

AKADEMIA UMIEJĘTNOŚCI W KRAKOWIE.

Rok 1879.

WYDZIAŁ MATEMATYCZNO - PRZYRODNICZY.

Nr. 4.

Posiedzenie dnia 21 Kwietnia.

Przewodniczący: Dyrektor Prof. Dr. LUDWIK TEICHMANN.

Dr. TEICHMANN wyłożył rzecz o *nowo przez siebie wynalezionym sposobie użycia kitu szklarskiego do nastrzykiwania naczyń krwionośnych*, temi słowy:

Kilkowiekowe doświadczenia wykazały, że rozmaite kanały a w szczególności naczynia krwionośne znajdujące się w organizmie ludzkim i zwierzęcym wtedy tylko pod rozlicznemi względami dokładnie badane być mogą, jeżeli jaką bądź masą wypełnione zostaną. Czynność ta, która pod ogólną nazwą „nastrzykiwania lub iniekcji“ istnieje, wykonywaną bywa oddawna nie tylko dla samych badań, lecz także dla ćwiczeń sekcyjnych; zajmuje ona przeto ustawicznie i zajmować nie przestanie wszystkie zakłady anatomiczne.

Jak historia poucza, upłynęło z górą sto lat na samych próbach, w celu dojścia, jakich mas do

Wydz. matem.-przyr. T. VI.

6

injekcyi naczyń krwionośnych najkorzystniej używaćby należało. Przyjęto wreszcie metodę J. SWAMMERDAMA (r. 1666), który do nastrzykiwań używał roztopionego wosku, barwiąc go rozmaitemi barwikami. Metoda ta mimo licznych niedogodności i wad utrzymała się aż po dzień dzisiejszy. Jój największą wadą jest to, że przy nastrzykiwaniu większych przedmiotów dokładność injekcyi polega więcej na przypadku niż na obliczeniu, dalej, że w wielu razach tyczących się zwłaszcza anatomii porównawczej masa woskowa wcale zastósować się nie da.

Te okoliczności były powodem, że wszyscy anatomowie ustawicznie zajmowali się jużto wyszukiwaniem innój metody, jużto modyfikacją metody SWAMMERDAMA. Nic téż dziwnego, jeżeli po wieloletnich doświadczeniach podobną dążnością przejęty byłem. W roku zeszłym szczególną zwróciłem uwagę na kit szklarski.

Kit szklarski, znana każdemu mięszanina krédy z pokostem, posiada wszystkie do nastrzykiwania potrzebne warunki w nierównie wyższym stopniu niż wosk. Daje się on z łatwością jednostajnie zabarwić przez dodanie rozmaitych barwików, jakoto: cynobru, ultramarynu, chromanu ołowiowego, i t. d. i t. d. W razie potrzeby można krédę zastąpić innym osadem metalowym n. p. bielą cynkową, miniją i t. p. Wreszcie kit świeżo przyrządzony daje się rozrzedzić olejami eterycznemi.

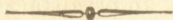
Jeżeli przeto kitem rozrzedzonym, np. dwusiarczkiem węgla, nastrzykniemy naczynia krwionośne, to po

wyparowaniu dwusiarczku węgla naczynia pozostaną napełnione kitem. Jednak, im więcej użyjemy dwusiarczku węgla do roztworu, tém bardziej po wyparowaniu tegoż naczynia opadną; im mniej zaś dodamy dwusiarczku węgla, tém trudniej gęsta masa wchodzi do drobnych rozgałęzień naczyń, a to z tego powodu, że siła ręki do wywarcia odpowiedniego ciśnienia nie wystarcza. Tę trudność usunąłem w ten sposób, że tłok strzykawki poruszam za pomocą śruby. Przyrząd ten o tyle tylko przeistacza zwyczajną strzykawkę, że pręt tłoku zmieniony jest na śrubę, której mutra w tylnej nakrywce strzykawki jest umieszczona. Tak prosty przyrząd jest przy nastrzykiwaniu kitem niezbędny.

