegingen reeds als reflex opgevat zien. Door

1) STIRLING, über die Summation elektrischer Hautreize. Berichte der könig Sachs. Ges. der Wiss. Phys. 1874—75. p 372.

2) WARD. Ueber die Auslösung von Reflexbewegungen durch eine Summe schwacher Reize. Archiv f. Phys. 1880, p. 72.

't opheffen der poot werd de stroom verbroken en de tijd geregistreerd, waarop de reflex begon. Bij interval van 0,05—0,4 sec. trad de reflex steeds op bij 't zelfde aantal prikkels van gelijke sterkte.

Verschillende voorzorgen werden door WARD in acht genomen om deze gunstige resultaten te verkrijgen. WARD begon nooit zijn proeven voor den 2en dag na het doorsnijden van het ruggemerg; soms wachtte hij 3 à 4 dagen om zeker te zijn van de opheffing der „Hemmung". De huid van den kikvorsch werd steeds vochtig gehouden; om den voet was slechts een gouddraad aangebracht, terwijl het contact veroorzaakt werd door het plaatsen der poot op een koperen plaatje. De toegediende prikkel mag slechts sensibel werken.

ROSENTHAL [1]) stelde bij zijn hernieuwd onderzoek weer 't meest den reflextijd op den voorgrond. Minimale doses strychnine geven betere reflexwerking, eerst treedt eenzijdig een buigreflex op, daarna aan beide zijden, terwijl na grootere doses een strekreflex optreedt. Na doorsnijding van 't halsmerg zijn sterker prikkels noodig om den reflex tot stand te doen komen; de reflex heeft praedilectiebanen; na herhaalden reflex wordt de benoodigde prikkel minder. Bij een pasgeboren kind ontwikkelen de reflexbanen in den loop van 't eerste jaar.

HALLSTÉN [2]) verrichtte zijn eerste proeven aan een gedecapiteerden, sterk gemutileerden kikvorsch, welk praeparaat hij het enkelvoudige apparaat noemde; klaarblijkelijk heeft zulk een praeparaat eene uiterst geringe gevoeligheid. Later werkte hij met gevoeliger objecten en verrichtte daarmede enkele waarnemingen. Eene vergelijkende studie maakte hij van den invloed van mechanische, chemische, thermische

---

1) ROSENTHAL. Ueber Reflexen. Biol. Cbl. 1884, p. 227.

2) K. HALLSTÉN. Zur Kenntniss der sensiblen Nerven und der Reflexapparaten des Rückenmarkes. Arch. f. Physiol. 1885, p. 167; Arch. f. Physiol. 1886, p. 94; Arch. f. Physiol. 1887, p. 316.

en electrische prikkels op de huid en de zenuw. Vele prikkels waren onvoldoende, hoewel er toch prikkeling was; zoo doet ook een open wond pijn, maar geeft geen reflex.

Een maximale reflex onstond door inductiestroomen, constante stroomen, mechanische en chemische prikkels, waarvan zuren en alkaliën 't werkzaamst waren. Warmte geeft geen huidreflexen; de reflexen, die soms tot stand komen, zouden, evenals bij de electrische prikkels, ontstaan door prikkeling der zenuwstammen. Chemische prikkels daarentegen zouden van uit de huid werken, daar zij op de zenuw geen invloed uitoefenen.

Ongeveer alle proeven werden genomen met kikvorschen, die met strychnine waren ingespoten.

STEINACH [1]) verrichtte in 1896 een onderzoek, dat, hoewel het niet rechtstreeks op reflexprikkelbaarheid betrekking heeft, toch voor de studie der reflexen van 't grootste belang is. Er bleek o. a. uit, dat men op het terrein der zenuwphysiologie dieren zeer gevoelig kon maken, eenvoudig door ze aan koude bloot te stellen.

't Meest geschikt waren de Ranae esculentae; deze werden 8 dagen gebracht in eene koelruimte van 5—7° C.; in dezen tijd werden de geschikte exemplaren donkerder, de ongeschikte lichter van kleur. Hierna werden zij gedurende 3—5 dagen in blikken trommels in een ijskast geplaatst; na dezen tijd moeten de kikvorschen om de 2 dagen onder de waterleiding afgespoeld worden, wegens gevaar voor erysipelas.

Droogte en duisternis versterken den koude-invloed; nooit mag de kuur langer duren dan 14 dagen. Voor de proeven zelf is geen koude kamer noodig, hoewel in eene warme omgeving de prikkelbaarheid geregeld blijft afnemen, zoodat zij na 8 dagen weer verdwenen is. STEINACH onderzocht inzonderheid huidprikkels, daarbij in de eerste plaats de

---

1) STEINACH. Ueber die electromotorischen Erscheinungen an Hautsinnesnerven bei adaequater Reizung. Pfl. Arch. Bd. 63. 1896, p. 495.

electrische verschijnselen nagaande, die zich als gevolg van de prikkeling in de sensibele zenuw voordoen.

Iedere tast- of drukprikkel, waardoor de compressie der huid een zeker maximum overschrijdt, verwekt in een prikkelbaar praeparaat eene negatieve „Schwankung" van den demarkatiestroom, de uitslag echter hangt af van de intensiteit van den prikkel. Voorwaarden hiertoe zijn: 1°. individueele prikkelbaarheid der zenuw, 2°. versche zenuwdoorsnede en 3°. gevoeligheid van 't eindorgaan. Onprikkelbaar waren vele punten in de zwemvliezen, 't meest prikkelbaar was de huid boven de middenvoetbeentjes; waarnemingen met een naald gedaan gaven voldoende uitkomst, wanneer drukpunten getroffen werden; langzame drukstijging was van weinig invloed. Positieve variatie trad op bij koude kikvorschen na langere prikkeling dan 30″, bij 't optreden van vermoeidheid nam de „Schwankung" af.

SHERRINGTON [1]) bestudeerde niet zoozeer de methode tot opwekken van reflexen, als den loop der reflexbanen. Iedere aanvoerende wortel heeft in zijn eigen spinaalsegment een reflexbaan van geringen weerstand; echter, wanneer een aanvoerende wortel geprikkeld wordt, zal gewoonlijk 't effect niet segmentaal, maar plurisegmentaal zijn; duidelijker treedt dit op in het lumbaal dan thoracaal gedeelte, waar de segmenten minder vermengd zijn. Sommige groepen neuronen worden minder gemakkelijk geprikkeld.

De antagonisten onder de spieren zijn door het centraalorgaan zoo verbonden, dat de contractie van de eene steeds met expansie van anderen gepaard gaat; nooit komt onder normale verhouding eene gelijkzijdige contractie van antagonistisch werkende spieren voor.

Wordt een reflex veroorzaakt door een of anderen prikkel, dan zal bij herhaling de toe te dienen energie verminderd kunnen worden, of bij eenzelfde energie zal de prikkel

1) SHERRINGTON on the periferal distribution of the fibres of the posterior roots of spinal nerves. Transactions Roy Soc. 109 B. 1898, p. 140.

meer extensief werken, op den duur echter wordt de beweging minder en zal ternauwernood meer waarneembaar zijn; vermoeidheid treedt op. 't Sensibele gedeelte wordt eerder vermoeid dan 't motorische, want knijpt men, nadat een mechanische prikkel op den eersten teen aangebracht en geen effect meer geeft, een tweeden teen dan zal oogenblikkelijk de reflex weer optreden. Prikkels, die eene enkele beweging veroorzaken, zullen kort daarna eene serie contracties geven.

„For the sequence of movements in a spinal reflex the term which Hughlings Jackson's writings on epilepsy introduced and have rendered classical will here be used — the march".

ZANIETOWSKI [1]) voerde als reflexmiddel de condensatorontlading in, waartoe een voorafgaand uitvoerig onderzoek van hem en CYBULSKI [2]) over zenuwprikkeling, hem aanleiding gaf. Door een Pohlsche wip werd de condensator geladen en ontladen, terwijl als ladingsstroom 1—2 Daniells werden gebruikt.

De verhouding van energie en arbeid hangt af: 1°. van de frequentie, 2°. van de sterkte van den prikkel en 3°. van de plaats van prikkeling. De gunstigste voorwaarden waren 12—15 summaties per secunde, de minimaal-energie bedroeg dan 5,6 erg; de som der prikkels, die denzelfden reflexarbeid te voorschijn roept, is des te kleiner, naar mate de enkele prikkel kleiner en het aantal grooter is. Als plaats van prikkeling gebruikte ZANIETOWSKI den voet, dien hij met aluminium serre-fines licht omklemde.

De reflexenergie overtreft altijd buitengewoon de prikkelenergie, soms in verhouding van 1 : 1500—3000. Dit resultaat is ongunstiger dan in 't geval van motorische prikkeling, welke met veel minder prikkelenergie tot stand komt.

---

1) ZANIETOWSKI. Ueber die Summation von Condensatorentladungen im Centralnervensystem. Centrbl. f. Physiol. 1897, p. 27.

2) CYBULSKI und ZANIETOWSKI. Ueber die Anwendung des Condensators zur Reizung der Nerven und Muskeln statt des Schlittenapparates von DU BOIS REYMOND Pfl. Arch. 1894, Bd. 56, p. 45.

v. WAYENBURG [1]) vond bij zijn onderzoekingen omtrent de beteekenis van reflectorische bewegingen voor de zintuigelijke waarneming, in verband met de wetten van WEBER en FECHNER, dat voor elk reflexpraeparaat de prikkelgrens individueel verschillend is, afhankelijk van de grootte van 't proefdier, jeugd en jaargetijde. Als prikkelmiddel werd door hem azijnzuursolutie aangewend. De laagste grens werd bereikt met 0,01 % azijnzuursolutie. Treft een zeer lage prikkel den poot, dan ziet men een paar kleine tetanische heffingen, aanvankelijk met gelijke, vrij groote intervallen na elkaar optreden.

Is de prikkel dicht bij de prikkelgrens, dan houden de uitslagen na eenige minuten op en de poot komt in rust. Versterken wij den prikkel, dan zien wij de intervallen kleiner worden; de tetani smelten samen en worden volumineuzer naar gelang het toenemen in sterkte van den prikkel. Ook de gemiddelde hefhoogte neemt toe bij intensiteitsvermeerdering van den prikkel.

BIEDERMANN [2]) onderzocht den invloed der temperatuur op den kikvorsch, en vond een optimum tot het oproepen van reflexen, zoowel bij warmte als koude. Een absoluut minimum ligt bij het vriespunt, het relatief bij 19°, terwijl het absoluut maximum bij 30° en het relatief bij 0° ligt. De minimum contractieduur valt samen met het absoluut maximum, de gevoeligheid voor electrische prikkels daarentegen is grooter bij temperatuur onder 5° dan bij temperatuur van 25—30° C. De sterke tonus van gladde spiercellen bij ongewervelde dieren en poikilothermen neemt af bij verwarmingen, keert terug bij afkoeling, de koude werkt hier als een prikkel op de spiersubstantie.

Na 't doorsnijden van het ruggemerg moet een kikvorsch nog 1—2 dagen op een koele plaats bewaard worden, de

1) G. A. M. v. WAYENBURG. Diss. Amsterdam, 1897.

2) BIEDERMANN. Beiträge zur Kenntnis der Reflexfunction des Rückenmarks PFLÜGER's Arch. f. d. ges. Phys. der Menschen und der Thiere. 1900, p. 408.

kikvorsch moet dan niet slap ter neder liggen, maar met opgetrokken pooten zitten (reflextonus van BRONDGEEST); bij het ophangen aan een statief, hangen de pooten niet slap neder, maar in lichte dorsaalflexie. De reflexen zijn lang en krachtig, de poot blijft in middenbuigstelling hangen; soms treden hierbij wischbewegingen op. Warmte-kikkers echter zijn slap zonder spiertonus; verwarming evenwel van een poot van een afgekoelden kikker geeft geen variatie in de prikkelbaarheid.

De stroomintensiteit noodig om eenen reflex op te wekken is voor een goed praeparaat gering; bereikt men met een enkelen inductieslag eenen reflex, dan zal deze van tetanusachtig karakter zijn. De wet van DU BOIS REYMOND wordt niet gevolgd door koude-kikvorschen.

Zomerkikvorschen kunnen door eene week te vertoeven in eene temperatuur van 8—10 of 3 dagen bij 3—5°, goed prikkelbaar worden; volgens BIEDERMANN zou hierbij de dissimilatie tot een minimum beperkt worden en de assimilatie toenemen; de kikvorsch wordt geleidingskrachtiger dan bij gelijkmatige vermindering van beide factoren der stofwisseling.

BAGLIONI [1]) liet op de huid van kikvorschen, die met strychnine ingespoten waren, chemische stoffen inwerken en vond, dat eerst eene inwerking plaats heeft op de epitheelcellen en daarna langzamerhand op de sensibele zenuweinden, eerst op weinige elementen en dan met toenemende uitbreiding op een steeds grooter aantal, zoodat een geheele rij zwakke prikkels ontstaat, die bij 't normale dier zich in de sensibele mechanismen summeeren moeten, om de tot eene sterke ontlading benoodigde hoogte te bereiken en zoo de bekende afwischbewegingen te veroorzaken.

Fibrillaire contracties wijzen op een ongelijk inwerken op verschillende elementen; zij kunnen centraal en peripheer te voorschijn worden geroepen, evenals de tetanische en

1) SILVESTRO BAGLIONI. Physiologische Differenzirung verschiedener Mechanismen des Rückenmarks. Eng. Arch. 1900, p. 229.

clonische contracties, die zich slechts daardoor onderscheiden, dat hierbij gelijktijdig alle elementen te zamen door eene zekere physiologische en anatomische eenheid geprikkeld worden.

De sensibele wortels raken 't eerst uitgeput.

Zeer nauwkeurig werden door BRÄUNING[1]) proeven genomen met verschillende zuren en zouten op de kikkerhuid. Bij zijn waarnemingen, die om de 10 minuten gedaan werden, bleef de poot steeds tot een zelfde hoogte in de prikkelvloeistof, in den tusschentijd in stroomend leidingwater. De reflex werd gerekend van af den tijd, dat de poot uit de vloeistof werd getrokken. De invloed van de nerveuse summatie treedt sterk op den achtergrond tegenover de physische diffusie; de reflextijd hangt af van de diffusiesnelheid. Ongeveer gelijken prikkel veroorzaken de aequivalente zuren; 't negatieve ion van aequimoleculaire zuren heeft geen invloed van beteekenis op zijn vermogen, 't zenuw eindapparaat te prikkelen. Volgens prikkelwaarde wordt de scala der zuren: zwavelzuur, salpeterzuur en zoutzuur; azijnzuur oefent eene sterk modificieerende werking uit op de huid; azijnzuur en zout samen geven een verhoogden reflextijd, terwijl neutrale zouten slechts in sterke oplossing een reflex geven. Osmose speelt hierbij eene belangrijke rol, want terwijl na zuurafwassching de prikkel weg is, volgt bij een kikker, die in eene zoutoplossing geweest is en hierna in leidingwater gebracht wordt, een heftige reflex, die ontstaat door het toestroomen van water in de weefsels.

De prikkelbaarheid kan men doen stijgen door afwisselend den kikvorsch te prikkelen met een zuur of een zout, bij eene menging daarentegen van een zout en een zuur addeeren de prikkels.

---

1) HERMANN BRÄUNING. Zur Kenntniss der Wirkung chemischer Reize 1903. Pfl. Archiv. Bd 102. p. 163.

Volgens LANGELAAN [1]) veroorzaakt een prikkel dissimilatie, bij 't ophouden van den prikkel komt de vorige toestand terug.

„Bahnung" en summatie der prikkeleffecten zijn de gevolgen van niet gecompenseerde veranderingen.

In zijn onderzoek naar de „Unterschiedsempfindlichkeit" hing LANGELAAN een kikvorsch met een poot in een glas water en liet zooveel oxaalzuuroplossing toevloeien tot zich bewegingen in den poot vertoonden, hierna werd de buret dicht gedraaid en na 't ophouden van den reflex de waarneming na 5 minuten hervat.

De oplossing, die gebruikt werd, was 4 % sterk, de berekening der concentratie geschiedde volgens verhouding van moleculair gewicht van 't oxaalzuur. De proef werd gewoonlijk zoolang doorgezet tot er blaren ontstonden op den kikkerpoot of tot er geen reactie meer volgde.

Was nu $\frac{\triangle R}{R}$ uit de Fechnersche wet altijd even groot, dan zou uit de toename van concentratie, die telkens gevonden werd, een lijn evenwijdig aan de as der abscissen als curve moeten ontstaan; deze waarden verschillen echter zoodanig, dat een curve met minimum kan gevormd worden.

Aanvankelijk neemt het quotient $\frac{\triangle R}{R}$ af met toename van R en bereikt een minimum; bij verdere toename van R stijgt het quotient weer om een maximum te bereiken, soms weer door eene lichte daling gevolgd; een tweede minimum trad nooit op, maar wel in de nabijheid van het minimum eene discontinuiteit: het verder verloop wordt oscilleerend.

Bij een kikvorsch met intact ruggemerg traden de oscillaties niet zoo sterk op, maar waren de waarden van het quotient $\frac{\triangle R}{R}$ veel hooger.

---

1) J. W. LANGELAAN. Beitrage zur Physiologie des Reflexapparates. Eng. Arch. Suppl. 1903, p. 370.

Als proefdier tot opwekken van reflexen werd door FANO [1]) bijna uitsluitend Emys europea gebruikt, daar de reflexen krachtig zijn en van vermoeidheid na dagen lang onderzoek ongeveer geen sprake is. Voornamelijk werd door FANO de reflextijd en reflexhoogte onderzocht, zoowel van intacte dieren, als dieren waarvan een gedeelte der hersenen weg was genomen. De reflextijd was voor verschillende deelen sterk varieerend, afhankelijk van de spinale reflexwerkzaamheid zoowel als die van de hersenen.

De nerveuse centra vertoonen periodieke veranderingen, zoowel wat prikkelbaarheid als geleiding betreft, zich uitend in reflextijd en hoogte der reflexen.

Deze veranderingen, die aan de spinale functies een periodiek karakter geven, zijn afhankelijk van bulbairen invloed en deze weer van de hersencentra. Inderdaad verminderen deze periodieke variaties, wanneer men na ablatio van voor- en tusschenhersenen de „Hemmung" overlaat aan de middenhersenen; na verwijdering der lobi optici verschijnen de oscillaties weer en schijnt de „Hemmung" opgeheven. De tonische „Hemmung" der lobi optici wordt geneutraliseerd door de werking van voor- en tusschenhersenen. Na doorsnijden van het ruggemerg nemen de oscillaties sterk af.

PARI [2]) onderzocht den invloed van prikkel op de hoogte der reflexen, zoowel bij Ranae esculentae als temporariae, door middel van inductiestroomen.

Na talrijke stimulatie trad vermoeidheid op; van te voren kreeg hij met gelijken prikkel steeds gelijke contractie; wordt echter de intensiteit eerst vergroot en daarna verminderd, dan krijgt men dikwijls eene regelmatige stijging en eene onregelmatige daling der reflexen. Niet altijd begint de

1) FANO. Contribution à l' étude des réflexes spinaux. Archives italiennes de biologie. 1904, p. 85.

2) PARI. Sur le rapport entre l' intensité du stimulus et la hauteur de la contraction réflexe, t. 42, p. 109. Sur l' escitabilité, sur la fatique et sur la restauration des centres de réflexion de la moelle épinière. Arch. it de Biol. 1904, p. 229.

vergrooting van den reflex van het begin der prikkeling af, maar blijkt de reflex in weerwil van de toename van den prikkel zeer klein, ternauwernood waar te nemen, totdat men op een punt komt, dat eene lichte vermeerdering van intensiteit onmiddellijk eenen sterkeren reflex geeft; over een zekere hoogte zal de reflexhoogte gelijk blijven, wanneer deze schijnbare weerstand overwonnen is.

Een vaste maat benoodigd om eenen reflex op te wekken werd niet gevonden, wel een verband tusschen prikkelbaarheid en prikkel. Ranae temporariae gaven zeer slechte resultaten. Door steeds den prikkel te vergrooten en te vermeerderen, neemt de reflex af, eerst volgt eene stijging der reflexen met deelname van meerdere spieren, ten slotte een daling door vermoeidheid. 't Snelst kon dit bereikt worden door tetaniseerende prikkels; eenige seconden rust waren dikwijls voldoende voor een volkomen herstel, echter blijft de weerstand der centra afhankelijk van individueele condities. Koudekikvorschen bieden het langst weerstand.

HOOFDSTUK II.

Over chemische, thermische en mechanische prikkels.

§ 1. Chemische prikkels.

Reeds velen hebben den invloed van chemische stoffen bestudeerd als prikkel tot 't opwekken van reflexen. De theoretische voorstellingen daarbij liepen zeer uiteen, maar meestal werd eene zwavelzuuroplossing gebezigd en ook ik gebruikte zulk een oplossing, varieerende van $^1/_4$—$^1/_{32}$ $^0/_0$. Na hooge doorsnijding van het ruggemerg werd het praeparaat opgehangen aan een statief en met een poot geplaatst in eenen platten glazen schaal, die $\pm$ 25 cM.^{3} vloeistof bevatte. Na het optreden van den reflex werd het afgespoeld in een grooten bak leidingwater en na 5 minuten werd de proef vervolgd.

Aanvankelijk waren de reflexen steeds traag, totdat de bovenste epitheellaagjes afgestooten waren; hierna traden de reflexen gewoonlijk in denzelfden tijd op of met lichte schommelingen in den reflextijd. Als reflex werd door mij niet gerekend het begin der fibrillaire contracties, maar slechts die beweging, waarbij de poot geheel uit het zwavelzuur werd getrokken.

