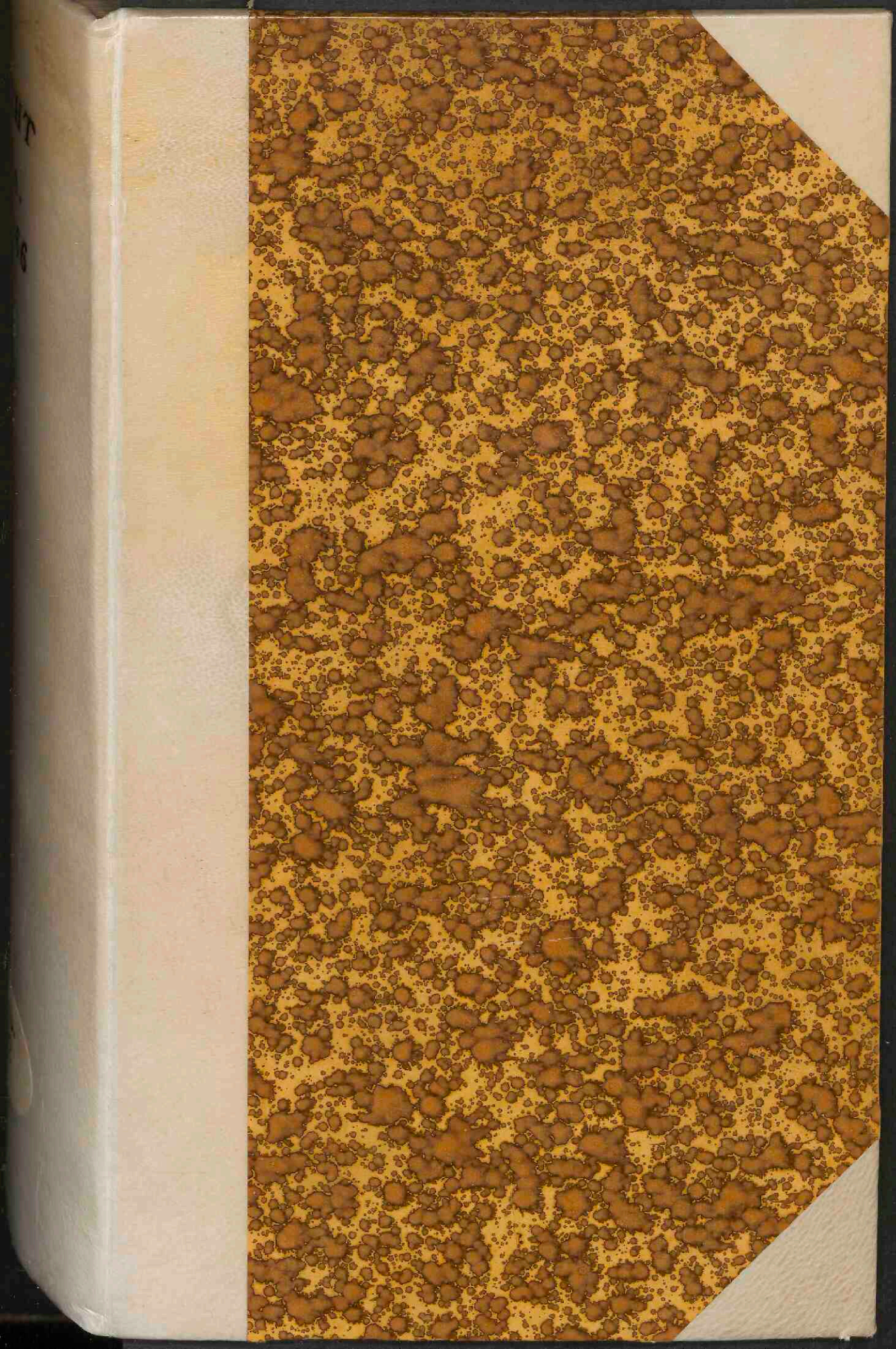
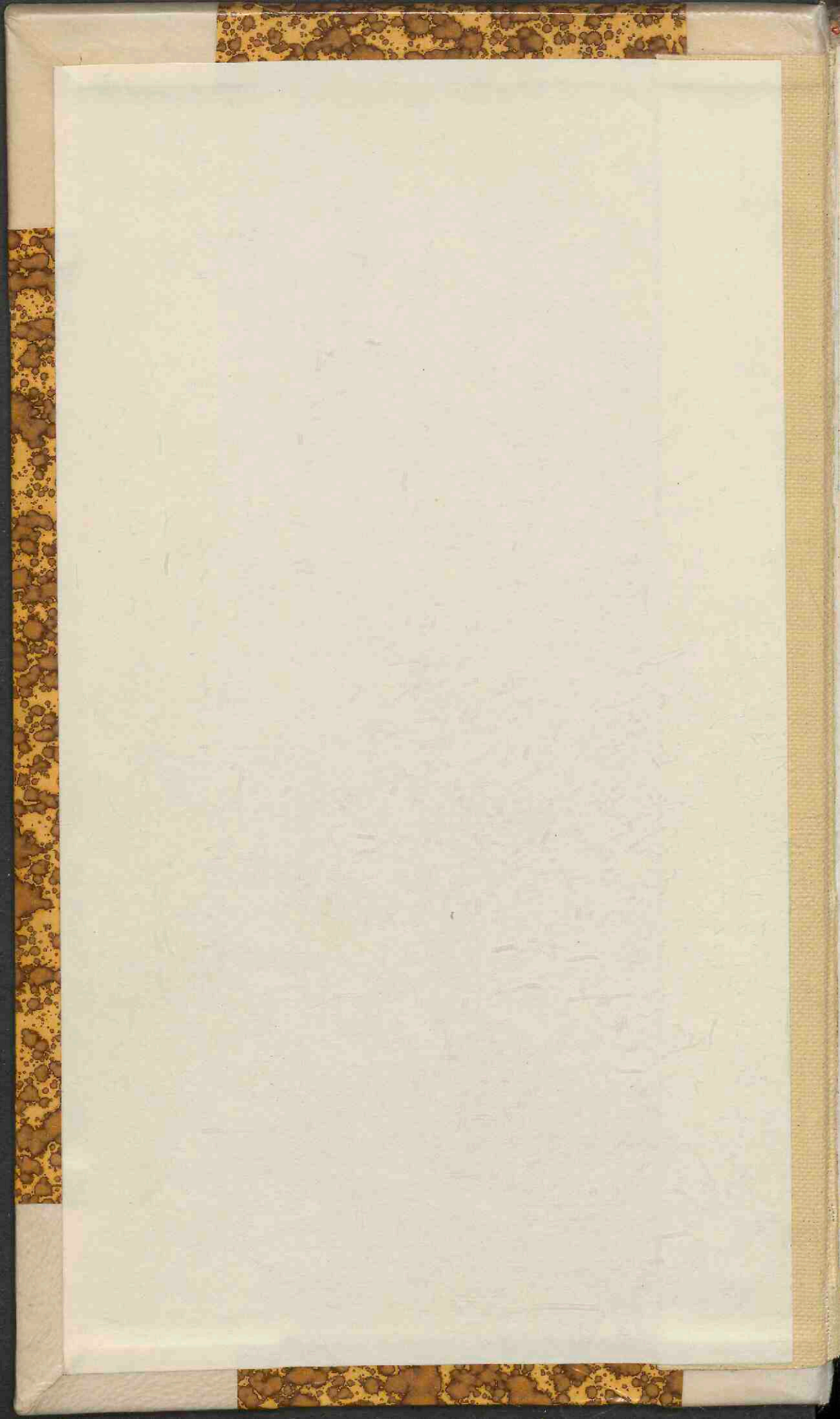


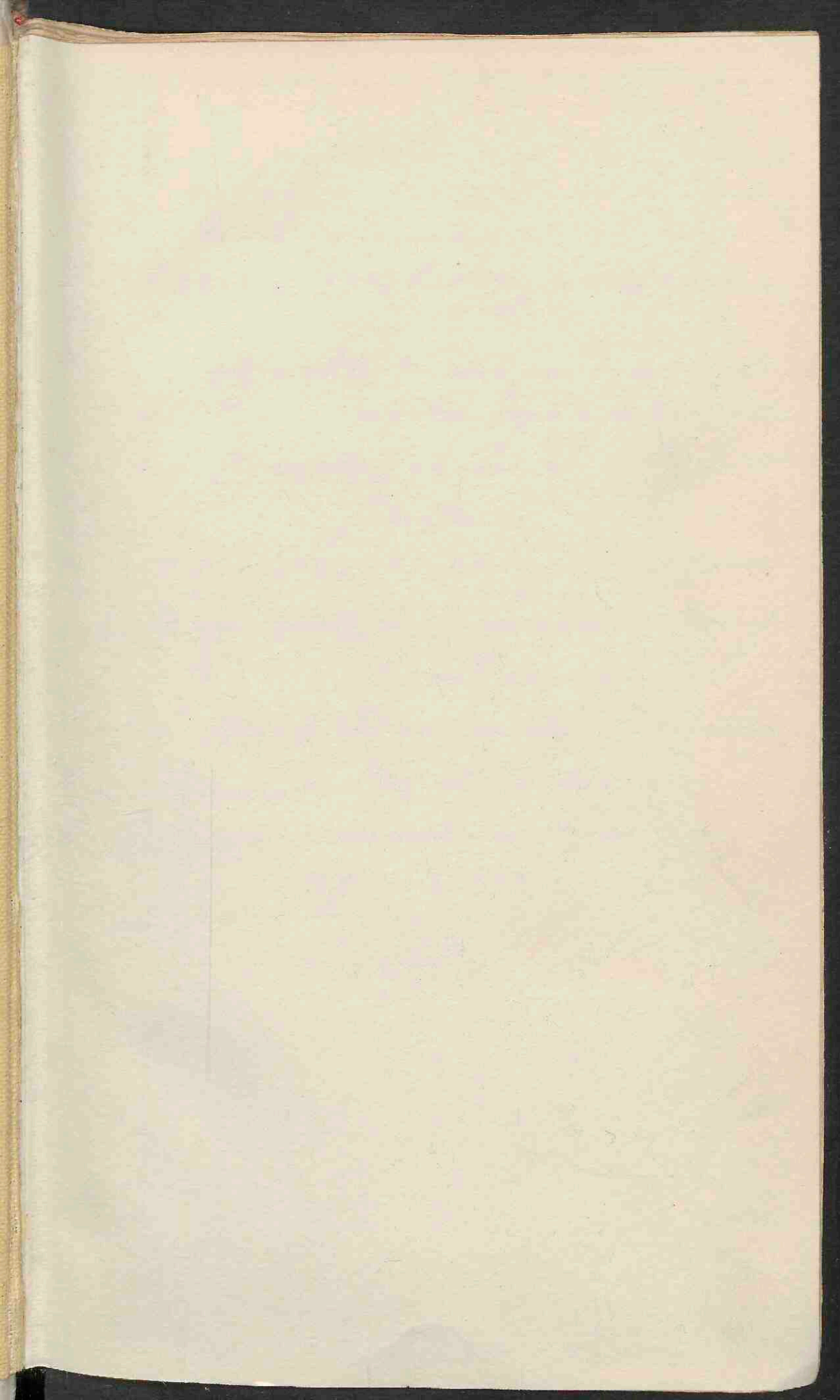


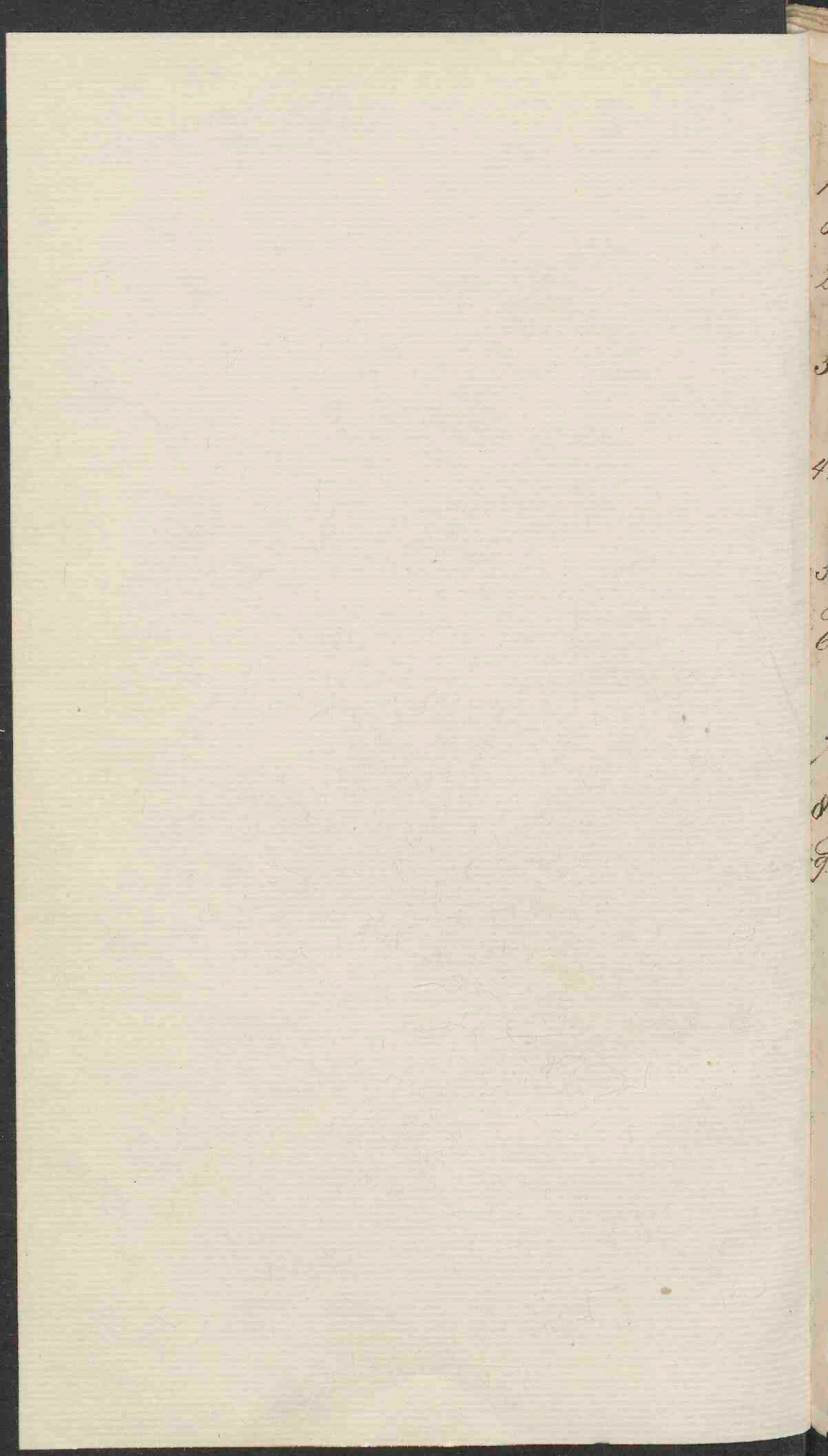
# De fysiologische tijd bij psychische processen