W ten sposób przyrządzoną strzykawką, napełnioną zabarwionym kitem, rozrzedzonym dwusiarczkiem węgla mniej więcej do gęstości miodu, można wszelkie naczynia należące do kategorii naczyń grubszych nadzwyczaj łatwo i dokładnie wypełnić. Po jednorocznych doświadczeniach, wykonanych na tętnicach, żyłach, naczyniach limfatycznych i t. p. okazało się, że kit do iniekcji użyty przedstawia tak wielkie korzyści, iż z całą stanowczością twierdzić można, że przezeń wypełnioną została w technice anatomicznej luka, która badaczom anatomii od kilkuset lat była na zawadzie.

Dyskusya nad tym przedmiotem, w której oprócz autora udział brali: Dr. KOPERNICKI, Dr. CZYRNIAŃSKI, Dr. OETTINGER i Prezes Akad. Dr. MAJER, wykazała wyższość tego nowego sposobu nad wszystkiemi innemi dotąd w tym celu używanemi.

Prof. Dr. KUCZYŃSKI zdał sprawę o nadesłanym przez Dra ZYGMUNTA WRÓBLEWSKIEGO pobieżném sprawozdaniu z badań robionych w celu wykrycia wpływu lepkości cieczy na ilość stałą rozchodzenia się w nich gazów. Stosownie do uchwały Wydziału mat.-przyrodn. umieszcza się tę pracę w sprawozdaniu z niniejszego posiedzenia.



O zależności ilości stałej rozchodzenia się gazów w cieczach od lepkości tych ostatnich

przez

Dra Zygmunta Wróblewskiego

Docenta fizyki przy Uniwersytecie w Strasburgu.

Jak to zapewne Akademii z szeregu moich prac¹⁾, które zaraz po ich ukazaniu się w „*Annalen der Physik und Chemie*“ miałem zaszczyt jój przesłać, już wiadomo, gazy rozchodzą się w ciałach pochłaniających bądź to ciekłych, bądź to nawpół stałych lub stałych podług tychże samych praw jak ciepło w ciałach stałych. Wszystkie zachodzące tu zjawiska, o ile one nie zostają zmienione przez działa-

¹⁾ Ueber die Diffusion der Gase durch absorbirende Substanzen“. w Pogg. Ann. CLVIII.

„Ueber die Gesetze, nach welchen die Gaze sich in flüssigen, festflüssigen und festen Körpern verbreiten“. w Wied. Ann. II. 481—513.

„Ueber die Constante der Verbreitung der Kohlensäure im reinen Wasser“. w Wied. Ann. IV, 268—277.

nie ciężkości, dają się zupełnie określić przez dwie ilości stałe. Jedną z nich stanowi współczynnik nasycalności (*der Sättigungscoefficient*) S , określony przez równanie

$$S = A_{\theta} \cdot \frac{p}{76}$$

gdzie A_{θ} oznacza współczynnik pochłaniania danego ciała przy temperaturze θ , zaś p ciśnienie (wyrażone w centymetrach słupka rtęciowego), pod którym nasycenie się odbywa. Ilość ta, porównana z ilościami, jakie spotykamy przy rozpatrywaniu zjawisk rozchodzenia się ciepła, odpowiada w zupełności ciepłu gątkowemu jednostki objętości ciała. Druga zaś ilość D , którą ze względu na ogólność pozyskanych przezemnie rezultatów nazwałem w ostatniej mej rozprawie ilością stałą rozchodzenia się gazów w ciałach pochłaniających, odpowiada termometrycznemu przewodnictwu i jest ilością analogiczną do ilości stałej swobodnej dyfuzji roztworu solnego w czystym środowisku rozczyniającem.

Oznaczywszy w ostatniej mej pracy wartość ilości D dla bezwodnika kwasu węglowego w wodzie, postawiłem sobie za zadanie zbadać wpływ lepkości (*viscosité*) środowiska, w jakim odbywa się rozchodzenie gazu, na liczebną wartość téj ilości D . W niniejszej rozprawie zamierzam złożyć Akademii pobieżne sprawozdanie z badań, wykonanych przezemnie w tym kierunku w ciągu roku ubiegłego, zastrzegając sobie ogłoszenie w „*Annalen der Physik und Chemie*“ szczegółowego opisu, tak przyrządów, zbudowanych przezemnie w tym celu, jako téż i zrobionych doświadczeń.