Proef I. Eene Rana esculenta werd eerst blootgesteld aan den invloed van $^1/_8$ $^0/_0$ zwavelzuuroplossing; de gemiddelde reflextijd bedroeg 8,04 sec.; voor $^1/_4$ $^0/_0$ zwavelzuur bedroeg de gemiddelde reflextijd 3 sec. en voor $^1/_{16}$ $^0/_0$ gemiddeld 21,7 sec. Tijdens de eerste twee tijdperken van waarneming trad bijna bij elk dier een reflex op met afwischbewegingen of nareflexen; in de derde rubriek waren de reflexen veel zwakker en zonder nareflexen.

Typisch was hier de rede van de reeks der reflextijden. Terwij de rede der concentratie der verschillende oplossingen 2 was, was de rede uit de reeks der reflextijden 2,68 en 2,70.

Proef II. Als proefdier werd gebruikt eene Rana esculenta, waarvan de reflextijd bepaald werd voor $^1/_4$—$^1/_{32}$ % zwavelzuuroplossing. Den eersten dag waren de reflexen niet zoo sterk als bij de vorige proef, zelfs ontbraken soms de afwischbewegingen na indompeling in eene sterke zuuroplossing. Na 't optreden van collapsverschijnselen (niet reageeren der cornea, respiratie weg, slapte der spieren en verdwijnen der algemeene prikkelbaarheid), werd de kikvorsch overgebracht in liggende houding; hierna werden de reflexen krachtiger en de reflextijd veel korter.

Als resultaat voor de verschillende onderzoekingen vond ik:

voor $^1/_4$ %	zwavelzuuroplossing	een gemidd.	reflextijd	van	4,00	sec.
„ $^1/_8$ %	„	„	„	„	9,53	„
„ $^1/_{16}$ %	„	„	„	„	22,74	„
„ $^1/_{32}$ %	„	„	„	„	52,66	„

De rede uit de reeks der verdunde zuuroplossing was 2 en die der reflextijden 2,38, 2,38 en 2,31.

Proef III. Ter vergelijking met de vorige proeven werd nu eene Rana temporaria genomen. De concentratie van het zwavelzuur varieerde van $^1/_4$—$^1/_{16}$ %. Indompeling van den poot in een $^1/_{16}$ % oplossing zwavelzuur vertoonde geene reactie, hoogstens enkele fibrillaire contracties en een gemiddelden reflextijd voor $^1/_8$ % zwavelzuuroplossing 23 sec. en voor $^1/_4$ % zwavelzuur 5,7 sec. Links was de reactie sterker dan rechts.

Bij Ranæ esculentæ trad dus een duidelijke reflex zonder nareflex op na indompeling in $^1/_{16}$ % $= \frac{n}{80}$ zwavelzuuroplossing. Slechts bij een zeer prikkelbaar individu trad een reflex op door $\frac{n}{160}$ zwavelzuur.

In een bepaalden gedachtengang kan het zijn nut hebben na te gaan, hoeveel ionen aan het eind van een proef minder in vrijen toestand aangetroffen worden dan aan het begin. Volgens MATHEWS[1]) oefent het positieve ion eene depressie, het negatieve eene irritatie uit. De chemische samenstelling van het ion zelf is van minder belang. Van de zuren is juist het hydrogene ion het sterk prikkelende ion. In tegenstelling van hetgeen BRÄUNING[2]) voor de huid

1) MATHEWS. The nature of chemical and electrical stimulation. The American Journal of Physiology. Vol. XI. 1904, p. 454.

2) Zur Kenntniss der Wirkung chemischer Reize. HERMANN BRÄUNING. Pfl. Arch. 1903. Bd. 102, p. 163.

vond, zou volgens MATHEWS niet de osmotische druk, maar de electrische lading de prikkeling uitoefenen.

Tot bereiking van het doel om na te gaan, hoeveel ionen verloren gingen, bepaalde ik voor en na de proef den weerstand van de zwavelzuur-oplossing met de door VAN DER PLAATS aangegeven inrichting eener Wheatstonesche brug. Eerst werd 't glaswerk met de door mij als typisch beschouwde oplossing van $\frac{n}{80}$ zwavelzuur omgespoeld; vervolgens werd de weerstand der oplossing bepaald en de vloeistof overgeschonken in een platten schaal. Na 't overschenken werd nog eens de weerstand bepaald, waarbij geen merkbaar verschil aan het licht kwam. Nu werden de beide pooten van den kikvorsch in de vloeistof gedompeld en 20 reflexen van den kikvorsch afgewacht, die met tusschenpauzen van 5 minuten werden uitgevoerd; hierna werd de vloeistof weer overgeschonken uit den platten schaal en de weerstand bepaald, en daarna nog eens overgeschonken en weer de weerstand bepaald, echter ook nu weer zonder onderling verschil. De reflextijd was dank het gunstige vriezende weer en misschien ook wegens het dubbelzijdig indompelen der pooten zeer kort en bedroeg gemiddeld 10 seconden.

PROEF.	Hoeveelheid $\frac{1}{16}$% zwavelzuur.	Weerstand voor 't optreden der reflexen in Ohms.	Weerstand na 't optreden van 20 reflexen.	Verschil in weerstand na en voor 't optreden der reflexen.	Temperatuur der oplossing.
I	42	1595	1670	75	13,5° C.
II	44	1490	1630	140	15° „
III	44	1460	1610	150	15° „
IV	44	1465	1630	165	13° „
V	44	1395	1700	305	15° „
VI	44	1430	1595	165	14° „

't Gemiddelde van den weerstand in de door mij gebezigde stroombaan bedroeg voor $^1/_{16}$ $^0/_0$ zwavelzuur **1472,5** Ohms en na het optreden der reflexen **1639,1** Ohms of een gemiddelde vermeerdering van **166,6** Ohms.

Het gemiddelde cijfer 1639 stemt ongeveer overeen met den weerstand in den door mij gebezigden stroombaan van $^1/_{17}$ $^0/_0$ zwavelzuur. Kennelijk is het aantal ionen in mijne oplossing tijdens de reflexen belangrijk gedaald en wel zooveel als het geval zou zijn, wanneer door eene of andere oorzaak de concentratie mijner zwavelzuuroplossing van $^1/_{16}$ tot $^1/_{17}$ $^0/_0$ oplossing was teruggegaan.

Aanstonds willen wij titrimetrisch nagaan of dit het geval is geweest. Het zwavelzuur zelf was $\frac{n}{85}$ zwavelzuur en werd getitreerd met $\frac{n}{80}$ Na OH. terwijl als indicator aangewend werd methyl-oranje.

Proef I. Voor de reflexen was de verhouding van het zwavelzuur tot NaOH oplossing als 9,36 : 10 en na de reflexen als 8,2 : 10.

De verhouding van 't zwavelzuur voor en na de reflexen was 8,2 : 9,36 = 8,75 : 10. Hieruit blijkt, dat 0,125 van de oorspronkelijke hoeveelheid zwavelzuur na de reflexen niet meer terug kon worden gevonden. Klaarblijkelijk is deze door de indompeling der pooten verloren gegaan. De hoeveelheid vloeistof voor de proef gebezigd bedroeg 45 cM³., dus werd 5,6 cM³ geneutraliseerd.

Proef II. Vóór de reflexen was de verhouding van 't zwavelzuur tot NaOH als 9,38 : 10, na de reflexen 8,58 : 10; de verhouding van 't zwavelzuur voor en na de reflexen als 8,58 : 9,38 = 9,15 : 10. Verloren ging hier 0,085 der hoeveelheid. De hoeveelheid bedroeg 45 cM³., zoodat geneutraliseerd was 3,825 cM³.

Proef III. Vóór de reflexen was de verhouding van 't zwavelzuur tot NaOH 9,37 : 10 en na de reflexen 8,82 : 10. De onderlinge verhouding van het zwavelzuur voor en na de reflexen bedroeg 8,82 : 9,37 = 9,413 : 10. Verloren ging 0,0587 van de oorspronkelijke hoeveelheid. De hoeveelheid bedroeg 50 cM³., zoodat hier 2,935 cM³. geneutraliseerd werden.

Proef IV. Vóór de reflexen was de verhouding van 't zwavelzuur tot NaOH 9,53 : 10 en na de reflexen 8,94 : 10. De onderlinge verhouding van het zwavelzuur voor en na de reflexen bedroeg

8,94 : 9,53 = 9,38 : 10. Verloren ging 0,062 van de oorspronkelijke vloeistof; de hoeveelheid hiervan bedroeg 50 cM³., zoodat 3,095 cM³. geneutraliseerd werden.

Proef V. Vóór de reflexen was de verhouding van 't zwavelzuur tot NaOH 9,52 : 10, en na de reflexen 8,96 : 10. De onderlinge verhouding van het zwavelzuur voor en na de reflexen bedroeg 8,96 : 9,52 = 9,41 : 10, zoodat van de hoeveelheid oorspronkelijke vloeistof 50 cM³., 0,059 geneutraliseerd werd of in waarde 2,945 cM³.

Gemiddeld bedroeg de verhouding zwavelzuur tot NaOH voor de reflexen **9.43** : **10**; zoodat de gemiddelde zwavelzuuroplossing $\frac{n}{85}$ was.

Gemiddeld wordt gebonden voor het tot stand komen van 20 reflexen **3, 7** cM³. $\frac{n}{85}$ zwavelzuur.

Nu bedraagt de neutralisatiewarmte voor

2 NaOH aeq. en H_2SO_4 aeq. 31,4 groote caloriën;
en voor 1 NaOH aeq. en H_2SO_4 aeq. 14,7 groote caloriën.

De binding van een dergelijke hoeveelheid aan NaOH, welke wij veronderstellen, dat in overmaat voorhanden is, geeft eene reactiewarmte per enkelen reflex van **1, 37** gram calorie.

Het wisselende der cijfers is toe te schrijven aan afstooten van slijm en epithelium, wat min of meer plaats heeft.

In het zwavelzuur, dat aan het eind van de proef over is, moeten stoffen voorhanden zijn, die met het zuur eene betrekkelijke losse verbinding aangaan, zóó dat de ionen zijn vastgelegd, maar door titreering met methyl-oranje als indicator zonder moeite door het NaOH kunnen worden losgemaakt.

Eene vergelijking met de weerstandsbepaling leert, dat terwijl de zuurtegraad afneemt, titrimetrisch met ongeveer **6** %, het gehalte aan vrije ionen afneemt met **11** %. 't Verdwijnen van het zwavelzuur verklaart niet ten volle de veel sterkere vermindering van het aantal ionen, dat in vrijen toestand aan het einde van het experiment in de prikkelvloeistof voorhanden bleek. Hieruit zou zich wel een en ander laten afleiden omtrent de eigenaardige wisselwerking,

die tijdens de proef tusschen de indompelvloeistof eenerzijds en 't organisme met zijne aanklevende slijmlaag anderzijds heeft plaats gevonden. Wij willen ons op 't oogenblik daarin niet verdiepen, daar deze weg ons, zoover wij dezen kunnen overzien, toch niet kan voeren tot het doel, dat wij ons voorstellen, namelijk het berekenen der energiewaarde, welke in den verbruikten chemischen prikkel verborgen ligt. Beter blijkt eene raming bereikbaar, wanneer men de neutralisatiewarmte van het verloren gegane zuur in rekening brengt.

Kennelijk is dit eene grenswaarde van energie, die bij chemische prikkeling gebruikt wordt. Wij weten, dat deze hoeveelheid is aangewend, maar geenszins dient zij geheel tot prikkeling, verreweg het meeste zal wel dienen tot neutraliseering van slijm- en weefselvocht.

Verplaatsen wij ons in den gedachtengang van MATHEWS, dan hebben wij de ware oorzaak van prikkeling in de electrische lading der kationen te zoeken. Gesteld al, dat wij konden nagaan, welke vermindering in potentiaal de door deze lading vertegenwoordigde hoeveelheid electriciteit feitelijk ondergaat, dan zouden wij intusschen nog niet kunnen weten, welk gedeelte voor prikkeling en welk gedeelte voor ons onverschillige chemische bindingen dient.

Van een summeerend effect zooals TARCHANOW wil, kan ik hier niets terugvinden, de hoeveelheid electriciteit is hier permanent voorhanden, en hetgeen met het voltage der electriciteit geschiedt is ons volslagen onbekend.

§ 2. Over de thermische prikkels.

Om den invloed der hoeveelheid toegediende warmte, die een reflex zou veroorzaken, gemakkelijk na te kunnen gaan en ook te meten, werd lucht tegen de huid geblazen door een reservoir, dat gevuld kon worden met ijs of met water van verschillende temperatuur. De lengte der buis, die door 't reservoir verliep bedroeg 10 cm. De proeven hiermede genomen waren echter zoo twijfelachtig, wat het resultaat

betreft, dat deze methode weer spoedig verlaten werd. Slechts bij sterk blazen trad een reflex op.

Om beter den invloed der warmte te controleeren, werd na doorsnijding van het ruggemerg het praeparaat geplaatst in een bak water, waarvan de temperatuur 10° C. was en van hier overgeplaatst in eene verwarmde bak van 20° C. en hierna weer gedurende 5 minuten in water van 10°. Regelmatig traden reflexen op, zoowel na de verplaatsing in koud als in warm water. 't Warme water werd steeds in temperatuur verhoogd tot 50° toe en de waarneming zoo ingericht, dat telkens de temperatuur 5° hooger werd. 't Water van 50° C. deed als effect zien een reflex met afwischbewegingen van buitengewoon heftig karakter. Na deze temperatuurstijging werd in eene afdalende reeks geëxperimenteerd en naarmate de temperatuur weer afnam, groeiden de reflextijden, die eerst verminderd waren, opnieuw weer aan.

TABEL DER REFLEXTIJDEN.

OPSTIJGENDE REEKS.								DALENDE REEKS.						
10	15	20	25	30	35	40	Temperatuurverschil in grad.	40	35	30	25	20	15	10
2	3	2	5	4	4	2	Aantal waarnemingen. . . .	2	2	3	2	4	2	1
10	6	12	2,4	3	$2^1/_4$	1	Gemidd. reflextijd in sec. .	1	2	$2^2/_3$	$3^1/_2$	6	12	10

De reflexen, verkregen in de opstijgende reeks, maakten den indruk krachtiger en vlugger op te treden dan die in de dalende reeks. Een optimum, wat reflextijd betreft scheen, te liggen bij **25°** temperatuurverschil, alzoo bij **35°** C., ongeveer steeds volgde dan oogenblikkelijk de reflex.

Hoeveel energie op deze wijze toegedeeld werd, ontging mij totaal; vermoedelijk was dit zeer veel, daar de kikvorsch met intense hoeveelheden warm en koud water in aanraking kwam. Eenige herhalingen der proef gaven steeds hetzelfde

resultaat, zoodat wel duidelijk was, dat warmte, zij 't van groote of kleine energetische waarde, toch een prikkel was, die eenen reflex kon veroorzaken.

Ter bepaling der calorimetrische waarde werden twee gelijke cylindervormige glazen genomen, die omkleed waren met asbest papier om de uitstraling zooveel mogelijk tegen te gaan, met een inhoud van 65 cm^3. In beiden was aangebracht een thermometer, in 't eene glas een thermometer, waarvan elke graad verdeeld was in 50 deelen, en in 't andere glas een thermometer, waarvan elke graad verdeeld was in 5 deelen. In 't eerste glas moest de kikvorsch zijn poot steken. Voordat de kikvorsch zijn poot in 't glas stak werd het water met den thermometer, omgeroerd tot deze op een zelfde hoogte bleef, hierna werd voorzichtig de kikvorsch met een voet in 't glas geplaatst en afgewacht tot een reflex optrad. Het water werd weer met den thermometer omgeroerd en wanneer de temperatuur niet meer veranderde werd deze afgelezen en de kikvorsch weer naar zijn oorspronkelijke plaats overgebracht. Elke waarneming liep in enkele seconden af en de temperatuur van den calorimeter, die steeds ongeveer op die van 't lokaal werd gehouden, varieerde spontaan zeer weinig, soms in één uur slechts 1°, zoodat de daling of stijging door invloeden van buiten bij onze waarneming, die steeds in enkele seconden verliep, wel mag verwaarloosd worden.

De temperatuur der proefglazen varieerde van 14—18° C, terwijl in de eerste rubriek de kikvorsch van uit ijswater overgebracht werd naar den calorimeter, en in de tweede rubriek van uit water van eene temperatuur hooger dan die van den calorimeter.

Proef I. Eene Rana esculenta werd 's morgens 't ruggemerg doorgesneden en werd van uit ijswater overgebracht in water wisselend in temperatuur van 14—16° C. De calorimeter was steeds gevuld met 50 cM^3. water. In de eerste proef werden 6 reflexen gedaan, ieder met 5 mininuten tusschenruimte; de thermometer daalde gemiddeld **0,225**° C., terwijl de minste daling **0,06**° bedroeg. Het gemiddelde

temperatuurverschil vertegenwoordigt **11,5** gram calorie en de laagste waarde **3**. Gemiddelde reflextijd 10 sec.

Proef II. In de tweede groep waarnemingen, ten getale van 12, was het gemiddelde temperatuurverlies **0,20°** of **10** gram caloriën en de minste afwijking **0,03°** of **1,5** gram calorie. Het temperatuurverschil tijdens deze proef tusschen calorimeter en ijsbak varieerde van 18—14° C. Gemiddelde reflextijd 12 sec.

Proef III. 't Gemiddelde temperatuurverschil van 12 waarnemingen bedroeg **0,246°** of **12,3** gram caloriën, terwijl de calorimeter varieerend bleef op temperatuur van 18—14° C. Gemiddelde reflextijd 7 sec.

Proef IV. 't Gemiddelde temperatuurverlies van 19 waarnemingen bedroeg **0,25°** of **12,5** gram calorie. Het temperatuurverschil varieerde van 18—15° C. Gemiddelde reflextijd 8 sec.

't Gemiddelde van al deze waarnemingen bedroeg aan temperatuurverlies **0,22°** of **11** gram caloriën, terwijl als eindresultaat gevonden werd

GEMIDDELDE REFLEXTIJD 9 SECONDEN.

14	15	16	17	18	Temperatuur van den calorimeter.
4	17	16	7	5	Aantal waarnemingen.
0,195	0,186	0,224	0,29	0,264	Gemiddelde temperatuurafwijking.
9,75	**9,3**	11,2	14,5	13,2	Waarde in gram caloriën.

Des te hooger de temperatuur van den calorimeter was, des te korter was de reflextijd, de temperatuurverschillen evenwel groeiden over 't algemeen met de stijging der temperatuur van den calorimeter snel aan.

Plaatsen wij hier tegenover de tweede rubriek proeven, waar het warmtereservoir constant gehouden wordt van 30—20° C., terwijl het proefglas op ± 15° gebracht was en de kamertemperatuur op 15—16° gehouden werd om zoo min mogelijk stoornis te geven door afkoeling van buiten; dan vond ik voor proeven genomen met het verplaatsen van den kikvorsch van uit de warmtebron 30° C., als gemiddelde voor 4 waarnemingen eene temperatuurafwijking van **0,07°** of **3,5** gram calorie. Reflextijd 2,5 sec. gemiddeld.

In de vorige proef nam de kikvorsch de warmte van het glas op, hier had het omgekeerde proces plaats en volgde eene afgifte van warmte. Soms trad de reflex onmiddellijk na aanraking van het water op. De reflexen waren vlug en krachtig, veel intensiever dan bij de vorige proef, waar toch ook het temperatuurverschil ± 15° bedroeg. Als minimum voor eenen reflex, ontstaande door den kikvorsch te brengen van uit water met eene temperatuur van 30° in water van 15° C., vond ik 1/2 gram calorie. De reflextijden waren zeer kort, maar de afgifte in temperatuur evenzoo.

In eene tweede groep werd uitgegaan van eene warmtebron van 28° C. en eene calorimeterwarmte van 14°, zoodat het verschil steeds 14—13° bedroeg. Het gemiddelde van 7 waarnemingen bedroeg aan temperatuurverlies 0,12° of 6 gram calorie. Reflextijd 6 sec.

In de derde afdeeling was de warmtebron steeds 25°, de calorimeter varieerde tijdens de proef van 14,2—14,4°, zoodat ongeveer steeds een temperatuurverschil bestond van 10,5°. De reflexen traden nog vlug en krachtig op. Het gemiddelde van 14 waarnemingen bedroeg aan temperatuurverlies 0,065° of 3,25 gram calorie. Als minimum werd hier gebruikt 1/4 gram calorie. Reflextijd 5 sec.

Minder goed gelukt lijkt mij de afdeeling, waar ik werkte met een temperatuurverschil van 5°. De warmtebron was hier 20°, de reflextijden waren lang; zeer voorzichtig moest de indompeling van den poot plaats hebben, daar anders een tactiele reflex optrad. De warmteafgifte was hier zeer gering en ook op den langen duur trad soms geen reflex op of viel onder de afdeeling der tactiele reflexen. Lichte aanraking van het glas deed de reflexen optreden. 't Beste was de kikvorschpoot langzaam in het water te laten dalen. Het gemiddelde warmteverlies bedroeg 0,10° of 5 gram caloriën. Reflextijd gemiddeld 15 seconden.

Ten slotte werden nog eenige proeven genomen dalende van 17° tot 5° temperatuurverschil altijd gerekend boven het calorimeterglas. Vatten wij al deze waarden samen in eene tabel, dan vond ik

GEMIDDELDE REFLEXTIJD 6 SECONDEN.

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Temperatuurverschil van calorimeter en warmtebron.
7	5	4	3	4		5	3	2	2	2	2	1	Aantal waarnemingen.
0,09	0,07	0,08	0,11	0,07		0,07	0,08	0,05	0,07	0,03	0,04	0,07	Gemiddeld verschil.
4,5	3,5	4,—	5,5	3,5		3,5	4	2,5	3,5	1,5	2	3,5	Waarde in gramcaloriën.

en als eindresultaat van alle proeven, waarbij de warmtebron hooger in temperatuur dan de calorimeter was.