<https://hdl.handle.net/1874/288138>

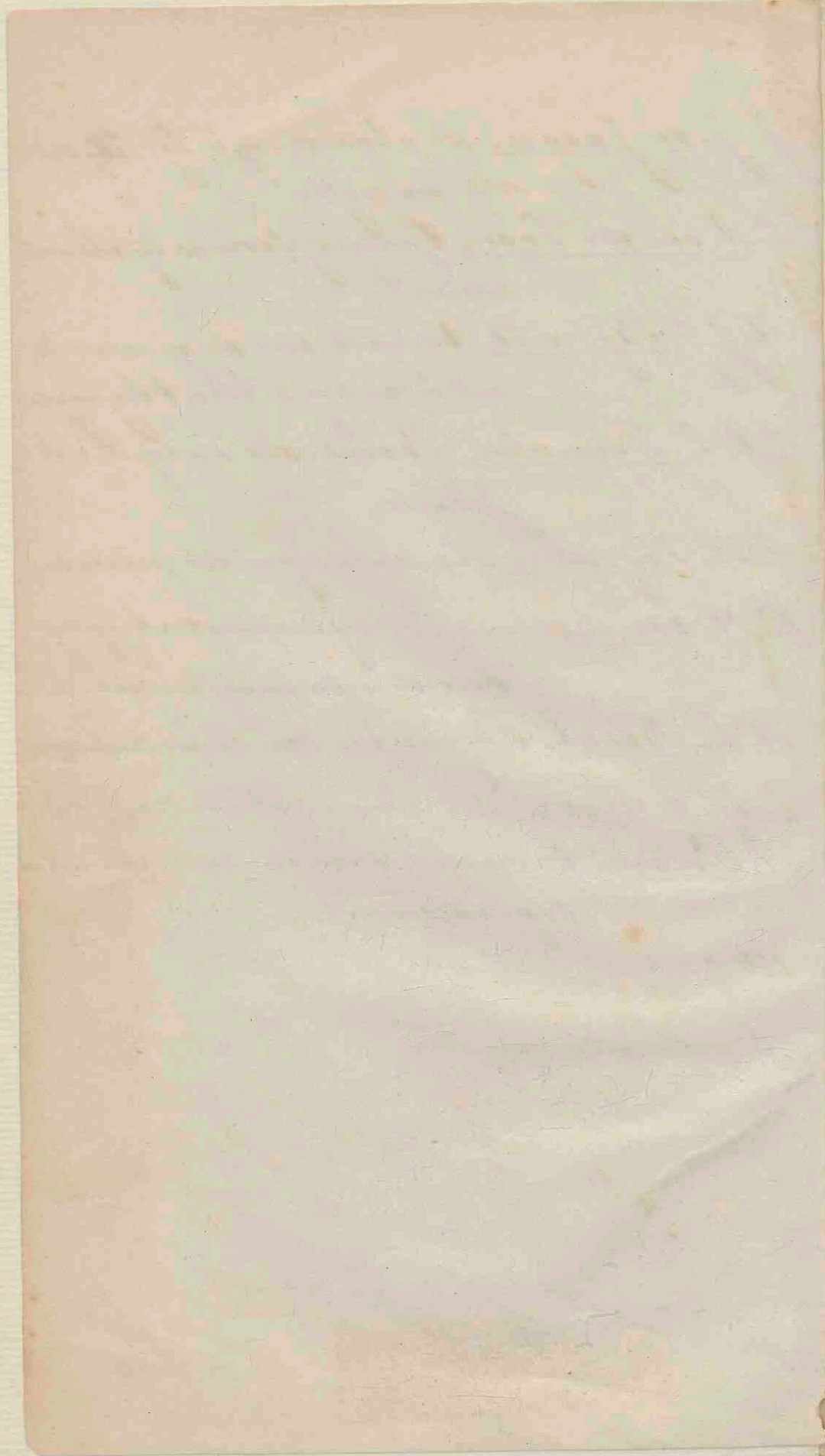








1. J. J. de Jaager, De physiol. tyd by <sup>179</sup>psychi-  
sche, processen.
2. P. A. van der Laan, Gerigtsfloornis by albumi-  
nurie.
3. H. J. Bijleveld, Verhand. over de geschillen  
met Frankryk. betr. Vliesingen.
4. J. C. L. Wijnmalen, Pascal-als beschryder der  
Jezuïten.
5. J. A. Vischer, Aandueringen in der prostata.
6. G. H. van Bolhuis, De eigendomsverkrigging  
door den commissjonair.
7. A. L. Boeck, Theorie van den Electr. Condensator.
8. J. W. de Groot, De Severo Alexandro.
9. A. Polak, Onderzoek naar den aard van het  
Cognoscement.



DE PHYSIOLOGISCHE TIJD

BIJ

PSYCHISCHE PROCESSEN.



RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



1295 0691

II

A qu 192 1865/66 II

DE PHYSIOLOGISCHE TIJD  
BIJ  
PSYCHISCHE PROCESSEN.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT,

NA MAGTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Mr. J. A. FRUIN,

GEWOON HOOGLEERAAR BIJ DE REGTSGELEERDE FACULTEIT,

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE GENEESKUNDIGE FACULTEIT,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

DOOR

JOHAN JACOB DE JAAGER,

Geboren te Oudorp,

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag den 1 Julij 1865, des avonds ten 7½ ure.



UTRECHT,  
P. W. VAN DE WEIJER.  
1865.

DE PHYSIOLOGIA ET

PSYCHOLOGIA

ET DE ANATOMIA

ET DE MEDICINA

ET DE CHIRURGIA

ET DE OBSTETRICIA

ET DE PNEUMATICA

ET DE ACOUSTICA

ET DE OPTICA

ET DE AERIS

ET DE TERRAE

ET DE AQUAE

ET DE IGNIS

ET DE COSMICA

ET DE METEORICA

ET DE ASTRONOMICIS



AAN

Mijne Ouders.



## V O O R W O O R D.



*Bij het verlaten der Academie is het mij een aangename plicht, mijn' dank te betuigen aan allen, die bijgedragen hebben tot mijne wetenschappelijke vorming, en mij in mijne pogingen tot het verkrijgen van den doctoralen graad welwillend hebben ondersteund.*

*Aan U, Hooggeleerde DONDERS, zeer geachte Promotor, zij in het bijzonder mijn dank gebracht, voor de hulp, mij bij het vervaardigen van dit proefschrift verleend.*

*Aan de Hoogleeraren LONGQ en VAN GOUDOEVER,*

—

gevoel ik mij zeer verpligt, zoo wel voor het theoretische  
onderwijs, als voor de praktische lessen, van hen aan  
het ziekbed genoten.

En gij, mijne Vrienden, in wier vertrouwelyken  
omgang ik mij mogt verheugen, vaartwel!

De volgende bladen bevatten eenige reeksen van proeven omtrent de geleidingssnelheid in de zenuwen en omtrent den tijd, tot het vormen van bepaalde voorstellingen en wilsuitingen in verband met die voorstellingen, vereischt. Die proeven zijn door mij verrigt in het physiologisch laboratorium, onder de leiding van Prof. DONDERS. Het denkbeeld tot deze proeven en de gevolgde methoden werden mij aan de hand gedaan door mijnen geachten Promotor, die ook zelf aan de proeven direct deel nam. Eenige mijner vrienden, wier namen bij de proeven zijn genoemd, hebben mij ook hunne medewerking verleend, waarvoor hun bij dezen dank zij toegebracht.



Prof. DONDERS heeft het voornemen, de proeven, waarbij de physiologische tijd van onderscheidene psychische processen wordt bepaald, verder voort te zetten. Het hier geloverde beschouwe men als eene eerste proeve op dit belangrijk gebied. Sommige der verkregene uitkomsten verdienen ook nog wel eene nadere controle. De toepassing op een grooter aantal personen, onderscheiden in temperament, in leeftijd en geslacht, en onder meer verschil van omstandigheden, wordt daarenboven gevorderd.

# ONDERZOEKINGEN

VAN

HELMHOLTZ, VAN HIRSCH EN VAN SCHELSKE.

---

De bepaling van de geleidingssnelheid in de zenuwen behoort uitsluitend aan de nieuwere physiologie. Wel had Haller zich hieromtrent reeds eene voorstelling gemaakt; maar, hoewel schijnbaar op experimentelen grond ontwikkeld, was zij geheel willekeurig. Vóór 28 jaren verklaarde Joh. Müller 1) niet alleen, dat wij geene kennis bezitten omtrent die geleidingssnelheid, maar hij voegde er bij: „Wir werden auch wohl nie die Mittel gewinnen, die Geschwindigkeit der Nervenwirkung zu ermitteln.“

In dit laatste opzigt heeft de toekomst hem schitterend gelogenstraft. Müller achtte den tijd, waarin eene ge-  
waarwording der uitwendige deelen naar hersenen en ruggemerg of van deze op de spieren werd overgebracht, „unendlich klein“, en deze voorstelling van schier oneindig snelle geleiding deed hem, bij de kortheid der zenuwstammen, wanhopen ze ooit te kunnen meten. Eene aannemelijke theorie der zenuwgeleiding ontbrak destijds geheel en al; maar welke deze ook zijn mogt, eene schier oneindig snelle voortplanting scheen de conditio sine qua non te zijn.

---

1) Handbuch der Physiologie, Bd. I. S. 685.

Het was eene der eerste uitkomsten van de onderzoekingen van E. du Bois-Reymond 1), dat de voortplanting in de zenuwen als de voortplanting niet van een' stroom, maar van zekere electro-motorische werkingen, waarschijnlijk met verplaatsing van moleculen kon worden opgevat, waarbij eene veel geringere voortplantingssnelheid dan die van licht of van electrische stroomen mogt worden voorondersteld.

De beroemde physioloog dacht dan ook al spoedig aan eene bepaling dier geleidingssnelheid.

In de zitting der „physikalischen Gesellschaft, zu Berlin,” van 7 Maart 1845, zette hij het plan uiteen van eene meting der snelheid van de spier- en de zenuw-werking, zoo als ons door Albert von Bezold 2) wordt medegedeeld. Hij citeert hierbij de volgende woorden uit de *Revue scientifique et industrielle*, 1846 XXVII p. 82: „M. du Bois Reymond a communiqué le projet d'une méthode servant à déterminer par l'expérience, la vitesse de propagation du principe nerveux et celle de l'action des muscles. Cette méthode repose essentiellement sur le principe indiqué par M. Pouillet, pour mesurer, à l'aide d'un mode d'action particulier du courant électrique, des espaces de temps extrêmement courts. Il n'y a qu'à faire en sorte que le courant soit interrompu par l'effet et à l'instant même de la contraction, qui a été excitée par l'établissement du circuit.”

Intusschen heeft du Bois-Reymond zijn plan niet tot uitvoering gebragt. Evenmin is het gebleken, dat het in zijn plan had lag, de spierzenuw op twee verschillende afstanden van de spier te irriteren, ten einde uit

1) Untersuchungen über thierische Electricität. B. I. Berlin. 1848.

2) Untersuchungen über die electrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig, 1861. S. 49.

het verschil van den tijd, die in de beide gevallen verliep, alvorens de spierzamentrekking volgde, de geleidingsnelheid in het tusschengelegen zenuwstuk af te leiden.

Helmholtz stelde zich dit laatste plan voor, en bragt het op de gelukkigste wijze tot uitvoering. Ieder kent thans zijn myographion, dat én den gang van de contractie der spier, bij één of meer inductie-slagen, én het tijdsverloop van de geleiding der zenuwwerkzaamheid leert kennen. En niet slechts op deze wijze, die het feit eener betrekkelijk langzame geleiding in de zenuw voor een ieder zoo duidelijk voor oogen stelt, maar ook naar Pouillet's meer naauwkeurige methode van tijdmeting, heeft Helmholtz die geleidingssnelheid in de spierzenuwen van den kikvorsch bepaald, en daarbij naar beide methoden genoegzaam dezelfde uitkomst verkregen: namelijk, die van eene geleidingssnelheid van 26,4 meters (Pouillet's methode) en 27,25 meters (myographion) in de secunde. Deze onderzoekingen zijn, evenals de daarbij gebruikte methoden, uitvoerig geboekt in Müller's Archiv. f. Anatomie u. Physiologie. 1850 S. 276 en 1852 S. 199.