§. 1.

Jak to już w mojej ostatniej rozprawie nadmienilem, wartość ilości D maleje, skoro tylko roztworzymy w użytej do doświadczenia wodzie jakiegokolwiek ciała i zwiększymy przez to lepkość cieczy. Lecz dla wykrycia prawa tej zależności potrzeba było najprzód rozwiązać inne pytanie, zarównoż już przezemnie poruszone na wyżej przytoczonem miejscu. A mianowicie: gdy się zmienia przez roztworzenie jakiegoś ciała w wodzie jej lepkość, zmienia się jednocześnie z tém jej współczynnik pochłaniania dla badanego gazu, a odpowiednio do tego i współczynnik nasycalności; potrzeba było tedy najprzód zobaczyć czy wartość ilości D nie zależy od wartości współczynnika nasycalności.

Doświadczenia, niezbędne dla rozwiązania tego pytania, wykonałem w podobny sposób jak pierwój przezemnie opisane doświadczenia, zrobione dla oznaczenia niższej granicy ilości D dla bezwodnika kwasu węglowego w wodzie¹⁾. Napelniwszy opisany na wskazanem miejscu przyrząd *N. I.* czystym bezwodnikiem kwasu węglowego, przymieszywałem doń od 40 do 50 procentów objętości powietrza i gdy oba gazy za pomocą swobodnej dyfuzji zmieszały się dostatecznie wykonywałem doświadczenie, trwające około 4 minut. Ponieważ w ciągu tego doświadczenia płyn pochłaniał zaledwie 3 sześć. centym. bezwodnika i ponieważ ta ilość stanowiła tylko małą cząstkę gazu, zawartego w przyrządzie, skład mieszaniny gazowej zmieniał

¹⁾ Wied. Ann. IV, 274—5.

się w skutek tego tylko w bardzo nieznacznym stopniu. Zaraz po upłygnięciu czwartej minuty wydobywałem z przyrządu, z miejsca leżącego tuż nad powierzchnią cieczy, około 15 sześć. centymetrów gazu, dla oznaczenia za pomocą chemicznej analizy składu jego. W ten sposób była oznaczona dla każdego doświadczenia ilość powietrza, przymieszanego do bezwodnika kwasu węglowego. Doświadczenia obliczałem według wzoru:

$$D = \frac{\pi}{4 \Omega^2} \left(\frac{v}{(1 + \alpha \theta') A_0 (1 - l)} \right)^2 \frac{1}{t} \dots\dots (a)$$

gdzie — jak również w poniższej tablicy — oznaczają:

v liczbę milimetrów rurki mierniczej, z kądem, aby wyrazić objętość w sześciennych centymetrach, należy tę liczbę pomnożyć jeszcze przez 0,05377 (porównaj Wied. Ann. IV, 271);

t czas w sekundach, licząc od początku doświadczenia;

θ temperaturę wody;

A_0 współczynnik pochłaniania bezwodnika kwasu węglowego dla wody według BUNSENA obliczony z formuły: $A_0 = 1,7967 - 0,07761 \cdot \theta + 0,0016424 \cdot \theta^2$.

θ' temperaturę bezwodnika kwasu węglowego;

α współczynnik rozszerzalności tegoż gazu według JOLLYEGO 0,003706;

l ilość powietrza w gazowej mieszance, mierzona volumetrycznie;

D ilość stałą szukaną (wymiar jój jest: $\frac{\text{centymetr kwadratowy}}{\text{sekunda}}$).

Logarytm Bryggowski ułamka $\frac{\pi}{4 \Omega^2}$ jest: 0,49255 — 4.

Ten wzór jest identyczny z wzorem (II) w Wied. Ann. IV, 274 i gdy $l = 0$ zamienia się na wzór (I), podany tamże str. 271.