GEMIDDELDE REFLEXTIJD 7,5 SECONDE.

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Temperatuurverschil van calorimeter en warmtebron.
12	14	4	3	4		18	3	3	7	6	3	1	Aantal waarnemingen.
0,09	0,10	0,06	0,11	0,07		0,07	0,08	0,13	0,09	0,06	0,03	0,07	Gemiddeld verschil.
4,5	5	3	5,5	3,5		3,5	4	6,5	4,5	3	1,5	3,5	Waarde in gram calorien.

De gemiddelde daling in temperatuur bedroeg voor den calorimeter 0,08° C.

Zeer uitgesproken is 't resultaat niet. Duidelijk blijkt echter een minimum toegevoerde warmte, welke toereikend bij 10° temperatuurverschil, wanneer wij enkele andere even gunstige gevallen verwaarloozen. Is het temperatuurverschil groot, dan is de reflextijd klein, evenwel de afgifte der warmte toch groot. De opname heeft sneller plaats dan de afgifte van warmte, tenzij de oorzaak ligt in den toestand van den kikvorsch. De gunstigste voorwaarde in het tot stand komen der reflexen kunnen wij vinden in het verplaatsen van uit het warme reservoir naar 't koude.

't Gunstigste werkt een prikkel teweeggebracht door de overdracht van eene hoeveelheid warmte uit een warmtebron van ± 25° C naar eene warmtebron van ± 15° C. Hierbij doen 3,5 gram calorie als prikkel dienst. Dit bedrag is nog grooter dan de grenswaarde, die wij in de voorafgaande paragraaf voor de chemische prikkeling van de huid gevonden hebben. Toen echter verkregen wij reeds de overtuiging, dat er aanzienlijke energie hoeveelheden voor chemische doeleinden verbruikt werden, die aan de reflexprikkeling geenszins ten goede kwamen.

Hetzelfde mogen wij ook nu weer voor de hier toegevoegde warmte-energie veronderstellen. Ook ditmaal noteerden wij het cijfer der warmte, welke aan den geheelen voet werd gegeven. Slechts een bijzonder klein deel daarvan zal naar alle

waarschijnlijkheid aan de warmtepunten ten goede gekomen zijn. Alleen dit laatste deel, dat ons weder geheel onbekend blijft, maar in elk geval ver beneden 3,5 gram calorie ligt, ligt in deze soort experimenten aan den reflex ten grondslag.

§ 3. Mechanische prikkels.

Tot het meten van eene hoeveelheid energie, die langs mechanischen weg toegediend eenen reflex zoude veroorzaken, werden door mij twee methoden gevolgd: 1° eenen reflex op te wekken door een vallenden kwikdruppel op de huid; 2° door eene zekere hoeveelheid energie toe te dienen door middel van een haar, bevestigd aan een stemvork.

Voor de eerste methode (E. A. SCHÄFER) was een kwikreservor bevestigd aan een statief, dat op en neer gedraaid kon worden door schroeven. Door een kraan was 't reservoir verbonden met een elastische buis, waaraan een zeer dun uitgetrokken glasbuisje bevestigd was; de elastische buis zelf kon door een klemschroef dichtgedraaid en 't afstroomen van kwik verhinderd worden, daar in de buis, wanneer deze geheel met kwik gevuld was en dan dichtgeschroefd werd, een luchtledig ontstond. Door voorzichtig de schroef los te draaien kon de snelheid der vallende kwikdruppels geregeld worden. De snelheid werd gesteld op 1 druppel per seconde. Het kwikdruppeltje viel op den voet van den kikvorsch, die geplaatst was in een glazen schaal.

10 kwikdruppels wogen te samen 1,001 gram.

Nu is 't arbeidsvermogen van een vallend voorwerp $A = {}^1/_2\ m\ v^2$.

$S = \frac{v^2}{2g}$ s = afgelegde weg,

m = massa, g = 981,2,

$A = m\ g\ s$ v = snelheid.

$= 98 \times s$.

Bij mijn eerste proef begon ik het statief te plaatsen op 20 cm. afstand en liet nu druppels kwik vallen op den poot.

Steeds werd het statief lager gesteld tot de minimumgrens bereikt werd. Ook hier bleek eene „Bahnung" te volgen, daar 't resultaat tot zekere hoogte steeds beter werd. Ter summatie werd hier gebruikt een reeks vallende kwikdruppels, gewoonlijk hoogstens 15.

PROEF I.

1	3	4	5	6	7	8	10	Aantal vallende kwikdruppels.
5	5	4	1	1	1	2	1	Aantal waarnemingen.
13	6,8	7,9	10	2	1	4	1	Gemiddelde valhoogte.
1274	666	774	980	196	**98**	392	98	Waarde in ergs.

Als minimum werd gevonden S = 1 cM. en 7 vallende druppels, zoodat telkens 98 erg toegediend werd, voorts 7 cM. voor één druppel. 't Vallen van den druppel op de zwemvliezen vertoonde geen reactie. 't Best reageerde de kikvorsch, wanneer de druppel op de laterale voethelft viel.

Den tweeden dag vond ik volgend resultaat, dat bereikt werd bij een meer geordend onderzoek ter bereiking van het minimum.

3	4	5	7	8	12	14				Aantal vallende kwikdruppels.
5	2	1	2	1	1	1				Aantal waarnemingen.
5	5,75	5,5	6,5	10	1	7,5				Gemiddelde valhoogte
490	553	539	637	980	98	735				Waarde in ergs.

Op den derden dag vond ik als resultaat

1	2	3	4	5	9	10	15			Aantal vallende kwikdruppels.
1	1	3	2	1	1	1	1			Aantal waarnemingen.
17	7,5	12	11,5	4	4	11	5			Gemiddelde valhoogte.
1666	735	1176	1127	392	392	1078	490			Waarde in ergs.

en als eindresultaat van deze waarnemingen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	Aantal vallende kwikdruppels.
6	1	13	8	3	1	3	3	1	2	1	1	1	Aantal waarnemingen.
13,6	7,5	7,3	8	6,5	2	4,7	6	4	6	1	7,5	4	Gemiddelde valhoogte.
1333	735	715	784	637	196	461	588	392	588	98	735	932	Waarde in erg.

Een minimum werd gevonden op 1 cm. hoogte, dus elke prikkel vertegenwoordigde hier een waarde van **98** ergs. Het trager worden der reflexen, dat vooral den derden dag optrad, meende ik toe te mogen schrijven aan kwikvergiftiging. Geen duidelijke intoxicatie verschijnselen waren evenwel aanwezig, alleen was de lever opvallend bleek en slap.

Een tweede proef gaf geen gunstiger resultaten; den eersten dag trad slechts een enkele reflex op; den tweeden dag nam de prikkelbaarheid een weinig toe, die den derden dag na doorsnijding van het ruggemerg vrij goed werd.

Als eindresultaat vond ik van de waarnemingen dezer 3 dagen.

2	3	4	5	6	7	8	9	Aantal vallende kwikdruppels.
3	3	1	3	3	1	2	4	Aantal waarnemingen.
4	5	6	3	2	4	2	3	Gemiddelde valhoogte.
392	490	588	294	196	392	196	294	Waarde in ergs.

Als derde proefdier werd een Rana temporaria genomen. De verhouding hier werd nog een weinig ongunstiger; geen reflex trad op zelfs niet op 20 cm. afstand met snelle summatie.

Misschien was hier de capaciteit te groot; de kwikdruppel werd vervangen door hagelkorrels, elk wegende 56,9 mgr. 't Effect was echter volkomen negatief, zelfs bij een snel vallende hagelbui.

Als eindresultaat dezer methode vond ik

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	Aantal vallende kwikdruppels.
6	4	19	10	6	4	4	5	5	2	1	1	1	Aantal waarnemingen.
13,6	4,6	7,1	8,4	4,75	2	4,5	4,4	3,2	6	1	7,5	4	Gemiddelde valhoogte.
1333	451	696	823	465	196	441	331	314	588	98	735	392	Waarde in ergs.

Wanneer wij 't effect van iederen prikkel afzonderlijk beschouwen zou een minimum liggen na 6 summaties van 196 ergs.

2e METHODE.

Als stemvork om 't haar te doen trillen, werd eerst genomen een stemvork met een trillingsgetal van 64. Met hars werd hieraan een haar bevestigd. Ter vergrooting der energie werd aan 't eind van het haar een harsbolletje gebracht van 3,5 mgr. De lengte van het haar was 1,5 cm. en was zoodanig gekozen, dat, wanneer de stemvork in trilling kwam, het betrekkelijke knooppunt samenviel met de aanhechtingsplaats.

Bij den aanvang der proef werd steeds de stemvork sterk in trilling gebracht, zoodat de uitslag van 't harsbolletje 't maximum bereikte. De maximumuitslag bedroeg 20 mm.; met deze stemvork werden door mij 100 waarnemingen gedaan, den eersten dag waren de reflexen nog vrij zwak, maar werden langzamerhand beter. De reflextijd varieerde van 1 tot 10 seconden, terwijl het gemiddelde ruim 3 seconden bedroeg.

Wanneer het harsbolletje niets aanraakte was de slingerwijdte aanvankelijk van 20 mm. na 3 sec. 15 mm. Aangezien de drijvende kracht van een stemvork in vergelijking van den weerstand, die het harsbolletje ondervindt, haast oneindig groot is, mogen wij veronderstellen, dat de energie, die aan het harsbolletje eigen zou zijn geweest, wanneer dit zich vrij had bewogen, ook nog aanwezig is op 't oogenblik van den reflex, niettegenstaande het onophoudelijk tegen de kikkerhuid heeft aangebonsd. Wat er aan tekort mocht zijn gekomen, wordt immers voortdurend uit de oneindig groote energiebron van de zware stemvork aangevuld.

Nu is het bekend, dat de potentieele energie

$$E = \pi^2 \, m \, \frac{a^2}{t^2} \qquad m = \text{massa} \quad t = \text{slingerwijdte.}$$

$$t = {}^1/_{64} \quad \pi^2 = 9{,}86.$$

m was 0,0035 gram en derhalve de aanvankelijke energie.

$$E = 565 \text{ ergs.}$$

en na 3 seconden E = 318 ergs. De totaal toegediende hoeveelheid vormt ongeveer een rekenkundige reeks, aannemende, dat de energie van het harsbolletje steeds in gelijke mate afnam. De eerste term is hier 565 en de laatste 318, terwijl het aantal termen 3 $\times$ 64 bedaagt, zoodat de totaal toegediende energie

$$E = 84768 \text{ ergs.}$$

Deze waarde overtreft de energie, die benoodigd was voor den vallenden kwikdruppel om eenen reflex te geven. Soms traden reflexen onmiddellijk na de aanraking op; overal waren reflexen op te roepen; 't sterkst reageerde 't nipvlies van 't oog. Prikkeling der rugzijde gaf buikreflexen en prikkeling van 't bovenbeen weer gewone pootreflexen. Van groot belang was, evenals bij den vallenden kwikdruppel, de aanrakingsplaats. Soms trad geen reflex op, wanneer geprikkeld werd ver buiten de tastvlekken.

De tastvlekken[1]) loopen vanaf den 5e teen in een enkelvoudige rij langs den lateralen voetrand en verstrooien zich vanaf den wortel over de geheele laterale helft der voetzool, over de hiel verloopen zij naar de naar boven gekeerde zijde van het onderbeen, van hier op de bovenvlakte van 't bovenbeen en ten slotte over den rug. Zij vormen eene grenslinie tusschen donkere rughuid en lichte buikhuid, (daar prikkelend ontstond de buikreflex) en gaan ten slotte op de voorste extremiteiten over. Op voorarm en hand komen geen tastvlekken voor; zij loopen verder over den kop tot de oogspleet en houden in de neusstreek op.

De zenuw treedt in de tastvlekken van onder binnen. De vlekjes zijn scherp omgrensd, grootere geven eene kleine verheffing. Bij Ranæ temporariæ zijn 't platte, dikke pigmentarme schijven.

Eene volgende proef toonde, wat reflextijd betreft, wel aan, dat een optimum verkregen werd met de stemvork van 64 trillingen, maar

1) A. ECKER'S und R. WIEDERHEIM'S Anatomie des Frosches. Auf Grund eigener Untersuchungen durchaus neu bearbeitet von E. GAUPP. Dritte Abtheilung, p. 596.

niet wat minimun energie betreft. Deze stemvork werd nu vervangen door een met 16 trillingen per seconde. De stemvork was bevestigd in een zwaar statief en kon electrisch gedreven worden. Door de stroomsterkte te varieeren kon de slingerwijdte geregeld worden. De lengte van het haar was 35 mm., het gewicht van den harskorrel 12 mgr. en de slingerwijdte werd gesteld op 5 mm. Daar deze stemvork electrisch gedreven werd, bleef de amplitudo steeds constant. Slechts een paar proeven werden genomen en tweemaal een positief resultaat verkregen eens na 2 en eens na 20 seconden. Het minimum bedroeg **242** ergs, het gemiddelde **1331** ergs.

Eene derde afdeeling waarnemingen leverde mooiere resultaten op. Den eersten dag echter vertoonde de kikvorsch geene reactie, noch op de stemvork met 64, noch op die met 16 trillingen per seconde.

Den derden dag waren de uitkomsten veel beter met stemvork van 16 trillingen, waaraan een harskorrel bevestigd was van 7 mgr.; bij eene amplitudo van 5 mm., werd als minimum reflextijd verkregen 3 seconden met **212** ergs, terwijl als gemiddelde reflextijd **7** seconden met **495** ergs.

Den vierden dag werd een harskorrel genomen van 10 mgr. en eene amplitudo van 8 mm. De gemiddelde reflextijd bedroeg 8 sec. en de gemiddelde energie **1034** ergs, terwijl de minimum reflextijd 1 seconde bedroeg, met **258** ergs.

Den vijfden dag werd een harskorrel genomen van 3,5 mgr. Reflexen traden op bij eene amplitudo van 15 mm. in gemiddeld 5 seconden of in ergs 1590. Met eene amplitudo van 5 mm. ontstond geen reflex, ook niet na 15 sec.

Met eene amplitudo van 10 mm. vond ik reflexen gemiddeld na 10 seconden of in energie **1408** ergs. Herhalende de proef met amplitudo van 15 mm., werd nu gevonden een reflextijd van $4^4/_5$ seconde met eene energie van 1531 ergs; en ten slotte met eene amplitudo van 20 mm. werd als gemiddelde reflextijd gevonden 5 sec. of eene energie van 2816 ergs.

Als minimum uit deze laatste serie werd als reflextijd gevonden 1 seconde bij eene amplitudo van 15 mm. of eene energie van **318** ergs.

De kleinere massa had grootere amplitudo noodig en ten slotte meer ergs; als optimum kan aangemerkt worden een massa van 7 mgr. Zooveel mogelijk was hier altijd de prikkel aangewend op dezelfde plaats; de voet van den kikvorsch rustte op een statief, om het verplaatsen of het ongelijk aankomen van den prikkel zooveel mogelijk te

verhinderen. De uitslag werd afgemeten langs een schaal en was dus slechts betrekkelijk nauwkeurig. Zeer in 't voordeel schijnt hier de summatie en de geringe capaciteit van den korrel gewerkt te hebben. Snellere summatie verkregen door een stemvork met 64 trillingen schijnt daarentegen weer onvoordeeliger te zijn dan van een stemvork met 16 trillingen. Plaatsen wij nu de vier kleinste gemiddelden uit de gunstigste groepen zoodanig, dat op de lijn der ordinaten de ergs en op de lijn der abscissen de gewichten zijn aangegeven, dan krijgen wij 't volgend beeld te zien.

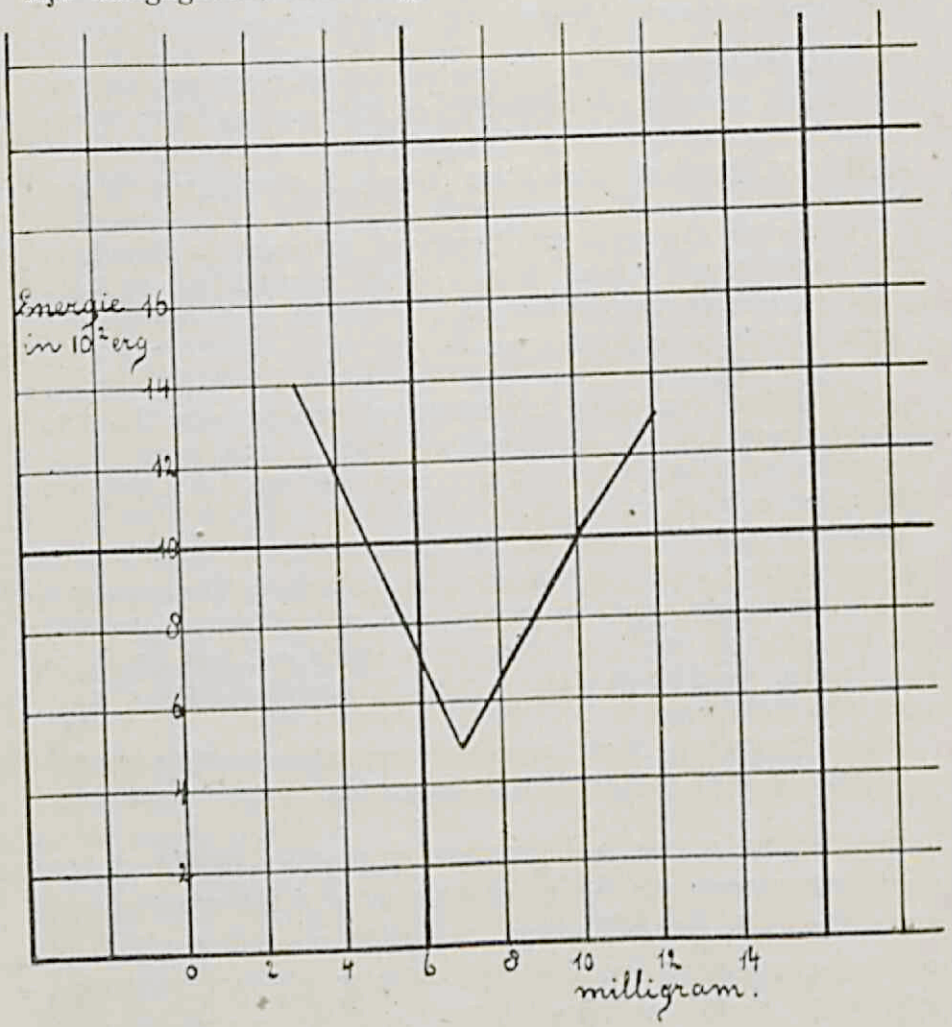

Fig. 1.

De twee methoden en de resultaten hiervan met elkaar vergelijkende blijkt duidelijk, dat de totale energie ontwikkeld door het harsbolletje veel minder bedraagt dan de som der energie ontstaande door de vallende kwikdruppels.

In welken vorm wij de energie ook toe willen dienen, op den voorgrond zullen wij echter moeten stellen, dat eene zekere hoeveelheid absoluut noodig is, om een reflex te kunnen geven. Het verschil in de uitkomsten doet ons zien, dat door de tweede methode de grens meer benaderd is, dan door de eerste. De methode is echter niet nauwkeurig genoeg om de grens juist aan te geven, daar wij dan ook voorbereidende reflexen zouden moeten kunnen waarnemen.

HOOFDSTUK III.

Electrische prikkels.

§ 1. Opstelling der proeven.

Tot regeling der ontladingen, die wij het praeparaat wilden toedienen, was een accumulator van 2 volts verbonden met de rheochord A. B, die een meter lang was. De contacten A en B waren verbonden door een draad nikkeline, die gespannen was over een schaalverdeeling en geisoleerd werd door een glasplaat. De geheele weerstand van de rheochord bedroeg 4,37 Ohm. A stond door een sleutel in verband met de positieve pool van den accumulator, terwijl B met de negatieve pool verbonden was. Een verschuifbaar contact C stelde in staat uit het stroomverval punten van bepaald voltage te kiezen, waartoe slechts de schaal afgelezen behoefde te worden, om te weten, hoeveel voltage ingeschakeld was.

Het contact C was verbonden met een pool D van een condensator, terwijl B verbonden was aan een klemschroef F, die verbinding bracht met een kwikbad, waarin een arm van een hefboom stond, die door een electromagneet op en neer kon bewogen worden; op het midden van den hefboom was een contactschroef G aangebracht, die in verbinding stond met de 2e pool E van den condensator.