In zeer korte bewoordingen is een ander niet minder gewichtig onderzoek van den genialen physioloog, waarmede ons onderwerp meer onmiddellijk in verband staat, medegedeeld. Het betreft de geleidingssnelheid in de gevoelszenuwen bij den mensch. Wij nemen de korte woorden, waarin die onderzoekingen zijn vervat, hier in hun geheel over, hoezeer dit reeds door von Bezold<sup>1)</sup> en door Schelske<sup>2)</sup> geschied zij, omdat het niet mogelijk is,

1) l. c. S. 61.

2) Archiv für Anat., Physiologie u. wissenschaftliche Medicin. Juli 1864 S. 151.

methode en uitkomsten beknopter en duidelijker te doen kennen. Na de bovenvermelde proeven op kikvorschen te hebben medegedeeld, gaat Helmholtz voort, als volgt:

„Die Nachricht von einem Eindruck, der auf das  
 „Hautendę empfindender Nerven gemacht ist, pflanzt sich  
 „mit einer zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen  
 „Individuen nicht merklich variirenden Geschwindigkeit  
 „von etwa 60 Mcter (180 Fuss) nach dem Gehirn zu  
 „fort. Im Gehirn angekommen, vergeht eine Zeit von  
 „etwa  $\frac{1}{10}$  Secunde, ehe der Wille auch bei der gespann-  
 „testen Aufmerksamkeit die Botschaft an die Muskelnerven  
 „abzugeben im Stande ist, vermöge welcher gewisse Mus-  
 „keln eine bestimmte Bewegung ausführen sollen. Diese  
 „Zeit variirt besonders nach dem Grade der Aufmerksam-  
 „keit bei verschiedenen Personen, und zu verschiedenen  
 „Zeiten bei derselben Person, und ist bei laxer Aufmerk-  
 „samkeit sehr unregelmässig und lang, bei gespannter  
 „dagegen sehr regelmässig. Nun läuft die Botschaft wahr-  
 „scheinlich mit derselben Geschwindigkeit nach den Mus-  
 „keln hin, und endlich vergeht noch etwa  $\frac{1}{100}$  Secunde,  
 „ehe der Muskel sich nach ihrer Empfangnahme in  
 „Thätigkeit setzt. Im Ganzen vergehen also von der  
 „Reizung der sensiblen Nervenenden bis zur Bewegung  
 „des Muskels  $1\frac{1}{4}$  bis zwei Zehntheile einer Secunde. Die  
 „Messungen werden ähnlich (nach der Pouillet'schen  
 „Methode) ausgeführt wie die an Froschen, die Zwischenzeit  
 „zwischen Reizung und Muskelwirkung betreffenden. Es  
 „wird einem Menschen ein ganz leichter electricischer Schlag  
 „an irgend einer beschränkten Hautstelle beigebracht, und  
 „derselbe ist angewiesen, wenn er den Schlag fühlt, so  
 „schnell es ihm möglich ist, eine bestimmte Bewegung  
 „mit der Hand oder den Zähnen auszuführen, durch  
 „welche der zeitmessende Strom unterbrochen wird. Es

„kann also nur immer die Summe der vorher bezeichneten  
 „einzelnen Zeiträume gemessen werden. Wenn wir aber  
 „den Eindruck auf die Empfindungsnerven von verschie-  
 „denen Hautstellen, dem Gehirn bald nahe bald entfernt  
 „ausgehen lassen, so ändern wir von der ganzen Summe  
 „nur das erste Glied, die Fortpflanzungszeit in den empfin-  
 „denden Nerven. Wenigstens dürfen wir wohl annehmen,  
 „dass die Vorgänge des Wahrnehmens und des Wollens  
 „im Gehirn in ihrer Dauer nicht wesentlich von dem Ort  
 „der getroffenen Hautstelle abhängen werden. Ich muss  
 „aber dies als eine nicht vollständig erwiesene Annahme  
 „anerkennen; erweisen lässt sich nur, dass sie nicht von  
 „der Empfindlichkeit der Hautstelle, oder etwa von  
 „bestimmten besondern physiologischen Beziehungen der-  
 „selben zu den zu bewegendem Muskeln abhängen. Der  
 „Verlauf in den motorischen Nerven und im Muskel ist  
 „schliesslich natürlich gleich. Wahrscheinlich gemacht  
 „wird unsere Deutung dadurch, dass der Zahlenwerth  
 „der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, wie er sich aus  
 „den verschiedenen Combinationen der Beobachtungen  
 „ergiebt, bei denen die Empfindung durch das Gehör,  
 „durch die Haut des Gesichtes, des Nackens, der Hände,  
 „des Kreuzbeins, der Füsse aufgenommen ist, hinreichend  
 „gut übereinstimmt. Es ergiebt sich, dass eine Nachricht  
 „vom grossen Zehen etwa  $\frac{1}{30}$  Secunde später ankommt,  
 „als eine vom Ohr oder Gesichte. Wenn man nun von  
 „der gemessenen Summe der einzelnen Zeiträume das  
 „abzieht, was den Nervenleitungen in den empfindenden  
 „und bewegendem Fasern angehört, und die aus andern  
 „Versuchungen bekannte Zeit, während welcher der Muskel  
 „sich in Bewegung setzt, so bleibt die Zeit übrig, welche  
 „im Gehirn vorgeht, um die von den Empfindungsnerven  
 „empfangene Depesche an die motorischen abzugeben.“

Bepalingen van de geleidingssnelheid in de gevoelszenuwen van den mensch, zijn daarna ook door Hirsch 1) en door Schelske 2) naar andere methoden in het werk gesteld. De uitkomsten wijken aanzienlijk af van die van Helmholtz. De door hen gevonden snelheid is nagenoeg gelijk aan de door Helmholtz voor de spierzenuwen van kikvorschen vastgestelde, en bedraagt slechts ongeveer de helft van de snelheid, door Helmholtz voor de gevoelszenuwen van den mensch gevonden. Wij laten hier, met eene korte beschouwing van hunne methoden van onderzoek, de verkregene resultaten meer in bijzonderheden volgen.

Hirsch gebruikte voor zijne onderzoekingen het door Hipp verbeterde chronoskoop van Wheatstone, waarin een wijzer, door een' aangetrokken magneet tegengehouden, zoo lang de stroom geopend blijft met bekende snelheid zich beweegt, zoodat uit den voortgang van den wijzer kan worden afgelezen, hoelang de stroom geopend bleef. 3)

Hij bepaalde den tijd, die er verloopt, alvorens na het inwerken van eene prikkel op het gehoor, op het oog of op de huid, door eene zamentrekking der hand daarop gereageerd kon worden.

Die tijd, welke vereischt wordt tot opneming van den prikkel, geleiding naar de hersenen, willekeurige overbrenging op beweegzenuwen, geleiding langs deze zenuwen en opvolgende spierzamentrekking, wordt door Hirsch de physiologische tijd genoemd. Terwijl de

---

1) Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen u. der Thiere, herausgegeben von Jac. Moleschott, 1863, IX, 13. Zweites Heft. S. 198.

2) l. c. S. 154 u. s. w.

3) Zie de nadere beschrijving van het werktuig bij Hirsch, l. c. p. 187.

prikkel op gehoor en gezichtsorgaan altijd op gelijken afstand van de hersenen geschiedt, kan voor deze zintuigen geene geleidingssnelheid in de zenuwen worden bepaald. Dit is alléén voor de gevoelszenuwen mogelijk. Wij deelen echter hier ook de door Hirsch verkregene resultaten mede, omdat wij soortgelijke proeven hebben verrigt.

Om den physiologischen tijd bij prikkeling op het gehoor te bepalen, gebruikte Hirsch eenen toestel, bestaande uit een soort van vork, welke langs eene verticale zuil op en neder kon worden bewogen. Op deze vork lag een kogel, welke viel, wanneer men op eene veer drukte, waardoor de vork zich zeer snel opende; te gelijker tijd werd de stroom door de scheiding van de beide einden van den vork afgebroken. De kogel valt eindelijk op een plankje en sluit door den stoot zelf den stroom.

Intusschen kan men het zoo inrigten, dat niet door den val zelf, maar door de hand van den waarnemer, op het oogenblik, waarop hij den val van den kogel hoort, de stroom gesloten wordt.

Het is gemakkelijk te begrijpen, dat, wanneer afwisselend beide methoden worden aangewend, met het onderscheid van de tijden, de physiologische tijd gevonden wordt.

Het resultaat van zijne onderzoekingen was als volgt:

Getal waarnemingen.	Physiologische tijd.	Waarschijnlijke fout.	Waarschijnlijke fout bij ééne waarneming.	Waarnemers.
81	0,1490	0.0029	0,0253	Hirsch.
32	0,1584			Maijer.
41	0,1620			G. Guillaume.
22	0,2015			Garnier.
23	0,2432			Desor.
11	0,2433			Hipp.



Men ziet hieruit, dat de voor de verschillende individus noodzakelijke tijd om te hooren en met de hand een signaal te geven, vrij belangrijk verschilt, in de verhouding van 5 : 8 ongeveer.

Bij de proeven over 't zien werd de door een' inductie-rol voortgebragte electriche vonk aangewend. Op 't oogenblik, waarop de vonk ontstond, werd de stroom afgebroken, en zoodra hij gezien werd, met de hand weër gesloten.

De uitkomsten zijn:

Aantal waarnemingen.	Physiologische tijd.	Waarschijnlijke fout.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarnemers.
49	0,1974	0,0023	0,0165	Hirsch. Droz.
49	0,2083	0,0021	0,0148	
46	0,2096			

Om den physiologischen tijd voor de gevoelszenuwen te bepalen, bediende Hirsch zich van eenen zwakken inductie-stroom. De proeven werden genomen bij prikkeling op onderscheidene ligchaamsdeelen, en hieruit bleek, dat de tijd verschilde met de lengte der zenuwbaan.

Aantal waarnemingen.	Physiologische tijd.	Waarschijnlijke fout.	Fout van ééne waarneming.	Waarnemers.
41	0,1733	0,0027	0,0176	Hirsch. door 't gelaat door de linker hand door de linker voet
43	0,1911	0,0022	0,0142	
57	0,1110	0,0018	0,0140	
59	0,1424	0,0028	0,0219	
61	0,1697	0,0029	0,0229	

G. Guillaume.

Deze laatste waarnemingen van Guillaume zijn de éénige, die in verband staan met de geleidingssnelheid in de zenuwen.

Hirsch laat zich hierover op de volgende wijze uit:  
 „Bei Vergleichung der auf Dr. Guillaume sich beziehenden Zahlen stellt sich der Unterschied der Transmission

„vom Gesichte zum linken Fusse als 0,0587.

„ „ „ zur „ Hand „ 0,0314 heraus,  
 „welche Zahlen vollkommen mit einander übereinstimmen,  
 „da augenscheinlich der Weg von der Hand zum Gehirn  
 „um etwas über die Hälfte der Entfernung von dem Fusse  
 „zum Gehirne beträgt.“

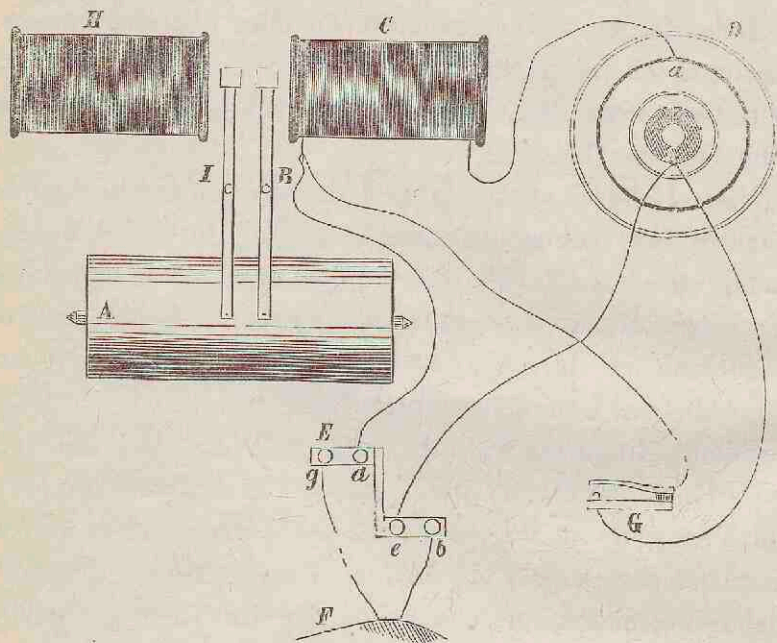
„Diese Uebereinstimmung und dabei die Verschiedenheiten der drei Beobachtungsreihen, die nun vieles bedeutender sind, als sich durch die mittlern Fehler jedes einzelnen erklären lässt, scheinen mit Recht darauf schliessen zu lassen, das die Ungleichheiten durch die verschiedene Länge der durchlaufenen Nerven bedingt werden. Indessen wäre es auch möglich, dass die verschiedenen innern Theile, namentlich das Rückenmark, im Vergleich zu den peripherischen Nerven, durch welche man den Strom geleitet hat, eine verschiedene Empfindlichkeit besitzen, welche neben der Entfernung vom Gehirn dazu beitragen könnte, die physiologische Zeit zu modificiren. Unter diesem Vorbehalte und indem man die Länge des Nerven-Verlaufs vom Fusse bis zum Gehirn gleich 2 Meter annimmt, würde man für die Leitungsschnelligkeit in den Gefühlsnerven etwa 34 Meter per Secunde erhalten.“

Schelske maakte van zijn verblijf te Utrecht, waar hij het Nederlandsch gasthuis voor ooglijders bezocht, tevens gebruik, om op de sterrewacht eenige onderzoe-

kingen te doen aangaande de voortplantingssnelheid in de gevoelszenuwen. Op die sterrewacht bevindt zich namelijk Krille's registreertoestel voor waarnemingen van sterrendoorgangen 1). Deze werd door Prof. Hoek ten dienste gesteld en liet zich voor het gewenschte doel gemakkelijk inrigten.