Nr. doświadczenia	v	t	$0'$	0	A_0	$1-l$	$10^8 D$
I	16	19	12,3	11,55	1.1203	0,5976	2471
	24	44					2401
	31,2	76					2349
	38,1	111					2398
	48,8	164					3033
II	16,3	23	9,5	8,55	1,2532	0,51889	2291
	26,4	62					2230
	34,1	106					2176
	43,1	166					2220
	50,6	210					2418
	59,1	258					2685
III	14,9	16	10	8,95	1,23365	0,57273	2323
	27,9	55					2370
	36,3	93					2372
	42,8	130					2359
	51,7	179					2500
	59,3	215					2738
IV	13,3	15	11,9	10,5	1,1631	0,5551	2330
	24,1	51					2252
	32,3	94					2195
	43	178					2668
	49,4	196					2463
	56,4	234					2689

Porównanie tych wartości D z wartościami podanymi przezemnie na wyżej przytoczonym miejscu pokazuje, że zmniejszenie współczynnika nasycalności o 40—50% nie wywiera żadnego znacznego wpływu na wartość D . Jednocześnie te doświadczenia sprawdzają oznaczoną przezemnie wartość D .

Wypada mnie tu zrobić następującą uwagę: W roku 1871, gdy jeszcze nic nie wiedziano o pra-
Wydz. matem.-przyr. T. VI

wach rozchodzenia się gazów w ciałach pochłaniających, prof. STEFAN w Wiedniu, traktując matematycznie dyfuzję gazów przez niepochłaniające przegrody (jak napr. sztuczny grafit, gips itp. ciała) sądził, że w ciałach pochłaniających ilość stała dyfuzji, odpowiadająca określonej w wiele lat później przezemnie ilości D , zależy od współczynnika pochłaniania. Mniemanie to on wypowiedział jako wniosek, wynikający z jego matematycznej teorii dyfuzji gazów przez niepochłaniające przegrody¹⁾. Obecnie w swój rozprawie „*Ueber die Diffusion der Kohlensäure durch Wasser und Alcohol*“ (*Wiener Berichte LXXVII*), STEFAN przemilcza o tém twierdzeniu i mniema, że ta ilość stała nie zależy od współczynnika pochłaniania (a zatém i od współczynnika nasycalności). Nie jest tu miejsce wdawać się w dyskusję ze STEFANEM z powodu ostatniej pracy jego. Uczyniłem to w rozprawie, napisanej w języku niemieckim, która w krótkce ukaże się w „*Annalen der*

¹⁾ Oto są słowa STEFANA, wypowiedziane w roku 1871: „*Im Zusammenhange mit dem Vorhergehenden ist nun zugleich ersichtlich, dass der Diffusionscoefficient für absorbirende Substanzen mit dem Absorptionscoefficienten steigen muss, er wird jedoch nicht proportional mit diesem gehen, weil er anderseits in Folge des Bewegungswiderstandes auch nahe der Quadratwurzel aus der Dichte des Gases verkehrt proportional sein wird. Ein derartiges Verhalten — dodaje STEFAN — lässt sich in den Versuchen von GRAHAM über den Durchgang von Gasen durch Kautschuk erkennen*“. Wien. Ber. LXIII, 116. Przytaczam ten okres, ponieważ STEFAN w pomienionej rozprawie mówi tylko o drugiej połowie jego.

Physik und Chemie“. Rzeczy takie, jeżeli mają mieć jakąś wartość naukową — muszą być zawsze traktowane w języku i czasopiśmie, dostępnym dla obu stron zainteresowanych w tym przedmiocie. Krytyka, napisana w języku niedostępnym dla ulegającego krytyce, nie odnosi żadnego skutku i nie zasługuje na żadną uwagę. Dla tego téż tutaj jedynie aby nie pozostawiać Akademii w niewiadomości względem zarzutów, zrobionych przezemnie STEFANOWI, uważam za obowiązek podać co następuje. Co się tyczy liczebnej wartości ilości stałej D , oznaczonej przez STEFANA dla bezwodnika kwasu węglowego w wodzie, jest ona bezwątpienia fałszywą, jest bowiem o 27. % mniejszą od wartości, którą oznaczyłem jako jój niższą granicę. Przyczyny tego należy szukać po części w licznych błędach, obarczających metodę STEFANA, po części zaś w sposobie obliczania doświadczeń. Wówczas gdy moja metoda pozwoliła mi dla oznaczenia téj ilości używać napełnionych cieczą walców, mających średnicę 8 i 9,95 centymetrów, metoda STEFANA dozwalała to uczynić dopióro w rurkach włoskowatych, których średnica wynosiła w jego doświadczeniach 0,104 i 0,08 cm. Wówczas gdy w moich doświadczeniach ciecz, znajdująca się w walcu, rozpatrywana jako całość spoczywa nieruchomie, u STEFANA przesuwa się w rurce włoskowatej słupki cieczy w miarę tego jak gaz pochłania. Ponieważ zaś woda przylega do szkła, przesuwanie się jój musi się odbywać podług praw płynięcia cieczy w rurkach włoskowatych t. j. z prędkością zmniejszającą się od osi rurki w kierunku do jój ścian. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że w tym razie różnica nasycenia w następujących jedna po