De tweede arm van den hefboom kwam uit boven een kwikbak, waarin een contactschroef K was bevestigd. Nu waren de contacten D en H verbonden met twee contacten in den glazen wand der vochtige kamer, en van hieraf gingen twee dunne gemakkelijk beweegbare draden van

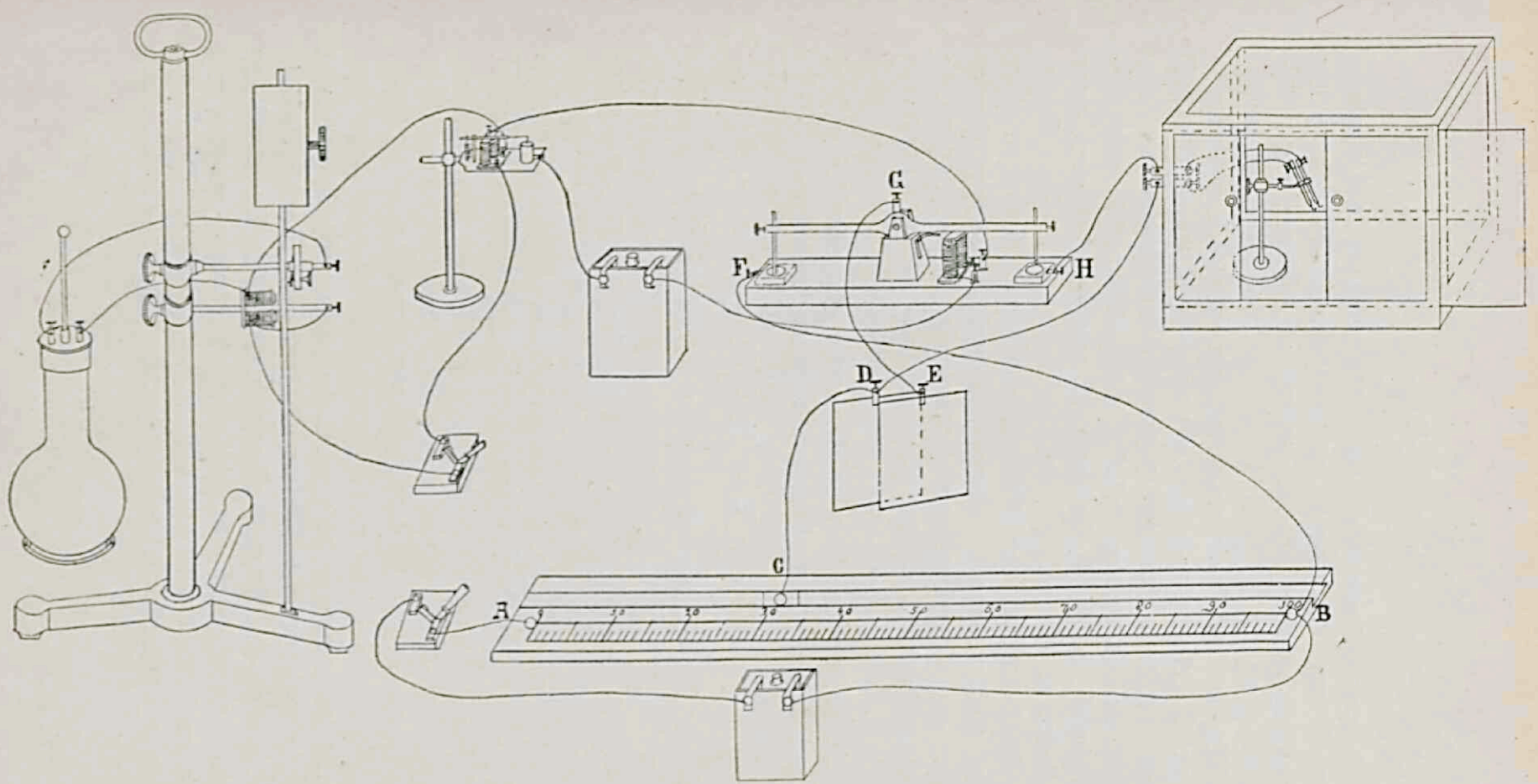

Fig. 2.

drukklemmen voorzien naar het praeparaat, dat aan een statief was opgehangen; de dikte der draden was echter zoodanig gekozen, dat de mechanische belemmering onbeteekend was.

Wanneer in A de stroom gesloten werd, werd de condensator over C geladen met positieve en over de lijn B, F, G, E met negatieve electriciteit; ging nu de hefboom over, dan werd de condensator ontladen in den kikkerpoot, om oogenblikkelijk, nadat de hefboom in rust was gekomen, weer geladen te worden.

De beweging van den hefboom kwam tot stand door een electromagneet, waarvan de werking geregeld werd door een Kagenaarschen chronoscoop of door de centrale electrische klok van het laboratorium.

De sterkte van den op deze wijze toegedienden prikkel werd dan na afloop berekend volgens de formule:

$$E = {}^1/_2\ C\ P^2,$$

waarin E de in beweging gebrachte energie, C de capaciteit van den gebruikten condensator en P het spanningsverschil tusschen de punten van den meetdraad, waarvan was afgeleid, voorstelt. Het eerste bedrag is in ergs, het tweede in microfarads $= 1.10^{-15}$ electromagnetische eenheden, het derde in volts $= 1.10^{8}$ electromagnetische eenheden aangegeven.

§ 2. Voorloopige proeven.

In den zomer van 1905 werd door mij een aanvang gemaakt met mijne onderzoekingen over den invloed van den electrischen prikkel op de reflexprikkelbaarheid der huid. De vermelding van den tijd acht ik juist hier van belang wegens den ongunstigen invloed van het warme jaargetijde. De temperatuur varieerde in deze dagen van 23° C.—17° C., alzoo

wel de meeste ongunstige temperatuur om nog reflexen op te wekken bij een kikvorsch.

Als proefdieren dienden voornamelijk Ranæ temporariæ, echte zomerkikvorschen, sterk vermagerd en lusteloos door het verblijf in 't laboratorium. Eenigen tijd voor den aanvang der proef werd het ruggemerg doorgesneden, in 't begin ter hoogte van den 4en wervel, later tusschen den 2en en 3en wervel en hierna werd de kikvorsch aan den bovenrand van den bovenkaak aan een statief opgehangen. 't Belangrijkste voordeel van de hooge doorsnijding van 't ruggemerg was, dat de kikvorsch rustig aan het statief hing.

De opstelling der instrumenten stemde in deze voorloopige proeven ongeveer overeen met die van ZANIETOWSKI [1]), alleen werd niet op de oppervlakte der huid de prikkel aangebracht, maar door platina naalden, die door de huid van den voet gestoken werden. Verschillende condensatoren werden door mij gebruikt, evenwel zonder resultaat bij deze zomerkikvorschen. Reeds bij het praepareeren der dieren bleek hun groote afwijking der winter-kikvorschen. Over 't algemeen waren zij bloedeloos, alle organen bleek; 't bloed lichtrood van kleur. Werden deze kikvorschen opgehangen aan het statief, dan waren zij in 't eerst wel gevoelig voor mechanische prikkels, maar dit verdween spoedig. Onmiddellijk na het ophangen volgden vele spontane bewegingen, krampachtig trekken der pooten, snelle ademhaling; hierna hielden de bewegingen op, de kikvorsch hing slap neer en was het zelfs met tetaniseerende inductie-stroomen niet mogelijk eenen reflex op te wekken; ook tegenover $^1/_5$ % zwavelzuuroplossing, dat soms als contrôle-middel gebruikt werd, bleef de poot negatief. 't Geheele afstompingsproces verliep soms in 30 minuten; zoowel electrisch als chemisch was de prikkelbaarheid dan totaal verdwenen. Eenigszins beter werd de

1) ZANIETOWSKI. Centrbl. f. Phys. 1897 p. 27.

toestand, wanneer de kikvorsch afwisselend in liggende en hangende houding gebracht werd.

Ten einde betere reflexprikkelbare kikvorschen te verkrijgen, werd door mij een serie proeven genomen met inspuiting met eene nitras strychnini-oplossing, varieerende van $^1/_{15}$—$^1/_{300}$ $^0/_0$. Duidelijk traden de intoxicatieverschijnselen op, maar ten opzichte van huidreflexen, opgewekt door condensator-ontladingen bleef de kikvorsch geheel negatief. Steeds volgde eene opstijgende verlamming, maar de bijzonder gunstige werking van strychnine, zoozeer geroemd door verschillende onderzoekers, bleef bij deze kikvorschen achterwege. Gunstiger werd het resultaat, toen in den nazomer eene temperatuurdaling volgde en de proeven met versche Ranæ esculentæ vervolgd werden. Deze kikvorschen waren rijkelijk voorzien van donkerrood bloed, de nekwond moest nu getamponneerd worden om het bloedverlies tot een minimum te beperken; de huid werd zooveel mogelijk weer op zijn oude plaats gebracht, zoodat na drie dagen soms weer eene volkomen vergroeiing der wondranden was opgetreden. Ik laat hier een voorbeeld van een toevalligerwijze zeer gunstig verloopend experiment uit deze proefreeks volgen:

Rana esculenta werd een uur voor den aanvang der proef 't ruggemerg doorgesneden. Als condensator werd ingeschakeld condensator No. 6 met capaciteit 0,0039 m. F., terwijl de waarnemingen geschiedden met pauzen van 5 minuten.

3	4	5	6	8	10	11	12	Aantal prikkels.
1	2	2	1	1	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,30	0,14	0,35	0,40	0,09	0,28	0,10	0,60	Gemiddeld voltage.
17,5	3,82	23,80	29,6	1,58	15,28	1,95	70,2	Energie in 10^{-4} ergs.

Deze kikvorsch nam in prikkelbaarheid steeds toe en bereikte als minimum, waarbij een reflex optrad, een ontlading met 0,06 Volt als voltage of **0,7.** 10^{-4} ergs in energie.

Tijdens de prikkeling vloeide uit de poot een vloeistof, waarvan de reactie noch zuur, noch alcalisch was. Toen later de naalden vervangen werden door serre-fines is dit symptoom, dat met naalden geregeld optrad, niet meer voorgekomen.

Na afloop der proef werden de kikvorschen gedood, later ook wel bewaard. Toch waren zij in die herfstperiode den volgenden dag totaal onbruikbaar. Dan was de kikvorsch sterk gezwollen en oedemateus. Beter werd dit weliswaar, toen de kikvorsch in eene vochtige kamer bewaard werd, in plaats van in een bak met een geringe hoeveelheid water. De zwelling werd tot een minimum beperkt door den kikvorsch te bedekken door watten gedrenkt in een zoutsolutie van 0,7 $^0/_0$; slechts de urineblaas, maar niet de lymphzakken werd dan gevuld bevonden. In de koude najaarsdagen gelukte het zonder moeite een præparaat 8 dagen bruikbaar te houden, eenvoudig, door het in de vochtige kamer te laten verblijven.

Eerst van nu af aan ging ik over tot de opstelling vermeld in § 1 en verving de naalden door stalen klemmetjes, die den voet licht omknelden.

§ 3. Ongeordende proeven.

Het hoofdstreven was tot dusver geweest door vermeerdering van voltage en summatie eenen reflex op te wekken. De volgende proeven echter zullen zich kenmerken door een vast voltage met variaties in 't aantal summaties, echter met dien verstande, dat, wanneer na varieerende prikkelreeksen geen reflex optrad, de volgende waarneming bij hooger voltage vervolgd werd. Gewoonlijk werden ten hoogste 15 prikkels toegediend; zooveel mogelijk werd ook getracht het aantal summaties te beperken: „Regellos Verfahren".

Eerst werden nog enkele waarnemingen gedaan over den invloed van snelle summatie, maar de uitkomsten waren zoo, dat ik voortaan van 2—1 summaties per seconde gebruik maakte.

Proef I. Rana esculenta versch, 30 minuten te voren 't ruggemerg doorgesneden. Temperatuur in 't lokaal 15°. Capaciteit van den condensator 0,00195 mF.

2	3	5	6	7	12	15		Aantal prikkels.
1	2	1	4	2	1	1		Aantal waarnemingen.
1,20	1,25	0.8	0,95	1,—	0,8	1,—		Gemiddeld voltage.
140—	150—	62—	88—	97—	62—	97—		Energie in 10^{-4} ergs.

Proef II. Rana esculenta 3 dagen in 't laboratorium, 40 minuten te voren 't ruggemerg doorgesneden. T 15°. C van den condensator 0,00059 mF.

1	2	3	4	5	7	8	10	12	15	Aantal prikkels.
3	4	4	7	5	1	1	2	1	1	Aantal waarnemingen.
1,07	1,1	0,9	0.81	0,78	0,6	0,8	0,75	1	0,6	Gemiddeld voltage.
33,8	36,7	23,9	19,3	17,9	10,6	18,9	16,6	29,5	10,6	Energie in 10^{-4} ergs.

Soms trad wel een nareflex op, doch bleef de reflex zelf weg.

Proef III. Rana esculenta 3 dagen in 't laboratorium, 30 minuten te voren 't ruggemerg doorgesneden. T 15°. C van den condensator 0.00035 mF.

3	4	5	6	7	8	10	11	12	15	20	21	30	Aantal prikkels.
1	1	4	2	2	2	4	1	2	3	2	1	1	Aantal waarnemingen.
1,4	1,6	1,5	1,2	1,45	1,4	1,42	1,2	1,25	1,13	1,3	1,2	1,—	Gemiddeld voltage.
34,3	44,8	39,4	25,2	36,8	34,3	35,4	25,2	27,2	22,3	29,6	25,2	17,5	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef IV. Rana esculenta 7 dagen in 't laboratorium, 30 minuten te voren het ruggemerg doorgesneden. T 17°. Cond. 4 cap. 0,00059 mF.

5	6	7	8	10	15	Aantal prikkels.
6	4	1	5	1	1	Aantal waarnemingen.
0,71	0,62	0,8	0,64	0,5	0,5	Gemiddeld voltage.
14,9	11,3	18,9	12,1	7,4	7,4	Energie in 10^{-4} ergs.

Spoedig volgde eene steeds afnemende prikkelbaarheid, tot slechts ten slotte sterke inductiestroomen nog een reflex gaven.

Proef V. Rana esculenta 8 dagen in 't laboratorium, 20 minuten voor het begin der proef 't ruggemerg doorgesneden. T 16°. Cond. 4 cap. 0,00059 mF.

5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	Aantal prikkels.
3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	Aantal waarnemingen.
0,73	0,73	0,7	0,77	0,95	0,5	0,7	1,2	0,8	0,55	Gemiddeld voltage.
15,7	15,7	14,4	17,5	26,6	7,4	14,4	42,5	18,9	8,9	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef VI. Rana esculenta 8 dagen in 't laboratorium, 20 minuten voor het begin der proef 't ruggemerg doorgesneden. T 15°. Cond. 4 cap. 0,00059 mF.

2	4	6	7	Aantal prikkels.
2	2	2	1	Aantal waarnemingen.
0,8	0,85	1,25	0,8	Gemidded voltage.
18,9	21,3	46,1	18,9	Energie in 10^{-4} ergs.

Spoedig waren de reflexen geheel weg, slechts lichte fibrillaire contracties bleven over. Injectie van 0,06 mgr. nitras strychnini gaf geen verbetering van 't resultaat.

Proef VII. Rana esculenta 9 dagen in 't laboratorium, 30 minuten voor het begin der proef 't ruggemerg doorgesneden. T 13°. Cond. 4 cap. 0,00059 mF.

3	4	5	6	7	8	9	15	Aantal prikkels.
3	6	10	8	4	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,77	0,73	0,74	0,71	0,7	0,7	0,6	0,6	Gemiddeld voltage.
17,5	15,7	16,1	14,9	14,4	14,4	10,6	10,6	Energie in 10^{-4} ergs.

De reflexen waren soms van tetanusachtig karakter.

Proef VIII. Rana esculenta 9 dagen in het laboratorium, 25 minuten voor het begin van de proef het ruggemerg doorgesneden T 13°. Cond. 4 Cap. 0,00059 mF.

3	4	5	7	8	10	Aantal prikkels.
3	7	3	2	5	2	Aantal waarnemingen.
0,8	0,74	0,7	0,85	0,8	1,25	Gemiddeld Voltage.
18,9	16,1	14,4	21,3	18,9	46,1	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef IX. Rana esculenta 9 dagen in laboratorium, 25 minuten voor het begin van de proef het ruggemerg door gesneden, T 14°, Cond. 4, cap. 0,00059 mF.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15	Aantal prikkels.
1	1	2	2	3	3	3	8	4	2	1	6	Aantal waarnemingen.
0,6	0,6	0,5	0,45	0,97	0,97	1,5	1,14	1,25	1,2	1,3	1,—	Gemiddeld Voltage.
10,6	10,6	7,4	6,—	27,8	27,8	66,4	38,3	46,1	42,5	49,9	29,5	Energie in 10^{-4} ergs.

De drukklemmen werden vervangen door de platinanaalden, die door de huid gestoken werden; hoe prikkelbaar deze kikvorsch ook was, 't mocht zelfs bij hoog voltage niet gelukken eenen reflex op te wekken.

Proef X. Rana esculenta 11 dagen in 't laboratorium, werd 40 minuten voor den aanvang der proef 't ruggemerg doorgesneden, T 15°, condensator 4, cap. 0,00059 mF.

Gewoonlijk was alleen als tijdstip van reflex gerekend het hoogtepunt van den reflex. Van dezen kikvorsch werd zoowel het begin als het hoogtepunt waargenomen. Drie dagen bleef het proefdier geschikt voor waarnemingen. Den derden dag werd de hemmungstoestand overwegend.

EINDTABEL VAN HET HOOGTEPUNT VAN DEN REFLEX.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	Aantal prikkels.
45	28	26	27	21	5	4	5	1	2	2	2	Aantal waarnemingen.
0,85	0,78	0,77	0,71	0,74	0,88	0,85	0,82	0,6	0,65	0,85	0,75	Gemiddeld voltage.
21,31	17,95	17,49	14,87	16,15	22,84	21,31	19,84	10,62	12,46	21,31	16,59	Energie in 10^{-4} ergs.

EINDTABEL VAN HET BEGIN VAN DEN REFLEX.

1	2	3	4	5	6	8	9	10	14			Aantal prikkels.
82	26	30	16	3	5	2	1	2	1			Aantal waarnemingen.
0,81	0,77	0,73	0,77	0,8	0,9	0,65	0,6	0,75	0,8			Gemiddeld voltage.
19,35	17,49	15,72	17,49	18,88	23,89	12,46	10,62	16,59	18,88			Energie in 10^{-4} ergs.

Zeer duidelijk vertoonden zich hier de verschijnselen, reeds door PARI beschreven. Na een sterken reflex was de prikkelbaarheid soms weg, eerst moest met veel hooger voltage een schijnbaren weerstand overwonnen worden, om weer eenen reflex op te roepen. Hierna kon weer eene daling tot een bepaald minimum voltage plaats hebben.

Conclusies: voor het hoogtepunt der reflex scheen een minimum te liggen bij vier ontladingen van 0,71 volt, en voor het begin van den reflex een minimum bij drie ontladingen van 0,73 volt. De reflex was dikwijls trapsgewijze stijgend; soms zeer stijl verloopend, zoodat prikkel en reflex binnen $^1/_2$ seconde verliepen.

De reflexen begonnen tijdens deze proef reeds meer van karakter te veranderen; zij waren heftiger dan te voren, zelfs vertoonden zich enkele nareflexen, echter niet zoo talrijk als in latere gevallen; maar tot nu toe slechts sporadisch. Wanneer wij de waarden van de reflexen, waarbij wischbewegingen of nareflexen optraden uit ons resultaat verwijderen, dan houden wij de enkelvoudige reflexen of reflexen in hun eenvoudigsten vorm over.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14			Aantal prikkels.
44	28	25	25	20	5	4	4	1	2	2	2			Aantal waarnemingen.
0,84	0,78	0,76	0,71	0,73	0,88	0,85	0,9	0,6	0,65	0,85	0,75			Gemiddeld voltage.
20,8	17,9	17,0	14,9	15,7	22,8	21,3	23,9	10,6	12,5	21,3	16,6			Energie in 10^{-4} ergs.

Van af 8 prikkels hebben deze getallen weinig waarde meer wegens het geringe aantal waarnemingen. Rangschikken wij de getallen nu in een curve, dan zal deze het volgend beeld vertoonen, welk verloop typisch kan genoemd worden.

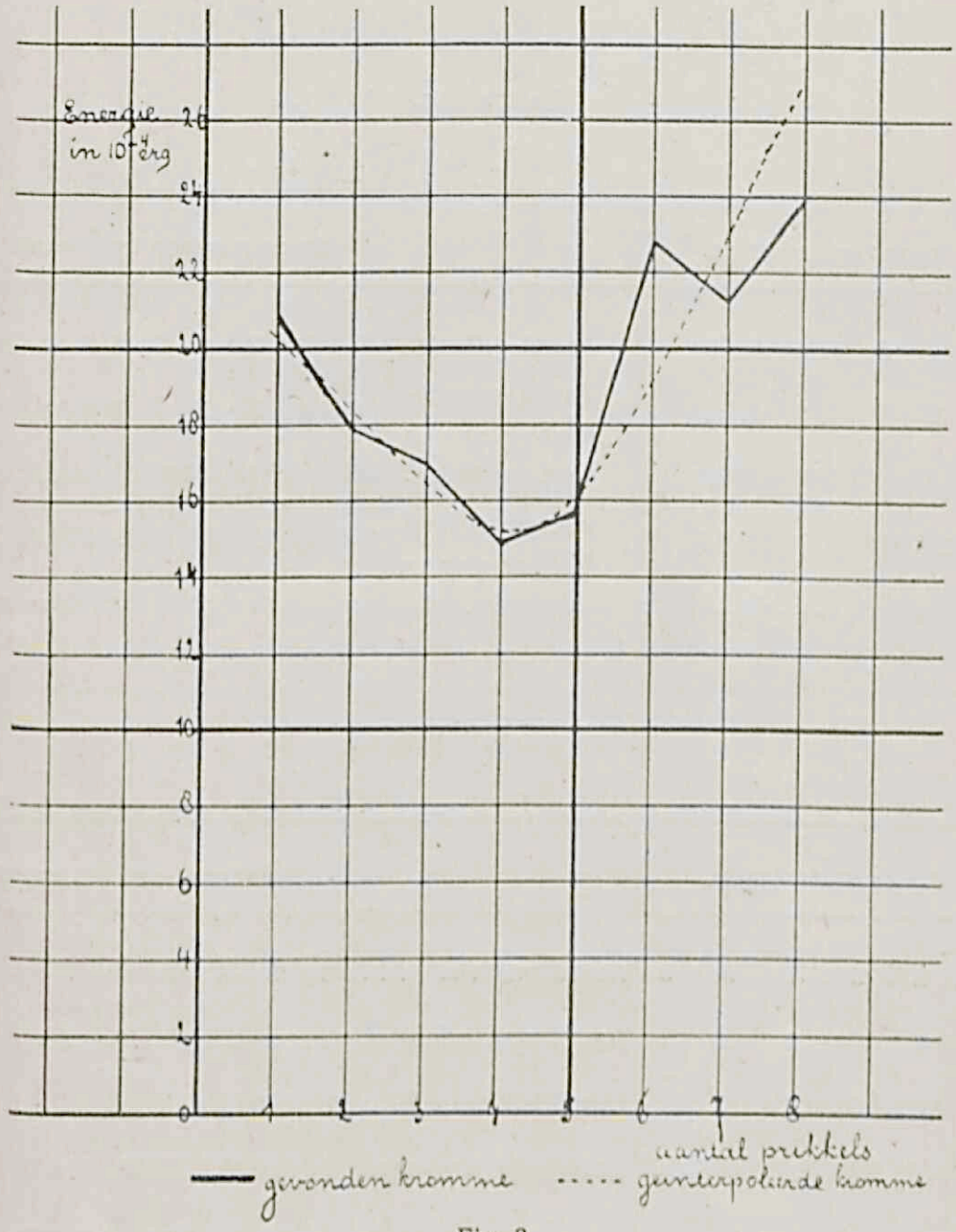

Fig. 3.