Wij nemen hier de schematische voorstelling van Schelske over.

Fig. 1.



A is een draaijende cylinder, waarop twee schrijfstiften I en B hare bewegingen opteekenen.

I is de schrijfstift, die door het astronomisch uurwerk wordt in beweging gebracht, hetwelk iedere seconde een'

1) De beschrijving van dezen toestel, gegeven door Peters in de *Astronomische Nachrichten* en in zijn werk: *über die Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen Altona und Schwerin*, is ook door Schelske l. c. overgenomen.

galvanischen stroom sluit, en door den electro-magneet H de basis van de stift doct aantrekken, zoodat de stift, draaijende om eene as bij I, met hare punt de seconden op den rol registreert. B is de schrijfstift die, tegenover de tijden, de waarnemingen moct noteren. C is de daartoe behoorende electro-magneet en D de constante batterij, bestaande uit clementen van Meidinger. Bij E bevindt zich een sleutel van du Bois, bij F de plaats der huid, bv. de voet, des waarnemers, die geprikkeld worden moct. G is een andere sleutel, door den waarnemer in de hand gehouden.

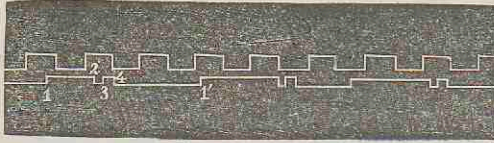
Is de sleutel E geopend, zoo gaat de stroom b over e F door de huid en door g d over C naar D. Is de sleutel geopend, dan gaat de hoofdstroom direct van c naar d, met onmerkbare afleiding door F.

De stroomsterkte werd nu zoo geregeld, dat bij sluiting in E de electromagneet C sterk genoeg werd, om den hefboomsarm der schrijfstift aan te trekken en vast te houden, zoo lang de stroom duurde.

Bij 't openen van den sleutel ontving de huid een merkbaeren slag; maar bij den grooten weêrstand in de huid was de stroom te zwak geworden, om de teekensstift aangetrokken te houden. Deze sprong dus weg op hetzelfde oogenblik, dat de huid van den waarnemer geprikkeld werd. Deze heeft den sleutel G in de hand, en sluit hiermede den stroom, langs h G C en a, zoodra hij den prikkel voelt. Hiermede wordt de electromagneet C weêr sterk genoeg, om de stift B aan te trekken, en de lengte der lijn, door de stift op den cylinder geschreven, terwijl die niet was aangetrokken, leert dus den tijd kennen, gedurende welken de stroom verzwakt was, d. i. den tijd, die er verliep tusschen de prikkeling der huid en het willekeurig sluiten met de hand

Onderstaande figuur is een afbeelding der verkregene

Fig. 2.



lijnen: de bovenste is die der seconden, de onderste die der waarnemingen. Op deze laatsten wordt bij 1 de stroom door den sleutel E gesloten; bij 2 wordt dezelfde sleutel zonder geruisch geopend en ontvangt de waarnemer den slag; bij 3 heeft hij door den sleutel G den stroom weêr gesloten; bij 4 deze sluiting weder losgelaten; bij 5 wordt de sleutel E weêr gesloten enz. Men ziet hieruit, dat de afstand van 2 tot 3 (in regte lijn van links naar regts gemeten) den tijd vertegenwoordigt, verloopende tusschen de irritatie en de sluiting door de hand. Die lijn blijkt zeer kort te zijn; de meting geschiedde dan ook onder een klein mikroskoop, waarmede een voldoende nauwkeurigheid te verkrijgen was.

Schelske deelt zijne uitkomsten in extenso mede. Wij bepalen ons tot het overnemen der door hem gevondene gemiddelden. Wij hebben daarbij de waarschijnlijke fout zoowel van iedere waarneming als van de gemiddelde der reeks berekend 1). Eindelijk hebben wij ook

1) Ten einde de waarschijnlijke fouten van de waarnemingen te berekenen, heeft Dr. Schelske van de volgende formules gebruik gemaakt.

Zij A de gemiddelde uit een serie van  $n$  waarnemingen,  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ , zoo is de middelbare fout

$$E = \sqrt{\frac{(\Delta - a_1)^2 + (\Delta - a_2)^2 + \dots + (\Delta - a_n)^2}{n - 1}}; \text{ de waar-}$$

schijnlijke fout van ééne waarneming is dan  $r = E \times 0,674897$ .

Dr. Schelske heeft echter verzuimd, de waarschijnlijke fout

de waarschijnlijke fout toegevoegd van het verschil der gemiddelden voor twee reeksen, bijv. van den voet en van de lies, op welk verschil het eigenlijk aankomt. Bij de berekening hebben wij de waarnemingen, die al te ver van de gemiddelde afweken, overal waar dit door Schelske geschiedde, verwaarloosd.

## A. VOET. EERSTE REEKS.

Serie.	Waarnemingen.		Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van iedere waarn. in sec.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde in sec.
	Gebruikte.	Verwaarloosde.			
I.	8	2	0,190	0,014	0,005
VIII.	14	1	0,203	0,011	0,003
IV.	11	1	0,221	0,009	0,003
V.	13	2	0,222	0,012	0,003

Gemiddeld 0,209 sec., met waarschijnlijke fout 0,002.

van de gemiddelde A der serie te berekenen, die natuurlijk veel kleiner is. Zij wordt gevonden als  $R = \frac{r}{\sqrt{n}}$ . Zijn vervolgens  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$  de gemiddelden van p verschillende series van waarnemingen, met de waarschijnlijke fouten  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_p$ , dan is natuurlijk weer de gemiddelde van die gemiddelden:

$\frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_p}{p}$ , terwijl de waarschijnlijke fout van

deze laatste is  $= \frac{1}{p} \sqrt{(R_1)^2 + (R_2)^2 + (R_3)^2 + \dots + (R_p)^2}$ .

Zijn eindelijk A en B de gemiddelden van onderscheidene reeksen terwijl  $R_a$  en  $R_b$  hunne waarschijnlijke fouten zijn, dan is de waarschijnlijke fout van het verschil  $A - B$ ,

$$R_{a-b} = \sqrt{(R_a)^2 + (R_b)^2}$$

## B. LIES.

Serie.	Waarnemingen.		Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van iedere waarn. in sec.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde in sec.
	Gebruikte.	Verwaar- loosde.			
II.	2	2	0,166	0,010	0,003
VII.	5	1	0,181	0,009	0,003
III.	4	1	0,182	0,015	0,004
VI.	15	0	0,188	0,014	0,004

Gemiddeld 0,179 sec., met waarschijnlijk foute 0,002.

Het verschil  $0,209 - 0,179 = 0,030$  sec. heeft nu eene waarschijnlijk foute 0,003 sec.

Voor eene lengte van 930 mm., zijnde de afstand bij Schelske van den voet tot aan de lies, geeft dit 31 meters in de seconde, met een waarschijnlijk foute van ongeveer 3 meters.

Derhalve is hier de waarschijnlijk foute slechts  $\frac{1}{10}$  van het resultaat en dus veel kleiner dan  $\frac{1}{4}$ , zooals Schelske meende.

## A. RUG. TWEEDE REEKS.

Serie.	Waarnemingen.		Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke foute van elke waarneming.	Waarschijnlijke foute van de gemiddelde.
	Gebruikte.	Verwaar- loosde.			
I.	12	0	0,173	0,013	0,004
II.	12	0	0,178	0,014	0,004
V.	14	0	0,177	0,017	0,005
VI.	14	0	0,163	0,011	0,003

Gemiddeld 0,173 sec. met de waarschijnlijk foute 0,002.

## B'. NEK.

Serie.	Waarnemingen.		G. gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van elke waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
	Gebruikte.	Verwaarloosde.			
III.	14	0	0,163	0,018	0,005
IV.	12	0	0,175	0,017	0,005
VII.	13	0	0,139	0,007	0,003
VIII.	15	0	0,137	0,009	0,002

Gemiddeld 0,154 sec., met waarschijnlijke fout 0,002.

Het verschil  $0,173 - 0,154 \text{ sec.} = 0,019 \text{ sec.}$  heeft een waarschijnlijke fout van 0,003 sec. Deze tijd geldt dus voor een lengte van 0,590 meter, geeft 31 meters per sec., met de waarschijnlijke fout van 5 meters. 1)

1) Wij hebben daar waar Schelske de laatste decimaal van de gemiddelden één te laag genomen heeft, dit veranderd.



## EIGEN ONDERZOEK.

---

### I. BEPALING DER VOORTPLANTINGSSNELHEID IN DE GEVOELSZENUWEN.

Bij de door ons genomene proeven stelden we ons voor, in de eerste plaats de voortplantingssnelheid in de gevoelszenuwen te onderzoeken.

De gevolgde methode wordt toegelicht door plaat I.

*a* stelt voor eene batterij, bestaande uit 4 kleine Grove'sche cellen, waardoor een constante stroom wordt voortgebracht, welke stroom van den positieven pool langs *b* naar den primairen rol geleid wordt, en langs *d* naar den sleutel *e*, om bij het sluiten van den nu geopenden sleutel *e*, langs *f* naar de electromagneet *A* te gaan, waarbij de schrijfstift *s*, draaijende om de as *x*, wordt aangetrokken, en de punt *p* van genoemde stift dus daalt. De stroom keert langs *k* tot de batterij terug.

Wordt de sleutel bij *f* geopend, dan wordt de schrijfstift niet langer door de electro-magneet aangetrokken, daar een verstelbaar veertje *v* hem naar boven voert, en ontstaat te gelijker tijd een stroom in den inductie-rol *c'*, welke stroom langs *i* en *k*, naar de poolsche wip

L en, naarmate van den stand van genoemde wip, langs  $m$  en  $m'$ , naar de einden der electroden  $n$  en  $n'$  geleid wordt. Plaatst men nu deze electroden op eenig gedeelte der huid, zoo wordt de openingsinductie-slag door de gevoelzenuwen waargenomen en de indruk daarvan naar de zenuw-centra voortgeleid. Op het oogenblik, dat deze prikkel wordt waargenomen, kan men door een' tweeden sleutel  $p$  den afgebroken constanten stroom langs  $n$   $n'$  weder sluiten, waarbij de electromagneet op nieuw wordt aantrokken. Uit de lengte der lijn, bij zijn' hooger en stand geschreven, leest men nu, bij bekende snelheid der omdraaijing, af, hoe lang de stroom is geopend gebleven, dat is hoeveel tijd er tusschen den prikkel der huid en de zamentrekking der hand verlopen is.

Ten einde de omdraaijingssnelheid te kennen, werd een uurwerk, waarvan de slinger elke twee seconden den stroom sloot, in verbinding gebragt met het electromagneet A. 1) Het bleek nu, dat de gang van den cylinder vrij onregelmatig was. Zelfs kon men niet aannemen, dat hij binnen het verloop van 2 sekunden geheel gelijk bleef; en het werd daarom noodig geacht, den stroom binnen kortere perioden te sluiten en af te breken. Dit geschiedde met behulp van een metronoom, 't welk met den electro-magneet B in verbinding stond. De metronoomslagen werden bij het begin en het einde van de proefnemingen naast het uurwerk geregistreerd, en de duur der metronoomslagen was hiermede naauwkeurig bekend.

De cylinder werd met wit papier bekleed, hetwelk

---

1) Eene beschrijving van het *Kymographion*, in verband met het uurwerk, gaf Dr. Brondgeest in het Archiv für die Holländische Beiträge zur Natur- und Heilkunde, herausgegeben von F. C. Donders I und W. Berlin. B. III S. 430.

2) L. c. p. 435 seqq.

daarna met eene dunne laag roet werd bedekt, door den cylinder boven een petroleum-vlam in eene ronddraaijende beweging te brengen. Na het einde van de proefnemingen, werden de tracés met eene oplossing van mastix in terpentijn gefixeerd. De gezochte waarden werden met een' daarvoor bestemden in millimeters verdeelden passer met nonius onder de loupe gemeten: vijftigsten van mm. konden daarmede worden afgelezen.

Ten einde uit de waarnemingen den tijd te berekenen, werd de lengte der curven, welke aan de proeven beantwoordde, gedeeld door die van het metronoom; uit die quotienten werd de gemiddelde berekend, vervolgens werd dit resultaat vermenigvuldigd met het quotient, dat men verkrijgt, wanneer men het aantal metronoomslagen in ééne minuut deelt op zestig seconden.

Geve de proef bv. a. mm. en het metronoom b. mm. voor ééne proef, terwijl het metronoom c slagen geeft in de minuut, dan is het tijdsverloop tusschen twee slagen van het metronoom  $\frac{60}{c}$  sec.