drugiej warstwach cieczy, prostopadłych do długości rurki, nie odpowiada wcale założeniom formuły, wziętej z FOURIER'A teorii analitycznej rozchodzenia się ciepła w ciałach stałych i użytej do obliczania doświadczeń. A dopóki rachunek nie uwzględnia tej okoliczności, nie może też prowadzić do wypadków, odpowiadających rzeczywistości. Z tego powodu uważam użycie włoskowatych rurek dla oznaczenia bezwzględnych wartości ilości D za rzecz zupełnie niewłaściwą. Z resztą sam STEFAN wyznaje, że dokładne oznaczenie tej ilości (wprawdzie z zupełnie innych powodów, niżeli te, które tylko co nadmienilem) nie daje się z jego doświadczeń wyprowadzić¹⁾. Co się tyczy użytych przy tej sposobności przez STEFANA definicyi i nomenklatury, to pozwalam tu sobie zauważyć, że użyte przezemnie w moich niemieckich rozprawach wyrażenia się „*Sättigungsdifferenz*“ (różnica nasycenia), do której proporcjonalnie odbywa się rozchodzenie gazu i „*Sättigungscoefficient*“ (współczynnik nasycalności) uważam za prostsze, dobitniejsze i zarazem bardziej ogólne niżeli STEFANA „*Dichtigkeitsgefälle*“ — wyraz, równoznaczny méj różnicy nasycenia i „*die constante in der Grenzschrift herrschende Dichte des Gases*“ — ilość, w pewien sposób co do definicyi odróżniająca się od współczynnika nasycalności. Ta ostatnia ilość STEFANA oblicza się z resztą w takiż sam sposób jak i współczynnik nasycalności i liczebna jéj wartość jest zawsze równą liczebnéj wartości tego współczynnika. Z tego powodu,

¹⁾ Wien. Ber. LXXVII, 399—400.

jak to oświadczyłem, w wyżej wspomnionj rozprawie, przeznaczonj dla „*Annalen der Physik und Chemie*“ będę i nadal w mych publikacyjach używał ustanowionych przezemnie definicyj i nomenklatury.

§. 2.

Prawo zależności ilości stałej D od lepkości cieczy nie jest prostém. Przyjmując za miarę lepkości współczynnik tarcia wewnętrznego cieczy, znalazłem, że ilość stała D , gdy się lepkość cieczy znacznie zmienia, maleje daleko powolniej niżeli lepkość wzrasta. (Ona maleje natomiast znacznie prędzej niżeli wzrasta pierwiastek kwadratowy z lepkości). Znaleziona zależność daje się zatém wyrazić tylko przez wzór interpolacyjny. Jako dowód przytaczam tu moje doświadczenia z roztworami gliceryny w wodzie, których staranne wykonanie kosztowało mnie bardzo wiele czasu i pracy. Do doświadczeń używałem zwykłej gliceryny sprzedawanj w sklepach pod nazwą chemicznie czystj. Współczynniki pochłaniania były oznaczone przezemnie za pomocą metody, którą zamierzam opisać przy innj sposobności. Współczynniki zaś tarcia wewnętrznego używanych cieczy oznaczyłem za pomocą metody POISEUILLE'A. Wartość współczynnika tego dla wody, oznaczona za pomocą włoskowatj rurki, używanj do tych doświadczeń, zgadzała się zupełnie z wartościami otrzymanymi przez POISEUILLE'A. Po każdém doświadczeniu, zrobioném dla określenia ilości D , wydobywałem bezwodnik kwasu węglowego z przyrządu i badałem jego czystość. Doświadczeniom, które zaraz podam, nie może być zrobionym pod tym względem najmniejszy zarzut. Zarównież zostały uwzględnione zmiany w stanie ba-

rometru, zachodzące podczas trwania doświadczeń, o których zaraz będzie mowa; były one tak małe, iż je można było zaniechać.