Proef XI. Rana esculenta werd 25 minuten voor den aanvang der proef het ruggemerg doorgesneden. T 14°. Condensator 4. Capaciteit 0,00059 mF.

EERSTE DAG.

BEGIN VAN DEN REFLEX.									HOOGTEPUNT VAN DEN REFLEX.								
1	2	3	4	5	6	8		Aantal prikkels.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	13	7	2	3	2	1		Aantal waarnemingen.	6	4	17	2	2	3	1	1	1
0,67	0,65	0,6	0,5	0,5	0,45	0,4		Gem. voltage. .	0,68	0,71	0,62	0,55	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4
13,24	12,7	10,6	7,4	7,4	5,9	4,7		Energie in 10^{-4} ergs.	13,6	14,9	11,3	8,9	7,4	7,4	4,7	7,4	4,7

TWEEDE DAG 'S MORGENS:

BEGIN VAN DEN REFLEX.							HOOGTEPUNT VAN DEN TEFLEX.							
1	2	3	4	5	8	Aantal prikkels.	1	3	4	5	6	7	8	10
14	7	7	2	2	2	Aantal waarnemingen.	1	9	11	8	1	1	1	2
1,31	1,36	1,04	1,05	0,8	0,95	Gemiddeld voltage. . .	1,1	1,36	1,25	1,15	0,9	0,7	1	0,9
50,06	54,56	31,91	32,52	18,88	26,62	Energie in 10^{-4} ergs.	36,7	54,6	46,1	39,0	23,9	14,4	29,5	23,9

TWEEDE DAG 'S MIDDAGS.

BEGIN VAN DEN REFLEX.									HOOGTEPUNT VAN DEN REFLEX.							
1	2	3	4					Aantal prikkels. .	1	2	3	4	5			
13	17	9	2					Aantal waarnemingen.	5	9	19	6	2			
0,8	0,76	0,77	0,77					Gem. voltage. . .	0,88	0,77	0,75	0,74	0,77			
18,9	17,0	17,5	17,5					Energie in 10^{-4} ergs.	22,8	17,5	16,6	16,1	17,5			

EINDTABEL DER 2 DAGEN.

BEGIN VAN DEN REFLEX.								HOOGTEPUNT VAN DEN REFLEX.									
1	2	3	4	5	6	8	Aantal prikkels. .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	37	23	6	2	5	3	Aantal waarnemingen.	12	13	45	19	12	4	2	2	1	2
0,96	0,84	0,8	0,77	0,62	0,45	0,77	Gem. voltage. . .	0,8	0,76	0,83	1,02	0,98	0,6	0,55	0,8	0,4	0,9
21,2	20,8	18,9	17,5	11,3	6,—	17,49	Energie in 10^{-4} ergs.	18,9	17,0	20,3	30,7	28,3	10,6	8,9	18,9	4,7	23,9

Geen der beide resultaten geeft een uitgesproken beeld. In 't eene geval zou een minimum liggen bij 9 prikkels in 't andere bij 6.

Alleen het hoogtepunt van den reflex werd genoteerd.

DERDE DAG 'S MORGENS.

1	2	3	4	5	7	10			Aantal prikkels.
4	7	14	5	2	1	1			Aantal waarnemingen.
0,8	0,87	0,83	0,84	0,8	0,8	0,7			Gemiddeld voltage.
18,9	22,3	20,3	20,8	18,9	18,9	14,4			Energie in 10^{-4} ergs.

De reflexen werden weer beter en krachtiger dan te voren.

DERDE DAG 'S MIDDAGS.

1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	14	15				Aantal prikkels.
9	8	6	9	4	3	6	6	1	2	2	1				Aantal waarnemingen.
0,74	0,64	0,45	0,41	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4				Gemiddeld voltage.
16,1	12,1	6,—	5,—	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7				Energie in 10^{-4} ergs.

Toppunt der prikkelbaarheid, geen teekenen van vermoeidheid of „Hemmung". De curve zou hier ongeveer een rechte lijn zijn.

VIERDE DAG 'S MORGENS.

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13				Aantal prikkels.
9	3	3	3	3	1	2	1	4	1	2	1				Aantal waarnemingen.
1,02	0,57	0,53	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,82	1	0,75	0,5				Gemiddeld voltage.
30,7	9,6	8,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	18,9	29,5	16,6	7,4				Energie in 10^{-4} ergs.

Sterke prikkelbaarheid, optreden van reflexen met afwischbewegingen, stijging der „Hemmung".

VIERDE DAG 'S MIDDAGS.

1	2	3	4	10	15										Aantal prikkels.
17	7	13	2	1	1										Aantal waarnemingen.
0,96	0,97	0,94	0,75	1,1	0,8										Gemiddeld voltage.
27,2	27,8	26,1	16,6	36,7	18,9										Energie in 10^{-4} ergs.

„Hemmung" wordt overwegend.

VIJFDE DAG.

1	2	3	4	5	7	8	10	14	15						Aantal prikkels.
8	15	15	2	2	1	1	1	1	1						Aantal waarnemingen.
1,12	0,9	0,85	0,85	0,9	0,8	1,2	0,8	0,8	1						Gemiddeld voltage.
37,-	23,9	21,3	21,3	23,9	18,9	42,5	18,9	18,9	29,5						Energie in 10^{-4} ergs.

Reflexen worden veel zwakker, afname der prikkelbaarheid, ten slotte ongeveer onprikkelbaar.

EINDRESULTAAT.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Aantal prikkels.
59	55	96	40	23	9	12	10	1	8	2	4	1	3	3	Aantal waarnemingen.
0,92	0,81	0,81	0,80	0,79	0,54	0,5	0,56	0,4	0,87	0,7	0,57	0,5	0,5	0,73	Gemiddeld voltage.
25,-	19,3	19,3	18,9	18,4	8,6	7,4	9,2	4,7	22,3	14,4	9,6	7,4	7,4	15,7	Energie in 10^{-4} ergs.

Sommige gedeelten zijn eenigszins typisch in hun verloop; over 't algemeen leenen weinig gedeelten zich voor een curve. De curve van 't eindresultaat zou een schommelende lijn worden. Toppunt der prikkelbaarheid viel op den derden dag, hierna weder afname.

Proef XII. Rana esculenta werd 4 uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 13°. Condensator 4. Capaciteit **0,00059** mF.

Den eersten dag werd ook het begin van den reflex waargenomen, den tweeden alleen het hoogtepunt van den reflex.

BEGIN VAN DEN REFLEX.

1	2	3	10	15		Aantal prikkels.
21	9	6	1	1		Aantal waarnemingen.
0,71	0,86	0,68	0,7	0,7		Gemiddeld voltage.
14,9	21,8	13,6	14,4	14,4		Energie in 10^{-4} ergs.

HOOGTEPUNT VAN DEN REFLEX. EINDRESULTAAT.

1	2	3	4	5	6	8	10	15		Aantal prikkels.
12	15	24	7	2	1	1	2	1		Aantal waarnemingen.
0,72	0,79	0,96	0,84	0,9	1,2	1,-	0,7	0,7		Gemiddeld voltage.
15,3	18,4	27,2	20,8	23,9	42,5	29,5	14,4	14,4		Energie in 10^{-4} ergs.

Collapsverschijnselen gingen spoedig de onprikkelbaarheid vooraf.

Vatten wij nu uit de proeven X, XI en XII alle waarden te zamen voor het begin van den reflex. Condensator 4. Capaciteit **0,00059 m. F.**

1	2	3	4	5	6	8	9	10	14	15	Aantal prikkels.
143	72	59	22	8	7	5	1	3	1	1	Aantal waarnemingen.
0,81	0,82	0,75	0,77	0,69	0,77	0,72	0,6	0,73	0,8	0,7	Gemiddeld voltage.
19,35	19,84	16,59	17,49	14,04	17,49	15,29	10,62	15,72	18,88	14,45	Energie in 10^{-4} ergs.

Ook hier blijkt geen specifieke curve te ontstaan; wel valt hier duidelijk op, dat de reflex gewoonlijk al na de eerste prikkels op begint te treden.

Brengen wij nu ten slotte alle waarden uit deze proeven, waarbij de reflex reeds zijn hoogte punt bereikt heeft, te zamen. Condensator 4. **Capaciteit 0,00059 m. F.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Aantal prikkels.
121	103	158	98	76	34	31	40	9	20	6	6	2	5	10	Aantal waarnemingen.
0,87	0,81	0,83	0,77	0,77	0,75	0,74	0,79	0,94	0,86	0,85	0,75	0,65	0,62	0,67	Gemiddeld voltage.
22,32	19,35	20,32	17,49	17,49	16,59	16,15	18,41	26,07	21,81	21,31	16,59	12,46	11,34	13,24	Energie in 10^{-4} ergs.

Een minimum blijkt hier te bestaan bij een voltage van 0,74 volt en 7 ontladingen. Het benoodigde voltage voor één prikkel was niet belangrijk verschillende van de andere waarden, zoodat uit deze proeven niet het overgroote belang van de summatie blijkt voor condensatorontladingen. Toch vormt een waarde „voldoende voor één prikkel" soms juist de grens, waardoor „Hemmung" optreedt, zoodat dan of het aantal ontladingen òf het voltage moest vermeerderd worden om weer eenen reflex op te kunnen wekken.

Het aantal waarnemingen, dat positief uitviel in 10 proeven genomen met condensator 4, bedroeg 717. Buitengewoon sterk varieerden soms de waarden in de verschillende proeven of in een zelfde proef, veroorzaakt door „Hemmung" of onprikkelbaarheid.

Berekenen wij nu de waarschijnlijkheid voor deze rubriek volgens de formule $W = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n-1}}$ en bepalen de grenzen voor het gemiddelde vermeerderd resp. verminderd met 5 W dan vind ik volgende tabel.

Summatie.	Aantal waarnemingen.	M	W	M+5W	M—5W
1	121	0,87	0,18	1,775	0,035
2	103	0,81	0,11	1,36	0,26
3	158	0,83	0,15	1,58	0,08
4	98	0,77	0,19	1,72	—0,18
5	76	0,77	0,18	1,67	—0,13
6	34	0,75	0,18	1,65	—0,15
7	31	0,74	0,22	1,84	—0,36
8	40	0,79	0,22	1,89	—0,21
9	9	0,94	0,23	2,09	—0,21
10	20	0,86	0,23	2,01	—0,29
11	6	0,85	0,20	1,85	—0,15
12	6	0,75	0,20	1,75	—0,25
13	2	0,65	0,14	1,35	—0,05
14	5	0,62	0,14	1,32	—0,08
15	10	0,67	0,13	1,32	0,02

Slechts één getal bleek een buitensporig extreem te zijn, alle anderen vielen binnen de afwijkingen, die door de waarschijnlijkheidsrekening toegelaten kunnen worden.

De waarschijnlijke fout bleek intusschen vrij groot.

§ 4. Geordende proeven.

Terwijl bij de vorige proeven steeds getracht was met een matig voltage en een gering aantal prikkels eenen reflex op te roepen, zullen wij in de nu volgende gevallen slechts de minimum waarde zoeken, waarbij nog een reflex optreedt onafhankelijk van het aantal prikkels.

Steeds begon ik met een gering voltage en steeg regelmatig tot een reflex optrad; nu volgde weer een daling tot het minimum bereikt was; hierna weer eene stijging tot een reflex optrad. Echter werd nooit hooger voltage gebruikt dan voor den eersten reflex noodig was. Bij het wegblijven der reflexen werd de proef gestaakt om na eene pauze weer vervolgd te worden.

Proef I. Rana esculenta, reeds eenigen tijd in 't laboratorium, werd 4 uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 13°. Gedurende drie dagen werden de proeven herhaald, waarvan ik hier slechts de eindtabel zal geven. Condensator 4. Cap. 0,00059 mF.

1	2	3	4	5	6	8	9	10	14	15	Aantal prikkels.
6	4	5	7	5	6	2	1	2	1	2	Aantal waarnemingen.
0,82	0,85	0,54	0,74	0,69	0,62	0,77	0,5	0,48	0,75	0,58	Gemiddeld voltage.
19,84	21,31	8,60	16,15	14,04	11,34	17,49	7,37	6,80	16,59	9,92	Energie in 10^{-4} ergs.

Duidelijk bleek een minimum te liggen bij een ontlading van 0,54 volt en 3 ontladingen.

Proef II. Rana esculenta, reeds eenigen tijd in 't laboratorium, werd 4 uur voor de aanvang der proef het ruggemerg doorgesneden. T 12°. Voor het begin der proef werd deze kikker gedurende eenige minuten in ijswater geplaatst. Condensator 4. Cap. 0,00059 mF.

EINDTABEL LOOPENDE OVER DE WAARNEMINGEN VAN DRIE DAGEN.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	Aantal prikkels.
6	10	11	6	14	4	4	11	1	1	1	2	5	Aantal waarnemingen.
0,93	0,53	0,40	0,36	0,50	0,50	0,47	0,34	0,26	1,08	0,36	0,67	0,45	Gemiddeld voltage.
25,51	8,29	4,72	3,82	7,37	7,37	6,52	3,41	1,99	34,42	3,82	13,24	5,97	Energie in 10^{-4} ergs.

Conclusie: een minimum waarde ligt hier na 4 ontladingen met 0,36 volt en na 8 ontladingen met 0,34 volt als voltage.

Combineeren wij de waarden van deze beide proeven:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Aantal prikkels.
12	14	16	13	19	10	4	13	2	3		1		3	7	Aantal waarnemingen.
0,88	0,62	0,48	0,56	0,55	0,58	0,47	0,41	0,38	0,68		0,36		0,70	0,49	Gemiddeld voltage.
22,84	11,34	6,80	9,25	8,92	9,92	6,52	4,96	4,26	13,64		3,82		14,45	6,52	Energie in 10^{-4} ergs.

Een minimum schijnt te liggen bij 4 en ook bij 8 prikkels; echter leenen de waarden zich niet tot een bijzondere curve.

Wanneer wij uit deze tabel voor enkele waarden de waarschijnlijke fout berekenen, dan vinden wij volgende uitkomst.

Summatie.	Aantal waarnemingen.	M	W	M+5W	M—5W
1	12	0,88	0,19	1,83	—0,07
2	14	0,62	0,12	1,22	—0,02
3	16	0,48	0,11	1,03	—0,07
4	13	0,56	0,15	1,31	—0,19
5	19	0,55	0,12	1,15	—0,05
6	10	0,58	0,11	1,13	—0,05
8	13	0,41	0,11	0,96	—0,14

De gemiddelde fout blijkt hier niet zoo groot te zijn als in de ongeordende proeven, hoewel toch nog vrij aanzienlijk. Alle waarden, uitgezonderd één, voldeden aan de eisch van te liggen tusschen M + 5 W en M — 5 W.

Proef III. Rana esculenta werd ruim vier uur voor den aanvang der proef het ruggemerg doorgesneden, hierna in de vochtige kamer geplaatst, die afgekoeld werd door een bak ijs. Voor den aanvang der proef werd de kikvorsch steeds tien minuten in 't ijs geplaatst. T 11°. Condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF. Kleur van den kikvorsch was zeer bleek.

EINDTABEL OVER 'T ONDERZOEK GEDURENDE DRIE DAGEN.

1	2	3	5	8	9	15	Aantal prikkels.
1	2	3	6	2	2	1	Aantal waarnemingen.
1,68	0,91	0,74	0,71	0,59	0,54	0,76	Gemiddeld voltage.
47,27	14,49	9,58	8,9	6,09	5,10	10,25	Energie in 10^{-4} ergs.

Met dezen kikvorsch werden niet de verlangde resultaten bereikt; wel was de kikvorsch buitengewoon prikkelbaar, zoodat in 't begin reeds na 't aanzetten der klemmetjes tetanus optrad. De kleur van het proefdier wees wel aan, dat het proefdier niet tot de beste praeparaten behoorde (STEINACH). Soms was de kikvorsch totaal onprikkelbaar.

Proef IV. Rana esculenta werd $2^1/_2$ uur voor den aanvang der proef het ruggemerg doorgesneden. Behandeling van den kikvorsch evenals in proef III, T 12°. Condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF.

EINDTABEL.

1	2	3	4	5	7	10	15	Aantal prikkels.
8	1	9	4	1	1	2	1	Aantal waarnemingen.
0,86	0,52	0,79	0,58	0,64	0,8	0,7	0,98	Gemiddeld voltage.
12,94	4,73	10,92	5,99	7,17	11,20	8,57	16,81	Energie in 10^{-4} ergs.

De reflexen waren buitengewoon heftig, met nareflexen en afwischbewegingen, soms waren de reflexen van tetanusachtig karakter.

Proef V. Rana esculenta werd 4 uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 11° C. Condensator 3, capaciteit 0,00035 mF. Deze kikvorsch was ruim 3 weken in 't laboratorium aanwezig.

4	5	8	10	11	Aantal prikkels.
2	4	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,48	0,51	0,49	0,44	0,42	Gemiddeld voltage.
4,06	4,55	4,20	3,39	3,09	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef VI. Rana esculenta versch werd 18 uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 14°.

1°. Condensator 4 capaciteit 0.00059 mF.

2	3	4	5			Aantal prikkels.
1	1	2	1			Aantal waarnemingen.
0,36	0,30	0,41	0,32			Gemiddeld voltage.
3,82	2,65	4,96	3,04			Energie in 10^{-4} ergs.

2°. Resultaat bereikt met condensator 3, capaciteit 0,00035 mF.

3	4	5	6	7	8	Aantal prikkels.
9	4	1	1	1	1	Aantal waarnemingen.
0,52	0,53	0,84	0,44	0.40	0,34	Gemiddeld voltage.
4,73	4,92	5,68	3,39	2,80	1,97	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef VII. Rana esculenta werd een uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 12°. Condensator 3, capaciteit 0,00035 mF.

3	4	5	11	15	Aantal prikkels.
1	1	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,42	0,46	0,53	0,40	0,70	Gemiddeld voltage.
3,09	3,70	4,92	2,80	8,57	Energie in 10^{-4} ergs.

Proef VIII. Rana esculenta werd 45 minuten voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 12°. Condensator 3, capaciteit 0,00035 mF.

EINDRESULTAAT VAN 'T ONDERZOEK GEDURENDE 2 DAGEN.

1	2	3	4	5	6	10	Aantal prikkels.
8	3	7	6	2	3	1	Aantal waarnemingen.
0,82	0,37	0,58	0,6	0,78	0,58	0,84	Gemiddeld voltage.
11,77	2,40	5,89	6,3	10,65	5,89	12,35	Energie in 10^{-4} ergs.

Een minimum was duidelijk aanwezig na 2 prikkels en 0,37 voltage.

Proef IX. Rana temporaria werd 3 uur voor het begin der proef het ruggemerg doorgesneden. T 11° C. Condensator 3 capaciteit 0,00035 mF.

3	5	6	7	11	13	14	Aantal prikkels.
3	2	2	1	1	1	1	Aantal waarnemingen.
0,68	0,63	0,52	0,66	0,56	0,44	0,42	Gemiddeld voltage.
8,09	6,95	4,73	7,62	5,49	3,39	3,09	Energie in 10^{-4} ergs.

De waarden hier gevonden kunnen als zeer gunstig beschouwd worden voor eene Rana temporaria, hoewel zij toch steeds hooger blijven dan de minima gevonden voor de Ranæ esculentæ, die in dien zelfden tijd aanwezig waren.

Proef X. Rana esculenta werd het ruggemerg 4 uur voor het begin van de proef doorgesneden. T 10°. Eerst werd voor condensator 3, capaciteit 0,00035 mF, de minimum waarde gevonden, te zijn: 3 ontladingen van 0,38 of in energie 2,53 10^{-4} ergs. Hierna werd de proef voortgezet met condensator 7, capaciteit 0,004 mF.

1	2	3	5	Aantal prikkels.
1	2	4	1	Aantal waarnemingen.
0,64	0,48	0,51	0,50	Gemiddeld voltage.
81,92	46,08	52,02	50,—	Energie in 10^{-4} ergs.

Daar dit resultaat zeer onbevredigend was, werd den tweeden en vierden dag condensator 5, capaciteit 0,0013 mF, ingeschakeld. T 10°.

EINDTABEL.