Om nu de a mm. der proef in tijd (t) over te brengen hebben we de evenredigheid

$$b : a = \frac{60}{c} : t, \text{ dus}$$

$$t = \frac{a}{b} 60$$

Alleen om de rekening te bekorten, hebben wij de de verschillende waarden van gemiddelden berekend als  $\frac{a}{b}$ , om daaruit ten slotte den gemiddelden tijd te berekenen.

Na aldus onze methode te hebben aangeduid, en de wijze te hebben aangegeven, waarop de berekeningen zijn

geschied, gaan we er toe over, eenige resultaten mede te deelen van de door ons genomen proeven.

De eerste reeks van waarnemingen deelen wij in extenso mede, in de orde, waarin de proeven werden gedaan:

Metronoom 114,5 slagen in 1', bij 't begin en het einde van de proef.

Iedere metronoom-slag beantwoordt dus aan eene tijdruimte van 0,524 sec.

## I. Voet.

## II. Lies.

## III. Lies.

## IV. Voet.

Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient in mm.	Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient in mm.	Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Metronoomslag in mm.	Quotient.
11,90	25,44	0,468	9,16	27,30	0,336	9,48	27,74	0,342	11,10	28,32	0,392
10,80	29,44	0,367	9,20	29,42	0,313	9,80	29,48	0,332	11,34	30,32	0,374
12,66	29,88	0,424	9,10	30,12	0,302	8,64	28,76	0,300	11,00	30,44	0,361
10,84	30,40	0,357	9,16	29,36	0,312	9,34	28,18	0,331	11,24	30,36	0,370
10,80	29,84	0,362	8,06	29,40	0,274	8,80	29,36	0,300	11,06	30,42	0,364
12,50	29,00	0,431	8,52	28,44	0,300	8,34	25,88	0,322	10,64	30,18	0,353
11,80	30,00	0,393	8,00	26,50	0,302	9,06	30,44	0,298	11,22	28,00	0,401
11,76	30,00	0,392	8,06	31,28	0,258	8,78	30,34	0,289	10,00	30,00	0,333
11,72	31,70	0,370	6,84	30,08	0,277	7,42	29,90	0,248	10,30	30,66	0,336
11,40	31,50	0,362	7,18	30,50	0,235	9,92	30,44	0,326	11,16	29,24	0,382
		3,962			2,859			3,088			3,666
gemiddelde	0,393		gemiddelde	0,286		gemiddelde	0,309		gemiddelde	0,367	
in seconden	0,206		in seconden	0,150		in seconden	0,162		in seconden	0,192	
Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,011		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,012		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,010		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,008	
Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003	

1) De verwaarloosde waarnemingen hebben wij met een \* aangeduid.

## V. Voet.

## VI. Lies.

## VII. Lies.

## VIII. Voet.

Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Metronoom-slag in mm.	Quotient.
10,71	28,26	0,379	9,30	28,36	0,328	9,18	28,56	0,321	11,10	27,94	0,397
11,06	31,00	0,357	9,64	29,92	0,322	9,51	28,12	0,338	10,00	31,10	0,322
10,84	30,66	0,354	11,28	29,72	0,380	8,24	26,62	0,310	10,46	31,54	0,332
10,84	31,62	0,343	8,84	30,00	0,295	9,70	29,70	0,327	10,78	30,74	0,351
9,64	26,06	0,370	9,08	29,74	0,305	9,84	30,24	0,325	11,68	30,32	0,385
10,64	28,84	0,369	9,58	29,84	0,321	9,83	30,32	0,324	9,44	25,20	0,375
11,00	28,72	0,383	9,00	26,84	0,335	10,28	30,16	0,341	12,60	29,48	0,427
*13,50	29,00	0,466	8,92	28,74	0,310	*10,72	26,40	0,406	10,84	27,82	0,390
10,32	28,70	0,360	9,36	29,08	0,322	10,24	29,54	0,347	11,06	28,26	0,391
8,82	29,00	0,304	9,16	29,46	0,311	9,60	29,76	0,323	9,70	28,56	0,340
		3,219			3,229			2,956			3,710
gemiddelde	0,358		gemiddelde	0,323		gemiddelde	0,328		gemiddelde	0,371	
in seconden	0,188		in seconden	0,169		in seconden	0,172		in seconden	0,194	
Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,012		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,008		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,011		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,011	
Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004	

## A. Voet.

Serie.	Waarnemingen.		Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming in sec.	W. arschijnlijke fout van de gemiddelde.
	Gebruikte.	Verwaarloosde.			
I.	10	0	0,206	0,011	0,004
IV.	10	0	0,192	0,008	0,003
V.	9	1	0,188	0,012	0,004
VIII.	10	0	0,194	0,011	0,004

Gemiddelde 0,195 sec. met waarschijnlijkste fout 0,002

## B. Lies.

Serie.	Waarnemingen.		Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout	
	Gebruikte.	Verwaarloosde.		van iedere waarneming in sec.	van de gemiddelde.
II.	10	0	0,150	0,012	0,004
III.	10	0	0,162	0,010	0,003
VI.	10	0	0,169	0,008	0,003
VII.	9	1	0,172	0,011	0,004

Gemiddelde 0,163 seconden met de waarschijnlijkste fout 0,002 sec.

Het verschil is  $0,195 - 0,163 \text{ sec.} = 0,032 \text{ sec.}$  met eene waarschijnlijkste fout van ruim 0,002 sec. Afstand van voet tot lies = 850 mm. Geeft dus eene voortplantings-snelheid van 26 el in de secunde, met eene waarschijnlijkste fout van 2 el.

II. SLUITING MET REGTER- OF LINKER HAND, NAAR  
GELANG VAN DE GEPRIKKELDE PLAATS.

Bij de nu volgende proefnemingen kon de stroom zoo wel met de regter als met de linkerhand gesloten worden.

De wijze, waarop dit geschiedde, wordt op pl. II, in verband met pl. I, aangeduid. De sleutels s en s' bestaan uit twee tegen elkander aangevoegde latjes ll en l'p, tusschen welke de draden c b, d c, en d' e', c' b', geïsoleerd verlopen. In 4 hebben de sleutels hun draaipunt; bij 5 is een elastieke klemband aangebracht, waardoor de sluit-stiften 3 en 3' tegen elkander worden gedrukt.

De kracht, noodig om de sluitstiften 3 en 3' van elkander te verwijderen, kon door het verschuiven van genoemden band voor beide sleutels gelijk worden gemaakt. De draden r" en r'" werden nu (op dezelfde wijze, als

dit op pl. I is voorgesteld voor de draden r en r') met den sleutel e verbonden.

De Pohlsche wip L kon voorts zoodanig gesteld worden, dat of alleen met de regter of met de linkerhand de stroom te sluiten was. Maar wanneer men met beide handen te gelijk drukte, werd de stroom niet gesloten, en, bijgevolg, het met de electro-magnecet A in verband staande schrijfpennetje evenmin aangetrokken, als wanneer volstrekt niet gedrukt werd.

Op pl. II is de wip zoodanig gesteld, dat men alleen met den sleutel s den stroom kan sluiten.

Wanneer men nu, door het drukken op den sleutel s, de sluitstiften 1 en 2 met elkander verbindt, dan gaat de stroom langs a, b van c naar d, om langs e, f door de sluitstift 3', langs g, h naar de Pohlsche wip L te gaan; van daar gaat hij op de vroeger beschrevene wijze (pl. I) naar de uiteinden der electroden n' en n.

Men kan nu met de regterhand den stroom niet sluiten, doordien men, bij het openen van de sluitstift bij 3', den stroom afbreekt.

Met beide sleutels s en s' kan men dit evenmin doen, daar dan op dezelfde wijze de geleiding bij 3' wordt opgeheven.

Wordt de Pohlsche wip voor de regterhand gesteld, dan geldt, mutatis mutandis, hetzelfde.

Wanneer, namelijk, de sleutel s' gesloten wordt, en daardoor de sluitingstiften 1' en 2' met elkander verbonden worden, dan gaat de stroom van a', b' langs c', d' en e', f' naar g', h', waarlangs hij naar de Pohlsche wip terugkeert.

Wil men nu met den sleutel s den stroom sluiten, door de sluitstiften 1 en 2 met elkander in verbinding te brengen, dan wordt bij 3, op dezelfde wijze als wij bij 3' gezien hebben, de stroom afgebroken, en de geleiding naar de Pohlsche wip onmogelijk gemaakt.

Uit eene korte beschrijving van de wijze, waarop de proeven genomen werden, zal het doel, hetwelk we ons voorstelden te bereiken, nader blijken.

De uiteinden der electroden n' en n (verg. plaat I) werden aangelegd op de huid der beide voeten onder de malleoli externi.

De openings-inductie-slag werd nu afwisselend op den regter of linker voet aangebracht, wat door het omzetten van de Pohl'sche wippen z en w gemakkelijk konde geschieden.

Wanneer men den inductie-slag op den regter voet waarnam, sloot men met den regter sleutel s' den stroom; omgekeerd had dit voor den linker voet met den linker sleutel s plaats.

Gedurende de proeven werden de oogen gesloten, zoodat men niet wist, op welken der beide voeten men den prikkel zou ontvangen.

In eene bepaalde volgorde, werden deze proeven afgewisseld 1) met die, waarbij men wist, op welken voet de openings-inductie-slag zou worden aangewend.

Door deze proefnemingen kan men den *physiologischen tijd* bepalen, noodig om op een' gevoels-indruk te reageren,

---

1) Het is bekend, dat het oogenblik van aantrekken en loslaten der magneten met de stroomsterkte en met het magnetisch blijven van den electro-magneet een verschillend retard ondergaat. Daarom zijn de gevondene waarden geene absolute waarden. Maar daarom ook moeten, om bij tweërlei afwisselende proeven aan de verschillen althans eene absolute waarde te geven, die tweërlei proeven in zoodanige orde op elkander volgen, dat de gedurende de proefneming in den keten ontstaande veranderingen zich over de beide soorten gelijkelijk verdcelen. De proeven werden bv. in de volgende orde genomen: a. 10. b. 10. b. 10. a. 10. a. 10. b. 10. b. 10. a. 10.



wanneer men zich vooraf rekenschap moet geven, wáár die heeft plaats gehad.

Het verschil in tijd, tusschen de proeven, waarbij men *niet* wist, waar men den prikkel zoude ontvangen, en *dien*, waarbij men dit wél wist, is dan gelijk aan de snelheid, waarmede men zich van de plaats van prikkeling rekenschap geeft, en door eene daaraan beantwoordende beweging er op terugwerkt.

Vóóraf echter was het noodig te bepalen, of men met beide handen den stroom even spoedig konde sluiten.

We deelen de hieromtrent verkregene resultaten het eerst mede, om daarna *in extenso* eene serie te geven van de op de bovengenoemde wijze genomene proeven.

## LINKERHAND.

*Voet.*

Metronoom-slagen 115 in de 60 sec.

Series	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in in seconden.
III.	10	0	0,205
VI.	10	1	0,231
Gemiddelde 0,218 sec.			

*Lies.*

I.	10	0	0,162
VIII.	11	0	0,158
Gemiddelde 0,160 sec.			

Verskil = 0,058 sec.

Geeft, bij den afstand van 850 mm. van den voet tot aan de lies, eene snelheid van 14,65 el in de seconde.

## REGTERHAND.

*Voet.*

Series.	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden.
IV.	9	0	0,210
V.	8	1	0,217
			Gemiddelde 0,213 sec.

*Lies.*

II.	10	0	0,148
VII.	9	0	0,169
			Gemiddelde 0,159 sec.

Vershil 0,054 sec. Geeft eene snelheid van 15,74 el in 1.

Het verschil tusschen linkerhand en regterhand is gelijk aan  $0,218 - 0,213 = 0,005$  sec., voor den voet.

Bij de lies is dit verschil  $0,160 - 0,159 = 0,001$  sec.

Proeven genomen op den 26 April. Aantal metronoomslagen 115 in de 60 sec.

## LINKERHAND.

*Voet.*

Series.	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden.
III.	9	1	0,204
VI.	10	0	0,220
			Gemiddelde 0,212 sec.

*Lies.*

I.	10	0	0,172
VIII.	10	0	0,191
			Gemiddelde 0,182 sec.

Vershil 0,030 sec. Geeft eene snelheid van voortplanting van 28,07 m. in 1".

## REGTERHAND.

*Voet.*

Series.	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden
IV.	10	0	0,212
V.	10	0	0,214
Gemiddelde 0,213 sec.			
<i>LIES.</i>			
II.	9	1	0,166
VII.	10	0	0,170
Gemiddelde 0,165 sec.			

Verskil 0,048 sec.

Geeft eene snelheid van 17,72 el in 1".

Bij den voet is het verschil tusschen linkerhand en regterhand =  $0,212 - 0,213 = -0,001$  sec.

Bij de lies bedraagt dit:  $0,182 - 0,165 = 0,017$  sec.

c. Proeven, genomen den 2 Mei. Metronoom-slagen 110 in de 60 seconden.

## LINKERHAND.

*Voet.*

Series.	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden.
IV.	11	0	0,196
VIII.	10	0	0,206
XII.	10	0	0,206
Gemiddelde 0,203 sec.			
<i>Lies.</i>			
II.	11	0	0,171
VI.	10	0	0,171
X.	10	0	0,185
Gemiddelde 0,175 sec.			

Verskil 0,028. Geeft eene snelheid van 30,35 el in 1'.



weinig af van de vroeger (bl. 21) verkregene; zij sluit zich daarenboven aan de uitkomsten van Hirsch en Schelske. De waarschijnlijke fout, voortvloeiende uit waarnemingen op onderscheidene dagen, blijkt echter zeer groot te zijn.