Z doświadczeń z wodą, opisanych przezemnie w Wied. Ann. IV, 272—4, wypada, że wartość ilości D — jeżeli wykrésimy wszystkie doświadczenia, które dostarczają mniejszą wartość niżeli $0,000022 \frac{cm^2}{sek.}$

(a zatém, jak to tam pokazałem, fałszywą) — wynosi

$$0,00002459 \frac{cm^2}{sek.}$$

przyczém lepkość wody równa się około:

$$0,012 \frac{gram}{cm. sek.}$$

Najprzód badany roztwór gliceryny w wodzie zawierał w sobie około 50 % objętości gliceryny. Jego gęstość gatunkowa przy $20^\circ C$, oznaczona za pomocą areometru, była 1,12. Co się tyczy współczynnika tarcia wewnętrznego tego roztworu μ , to wypadło:

z 1go szeregu doświadczeń:

przy temperaturze $19,93^\circ C$. $\mu = 0,052238 \frac{gram}{cm. sek.}$

„ „ $20,86$ „ $\mu = 0,050583$ „

z 2go szeregu doświadczeń:

przy temperaturze $19,27^\circ C$. $\mu = 0,05396$ „

„ „ $20,23$ „ $\mu = 0,051799$ „

Poniższa tablica urządzona jest w tenże sam sposób jak i powyższa, tylko v u przyrządu *N. II*, w którym rurka miernicza jest podzieloną na dziesiąte części cent. sześć., oznacza objętość w centymetrach sześciennych. Bryggowski logarytm ułamka

$\frac{\pi}{4 \Omega^2}$ dla tego przyrządu jest $0,11363—4$. Dla obli-

czenia D służy powyższy wzór (a), w którym — ponieważ doświadczenia robione były z czystym bezwodnikiem kwasu węglowego — l równa się zeru.

Doświadczenie z przyrządém *N. I.*

Nr doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$
I	10,8	25	21,35	20,9	0,58234	1061
	16,2	68				882
	21,8	130				831
	26,1	198				782
	33,8	348				746
	37,5	432				740
	41,8	540				736
	46,1	652				741
	52,8	818	21,5			775
	56,0	914				855
	59,3	1009				792
	65,6	1193				820
	70,8	1343				849
	74,2	1456				860
	76,5	1534	21,5			867
II	11,9	27	20,4	20,45	0,58548	1189
	17,	67				977
	22,9	127				935
	32,7	294				822
	37,	398				779
	42,6	521				789
	45,5	610				769
	49,	704				769
	52,8	806				783
	56,9	940				780
	61,	1057				797
	70,	1310				847
	73,	1436				840
80,8	1689	20,5		875		

Nr. doświad- czenia	v	t	θ'	θ	A_0	$10^8 D$
III	10,1	26	20,5	20,4	0,58583	837
	15,6	69				797
	21,2	140				725
	25,6	216				686
	30,	288				705
	33,	355				693
	37,7	468				686
	41,2	547				701
	45,4	662	704			
48,8	749	20,6			719	
IV	11,2	29	20,7	20,3	0,58653	974
	15,9	65				875
	20,1	111				819
	25,6	190				776
	30,9	294				731
	36,9	434				706
	41,	555				682
	46,7	714				687
	50,7	830				697
	55,3	996				691
	59,8	1133				710
	66,2	1315				750
	71,	1472	20,9			771
V	15,1	51	20,4	20,25	0,58688	1007
	19,5	91				986
	23,8	142				899
	26,9	188				867
	31,8	271				841
	35,9	359				809
	41,5	485				800
	45,6	596				786
	50,2	716				793
	54,7	840				802
	67,4	1207				20,7
	71,9	1362	855			