1	2	3	4	5	7	8	14	Aantal prikkels.
3	6	4	3	3	1	1	1	Aantal waarnemingen.
0,67	0,43	0,51	0,50	0,50	4,54	0,38	0,44	Gemiddeld voltage.
29,18	12,02	16,91	16,25	16,25	18,95	9,39	12,08	Energie in 10^{-4} ergs.

Den vierden en vijfden dag werd deze proef nog vervolgd met condensator 2, capaciteit 0,00025 mF. en als eindresultaat gevonden:

2	3	4	5	6	8	14	Aantal prikkels.
4	5	6	1	1	1	1	Aantal waarnemingen.
0,57	0,65	0,59	0,40	0,48	0,40	0,44	Gemiddeld voltage.
3,06	5,28	4,35	2	2,88	2	2,42	Energie in 10^{-4} ergs.

Zeer sterk treedt hier de gunstige voorwaarde op den voorgrond die een kleine condensator aanbiedt, om met een minimum energie een reflex op te kunnen roepen. Al is dit resultaat zeer mooi, toch geldt het groote bezwaar, dat soms eene geheele serie waarnemingen negatief uitviel zelfs met een condensatorlading van 2 volt, zoodat hier de minimumcapaciteit, die gebruikt kan worden, bereikt scheen.

Als bijzonderheid van het proefdier kan ik nog vermelden, dat dit in de donkere Novemberdagen van kleur veranderde; reeds den tweeden dag was het begin der verandering waar te nemen. De groene kleur veranderde langzaam in donker olijfgroen, zoodat de soort, waarmede gewerkt was, bijna niet te onderscheiden was van de Ranæ temporiaiæ. Eene tegengestelde waarneming kon ik in December doen, toen het helder vriezend weer werd. Hier werd de kleur helder groen. Volgens BIEDERMANN [1]) zou deze verandering ontstaan onafhankelijk van de gezichtsindrukken der oogen, en wel door de „Hautempfindungen."

Proef XI. Eene Rana esculenta werd het ruggemerg doorgesneden 24 uur voor het begin der proef. T 10°. Condensator 2. Capaciteit 0,00025 mF.

2	3	4	5	6	10	12	Aantal prikkels.
2	4	2	1	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,58	0,67	0,45	0,42	0,52	0,48	0,5	Gemiddeld voltage.
4,20	5,61	2,53	2,2	3,38	2,88	3,12	Energie in 10^{-4} ergs.

OVERZICHT.

Vereenigen wij nu alle waarden gevonden voor condensator 2, capaciteit 0,00025 mF, in een tabel.

2	3	4	5	6	8	12	14	Aantal prikkels.
6	9	8	2	3	2	1	1	Aantal waarnemingen.
0,58	0,66	0,48	0,41	0,51	0,42	0,5	0,44	Gemiddeld voltage.
4,20	5,30	2,88	2,10	3,25	2,42	3,12	2,42	Energie in 10^{-4} ergs.

1) BIEDERMANN. Ueber den Farbewechsel der Frösche. Pfl. Arch. 1892, p. 478.

Stellen wij wij hier tegenover het resultaat voor alle gevonden waarden, bereikt met ontladingen van condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15	Aantal prikkels.
16	9	29	18	17	6	1	5	2	5	2	3	Aantal waarnemingen.
0,90	0,57	0,63	0,54	0,63	0,54	0,40	0,50	0,54	0,66	0,41	0,81	Gemiddeld voltage.
14,17	5,69	6,95	5,10	6,95	5,10	2,8	4,37	5,10	7,57	2,94	11,48	Energie in 10^{-4} ergs.

en evenzoo van condensator 4, capaciteit 0,00059 mF.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	Aantal prikkels.
12	15	17	15	20	10	4	13	2	3	1	3	7	Aantal waarnemingen.
0,88	0,61	0,47	0,54	0,54	0,58	0,47	0,41	0,38	0,68	0,36	0,70	0,49	Gemiddeld voltage.
22,84	10,98	6,52	8,60	8,60	9,92	6,52	4,96	4,26	13,64	3,82	14,45	6,52	Energie in 10^{-4} ergs.

De eindresultaten zijn geenszins gemakkelijk te overzien. De menging van te veel variabele waarden schijnt tot onregelmatigheid aanleiding gegeven te hebben. De waarden zijn ook te hoog om een minimum op te leveren, daar deze verzamelingen bestaan uit de waarden niet alleen om het minimum te bepalen, maar ook om de „Hemmung" te overwinnen. Beschouwen wij slechts de eindresultaten oppervlakkig, ook in aanmerking nemende de opmerking geplaatst onder proef X, dan zou als condensator, die het betrekkelijk geringste voltage gebruikte, aangemerkt kunnen worden de condensator 3, capaciteit 0,00035 m. F.

Geeft eene vergelijking der gemiddelden ons geen juist denkbeeld, beter krijgen wij dit in elk geval op zich zelf, voor iederen condensator de minimum waarde van één prikkel,

die nog een reflex geeft en ook het minimum in een bepaalde reeks vergelijkende.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	1 PRIKKEL.		Voltage.	Aantal prikkels.	Energie in 10^{-4} ergs van elken afzonderlijken prikkel.
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.			
2	0,00025	—	—	0,40	2	2,0
3	0,00035	0,54	5,05	0,28	3	1,4
4	0,00059	0,42	5,2	0,24	8	1,7
5	0,0013	0,60	23,4	0,24	3	3,7
7	0,004	0,64	81,9	0,34	15	23,1

Uit deze tabel blijkt duidelijk, dat 't minimum energie, dat nog een reflex gaf, bereikt kon worden door eene ontlading van condensator 3. Moge misschien condensator 7 in een onvoldoend aantal gevallen zijn beproefd, toch moeten wij deze waarde zeer veel ongunstiger noemen, wanneer wij in dezelfde proef de andere gevonden waarden er mede vergelijken. Misschien duurt de ontlading van dezen condensator te lang en komt vandaar het ongunstige effect; doch waarschijnlijk zal van nog meer belang zijn de wijze van toediening der electriciteit. De hoeveelheid kunnen wij voorstellen door een kubieken maat; deze maat zal bij verschillende afmetingen toch denzelfden inhoud kunnen hebben; misschien is van alle toegediende vormen slechts een de gewenschte. Afhankelijk van de prikkelbaarheid zal natuurlijk ook weer zijn de vorm, waarin het geschikst de energie toegedeeld wordt. Welnu, met stijging der prikkelbaarheid is het gewenscht eene daling der capaciteit gepaard te doen gaan; terwijl, wanneer de prikkelbaarheid daalt, waarschijnlijk de capaciteit moet stijgen om nog effect te kunnen geven.

Duidelijker nog kunnen wij ons den invloed van de capaciteit der condensatoren voorstellen door een curve der waarden, genomen uit de tabel op p. 66, waar voor meerdere prikkels een reflex aangegeven is.

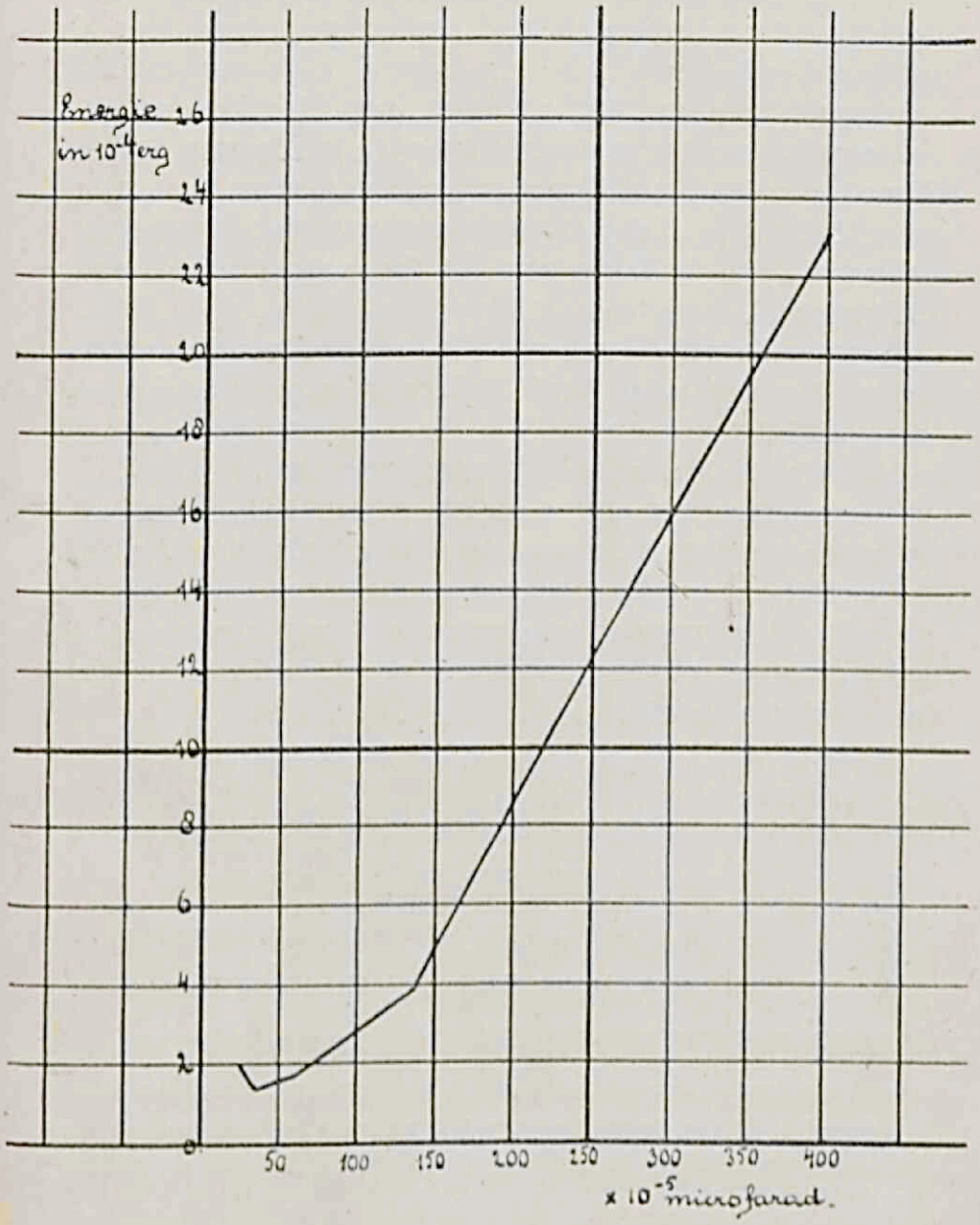

Fig. 4.

§ 5. Reflexinhibitie door sterke prikkeling.

Van zeer vele proefdieren werd door mij getracht de „Hemmung" te bepalen. Schijnt reeds normaal eene „Hemmung" te bestaan, die overwonnen moet worden voor een reflex optreedt, zoo kan ook deze kunstmatig te voorschijn geroepen worden door eenige heftige ontladingen, waardoor de reflexprikkelbaarheid tot eene zekere mate vermindering ondergaat. Gewoonlijk zal men nog tijdelijk door het voltage te verhoogen weer een reflex op kunnen roepen. Voor sommige proefdieren schijnt een grens te bestaan voor het voltage, dat schadeloos toegediend kan worden. Is het voltage te hoog geweest dan volgt eene blijvende „Hemmung".

Soms lukte mij dit vrij spoedig, zelfs bij versche præparaten, die nog geen dienst hadden gedaan; waar dus van vermoeidheid geen sprake kon zijn. Gewoonlijk bleven zij echter wel op de inductiestroomen reageeren.

Ranæ temporariæ waren meestal gemakkelijk in een hemmungstoestand te brengen, Ranæ esculentæ stoorden zich soms niet aan sterke condensatorontladingen en bij enkelen was 't mij onmogelijk een zuiveren hemmungstoestand te voorschijn te roepen; hoogstens verminderde de prikkelbaarheid een weinig.

Resultaat door mij gevonden met ontladingen van condensator 4. Cap. 0,00059 m. F.

1	3	5	6	8	10	13	15	Aantal prikkels.
1	1	2	3	4	2	1	1	Aantal waarnemingen.
1,68	1,5	1,85	1,57	1,22	2—	1—	1,5	Gemiddeld Voltage.
79,73	50,49	96,67	69,63	42,39	113-	28,25	50,49	Energie in 10^{-4} ergs.

Sommige kikkers herstelden spoedig weer, in anderen scheen een blijvende verandering te hebben plaats gehad, en bleef de prikkelbaarheid weg.

HOOFDSTUK IV.

Prikkeling der sensibele wortels.

Een nieuwe rubriek werkzaamheden ving aan bij 't vergelijken der huidsensibiliteit met die der wortels. 't Ruggemerg werd doorgesneden tusschen 2en en 3en wervel; gewoonlijk ging dit lang te voren aan het præpareeren van de wortels vooraf, daar in den regel eerst de huidsensibiliteit bepaald werd en daarna die der wortels.

Eene ⊏ vormige lap werd over de lengte van eenige cm. uit de rughuid geknipt; hierna de spieren lateraal van de wervels verwijderd, tot deze geheel bloot lagen; vervolgens werden met een Müllersch knievormig gebogen schaartje de wervels aan een zijde doorgeknipt tot aan 't sacrum, daarna met de schaar aan de tegenovergestelde zijde weggeknipt. 't Ruggemerg bedekt door de dura mater lag voor ons; gemakkelijk was de dura te splijten, hierna werden de sensibele lumbaalwortels ieder afzonderlijk afgebonden en doorgesneden.

't Best leenden zich voor het præpareeren de middelmatig groote kikvorschen, daar bij de groote de wervels dikwijls bijna niet door te knippen waren.

De wortels werden gelegd over dunne platina electroden, die door een blokje paraffine liepen. Dit blokje werd door een statief op dezelfde plaats gehouden, terwijl de kikker liggend op een statief bevestigd was. Overigens was de opstelling als in 't vorige hoofdstuk vermeld.

Proef I. Rana temporaria werd 5 uur voor het begin der proef de wortels doorgesneden. Condensator 4. Capaciteit 0,00059 m. F.

Rechter wortel op electrode gelegd. Bij een voltage van 0,42

trad links na één ontlading een reflex op; rechts reageerde de kikvorsch in 't geheel niet. Hierna werd de linker wortel over de electroden gebracht.

1	2	3	4	5	6	8	9	14	15	Aantal prikkels.
5	1	4	2	3	1	2	1	1	1	Aantal waarnemingen.
0,36	0,26	0,265	0,35	0,31	0,42	0,32	0,32	0,28	0,34	Gemiddeld voltage.
3,82	1,99	2,07	3,11	2,83	5,20	3,02	3,02	2,31	3,41	Energie in 10^{-4} ergs.

De reflexen waren buitengewoon sterk, en traden veel regelmatiger op dan de huidreflexen. Groote afwijkingen komen hier niet bij voor.

Conclusie: de sensibiliteit van dit gehavend wortelpraeparaat is veel grooter dan die van de huid van den best reageerenden kikvorsch.

Proef II. Eene Rana esculenta werd 4 uur voor het begin der proef de wortels doorgesneden. Heftige tetanus trad op bij 't praepareeren van 't ruggemerg, eene omstandigheid, die dikwijls het behandelen van het dier geschikter maakte, daar het zichzelf fixeerde. Zeer sterk waren de reflexen, die optraden bij het doorsnijden der wortels. Condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF.

Rechter wortels op de electroden.				Linker wortels op de electroden.			
1	2	3	Aantal prikkels.	1	2	3	5
4	4	1	Aantal waarnemingen. .	7]	5	2	1
0,09	0,11	0,08	Gemiddeld voltage. . . .	0,09	0,072	0,055	0,06
0,14	0,21	0,11	Energie in 10^{-4} ergs. .	0,14	0,086	0,053	0,063

Links was 't onderzoek zuiver geordend, rechts niet. Als minimum werd gevonden een reflex optredende na 2 ontladingen van 0,05 volt of $0{,}044 \times 10^{-4}$ ergs, en als minimum voor het optreden van een „Querreflex" na één ontlading van 0,10 volt of energie in 10^{-4} ergs 0,675.

EINDRESULTAAT.

1	2	3	5	Aantal prikkels.
11	9	3	1	Aantal waarnemingen.
0,09	0,09	0,06	0,06	Gemiddeld voltage.
0,14	0,14	0,063	0,063	Energie in 10^{-4} ergs.

't Voordeel van summatie blijkt bij prikkeling der wortels met condensator-ontladingen geheel te vervallen. Na toediening van een voltage van 0,30 volt trad tetanustoestand op.

Den tweeden dag werd getracht de reflexinhibitie door sterke prikkeling van den wortel te bepalen. Ontladingen werden toegediend met condensator 3, capaciteit 0,0035 mF. met ladingen varieerende van 0,08 — 2 volt. Zeer sterke tetanusachtige reflexen traden reeds na den eersten prikkel op, na meerdere ontladingen vielen de pooten soms slap neer; evenwel na een paar seconden pauze reageerde de kikvorsch weer en bleek mij het oproepen van een langdurige „Hemmung" door sterke prikkels hier niet mogelijk. Alleen de prikkel baarheid voor geringe ontladingen nam een weinig af. Evenmin als ik bij het onderzoek der sensibliteit eene „Bahnung" kon bespeuren, die zoo duidelijk bij de huidproeven optreedt, werd ik ook overtuigd van het mogelijke oproepen eener „Hemmung".

Proef III. Eene Rana esculenta werd 24 uur voor het begin der proef de wortels doorgesneden. Den volgenden dag waren lichte fibrineuse adhaesies opgetreden. Condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF. Gemiddeld trad een reflex op na eene ontlading van 0,20 volt of in energie 0,7. 10^{-4} ergs; terwijl als minimum werd gevonden 0,16 volt of 0,45. 10^{-4} ergs.

Proef IV. Rana temporaria 24 uur voor het begin der proef de wortels gepraepareerd. Condensator 3. Capaciteit 0,00035 mF.

1	2	Aantal prikkels.
7	4	Aantal waarnemingen.
0,29	0,23	Gemiddeld voltage.
1,47	0,93	Energie in 10^{-4} ergs.

Minimum: een ontlading met 0,20 volt of 0,7. 10^{-4} ergs. Ook hier bleek overtuigend, dat de huidsensibiliteit zeer veel geringer is dan de sensibiliteit der wortels.

Proef IV. Rana esculenta 3 uur voor het begin der proef de wortels gepraepareerd. Condensator 3. Capaciteit 0,0035 mF.

1	2	Aantal prikkels.
12	1	Aantal waarnemingen.
0,07	0,05	Gemiddeld voltage.
0,086	0,04	Energie in 10^{-4} ergs.

't Minimum ligt bij één ontlading met 0,04 volt = 0,027. 10^{-4} ergs, terwijl een lading van 0,10 volt = 0,17. 10^{-4} ergs voldoende was om een reflex en een „Querreflex" te geven. Als minimum om door prikkeling van den nervus ischiadius een spiercontractie op te roepen was noodig eene ontlading van 0,10 volt = 0,17. 10^{-4} ergs.

Proef VII. Rana esculenta $2^1/_2$ uur voor het begin der proef de wortels gepraepareerd. Condensator 2, capaciteit 0,00025 mF.

Een reflex en „Querreflex" trad op na eene ontlading van 0,30 volt of energie in 10^{-4} ergs 1,12, terwijl als gemiddelde voor eenen enkelvoudigen reflex benoodigd was eene ontlading van 0,14 volt = 0,24. 10^{-4} ergs en als minimum 0,11 volt = 0,15. 10^{-4} ergs. Steeds trad hier na den eersten prikkel de reflex op. Eene ontlading van 0,16 volt = 0,32. 10^{-4} ergs gaf afweerbewegingen en langzaam terugtrekken der poot.

Ook hier werd de gevoeligheid der wortels vergeleken met de prikkeling van den nervus ischiadicus tot oproepen eener directe spiercontractie. Voor de doorsnijding was noodig eene ontlading van 0,20 volt = 0,5. 10^{-4} ergs en na de doorsnijding gemiddeld 0,15 volt of 0,28. 10^{-4} ergs, terwijl als minimum benoodigd was 0,08 volt = 0,08. 10^{-4} ergs.

Bijna geregeld volgde na wortel- of zenuwprikkeling door ééne ontlading de reflex; summatie blijkt dus niet van overwegenden invloed. 't Wegblijven van een reflex na een eerste ontlading wees gewoonlijk op een stoornis in

de plaatsing der electroden of eene læsie van 't præparaat zelf. De ontlading zal waarschijnlijk zelf eene summeerende werking uitoefenen al geschiedt deze ook nog zoo snel. Het minimum, hier bereikt door prikkeling der sensibele wortels, is zoo buitengewoon veel minder dan de minimum energie benoodigd om een huidreflex op te roepen, dat wij als beslist aan kunnen nemen, dat de sensibele wortels veel gevoeliger zijn dan zenuw-uiteinden in de huid, om door prikkeling eenen reflex op te leveren.

Vergelijkende het minimum van een reflex der sensibele wortels en de spiercontractie door prikkeling van den nervus ischiadicus, blijken ook de wortels nog gevoeliger te zijn dan de zenuw.

HOOFDSTUK V.

De respiratorische vagusreflex.

Ten einde den invloed van den electrischen prikkel op den vagus na te gaan, werd de vagus van een konijn blootgelegd, zooveel mogelijk boven den nervus laryngeus superior en naar de peripherie toe doorgesneden. Hierna werd tracheotomie verricht en in de trachea eene canule gebracht, die verbonden werd met den ærodromograaf, waarvan eene uitvoerige beschrijving met teekening te vinden is in eene verhandeling van ZWAARDEMAKER en OUWEHAND [1]). Het centrale stuk van den nervus vagus werd nu over een paar platina electroden, die in eboniet vervat waren, gelegd en door condensatorontladingen geprikkeld.