Wat in de tweede plaats, de sluiting met regter- en linkerhand betreft, vonden wij:

## PHYSIOLOGISCHE TIJD.

Prikkeling.	Linkerhand.	Regterhand.	Vershil.
a. <i>Voet.</i>	0.218	0.213	0.005
<i>Lies.</i>	0.160	0.159	0.001
b. <i>Voet.</i>	0.212	0.213	— 0.001
<i>Lies.</i>	0.182	0.165	0.017
c. <i>Voet.</i>	0.203	0.182	0.021
<i>Lies.</i>	0.175	0.165	0.010

Gemiddeld wordt bij gelijke plaats van irritatie met de linkerhand dus slechts 0.009", dat is nog geen  $\frac{1}{100}$  sec., de stroom later gesloten dan met de regter.

Wij hebben ons ook met de beschrevene dubbele sleutels overtuigd, dat bij gelijktijdige wilsuiging op regter- en linkerhand beide ook zoo goed als gelijk gesloten worden: de magneet blijft dan, namelijk, in meer dan 0.9 der gevallen in rust, doordien de eene hand den stroom afbreekt juist op het oogenblik dat de andere hand hem sluit.

Na aldus gezien te hebben, dat sluitingen met regter- en linkerhand vergelijkbaar zijn, gaan wij over tot de proeven, waarbij het verschil in tijd te vinden was, naarmate men al of niet wist, aan welke zijde de malleolus zou worden geïrriteerd. Die proeven zullen nog nader leeren, dat de tijden voor sluiting met regter- en linkerhand niet merkbaar verschillen.

Metronoom-slagen = 111 in 1'. Waarde van iederen metronoom-slag 0,540 sec.

I.  
RECHTERHAND.  
*Plaats bekend.*

II.  
LINKERHAND.  
*Bekend.*

Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.	Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.
8.44	25.40	0.332	9.70	25.20	0.385
10.00	27.20	0.368	10.40	27.00	0.385
9.04	27.00	0.335	11.00	26.80	0.410
11.06	27.00	0.410	12.30	27.00	0.456
10.66	27.10	0.393	10.70	25.80	0.415
8.60	24.60	0.350	10.00	25.70	0.389
11.36	27.00	0.421	11.70	26.00	0.450
8.24	26.70	0.309	10.30	26.40	0.390
10.60	26.84	0.395	10.30	25.60	0.402
			9.80	25.20	0.389
		3.313			4.071
	Gemiddelde in secunden	0.368 0.199		Gemiddelde in secunden	0.407 0.220
	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0.014		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0.010
	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0.005		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0.003

III.  
*Plaats onbekend.*

IV.  
*Onbekend.*

Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.	Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.
12.66	23.80	0.532	12.50	24.20	0.516
*9.20	24.46	0.335	13.40	24.82	0.540
10.00	23.42	0.427	12.00	23.80	0.504

III.  
*Plaats onbekend.*

 IV.  
*Onbekend.*

Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.	Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.
12.00	24.90	0.482	12.56	23.96	0.524
11.90	24.40	0.488	12.20	23.16	0.527
10.70	23.10	0.463	12.00	24.80	0.484
11.30	24.40	0.463	13.60	24.30	0.560
11.40	24.10	0.473	13.70	24.18	0.567
13.50	25.90	0.521	13.26	23.56	0.563
12.30	24.40	0.500	10.80	23.80	0.454
14.18	24.80	0.572	11.00	25.30	0.436
*15.30	23.90	0.640	12.46	24.70	0.500
13.00	25.30	0.514	12.48	24.80	0.503
10.50	24.70	0.425	13.60	24.20	0.562
13.50	25.10	0.538	13.20	24.20	0.545
10.00	23.00	0.435	11.20	22.50	0.498
10.50	23.30	0.451	13.40	24.40	0.550
10.64	24.30	0.438	12.32	24.90	0.495
12.44	24.00	0.518	13.50	24.10	0.560
			12.60	24.80	0.508
			13.40	23.20	0.578
		8.240			10.974
	Gemiddelde	0.485		Gemiddelde	0.523
	in seconden	0.262		in seconden	0.262
	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0.015		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0.015
	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0.004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0.003

V.  
RECHTERHAND.  
*Plaats bekend.*

VI.  
LINKERHAND.  
*Bekend.*

Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.	Physiologische tijd, in mm.	Waarde van iederen metronoomslag, in mm.	Quotient.
8,40	24,50	0,343	8,42	23,14	0,364
10,90	26,60	0,410	8,24	24,50	0,336
10,10	25,60	0,395	9,50	25,00	0,380
10,20	26,00	0,392	8,00	23,60	0,339
9,80	24,30	0,403	8,60	23,00	0,374
9,20	25,30	0,364	8,76	24,32	0,360
8,40	24,60	0,341	9,40	25,30	0,332
11,00	24,20	0,455	8,48	24,00	0,353
8,60	23,20	0,371	9,40	25,30	0,332
8,80	24,00	0,367	9,80	24,30	0,403
		3,841			3,573
	Gemiddelde in seconden	0,384		Gemiddelde in seconden	0,357
	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,012		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,009
	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003

RECAPITULATIE.

BEKEND.

*Rechterhand.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
I.	9	0	0,199	0,014	0,005
V.	10	0	0,207	0,012	0,004

Gemiddelde 0,203 sec. met waarschijnlijkste fout 0,003 sec.



*Linkerhand.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
II.	10	0	0,220	0,010	0,003
VI.	10	0	0,193	0,009	0,003

Gemiddelde 0,206 sec., met waarschijnlijk foute 0,002 sec.

Gemiddelde van rechter- en linkerhand wanneer het bekend is, wáár de indruk zal ontstaan, 0,205 sec., met waarschijnlijk foute van 0,002 sec.

## O N B E K E N D.

Series.	Gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde, in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
III.	17	2	0,262	0,015	0,004
IV.	21	0	0,282	0,015	0,003

Gemiddelde 0,272 sec., met waarschijnlijk foute 0,003 sec.

Verskil in tijd tusschen de waarnemingen, waarbij men wist, waar men den prikkel zou ontvangen en die, waarbij men dit niet wist, = 0,066 sec., met waarschijnlijk foute van 0,004 sec.

### III. PHYSIOLOGISCHE TIJD, BIJ LICHTSINDRUKKEN IN 'T ALGEMEEN.

Uit eene beschrijving van pl. II zal de door ons gevolgde methode blijken. De lichtbron bestaat uit eene moderateur-lamp L, geplaatst in de bekende lantaarn van Duboscq, voor de proeven met electrisch licht. In den koperen cylinder is bij O eene opening.

De hefboom h, welke in d zijn draaipunt heeft, heeft

op de plaat zoodanigen stand, dat het licht door de opening o kan uitstralen.

Door eene geringe draaijing om het punt d, wordt de opening door het plaatje p gesloten, juist op het oogenblik, dat het stiftje i van dat plaatje in het kwikbakje k gedompeld wordt, en de stroom dus gesloten wordt.

De draden f' en h' worden in verbinding gebragt met de electro-magneet A (vergelijk pl. I).

De stroom kan nu van de batterij a, langs f', naar de electro-magneet A gaan, om langs h' door de Pohlsche wip W, naar het draaipunt d van den hefboom h te komen.

Langs den van koper vervaardigden hefboom keert de stroom langs z naar de batterij terug.

Bij de genomene proeven waren de draden a h en a' h', welke aan de Pohlsche wip L bevestigd zijn, op dezelfde wijze met de Pohlsche wip W verbonden.

De waarnemer plaatste zich nu voor den beschreven toestel, het oog onafgewend op het plaatje vóór de opening o gevestigd. Plotseling en onverwacht werd nu door een assistent, door een slag op den arm van den hefboom, deze naar boven gevoerd, waardoor het licht door de opening o in het oog van den waarnemer viel, en tegelijk de stroom werd afgebroken.

De waarnemer sloot na het zien van het licht zoo spoedig mogelijk den stroom weder met een der sleutels s of s', al naarmate van den stand van de wip W.

De inrigting met de twee sleutels diende, om later vergelijkende proeven te doen, waarbij, naar gelang van de kleur van het licht, met de rechter- of met de linkerhand zou moeten gesloten worden

Wij deelen nu de resultaten mede, verkregen bij de bepaling van den physiologischen tijd van lichtsindrukken, waarbij wij ons van rood en wit licht bediend hebben.

Proeven, door mij zelven genomen.  
29 Mei. Metronoom-slagen 112 in 1'. Duur van iederen  
metronoom-slag = 0,536 sec.

I.	II.	III.	IV.
REGTERHAND,	LINKERHAND.	REGTERHAND.	LINKERHAND.
<i>(rood licht.)</i>	<i>(rood licht.)</i>	<i>(wit licht.)</i>	<i>(wit licht.)</i>

Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.
9,36	24,42	0,379	9,76	24,20	0,403	8,40	24,40	0,385	8,40	22,80	0,368
8,00	24,36	0,328	7,00	24,56	0,285	9,80	24,00	0,408	7,60	22,40	0,339
10,16	24,80	0,410	7,10	24,30	0,292	7,66	23,90	0,320	7,40	21,60	0,343
7,16	25,16	0,285	7,16	24,16	0,296	6,20	24,00	0,250	6,40	21,10	0,303
8,44	25,16	0,335	9,50	24,00	0,396	6,00	23,00	0,261	8,56	21,60	0,396
7,84	25,50	0,307	8,80	25,00	0,352	7,70	22,24	0,346	7,40	22,00	0,336
6,90	24,70	0,271	9,34	24,30	0,384				6,56	21,84	0,300
									8,60	21,80	0,349
		2,315			2,408			1,970			2,734
Gemiddelde		0,331	Gemiddelde		0,344	Gemiddelde		0,328	Gemiddelde		0,342
Gemiddelde in sec.		0,177	Gemiddelde in sec.		0,184	Gemiddelde in sec.		0,176	Gemiddelde in sec.		0,183
Waarschijnlijke fout van ééne waarneming		0,018	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming		0,019	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming		0,023	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming		0,011
Waarschijnlijke fout van de ge- middelde		0,006	Waarschijnlijke fout van de ge- middelde		0,007	Waarschijnlijke fout van de ge- middelde		0,009	Waarschijnlijke fout van de ge- middelde		0,004

V. VI. VII. VIII.  
 REGTERHAND. LINKERHAND. REGTERHAND. LINKERHAND.  
*(wit licht.)* *wit licht.)* *(rood licht.)* *(rood licht.)*

Physiologische tijd.	REGTERHAND. <i>(wit licht.)</i>		LINKERHAND. <i>wit licht.)</i>		REGTERHAND. <i>(rood licht.)</i>		LINKERHAND. <i>(rood licht.)</i>				
	Waarde van iederen metronoomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederen metronoomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederen metronoomslag in mm.	Quotient.			
7,30	21,20	0,344	7,80	21,14	0,369	8,00	21,20	0,377	7,50	21,10	0,355
7,50	22,00	0,341	9,24	21,20	0,436	9,00	22,76	0,395	7,70	21,90	0,352
8,76	22,70	0,386	7,40	20,40	0,363	7,60	22,20	0,342	6,70	22,60	0,296
7,40	21,40	0,344	7,10	20,50	0,346	8,56	21,40	0,400	6,20	21,40	0,290
8,40	22,30	0,377	8,20	20,36	0,403	9,40	20,80	0,452	7,32	20,60	0,355
7,10	21,14	0,335	8,50	21,10	0,403	7,00	20,66	0,339	7,10	21,06	0,337
7,40	23,00	0,322	8,66	21,40	0,405				7,60	21,90	0,347
7,90	23,66	0,334	9,46	21,70	0,436				7,20	21,30	0,338
7,30	22,86	0,319									
7,60	23,24	0,327									
		3,429			3,161			2,305			2,670
Gemiddelde	0,343		Gemiddelde	0,395		Gemiddelde	0,384		Gemiddelde	0,334	
Gemiddelde in sec.	0,184		Gemiddelde in sec.	0,202		Gemiddelde in sec.	0,206		Gemiddelde in sec.	0,179	
Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,008		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,009		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,015		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,009	
Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,006		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,003	

## REGTERHAND.

*(rood licht.)*

Series.	Aantal gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van eene waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde
I.	7	0	0,177	0,018	0,006
VII.	6	0	0,206	0,015	0,006

Gemiddeld 0,192 sec., met waarschijnlijke fout van 0,005 sec.

## LINKERHAND.

*(rood licht.)*

Series.	Aantal gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van eene waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde
II.	7	0	0,184	0,019	0,007
VIII.	8	0	0,179	0,009	0,004

Gemiddeld 0,182 sec., met waarschijnlijke fout van 0,004 sec.

Gemiddeld voor rood licht 0,187 sec. met waarschijnlijke fout 0,003 sec.

## REGTERHAND.

*(wit licht.)*

Series.	Aantal gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van eene waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde
III.	6	0	0,176	0,023	0,009
V.	10	0	0,184	0,008	0,003

Gemiddeld 0,180 sec., met waarschijnlijke fout 0,005.

## LINKERHAND.

*(wit licht.)*

Series	Aantal gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van eene waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde
IV.	8	0	0,183	0,011	0,004
VI.	8	0	0,212	0,009	0,003

Gemiddelde 0,498 sec., met waarschijnlijk foute van 0,002 sec.

Gemiddeld voor wit licht 0,189 sec., met waarschijnlijk foute 0,003 sec. Gemiddelde voor het licht in 't algemeen 0,188 sec., met waarschijnlijk foute 0,002.

Wij laten hier de uitkomsten van acht nieuwe reeksen derzelfde proeven volgen. Het scheen overbodig, deze ook in extenso mede te deelen.