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$	
VI	11,3	25	20,9	20,3	0,58653	1114	
	18,	69				1105	
	23,5	129				962	
	29,2	208				922	
	34,1	298				876	
	38,2	377				874	
	42,6	488				836	
	47,3	612				822	
	50,6	708				813	
	54,7	844				797	
	59,1	996	21,1	770			
VII	11,8	21	20,8	19,9	0,58933	1478	
	17,3	58				1150	
	24,8	120				1142	
	30,2	195				1043	
	36,8	313				964	
	41,8	420				927	
	47,6	566				892	
	53,2	718				20,9	878
	59,5	903				874	
	64,9	1058				887	
	70,9	1226				726	
	74,1	1329				922	
	VIII	9,65	18	20,5	20	0,58863	1158
17,1		73	897				
22,4		137	820				
29,2		247	773				
34,5		355	823				
39,7		477	740				
43,2		572	730				
48,6		720	734				
52,		823	735				
56,5		954	20,6	794			

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$
IX	9,4	17	20,3	19,8	0,59003	1160
	16,	57				1002
	23,9	142				898
	27,9	201				864
	33,2	297				828
	39,1	412				828
	44,2	546				798
	48,9	666				801
	51,7	785				760
	57,7	929				800
	64,1	1137				806
	69,7	1215				892
	73,9	1452				20,4

Doświadczenia z przyrządem N. II.

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$
X	1,26	33	19,8	19,4	0,59282	1542
	1,83	91				1870
	2,32	168				1027
	2,66	236				961
	3,11	343				904
	3,36	417				868
	3,62	498				843
	3,86	582				820
	4,23	709				809
	4,43	786				800
	4,81	919				807
	5,12	1033				813
	5,36	1128				816
	5,76	1275				834
	6,15	1417				855
	6,38	1514				862
	6,7	1626				885
	6,94	1731				892
	7,22	1826				915
	7,4	1898	925			
7,61	1969	943				
7,86	2069	20	957			

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_θ	$10^8 D$	
XI	1,28	62	19,9	19,5	0,59213	847	
	1,77	108				931	
	2,16	178				841	
	2,54	264				784	
	2,85	347				805	
	3,13	432				728	
	3,5	566				695	
	3,81	678				671	
	4,04	767				683	
	4,65	991				700	
	5,18	1202				716	
	5,38	1274				729	
	5,65	1378	20,1	743			
XII	1,1	37	20,7	19,7	0,59073	1049	
	1,59	95				853	
	2,1	190				744	
	2,43	263				720	
	2,67	327				697	
	2,94	408				679	
	3,26	514				663	
	3,5	598				657	
	3,8	701				660	
	4,26	841				692	
	4,64	947				729	
	5,46	1177				20,9	812
	6,52	1488				916	
	7,24	1690	995				
7,54	1784	1022					

Prawie we wszystkich tych doświadczeniach pierwsze odczytywania dostarczają daleko wyższą wartość na D niżeli wszystkie inne następujące. Pochodzi to bez wątpienia od przylegania cieczy w walcu

do górnej płyty szklanej w przyrządzie ¹⁾, która przy przesunięciu pociąga za sobą górne warstwy cieczy i wyprowadza je na chwilę ze stanu równowagi. Ta okoliczność, która u tak mało lepkich cieczy jak na przykład woda zaledwo daje się spostrzedz, działa przeszkadzająco w jeszcze wyższym stopniu przy doświadczeniach z bardziej lepkiemi cieczami, niż roztwór gliceryny. Dla tego też doświadczenia, o których zaraz będzie mowa, musiały być obliczone w inny sposób, usuwający tę przeszkodę. Niech będzie v_1 objętość gazu, która została przez ciecz pochłonięta w ciągu sekund t_1 (rachując je od początku doświadczenia), gdy pochłanianie w skutek tylko co opisanego szkodliwego wpływu odbywało się za prędko. Niech będzie v_2 objętość gazu, pochłonięta przez ciecz nie tylko w ciągu czasu t_1 lecz także i w ciągu zaraz po nim następującego czasu t_2 , gdy już pochłanianie odbywało się w sposób normalny. W takim razie ilość D obrachowana z przebiegu doświadczenia w ciągu czasu t_2 równa się:

$$D = \frac{\pi}{4 \Omega^2} \frac{1}{[(1 + \alpha \theta') A_0]^2} \frac{v_2^2 - v_1^2}{t_2} \dots \dots (b)$$