De hoofdopstelling der instrumenten was dezelfde als vroeger voor de prikkeling van den kikvorsch. De respiratie bewegingen werden door den ærodromograaf op een kymographion geregistreerd, terwijl de tijd van prikkeling daaronder door luchttransport werd aangegeven.

Het effect, dat de prikkel veroorzaakte kunnen wij naar gelang der intensiteit van den prikkel in drie stadia verdeelen; 1°. prikkelende met subminimale waarde was er eene stijging van de ademsnelheid bij in- en exspiratie waar te nemen en frequenter worden der ademhaling; 2°. wanneer de prikkel naderde tot die, welke noodig is om eenen duidelijken reflex te geven, volgde nog wel eene toename in frequentie; terwijl 3°. bij de typische reflexwaarde of waarden daarboven een afname te constateeren viel, zoowel in snelheid van ademstroom als frequentie (fig. 5), die door verhooging van het voltage over kon gaan in een tijdelijke absolute depressie of „Hemmung". Het prikkelstadium zelf geregeld

1) H. ZWAARDEMAKER en C. D. OUWEHAND. Archiv für (Anat. und) Physiologie 1904, p. 241.

gevolgd werd door frequenter worden der respiratie (fig. 6).

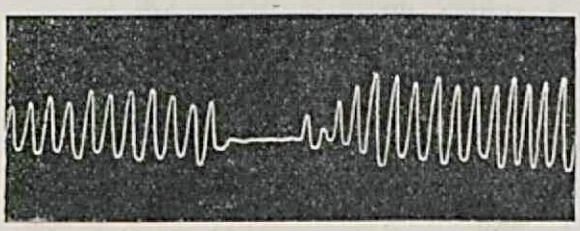

Fig. 5.

De vagus werd geprikkeld door 5 achtereenvolgende ontladingen van condensator 2, capaciteit 0,00025 mF., geladen met een voltage van 0,8 volt. Duidelijk is de afname in snelheid en frequentie waar te nemen. De snelheid van den draaien den trommel bedroeg 1,5 mm. per seconde.

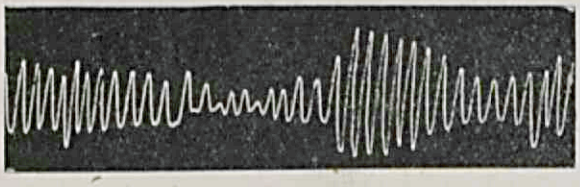

Fig. 6.

Fig. 6 vertoont het effect van 15 ontladingen van condensator 5, capaciteit 0,0013, geladen met 0,20 volt als voltage. Het derde stadium en vooral het naeffect der prikkeling treedt hier op den voorgrond. De snelheid van het kymographion was ook hier weer 1,5 mm. per secunde. Drie kwaliteiten der respiratie kunnen uit de curve gelezen worden: 1°. de ademsnelheid, 2°. ademfrequentie en 3°. het ademtype; evenwel is de ærodromograaf onbruikbaar voor het bepalen der veranderingen van de inspiratorische en exspiratorische ademgrootte. [1])

Proef I. Bij een reuzen-konijn werd de rechtervagus blootgelegd, doorgesneden en over de electroden gelegd, terwijl als condensator gebruikt werd condensator 4, capaciteit 0,00059 m. F. 't Verloop dezer proef behoort tot de ongeordende, daar niet getracht werd een minimum te bereiken, maar slechts in het algemeen de invloed van condensator-ontladingen nagegaan werd, zoowel bij verschil in summatie, voltage, als interval.

Een minimum, dat zeer duidelijk effect gaf, werd gevonden na 10 ontladingen van 0,1 volt, terwijl voor één ontlading 0,5 volt noodig was om een scherp effect te veroorzaken. Prikkelende met een voltage van 0,8 volt, met een interval, varieerende van 2—5 seconden, bleek, dat bij latere, dan nog verder volgende ontladingen steeds het effect minder werd, echter afhankelijk van den tijd van interval. Steeg

1) E. VAN KEKEM. Inaug. diss. Utrecht 1905, p. 20. J. TH. TEN HAVE. Inaug. diss. Utrecht 1905, p. 58.

het interval, dan konden meerdere ontladingen toegediend worden, eer dezelfde effectsafname optrad. Meerdere ontladingen met een interval van 2 à 3 seconden had ten slotte geen invloed meer op de respiratie, evenwel bij een interval van 2 seconden weer sneller en duidelijker optredend dan na 3 seconden.

Conclusie: de vermoeidheid optredende door condensator-ontladingen van hoog voltage kan in 2 à 3 seconden niet geheel opgeheven worden, terwijl condensator-ontladingen met 4 à 5 seconden interval slechts ternauwernood een afname in prikkelbaarheid door vermoeienis aangeven.

Na afloop der proef werd de trachea gehecht, de wond gesloten om den tweeden dag vervolgd te worden door vagotomie aan de andere zijde.

Tweede dag. Links vagotomie verricht, verder werd het konijn gepraepareerd en ingeschakeld als den eersten dag.

In deze proef werd het minimum bepaald, dat noodig was voor verschillende condensatoren, dat nog een duidelijk effect gaf zoowel voor één als voor 15 opeenvolgende ontladingen.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	15 Opeenvolgende ontladingen.		Één ontlading.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
2	0,00025	0,18	0,40	0,36	1,62
3	0,00035	0,09	0,14	0,16	0.45
4	0,00059	0,05	0,07	0,12	0,42
5	0.0013	0,16	1,66	0,33	7,08
7	0,004	0,16	5,12	0,30	18,00

Zeer typisch trad hier als resultaat op ongeveer de zelfde verhouding der condensatoren, die reeds vroeger gevonden was voor de gunstigste voorwaarden, tot bereiking van een minimum energie, om een huidreflex op te wekken.

De respiratie was na de dubbelzijdige vagotomie meer intensief en niet zoo sterk varieerend als op den eersten dag na enkelzijde vagotomie.

Hierna werden nog enkele waarnemingen gedaan met inschakeling van condensator 2, terwijl steeds 5 ontladingen werden toegediend en slechts het voltage stijgende was van 0,3 — 1 volt. Steeds werd de uitwerking meer intensief en de depressie toestand meer volkomen,

ten slotte echter bleef alle effect uit, daar vermoeidheid optrad. Nu werd na eenige rust 0,50 volt als constante aangenomen en slechts het aantal ontladingen gevarieerd, te beginnen met 5 ontladingen en na enkele waarnemingen stijgend met 5. Nadat 30 ontladingen waren toegediend, waarvan het effect ten slotte door vermoeienis zeer gering bleek, werden weer 5 ontladingen toegediend echter met zuiver negatief resultaat. De prikkeling had geen effect meer, daar vermoeidheid overheerschend was.

Wil men de laatste vermijden, dan moet kennelijk het tijdsinterval tusschen 2 waarnemingen grooter gekozen worden dan de 2 minuten tijdsafstand, die hier in den regel werden in acht genomen.

Proef II. Een klein konijn werd op het statief op gebonden en vervolgens werd tracheotomie en vagotomie rechts verricht. De respiratie was in het begin buitengewoon frequent, terwijl de snelheid gering was; slechts een enkele maal reageerde het konijn op een prikkeling, over het algemeen evenwel zoo onregelmatig, dat het resultaat volkomen onbetrouwbaar kon worden geacht. Na twee uur was de toestand nog niets beter; kleine uitwendige invloeden gaven groote stoornissen. Ter kalmeering werd nu chloralose subcutaan toegediend, met betrekkelijk gunstig gevolg. De respiratie werd iets intensiever, geregeld echter bleef een Cheyne-Stokes phenomeen optreden, intermitteerend terugkeerend om de minuut. Door sterke ontladingen kon dit phenomeen opgeheven worden.

Den tweeden dag werd links vagotomie gedaan. De respiratie was minder frequent en de uitslagen grooter. Achtereenvolgens werd weer het minimum bepaald voor verschillende condensatoren zoowel voor 15 ontladingen als voor 1.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
2	0,00025	0,15	0,28	0,20	0,5
3	0,00035	0,15	0,39	0,20	0,7
4	0,00059	0,19	1,06	0,30	2,65
5	0,0013	0,13	2,20	0,26	8,79
7	0,004	0,16	5,12	0,28	15,68

De waarden uit deze tabel leenen zich niet voor eene typische curve; misschien is hier vermoeidheid de hoofdoorzaak geweest, daar de waarnemingen om de 2 minuten gedaan werden.

Na afloop van deze proef werd nog de weerstand bepaald van de zenuw volgens de telephoon-methode in de Wheatstonesche brug en bevonden te bedragen 3740 Ohms.

Wij zouden volgens Hoorweg de constanten kunnen berekenen, die de werking van eenen condensator beheerschen naar de formule

$$P = a R + \frac{b}{C}$$

of

$$C P = C a R + b \quad \text{waarin}$$

P de potentiaal, R de weerstand, C de capaciteit van den condensator en a en b constanten zijn. De vermoeienis en daardoor ongelijkmatige prikkelbaarheid maakte deze poging illusoir.

Proef III. Bij een klein konijn werd tracheotomie en vagotomie rechts gedaan. De operatie ging gepaard met eene lichte bloeding. De snelheid was gering, maar regelmatig.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	15 Ontladingen.		1 Ontlading.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,35	0,92		
2	0,00025	0,24	0,72	0,36	1,62
3	0,00035	0,17	0,51	0,34	2,02
4	0,00059	0,14	0,58	0,26	1,99
5	0,0013	0,16	1,66	0,22	3,15
7	0,004	0,11	2,42	0,22	9,68

De effecten waren niet scherp uitgesproken, echter met typisch verloop, wat betreft den invloed der capaciteiten der condensatoren.

Tweede dag. Vagotomie links. De respiratie-uitslagen waren regelmatig, niet frequent.

Condensator.	Capaciteit in mF.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,13	0,13	0,26	0,51
2	0,00025	0,09	0,10	0,20	0,50
3	0,00035	0,07	0,086	0,18	0,57
4	0,00059	0,06	0,11	0,20	1,18
5	0,0013	0,12	0,94	0,22	3,15
7	0,004	0,12	2,88	0,16	5,12

Hierna werden nog enkele waarnemingen gedaan met condensator 4, terwijl het voltage steeds vermeerderd werd opklimmende van 0,20 tot 2 volt. Het verschijnsel was in het begin niet sterk uitgesproken, nam langzaam toe en bereikte een optimum bij 0,50 volt en 15 ontladingen, bleef ongeveer constant tot ontladingen van 0,70 volt en nam hierna af, niet in breedte maar in intensiteit. Na 't onderbreken van den stroom was nog eenige nawerking te zien. Door vlug de prikkelingen op elkaar te laten volgen, nam het effect nog meer af; eenige rust was altijd voldoende om weer volkomen depressie te veroorzaken door ééne prikkeling, o. a. was 3 minuten rust voldoende voor 't herstel der vermoeidheid na eenige ontladingen van 2 volt.

Proef IV. Bij een klein konijn werd na tracheotomie links vagotomie gedaan. De respiratie-snelheid was minimaal.

Condensator.	Capaciteit in mF.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,16	0,19	0,30	0,67
2	0,00025	0,11	0,15	0,18	0,40
3	0,00035	0,09	0,14	0,16	0,45
4	0,00059	0,08	0,19	0,20	1,18
5	0,0013	0,14	1,27	0,24	3,74
7	0,004	0,14	3,92	0,18	6,68

De enkelvoudige prikkelingen hadden een zwak effect.

Na een paar uur nam de respiratie af en hadden de condensatorontladingen ongeveer geen invloed meer; een vrij sterke dyspnoe trad op, de venae jugulares zwollen sterk op, zoodat ik mij genoodzaakt zag de proef af te breken.

Tweede dag. Vagatomie rechts. Het konijn was weer geheel hersteld, de respiratie was regelmatig en meer intensief dan op den eersten dag. Gedurende de eerste twee uren bleef de respiratie regelmatig, hierna trad een lichte dyspnoe op, die langzaam toenam. Tusschen de waarnemingen verliepen steeds 3 minuten.

Condensator.	Capaciteit in mF.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,13	0,13	0,17	0,22
2	0,00025	0,08	0,08	0,13	0,21
3	0,00035	0,06	0,063	0,10	0,17
4	0,00059	0,05	0,074	0,08	0,19
5	0,0013	0,08	0,42	0,15	1,46
7	0,004	0,09	1,62	0,16	5,12

Hierna werd de weerstand van de zenuw bepaald met de Wheatstonesche brug, met inschakeling van volgende weerstanden:

$w_3 = 1000$ Ohms.	$w_2 = 70$	$w_1 = 30$	$x = 2333$.
$w_3 = 2000$ „	$w_2 = 51$	$w_1 = 49$	$x = 2082$.
$w_3 = 3000$ „	$w_2 = 40{,}5$	$w_1 = 59{,}5$	$x = 2042$.
$w_3 = 4000$ „	$w_2 = 34{,}5$	$w_1 = 65{,}5$	$x = 2107$.
$w_3 = 5000$ „	$w_2 = 30{,}5$	$w_1 = 30{,}5$	$x = 2191$.

't Gemiddelde van den weestand bedroeg 2155.

Plaatsen wij deze waarde in de vergelijking

$$CP = CaR + b.$$

dan bleken de a en b voor één ontlading volgende waarde te hebben; berekend uit de waarnemingen met

condensator 1 en 2	$a = 3248$	$b = 150.10^{-14}$
„ 2 „ 3	$a = 1160$	$b = 260.10^{-14}$
„ 3 „ 4	$a = 2405$	$b = 172.10^{-14}$
„ 4 „ 5	$a = 9659$	$b = -770.10^{-14}$
„ 5 „ 7	$a = 7613$	$b = -192.10^{-14}$

en berekend uit de waarden, gevonden uit de waarnemingen voor 15 ontladingen van:

condensator 1 en 2	$a = 232$	$b = 187.10^{-14}$
„ 2 „ 3	$a = 464$	$b = 175.10^{-14}$
„ 3 „ 4	$a = 677$	$b = 84.10^{-14}$
„ 4 „ 5	$a = 5163$	$b = -399.10^{-14}$
„ 5 „ 7	$a = 4400$	$b = -193.10^{-14}$

De waarden voor de constanten a en b varieeren hier nogal belangrijk; ook de berekening uit andere experimenten der factoren aR en b gaven geen voldoende overeenstemming, zoodat ik deze wet ook onder de voorwaarden van dit experiment niet toepasselijk kan achten.

Ten slotte werd nog de invloed nagegaan van ontladingen van een hoog voltage, terwijl condensator 4 ingeschakeld was. In het begin was de dyspnœ zoo sterk, dat de ontladingen weinig effect hadden. 't Klimmende voltage overwon de onregelmatige ademhaling en na 15 ontladingen van 1 volt veranderde het respiratie-karakter. De in- en exspiratie werd minder snel, maar regelmatiger. Snel opeenvolgende ontladingen gaven minder volkomen depressie, terwijl prikkeling met grootere tusschenpauzen een sterk verlengd depressiestadium gaf.

Proef V. Bij een klein konijn werd tracheotomie en rechts vagotomie verricht. Voortdurend vloeide slijmerig secreet uit mond en neusholte, de respiratie was niet frequent, maar wel regelmatig.

Condensator.	Capaciteit in mF.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,14	0,15	0,20	0,3
2	0,00025	0,11	0,15	0,15	0,28
3	0,00035	0,09	0,14	0,12	0,25
4	0,00059	0,07	0,14	0,10	0,29
5	0,0013	0,08	0,42	0,09	0,53
7	0,004	0,07	0,98	0,11	2,42

Na de hechting der wond maakte het konijn een hoestend geluid, dat den volgenden dag nog toegenomen was.

Tweede dag. Linker vagus op de electroden gebracht na vagotomie. Toen de linker vagus doorgesneden werd stond respiratie stil en waren de corpulsaties bijna niet meer waar te nemen. Na gedurende eenige minuten kunstmatige respiratie toegepast te hebben volgden weer spontane minimale respiratiebewegingen, terwijl na een half uur de uitslagen van ex- en inspiratie weer even groot waren als bij de andere proefdieren. De trachea bevatte een weinig slijm.

Condensator.	Capaciteit in mF.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,15	0,17	0,22	0,36
2	0,00025	0,11	0,15	0,16	0,32
3	0,00035	0,09	0,14	0,12	0,25
4	0,00059	0,07	0,14	0,08	0,19
5	0,0013	0,08	0,42	0,10	0,65
7	0,004	0,07	0,98	0,12	2,88

Ten slotte werd nog de invloed van ontladingen bepaald met hoog voltage. In hoofdzaak stemde alles overeen met de vroeger gevonden

bijzonderheden; voornamelijk werden enkelvoudige ontladingen van condensator 4 toegediend, terwijl slechts een enkele maal de invloed van 15 ontladingen werd nagegaan.

Werd de prikkel aangebracht in het exspiratiestadium, dan was geen invloed van de prikkeling te merken; volgde de prikkeling in inspiratoiren stand dan was dadelijk een stremmende invloed waar te nemen; ook na meerdere opeenvolgende ontladingen blijkt het effect steeds op te treden in inspiratoiren stand.

Het effect werd nog vergeleken met de resultaten, ontstaande door prikkeling met een inductiestroom. De summeerende werking bleek ongeveer denzelfden invloed te hebben als de summeerende ontlading der condensatoren, terwijl de sterkste enkelvoudige inductieslagen geen effect vertoonden, noch in exspiratoiren, noch in inspiratoiren stand.

Proef VI. Bij een klein konijn werd tracheotomie en links vagotomie verricht. De respiratie was zwak, hoogst onregelmatig, terwijl ten slotte 't zuivere Cheyne-Stokes phenomeen optrad, de waarnemingen waren hierdoor totaal onbetrouwbaar, zoodat de wond tijdelijk gesloten werd tot 's middags.

's Middags werd de vagus rechts gepraepareerd, zoo als 's morgens links. De in- en exspiratie waren regelmatig, maar spoedig vertoonden zich symptomen van vermoeidheid, zoodat de pauzen tusschen de waarnemingen in verlengd moesten worden.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	15 Ontladingen.		1 Ontlading.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,15	0,17	0,21	0,33
2	0,00025	0,11	0,15	0,15	0,28
3	0,00035	0,08	0,11	0,11	0,21
4	0,00059	0,05	0,07	0,08	0,19
5	0,0013	0,06	0,23	0,11	0,79
7	0,004	0,06	0,72	0,11	2,42

Het onderzoek over den invloed van ontladingen van hoog voltage viel geheel negatief uit, daar spoedig een sterke vermoeidheid optrad en het konijn niet meer reageerde op de sterkste ontladingen, tenzij na eene flinke pauze.

Het onderzoek der verschillende condensatoren was hier bijzonder gelijkmatig, zoodat de gevonden waarden zich leenen tot het vormen eener typische curve met een minimum.

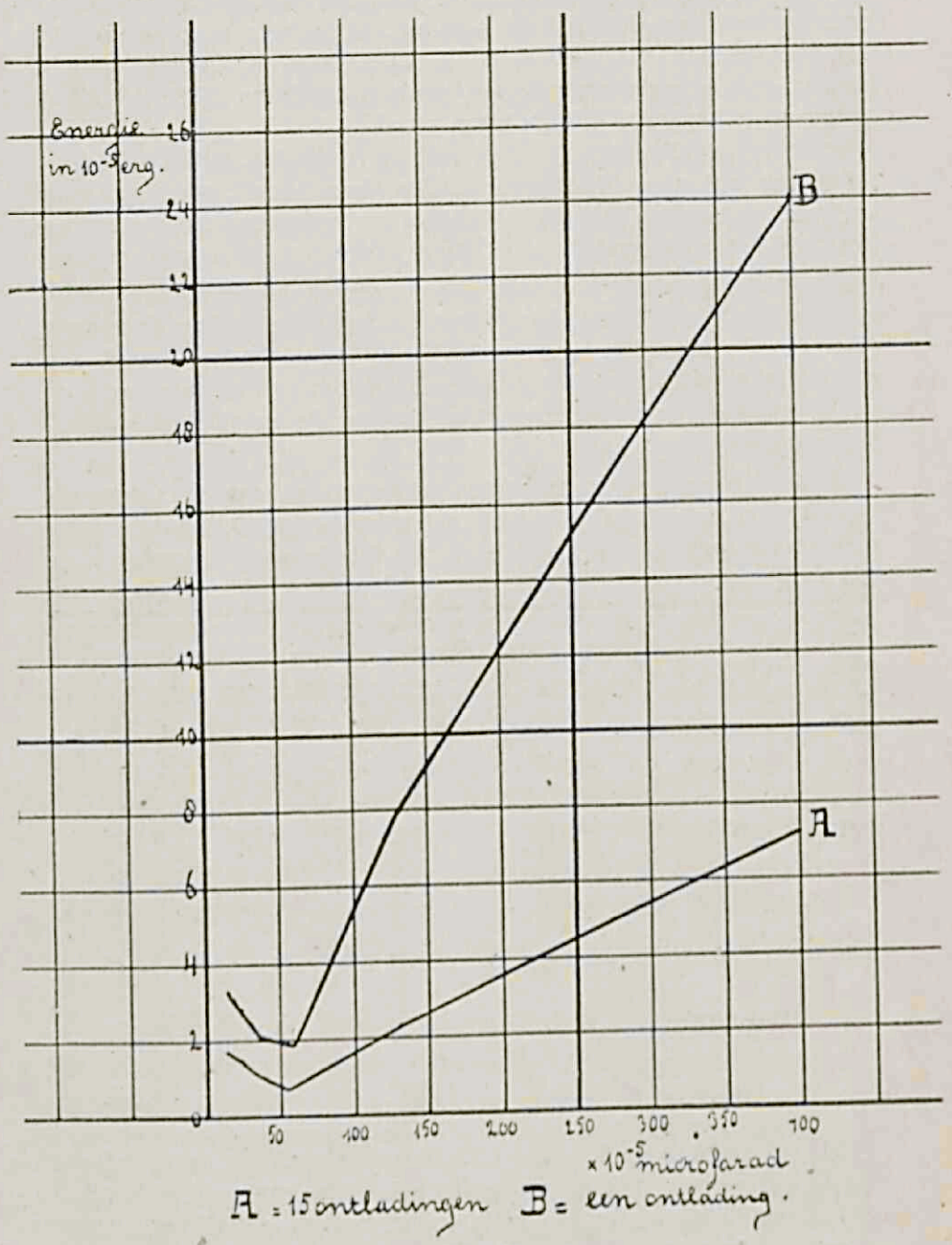

Fig. 7.