Metronoom-slagen 112 in de 60 sec.

Duur van iederen metronoom-slag 0,536. sec.

De stroom wordt alleen met de rechterhand gesloten.

*(ROOD LICHT.)*

Series.	Gebuurde waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden.
I.	7	0	0,140
IV.	10	0	0,169
V.	9	0	0,185
VII.	17	0	0,160
Eind-gemiddelde			0,164 sec.

## (WIT LICHT.)

Series.	Gebruikte waarnemingen.	Verwaarloosde.	Gemiddelde in seconden.
II.	12	0	0,168
III.	9	0	0,169
VI.	16	0	0,165
VII.	24	0	0,154
Eind-gemiddelde			0,164 sec.

Uit deze en de vorige seriën blijkt, dat de snelheid waarmede rood en wit licht gezien wordt, zoo als te verwachten was, gelijk is.

De uitkomsten van 29 Mei en van 10 Junij loopen overigens nog al uiteen. Trouwens is aan de getallen geene absolute waarde toe te kennen, omdat de tijden, noodig tot aantrekking en loslating der magneet, eenigzins konden verschillen.

V. PHYSIOLOGISCHE TIJD, NOODIG OM TWEE VERSCHILLENDE KLEUREN VAN ELKANDER TE ONDERSCHIEDEN, WANNEER MEN ZICH VOORAF REKENSCHAP MOET GEVEN, WELKE KLEUR DIE ZIJN ZAL.

De bij deze proefnemingen gevolgde methode was deze: De waarnemer plaatste zich vóór den toestel, en sloot de oogen.

Terwijl hij de oogen gesloten hield, werd door een' assistent een rood of wit gekleurd glaasje voor de opening o geplaatst.

Men bepaalde dat bij het zien van rood licht de stroom met de regter, bij het zien van wit licht met de linkerhand zoude worden gesloten.

De Pohl'sche wip werd bij rood licht voor den sleutel s', bij wit licht voor den sleutel s gesteld.

Plotseling werd nu, nadat men de oogen geopend had, op de reeds beschrevene wijze de stroom afgebroken, en tevens het licht ontbloot.

Men sloot nu zoo spoedig mogelijk den stroom weder.

De resultaten, door mij en andere waarnemers verkregen, deelen wij hier mede.

Aantal metronoom-slagen 112 in de 60 seconden.

Waarde van iedere metronoom-slag 0,536.

I.

II.

BEKEND LICHT.

ONBEKEND LICHT.

Physiologische tijd	Waarde van iederen metronoomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd	Waarde van iederen metronoomslag in mm.	Quotient.
9,50	23,44	0,405	19,90	25,00	0,796
9,10	22,20	0,410	19,30	25,10	0,769
10,00	23,00	0,435	16,00	24,81	0,545
9,80	25,70	0,381	10,00	24,27	0,412
7,80	25,76	0,303	18,00	24,10	0,747
* 8,96	24,90	0,360	13,60	23,68	0,574
9,60	23,40	0,410	10,20	24,17	0,422
11,34	29,30	0,467	14,30	23,21	0,616
7,50	24,00	0,313	18,80	24,87	0,756
10,50	24,60	0,427	11,60	24,42	0,475
* 5,90	23,90	0,247			
7,80	24,46	0,311			0,621
7,06	25,16	0,281			Gemiddelde 0,621
		4,036			in seconden 0,333
	Gemiddelde	0,367			Waarschijnlijke fout van
	in seconden	0,197			ééne waarneming 0,053
	Waarschijnlijke fout van	0,020			Waarschijnlijke fout van
	ééne waarneming	0,006			de gemiddelde 0,017
	Waarschijnlijke fout van				
	de gemiddelde				



## III.

## IV.

## BEKEND LICHT.

## ONBEKEND LICHT.

Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslog in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslog in mm.	Quotient.
9,60	22,90	0,419	16,20	22,86	0,709
10,00	24,80	0,403	18,60	25,30	0,735
8,60	25,00	0,344	*14,60	23,10	0,632
9,56	25,00	0,382	16,80	22,70	0,740
9,00	24,50	0,367	15,70	21,80	0,720
7,70	21,20	0,363	*19,70	22,46	0,877
7,20	23,00	0,313	15,00	22,00	0,682
7,50	22,66	0,331	16,00	24,00	0,667
* 6,36	23,70	0,268	*18,40	22,60	0,814
8,76	23,40	0,374	15,36	22,00	0,698
* 6,70	23,30	0,288			
		3,296			4,951
	Gemiddelde	0,366		Gemiddelde	0,707
	in secunden	0,196		in secunden	0,379
	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,012		Waarschijnlijke fout van ééne waarneming	0,010
	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,004

## V.

## VI.

## BEKEND LICHT.

## ONBEKEND LICHT.

Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.	Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslag in mm.	Quotient.
9,00	22,60	0,398	*18,80	22,90	0,821
7,40	22,68	0,326	16,60	23,60	0,703
6,22	22,30	0,279	15,60	21,10	0,739
8,60	21,70	0,396	14,90	21,15	0,704
6,08	21,50	0,283	15,22	21,20	0,718
6,60	21,56	0,306	13,20	20,21	0,653
8,60	22,90	0,375	12,40	21,40	0,579
9,00	22,70	0,396	*10,18	22,50	0,452
			*11,40	23,30	0,489
			12,50	22,20	0,563
		2,759			4,659
	Gemiddelde	0,315		Gemiddelde	0,666
	in secunden	0,185		in secunden	0,357
	Waarschijnlijke fout van éene waarneming	0,013		Waarschijnlijke fout van éene waarneming	0,025
	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,007		Waarschijnlijke fout van de gemiddelde	0,010

## VII.

## BEKEND LICHT.

Physiologische tijd.	Waarde van iederem metro- noomslog in mm.	Quotient.
6,50	21,30	0,305
7,30	32,40	0,326
5,31	23,50	0,225
5,90	22,40	0,263
6,30	21,80	0,289
7,30	22,30	0,327
6,90	23,80	0,290
9,70	22,50	0,431
10,30	21,70	0,475
7,07	22,90	0,309

2,334

Gemiddelde 0,292  
in secunden 0,167

Waarschijnlijke fout van  
éene waarneming 0,017

Waarschijnlijke fout van  
de gemiddelde 0,006

## BEKEND LICHT.

Series.	Gebruikte waarnemingen	Verwaar- loosde.	Gemiddelde in sec.	Waarschijn- lijke fout van éene waar- neming.	Waarschijn- lijke fout van de gemid- delde.
I.	11	2	0,197	0,020	0,006
III.	9	2	0,196	0,012	0,004
V.	8	0	0,185	0,019	0,007
VII.	8	2	0,157	0,017	0,006

Gemiddelde 0,184 sec., met waarschijnlijk foute van  
0,003 sec.

## ONBEKEND LICHT.

Series.	Gebruikte waarnemingen	Verwaarloosde.	Gemiddelde, in sec.	Waarschijnlijke fout van eene waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
II.	10	0	0,333	0,053	0,017
IV.	7	3	0,379	0,010	0,004
VI.	7	3	0,357	0,025	0,010

Gemiddelde 0,356 sec., met waarschijnlijke fout van 0,007 sec.

Vershil  $0,358 - 0,184 = 0,172$  sec., met eene waarschijnlijke fout van 0,008 sec.

Dezelfde proeven werden nog door vier andere personen genomen, die allen de oefening, om bij rood licht met de regter, bij wit licht met de linkerhand te sluiten geheel en al misten. Zij moesten zich dus telkens voor de keuze van het conventionele teeken een oogenblik bedenken. Vergissingen kwamen bij hen niet voor.

## BEKEND LICHT. ONBEKEND LICHT.

Aantal gebruikte waarnemingen.	Gemiddelde physiologische tijd, in sec.	Aantal waarnemingen.	Gemiddelde physiologische tijd, in sec.	Vershil.	Waarnemers.
17	0,193	10	0,377	0,184	Prof. Donders.
42	0,195	29	0,317	0,122	Th. Place.
67	0,226	43	0,385	0,159	W. Rive.
59	0,208	41	0,342	0,134	M. Juda.
36	0,184	24	0,356	0,172	de Jaager.

Gemidd. in sec. 0,201.

Gemidd. in sec. 0,355.

Gem. verschil 0,154 sec.

Hot blijkt hieruit, dat de tijd, benoodigd, om bij een gegeven dilemma een' indruk tot bepaalde voorstelling te brengen, en in verband daarmede een conventioneel signaal te geven, vrij belangrijk is. Bij het nemen der proeven merkt men op, dat men moeilijk kan nalaten zich voor te stellen, welke kleur zich vertoonen zal, en dat, wanneer de verschijnende kleur aan de voorstelling beantwoordt, men spoediger kan terugwerken dan wanneer men op eene dwaling of onjuiste voorstelling moet terugkomen. Daarom ware het beter geweest, zoo men tusschen vele kleuren had moeten kiezen; maar dan deed zich het bezwaar der conventionele teekenen te veel gevoelen. Waar het signaal eene natuurlijke of door oefening natuurlijk geworden terugwerking is op den ontvangen prikkel, duurt het overleg veel korter. Dat zal blijken uit de volgende proeven, waarbij, juist wegens de natuurlijke terugwerking, wij ons niet bij een dilemma behoeften te bepalen.

---

#### IV. BEPALING VAN DEN PHYSIOLOGISCHEN TIJD, BIJ GELUIDSINDRUKKEN.

De proeven hadden ten doel, den tijd te bepalen, noodig, om geluidsindrukken waar te nemen en door een bepaald signaal hiervan kennis te geven. Als geluid werd een stemklank gekozen, en eveneens als signaal. Zoodoende konden wij ons van den door König gewijzigden phonautograaf van Scott bedienen. Dit werktuig bestaat uit een grooten metalen paraboloid, over welks afgesneden top een veerkrachtig vlies is gespannen, dat door de van de andere, geopende, zijde intredende, en gedeeltelijk door den binnenwand teruggekaatste golven van verschil-

lende klanken in trilling gebragt wordt. Deze trillingen worden door middel van een aan het voerkrachtig vlies bevestigd veërtje op een' met boven de lamp zwart gemaakt papier omkloeden, en tamelijk snel om zijne as gedraaiden cylinder geregistreerd.

Vóór den phonautograaf bevond zich een stemvork, die op c', met 261 trillingen in de secunde, gestemd was, welke door middel van een aan den stemvork bevestigd schrijfpennetje op den cylinder konden worden opgeschreven.

Bij het nemen der proeven plaatsten zich de twee proefnemers vóór de opening van den phonautograaf, door een tusschen hen geplaatst middelschot zoodanig van elkander gescheiden, dat op geenerlei wijze de voorbereiding tot het voortbrengen van stemklank van A aan B kenbaar werd.

Bij de eerste soort van proefnemingen, stelden wij ons voor, den physiologischen tijd te bepalen bij een vóóraf bekenden klank (*ki*).

Wanneer A den klank deed hooren, moest B dien zoo spoedig mogelijk herhalen.

Dit geschiedde, terwijl de stemvork zijne 261 trillingen onmiddellijk op den cylinder registreerde; en tegenover die trillingen van bekende snelheid werd nu het moment, waarop bij A en dat, waarop bij B de klank begon, door den phonautograaf aangegeven: de regte lijn, namelijk, aanvankelijk door het veërtje van den phonautograaf beschreven, maakte plotseling plaats voor golven. Men had nu slechts uit te tellen, hoeveel trillingen de stemvork gemaakt had tusschen den aanvang van den klank A en dien van B, om nauwkeurig het tijdsverloop tusschen beide te kennen. Om de trillingen plotseling te doen ontstaan, werd een slagconsonaat vóór den vocaal geplaatst: de *k* bleek zeer geschikt te zijn.

Bij de tweede soort, werden door A uit een zeker

aantal klanken een onbekende gekozen. A schreeuwde *koe, ko, ka, ke, ki, keu* of *ku*. B antwoordde hierop zoo spoedig mogelijk door het herhalen van denzelfden klank.

Bij deze proeven bepaalden we dus den tijd, noodig, om den indruk van de klanken tot eene bepaalde voorstelling te brengen, en in overeenstemming daarmede terug te werken.

A. DE JAAGER. B. Prof. DONDEERS.

1. *Bekende klank Ki.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Mislukte 1)	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde
I 2)	9	2	0,178	0,014	0,005
II	7	3	0,190	0,016	0,006
III	8	2	0,172	0,004	0,002

Gemiddelde 0,180 sec., met eene waarschijnlijkste fout van 0,003 sec.

2. *Onbekende klank.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Mislukte	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
IV.	11	0	0,268	0,027	0,008

Verskil van den physiologischen tijd, bij bekenden en bij onbekenden klank = 0,088 sec., met eene waarschijnlijkste fout van 0,009 sec.

1) Het mislukken was meestal 't gevolg daarvan dat A den klank te lang aanhield, zoodat de trillingen van B begonnen, vóór die van A geëindigd waren. Daarom komen onder die met onbekenden klank, waarbij de physiologische tijd wat langer duurt, minder mislukte voor.

2) De nummers der serien duiden de orde aan, waarin zij genomen werden.

A. Prof. DONDERS. B. DE JAAGER.

2. *Onbekende klank.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Mislukte	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
V.	11	0	0,379	0,023	0,007
VI.	11	0	0,331	0,018	0,006
VII.	9	2	0,305	0,025	0,008

Gemiddelde 0,338 sec., met eene waarschijnlijke fout van 0,004 sec.