Z tego powodu w poniższej tablicy nie są pierwsze odczytywania obliczone. Gęstość gatunkowa cieczy, oznaczona za pomocą areometru, była 1,16. Współczynnik pochłaniania przy temperaturach 18—21° C. wynosił:

$$A_0 = 0,75000 - 0,011142 \theta$$

¹⁾ Porównaj opis przyrządu w jego początkowej formie, opisany przezemnie w Wied. Ann. II, 483—7.

Współczynnik tarcia wewnętrznego wynosił:

przy temperaturze $15^{\circ}.28$ $\mu = 0,16215 \frac{\text{gram}}{\text{cm. sek.}}$

„	„	16.9	„ = 0,15560	„
„	„	17.85	„ = 0,14420	„
„	„	19.2	„ = 0,13298	„
„	„	22.5	„ = 0,12057	„

Doświadczenia z przyrządem N. I.

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$
XIII	9,3	20	21,5	21,05	0,51545	
	16,	71				
	21,9	158				
	27,8	301				594
	33,	514				432
	37,5	724				439
	40,5	848				549
XIV	12,1	31	22,1	21,5	0,51043	
	19,3	106				
	25,	218				
	30,6	386				546
	35,1	548				478
	39,6	746				500
	43,9	971				470
	49,1	1303				488
	52,9	1548				466
	56,	1793				406
	59,4	2072				22,1
XV	11,1	32	21,3	21,3	0,51266	
	17,9	101				
	25,1	257				
	34,	578				481
	43,	971				518
	47,	1260				366
	51,3	1560				21,3

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_{θ}	$10^8 D$
XVI	12	39	21,3	21,3	0,51266	
	18	116				
	24,2	247				
	30	433				496
	36,4	714				444
	42	1001				449
	47	1314				417
	55	1854	21,5			443
XVII	12,1	25	21,6	20,8	0,51824	
	18,1	73				
	24,1	145				
	29	243				
	34	391				
	38,4	555				
	43,4	784				512
	48	1043				465
	52,6	1323				474
	57	1615				473
	61,2	1930				452
	65,6	2300				432
	XVIII	10,4	35	19,6		19,3
18,4		147				
24,4		303				
30,5		523			415	
35,4		742			402	
39,7		930			372	
44		1170			409	
49,4		1517	19,7		396	
53,8		1835			389	
58,3		2164			418	

Doświadczenia z przyrządem N. II.

Nr. doświadczenia	v	t	θ'	θ	A_θ	$10^8 D$		
XIX	1,01	40	22,1	21,2	0,5138			
	1,56	137						
	2,23	363						
	2,72	620						
	3,1	875						
	3,5	1154	22,3	397				
XX	1,04	27	21,5	21,1	0,51489			
	1,66	120						
	2,03	172						
	2,42	295						
	2,69	412						
	3,08	609						
	3,39	803					21,7	434
	XXI	1,04	28	22,3	21,5	0,51043		
1,54		83						
2,14		195						
2,36		306						
2,68		442						
3,04		631						
3,45		869						
3,77		1079						
4,18		1373	22,4					471
4,55		1654						489
XXII		0,83	36	21,4	21,3	0,51266		
	1,27	113						
	1,6	201						
	2,04	362						
	2,38	505						
	2,74	685	21,6					434

Z tych doświadczeń widzimy, że wówczas, gdy lepkość cieczy około dziesięciu razy zwiększyła się,

ilość stała D pięć lub sześć tylko razy zmalała; z czego wynika, że przez zwiększanie lepkości środowiska, w jakim rozchodzenie się gazu ma miejsce, nie jesteśmy w stanie uczynić ilość stałą D dowolnie małą.

Mam nadzieję rozszerzyć z czasem zakres tych badań na mieszaniny innych cieczy.

Strasburg 4 marca 1879 r.