Vereenigen wij nu alle gevonden waarden van proef I—VI in eene tabel, dan krijgen wij als slotresultaat.

Condensator.	Capaciteit in m. F.	15 ONTLADINGEN.		1 ONTLADING.	
		Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.	Voltage.	Energie in 10^{-4} ergs.
1	0,00015	0,17	0,24	0,23	0,40
2	0,00025	0,13	0,21	0,21	0,55
3	0,00035	0,10	0,17	0,17	0,51
4	0,00059	0,09	0,24	0,16	0,76
5	0,0013	0,11	0,79	0,19	2,35
7	0,004	0,12	2,88	0,18	6,48

In 't algemeen blijkt, dat condensator 3 gemiddeld de gunstigste voorwaarde aanbiedt, om met een minimum energie eenen reflex op te wekken. De gemiddelde waarde voor een ontlading loopende over een gelijk aantal waarnemingen was voor condensator 1 ook hooger dan voor condensator 2. Met condensator 4 werd slechts in enkele gevallen 't minimum bereikt. De ongunstigste waarde gevonden voor den vagusreflex van het konijn blijkt bijna gunstiger te zijn dan de gunstigste waarde gevonden voor den huidreflex van een kikvorsch, zoodat als vastgesteld kan beschouwd worden, dat de prikkelbaarheid der onderzochte sensibele zenuw veel hooger is dan die der huid.

't Groote nut, dat de summatie veroorzaakt bij prikkeling der inductiestroomen, blijkt voor condensatorontladingen bij prikkeling van den vagus gering te zijn, zoodat eene condensatorontlading waarschijnlijk zelf als een summeerend effect beschouwd moet worden, niettegenstaande de vondst van ZANIETOWSKI, dat een condensator geladen met 10 Volt

en $^1/_2$ m. F. capaciteit, na één contact met een zenuw, geen galvanometeruitslag meer veroorzaakt.

Ten slotte kunnen wij evenals bij de huidreflexen voor de vagusreflexen constateeren, dat bij stijging der prikkelbaarheid eene daling kan plaats hebben in capaciteit der condensatoren, terwijl bij daling der prikkelbaarheid eene stijging in capaciteit noodzakelijk is, om nog eenen reflex op te kunnen roepen.

AANHANGSEL.

IJking der condensatoren.

Tot 't ijken der condensatoren werd eene methode, bij WIEDEMANN en EBERTH[1]) aangegeven, gevolgd. Een rheochord of weerstandsbank was verbonden met een inductietoestel. 't Inductietoestel was op ± 4 meter afstand opgesteld in een marmeren kistje met 2 openingen in zijden tegenover elkaar.

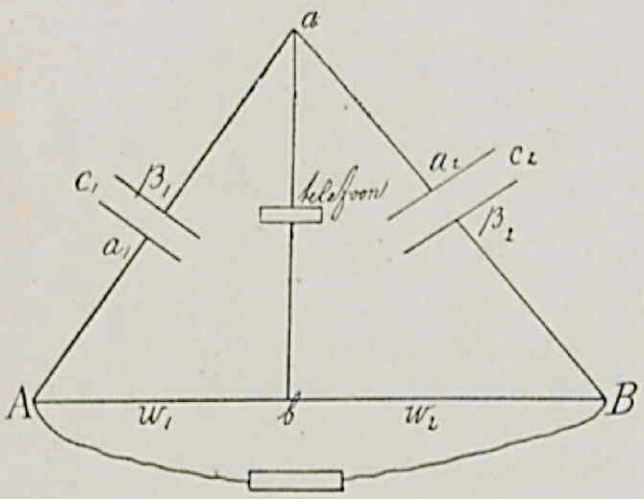

Fig. 8.

Door elk der openingen liep een draad voor den primairen stroom, die geleverd werd door twee Leclanché's. De grootste opening bevatte verder twee draden, die naar de rheochord verliepen, door kurk van elkaar gescheiden,

Boven de draden was een bordpapieren zoldering aangebracht, die weer geheel bedekt was met een wattenlaag. 't Geheel werd door een marmeren deksel afgesloten.

1) WIEDEMANN EBERTH. Physikalisches Prakticum 5e auflage, p. 478.

Zijn c_1 en c_2 de capaciteiten der te vergelijken condensatoren; de potentiaal in $A = E$, in $B = E + e$ en in $b = E + \frac{w_1}{w_1 + w_2} e$. De laatste zij V_1 genoemd.

In de tak A c_1 a c_2 B heeft in a, ingeval geen stroom van a naar b gaat, de potentiaal V_2 een zoodanige waarde, dat evenveel ε_1 op β_1 vrij wordt, als ε_2 op α_2 gebonden wordt. Hieruit volgt

$$\varepsilon_1 = c_1 (E - V_2) = c_2 (V_2 - (E + e)).$$

Zal bij de afwisselende ladingen van A en B geen wisselstroom door den telefoon stroomen of juister gezegd de telefoon zwijgen, zoo moet $V_1 = V_2$ zijn of

$$c_1 : c_2 = w_2 : w_1.$$

De telefoon zwijgt, wanneer de capaciteiten zich omgekeerd als de weerstanden verhouden.

De weerstanden w_1 en w_2 moeten toereikend groot zijn, opdat 't verval tusschen A en B voldoende en de op den condensator zich ophoopende electriciteitsmassa's groot zijn.

Hoe grooter de capaciteiten, des te kleiner kunnen w_1 en w_2 zijn. 't Geluid van het inductietoestel werd ingesteld op een zacht muggengeluid; dit was echter voor kleine capaciteiten zoo zwak, dat de rheochord vervangen moest worden door een weerstandsbank van Ribbink Bork & Co., terwijl door deze weerstandsbank bij groote condensatoren te veel geraas ontstond zoodat dan slechts een rheochord te gebruiken was. De weerstand van de rheochord, die voor de ijking der 2 condensatoren gebruikt werd, bedroeg 4,37 Ohm. Als normaal-condensator werd voorloopig gebruikt een condensator van Kipp & Co. te Delft ter vergelijking met andere condensatoren. Met behulp van dezen condensator kan als capaciteit ingeschakeld worden 1, 0,2 en 0,02 m. F. 't Eerst werd vergeleken condensator no. 4, bestaande uit 2 achterelkaar geplaatste condensatoren, die bestonden uit stanniolbladen met een oppervlakte van 100

cm² op mica. Door hun plaatsing achter elkaar vertegenwoordigden zij slechts de halve capaciteit. Als bekende capaciteit werd nu ingeschakeld 0,02 m. F. = c_1.

Condensator no. 4 vergeleken met c^1 = 0,02 m. F.

	c_1	w_1	w_2	c_2
I	0,02 m. F.	0,13547 Ohm	4,23453 Ohm	0,00063984 m. F.
II	„ „ „	0,15295 „	4,21705 „	0,00072539 „ „
III	„ „ „	0,10925 „	4,26075 „	0,00051182 „ „
IV	„ „ „	0,10925 „	4,26075 „	0,00051182 „ „
V	„ „ „	0,12673 „	4,24075 „	0,00059742 „ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,00059219 m. F. = 0,00059 m. F.

Condensator no. 3 vergeleken met condensator no. 4. c_1 = 0,00059 m. F. Oppervlakte der stanniolbladen 25 cm².

	c_1	w_2	w_2	c_2
I	0,00059 m. F.	1,5295 Ohm	2,8405 Ohm	0,00031883 m. F.
II	„ „ „	1,5732 „	2,7968 „	0,00033306 „ „
III	„ „ „	1,6606 „	2,7094 „	0,00036290 „ „
IV	„ „ „	1,748 „	2,622 „	0,00039473 „ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,00035238 = 0,00035 m. F.

Bij de volgende condensatoren werd de rheochord vervangen door de weerstandsbank van Ribbink Bork & Co. te Amsterdam.

Condensator no. 3 vergeleken met condensator no. 7. Oppervlakte der stanniolbladen 25 cm².

	c_1	w_1	w_2	c_2
I	0,00035 m. F.	2260	200	0,003981
II	„ „ „	2200	192	0,0040367
III	„ „ „	12220	1100	0,0039137
IV	„ „ „	3400	300	0,0039927
V	„ „ „	3400	290	0,0041303

Het gemiddelde van c_2 bedroeg 0,0040108 = 0,004 m. F.

Condensator no. 3 vergeleken met condensator no. 5. Oppervlakte der stanniolbladen 6,25 cm².

	c_1	w_2	w_1	c_2
I	0,00035 m. F.	2010	500	0,0014162 m. F.
II	„ „ „	10000	2610	0,0013496 „ „
III	„ „ „	9000	2400	0,0013241 „ „
IV	„ „ „	4020	1100	0,0012875 „ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,0013443 = 0,0013 m. F.

Condensator no. 3 vergeleken met condensator no. 2. Oppervlakte der stanniolbladen 1 cm².

	c_1	w_1	w_2	c_2
I	0,00035 m. F.	1220	1710	0,00025134 m. F.
II	„ „ „	2000	2750	0,00025622 „ „
III	„ „ „	1600	2220	0,06025391 „ „
IV	„ „ „	720	1000	0,00025365 „ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,00025378 = 0,00025 m. F.

Waarde van cond. no. 2 berekend door cond. no. 5 als constante aan te nemen c_1 = 0,0013 m. F.

	c_1	w_1	w_2	c_2	
I	0,0013 m. F.	400	2060	0,000278 m. F.	
II	„ „ „	570	2260	0,000328 „ „	
III	„ „ „	0,6555	3,7145	0,000237 „ „	met rheochord
IV	„ „ „	0,49381	3,87619	0,000171 „ „	„ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,000253 m. F.

Waarde van cond. no. 5 berekend door cond. no. 7 als constante aan te nemen.

	c_1	w_1	w_2	c_2
	0,004 m. F.	2330	7000	0,00132 m. F.
	„ „ „	1000	2920	0,00131 „ „
	„ „ „	700	2110	0,00132 „ „
	„ „ „	370	1120	0,00132 „ „
	„ „ „	400	1220	0,00132 „ „

't Gemiddelde van c_2 bedroeg 0,001316 m. F.

Ten slotte werd condensator no. 3 nog vergeleken met een luchtcondensator (van Spindler en Hoyer, Göttingen). Deze condensator bestaat uit 2 koperen schijven, waarvan één bevestigd was op drie zuiltjes, terwijl de tweede schijf op verschillende afstanden hierboven geplaatst kon worden. In 't midden der schijven waren koperen contacten aangebracht, waardoor zij met eene batterij verbonden konden worden. De afstand der bladen werd geregeld door barnsteen plaatjes.

De middellijn van de schijven bedroeg 17,945 cm.

Zij de capaciteit $= a \frac{D\,S}{4\,\pi\,c}$ $\quad a = {}^1/_9\ 10^{-11}$

$c =$ afstand der bladen $= 0{,}4$ cm.

$S =$ oppervlak.

en de tusschenstof lucht, zoodat $D = 1$.

Stellen wij nu de middellijn der schijven op 18 cm., dan is

$$\text{Capaciteit} = \frac{a\,\pi\,r^2}{4\,\pi\,c}$$

$$= \frac{9^2}{4 \times 0{,}4}\ {}^1/_9 .\ 10^{-11} = \frac{9}{1{,}6},\ 10^{-11} = 5{,}625,\ 10^{-11} \text{ Farad.}$$

$$= 5{,}625,\ 10^{-5} \text{ mF.}$$

$$= 5.\ 10^{-5} \text{ mF.}$$

Vergelijken wij nu de waarde van Condensator no. 3 met den luchtcondensator.

	c_1	w_1	w_2	c_2
I	0,00035	187	1221	0,0000536
II	„	150	1000	0,0000525
III	„	320	2100	0,0000533
IV	„	170	1200	0,0000496

Het gemiddelde voor den luchtcondensator bedroeg 0,00005225 mF. $= 5{,}10^{-5}$ mF.

Als combinatie werd nog ingevoerd een verbinding van condensator N⁰. 3 en N⁰. 2 met achterelkaarplaatsing der condensatoren.

Volgens formule $\frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2}$ blijkt de capaciteit van dezen condensator te zijn 0,0001458 mF. of 0,00015 mF.

Plaatsen wij nu de condensatoren, die bij de proeven gebruikt zijn, genummerd volgens hun capaciteit, dan krijgen wij de volgende serie.

Nummer van den condensator.	Capaciteit in mF.	
1	0,00015	
2	0,00025	
3	0,00035	
4	0,00059	
5	0,0013	
6	0,0039	Niet herijkt wegens een defect aan dezen condensator.
7	0,004	

CONCLUSIES.

Vergelijken wij nu ten slotte de energie, die voor verschillende prikkels noodig was, om eenen reflex op te wekken, dan blijkt, dat van de vier soorten prikkels, die toegediend werden, de electrische prikkel de gunstigste is. De proeven genomen met electrische prikkels zelfs in het warmere jaargetijde gaven oneindig veel betere uitkomst dan de proeven genomen met andere prikkels onder de meest geschikte omstandigheden.

De grootere gevoeligheid der huid, waargenomen door MARSHALL HALL, VOLKMANN en vooral door WUNDT op den voorgrond gebracht, volgens LANGENDORFF te vergeefs door GRÜNHAGEN weerlegd, acht ik volgens de resultaten mijner proeven onbewezen. De energie noodig, om door wortelprikkeling eenen reflex op te wekken, was 10—100 maal minder dan de energie, die noodig was om door prikkeling der huid eenen reflex op te wekken; ongeveer als de wortels gedroeg zich het centrale stuk van den n. vagus. Volgens mijn resultaten moeten de wortels als het meest prikkelbaar gelden, in de tweede plaats komen de sensibele zenuwen, inclusief de vagus, en in de derde plaats de eindorganen in de huid.

Het nut van summatie treedt, wat condensatorontladingen betreft, op den achtergrond. Door een enkelen inductie-slag wordt ongeveer nooit een reflex opgewekt, al moge de inductiestroom nog zoo sterk genomen worden, ja zelfs zoo sterk, dat hij vernietigend werkt op het praeparaat. In tegenstelling hiermee kan voor de zeer prikkelbare sensibele wortels in

het algemeen met eene enkele condensatorontlading worden volstaan, evenzoo voor den vagus. Alleen voor de huid waren meestal meerdere ontladingen noodig om eenen reflex op te wekken, vnl. bij het afnemen der prikkelbaarheid.

Echter konden wij met een geringer aantal ontladingen per seconde volstaan dan ZANIETOWSKI, die met 12 summaties per seconde de gunstigste resultaten kreeg, terwijl in mijn voorloopige proeven bleek, dat vijf opeenvolgende prikkels per seconde reeds onvoordeeliger waren dan twee of één. Doch ook zelfs dan liep de intensiteit, die benoodigd was zeer weinig uiteen. Daarenboven eindelijk vertoonden de huidreflexen, tot stand komend door één voldoend sterke ontlading, altijd een heftiger karakter dan die, welke door meerdere ontladingen waren gewekt, soms zelfs zoodanig, dat een inhibitie der reflexen volgde, die alleen te overwinnen was door het voltage te versterken.

Alle dus gronden, die er voor pleiten, dat de ongesummeerde prikkel ternauwernood zwakker mag worden genoemd dan de gesummeerde.

Uit deze verhouding meen ik te mogen afleiden, dat een condensator-ontlading reeds een summeerende werking uitoefent. Men wordt hierdoor onwillekeurig tot het vermoeden gebracht, dat de zenuw, al heeft zij een hoogeren weerstand en haast geen zelfinductie, toch tot een oscilleerende ontlading van een condensator aanleiding geeft.

Bij het afnemen der prikkelbaarheid was voor alle soorten van prikkels eene stijging der capaciteit noodig, terwijl bij het toenemen der prikkelbaarheid eene daling in capaciteit kon plaats hebben. De minimum-energie, die eenen reflex geeft, schijnt voor verschillende prikkels altijd van bepaalde afmetingen te moeten zijn, terwijl de quantiteit der toegediende energie nooit op den voorgrond treedt.

De energiecurve, gevonden voor het onderzoek van de electrische prikkeling van condensatoren van verschillende capaciteit en ook voor de mechanische prikkeling, die beiden

een minimum hebben, komen mij voor als standaard curven te kunnen fungeeren, die de minimumwaarde doen kennen.

De scala voor de werkzaamheid der diverse prikkels wordt in afdalende reeks: electrische, mechanische, thermische en chemische. Verreweg het krachtigst is de electrische prikkel, want hij kan, in ontzaglijk kleine hoeveelheid toegediend, eenen reflex verwekken; zelfs summatie is dan overbodig. Onder de overige prikkels treedt de mechanische prikkel het meest naar voren; waarschijnlijk is dit aan de wijze van onderzoek te danken, daar zooveel mogelijk de tastlichaampjes geprikkeld werden, en bij de twee andere prikkels de geheele voet aan de prikkeling werd blootgesteld, wat een buitengewoon groote prikkeloppervlakte leverde, die waarschijnlijk slechts voor een gering deel gebruikt wordt. Als zeker kan aangenomen worden, dat de werkelijke minimumwaarde voor den chemischen prikkel veel minder moet zijn dan voor den thermischen prikkel.

Een en ander schijnt mij biologisch verklaarbaar; de Rana temporia leeft op het land, de Rana esculenta in de slooten. Terwijl de Rana temporaria voortdurend te midden van mechanische prikkels verkeert, is de Rana esculenta hier ongeveer nooit aan blootgesteld en zal dus veel sterker op mechanische prikkeling antwoorden dan de eerste species. Beide soorten moeten dikwijls van temperatuur verwisselen, wanneer zij uit en in het water gaan, zoodat een gelijkvormigheid van de thermische, mechanische en andere prikkels uitgesloten is. Maar aan de beide andere vormen prikkels zijn de meeste kikvorschen in hun natuurstaat nooit blootgesteld. Ook LANGENDORFF [1]) neemt in zijn belangrijk werk over de reflexen, welk uiterst interessant werk mij eerst aan het eind mijner onderzoekingen in handen kwam, een nauw verband tusschen de reflexen en de levenswijze aan.

---

1) LANGENDORFF in NAGEL's Physiologie des Menschen, Bd. IV 1905 p. 260.

Laten wij ten slotte nog eene tabel volgen der minima voor verschillende prikkels benoodigd, om eenen reflex te geven.

KLEINSTE HOEVEELHEID ENERGIE.

SOORT VAN PRIKKELING.			ENERGIE IN ERGS.
1°.	Electrische	A. der sensibele wortels [1])	$0{,}03.10^{-4}$
		B. van den nervus vagus.	$0{,}17.10^{-4}$
		C. van de huid	$3{,}15.10^{-4}$
2°.	Mechanische	A. trillende harskorrel . .	212
		B. vallende kwikdruppel .	686
3°.	Thermische ($^1/_4$ gram calorie) . . .		$11{,}5.10^6$
4°.	Chemische (1,37 gram calorie) . . .		57.10^6

1) Peripherische prikkeling van den nervus ischiadicus $0{,}08.10^{-4}$ erg.

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

Ten onrechte beweert WUNDT, dat de prikkelbaarheid der huid grooter is dan die der sensibele wortels en zenuwen.

II.

Reflexprikkels behooren niet naar hun „quantiteit", maar naar hun energie te worden gemeten.

III.

Het is niet waarschijnlijk, dat er tijdens het leven tusschen de cellen van het Rete Malphighi spleten aanwezig zijn.

IV.

Orthostatische albuminurie is een bijzonder geval van een groep albuminurieën, veroorzaakt door renale læsie.

V.

Na het herkennen van tubair-zwangerschap, dient oogenblikkelijk operatief ingegrepen te worden.

VI.

Bij patella fractuur dient men de hechting op den voorgrond te stellen.

VII.

Het os trigonum is in aanleg een afzonderlijk skeletdeel met groote neiging tot versmelting met het os tali.

VIII.

Ten onrechte beweert KURTH, dat aan de door hem beschreven ziektegevallen een eigen ziektebeeld (Febris gastrica bremensis) toekomt.

IX.

Bij de epidemiologie der ziekten, veroorzaakt door bacteriën, in de literatuur bekend als: bac. paratyphi, bac. paracoli, bac. enteritidis, enz., dient men rekening te houden met de normale bacteriënflora in den tractus intestinalis van eenige onzer huisdieren.

X.

De groei van een beginnend carcinoom is multicentrisch.

XI.

De zoogenaamde net- en knopjesvormige keratitiden zijn waarschijnlijk klinische vormen van een lijden van 't corneaweefsel, dat berust op degeneratie en dat niet zelden familiair optreedt.

XII.

Vele der resultaten der ergographische onderzoekingen van FÉRÉ moeten anders uitgelegd worden dan door hem is geschied.

XIII.

Ten onrechte spreken sommige dermatologen over psoriasis luetica.

XIV.

't Is wenschelijk, dat in de pharmacopee voorgeschreven wordt, dat in apotheken antidiphtheritisch serum voorhanden zij.

---

e38823