1. *Bekende klank Ki.*

Series.	Gebruikte waarnemingen	Mislukte	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
VIII.	7	4	0,285	0,019	0,007
IX.	11	0	0,239	0,027	0,003
X.	10	0	0,226	0,027	0,003

Gemiddelde 0,250 sec., met eene waarschijnlijke fout van 0,005 sec.

Verskil van den physiologischen tijd bij bekenden en bij onbekenden klank = 0,088 sec., met eene waarschijnlijke fout van 0,006 sec.



A. DE JAAGER. B. Prof. DONDERS.

## 2. Onbekende klank.

Series.	Gebruikte waarnemingen	Mislukte	Gemiddelde in sec.	Waarschijnlijke fout van ééne waarneming.	Waarschijnlijke fout van de gemiddelde.
1. 1)	11	0	0,316	0,023	0,007

De proeven leeren, dat de physiologische tijd, voor het hooren van een geluid, door een geluid te beantwoorden, bij Prof. Donders 0,180, bij mij 0,250 sec. bedraagt, maar door oefening bij mij al spoedig van 0,285 op 0,226 sec. verminderde; dat die van het voorstellen van een bepaald geluid, met even bepaalde terugwerking, zoowel bij Prof. Donders als bij mij 0,088 sec. langer was, en dat dit verschil door oefening niet veranderde.

Bij vergelijking met de gezichtsproeven blijkt, dat bij de hier zoo natuurlijke terugwerking, door denzelfden klank terug te geven, de psychische werking veel minder tijd eischte als bij de conventionele signalen op lichtindrukken. Prof. Donders heeft eene methode bedacht, om ook voor gezichtsindrukken een tal van natuurlijke signalen te vinden. Het zal nader moeten blijken, of de physiologische werking dan ook zooveel minder tijd eischen zal.

1) De proeven dezer reeks werden eenige dagen vroeger genomen. De gelegenheid, om onmiddellijk daarop proeven met bekenden klank te nemen, ontbrak.



## STELLINGEN.

---

### I.

De snelste gedachte is de natuurlijke tijdséénheid.

### II.

De Trommer'sche proef levert, wanneer men meent, dat er diabetes mellitus bestaat, geen genoegzaam criterium op.

### III.

Bij leverhyperaemie is het aanzetten van hirudines alléén ad anum rationeel.

### IV.

Canstatt dwaalt, wanneer hij zegt: Men heeft de spiesglans-bereidingen, en inzonderheid den braakwijnsteen, als een specifiek middel tegen longontsteking leeren kennen.

## V.

Kleptomanie, pyromanie en andere psychologische toestanden vormen geene op zich zelve staande ziektevormen.

## VI.

Stoornissen in de assimilatie en bloedbereiding zijn de het meest tot hysterie praedisponerende momenten.

## VII.

De meening van Traube: dat hypertrophie van het linker hart zoude ontstaan als gevolg van morbus Brightii is onjuist.

## VIII.

Bij croup onderzoekte men naar de oorzaak der dyspnoea.

## IX.

Waar het bestaan van empyema met zekerheid herkend wordt, mag paracentesis niet worden uitgesteld, ten zij de krachten van den lijder zich daartegen verzetten.

## X.

Chronische catarrhus van den uterus is dikwijls oorzaak van steriliteit en abortus.

## XI.

De gezondheidsleer, streng toegepast bij de mindere volksklasse, is de éénige zekere waarborg tegen het ontstaan van epidemiën.

## XII.

Concentrische hypertrophie van het hart bestaat niet.

## XIII.

Bij carcinoma mammae is de exstirpatie steeds te verkiezen boven de vernietiging door caustica.

## XIV.

Levertraan verdient, als geneesmiddel, de voorkeur niet boven andere vetten.

## XV.

Ramadge's theorie, om door het kunstmatig opwekken van acuut vicariërend emphyseem de ontwikkeling van longen-tuberculose tegen te gaan, verdient afkeuring.

## XVI.

Te regt zegt Choulant: Het gewichtigste en meest aanbevelenswaardige middel tegen syphilitische besmetting is een streng toegepast, medisch-politisch toezigt, door het geneeskundig onderzoek van de verdachte, en

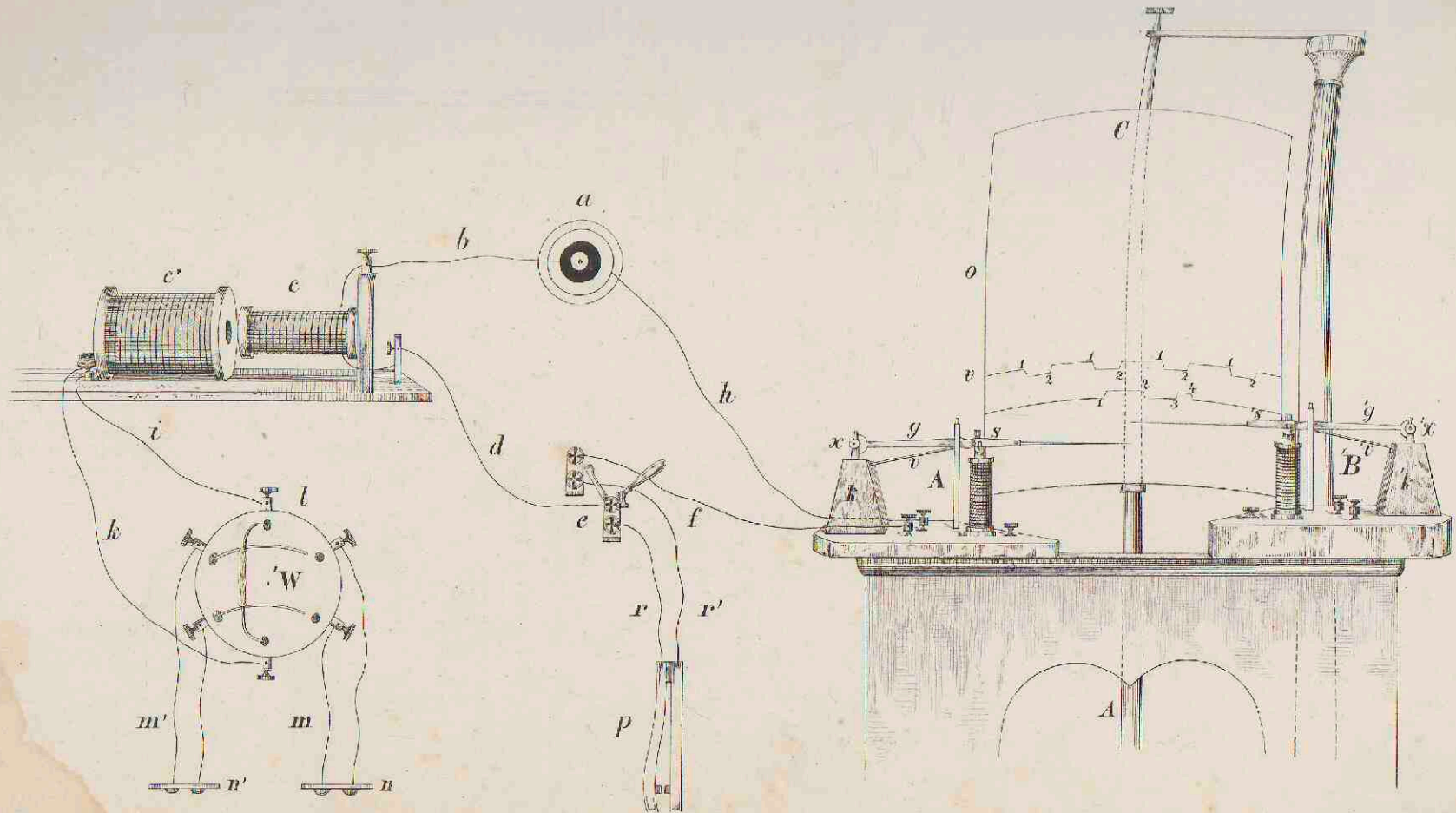
*hier eindigen*

het snel verwijderen en genezen van de besmette personen, welk toezigt zich ook tot de minnen moet uitstrekken.

XVII.

De tracheotomie, kan, even als bij croup, ook bij stenosis laryngis, bij aanwezigheid van vreemde lichamen in de luchtpijp en bij spasmus glottidis goede diensten bewijzen.





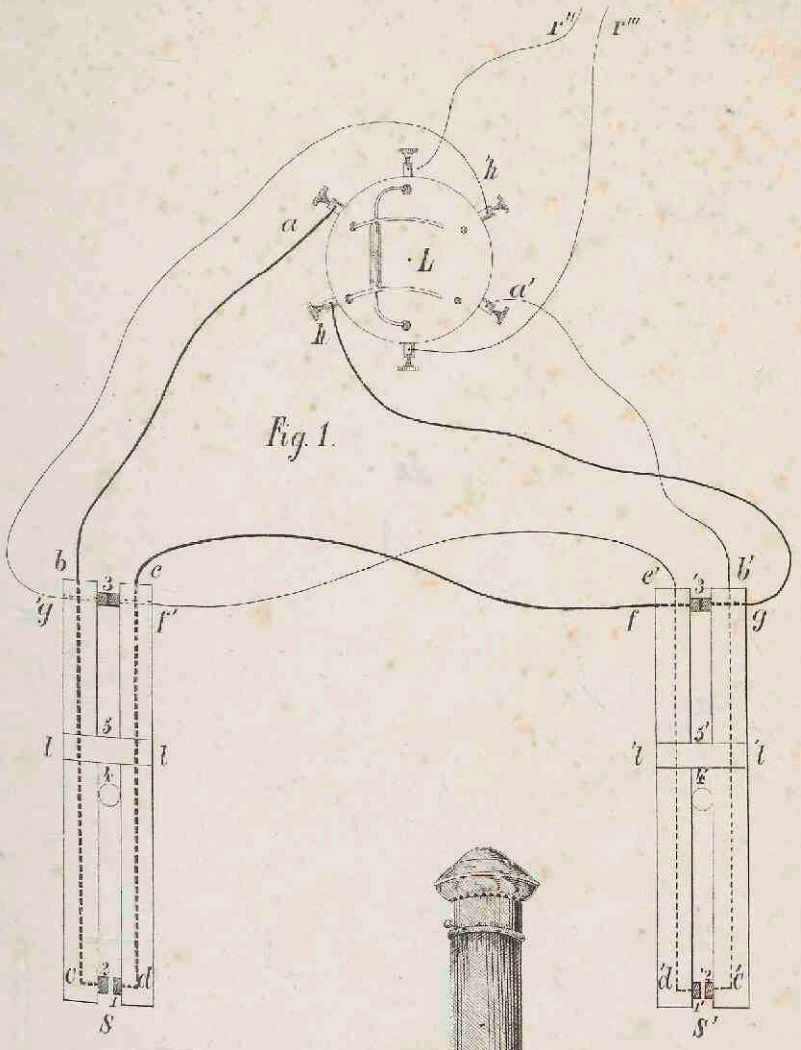


Fig. 1.

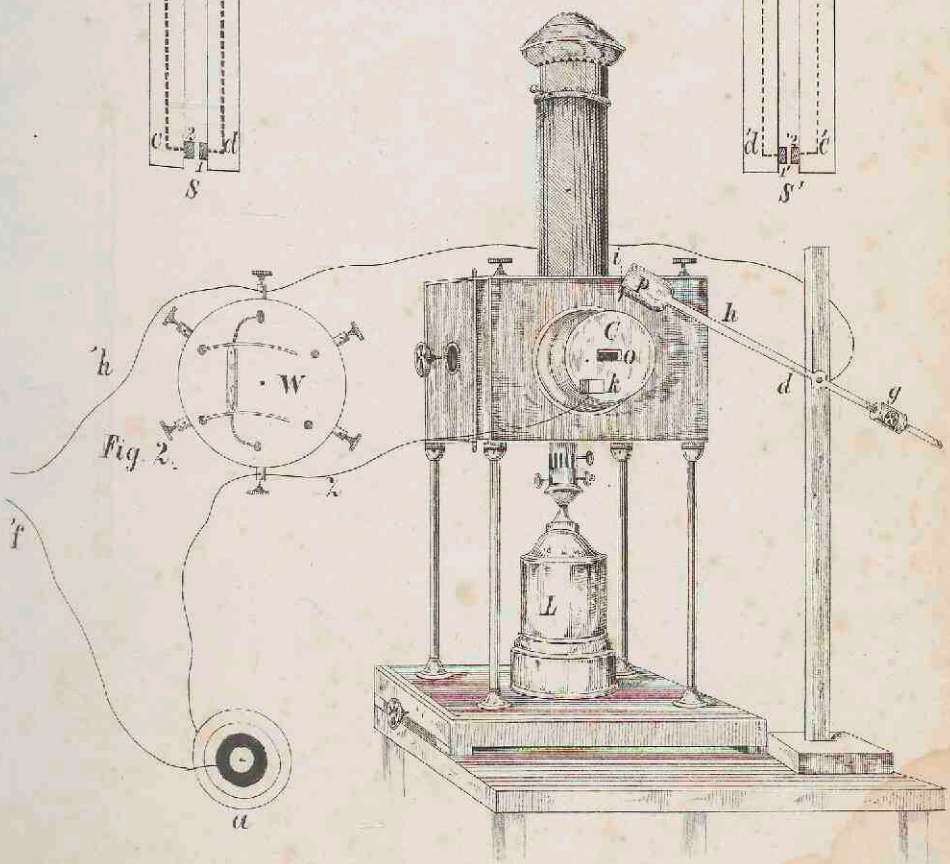


Fig. 2.