

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA.”

W Warszawie:	rocznie	rs. 8
	kwartalnie	„ 2
Z przesyłką pocztową:	rocznie	„ 10
	półrocznie	„ 5

Prenumerować można w Redakcyi Wszechświata i we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą.

Komitet Redakcyjny stanowią: P. P. Dr. T. Chałubiński, J. Aleksandrowicz b. dziek. Uniw., K. Jurkiewicz b. dziek. Uniw., mag K. Deike, mag. S. Kramsztyk, Wł. Kwietniewski, W. Leppert, J. Natanson i mag. A. Ślósarski.

„Wszechświat“ przyjmuje ogłoszenia, których treść ma jakikolwiek związek z nauką, na następujących warunkach: Za 1 wiersz zwykłego druku w szpalcie albo jego miejsce pobiera się za pierwszy raz kop. 7½, za sześć następnych razy kop. 6, za dalsze kop. 5.

Adres Redakcyi: Krakowskie-Przedmieście, Nr 66.

DOŚWIADCZENIA HERTZA

NAD FALOWANIAM I ELEKTRYCZNYMI.

Kilkakrotnie podawaliśmy już w piśmie naszym wiadomość o doświadczeniach H. Hertza, które, przynosząc dowód, że działania elektro-magnetyczne roschodzą się w postaci ruchu falowego, mają w nauce znaczenie również doniosłe jak prace Fresnela i Younga, które ustaliły teorię undulacyjną światła, oraz badania Mayera i Joulea, które nakazały uważać ciepło za objaw ruchu. Rozrzucone w pamiętnikach akademii berlińskiej oraz w kilku ostatnich tomach roczników Wiedemanna, prace Hertza trudno się nadawały do ujęcia ich w sposób dla ogółu dostępny; obecnie jednak sam autor streścił je dokładnie w piśmie „Archives des sciences physiques et naturelles”, a to nastęrcza nam możność dokładniejszego zapoznania czytelników z badaniami, którym niewątpliwie przypada epokowa w nauce doniosłość.

Ze względu na ważność i nowość tych do-

strzeżeń, rzecz autora podajemy w dosłownym przekładzie; dla czytelników obeznanych z zasadniczymi objawami elektrycznymi, oraz z głównymi prawami ruchów falowych, opisy tych doświadczeń i wyprowadzone z nich wnioski nie będą przedstawiały trudności.

Odkąd Maxwell, w r. 1865, ogłosił swą teorię zjawisk elektrodynamicznych, ścierała ona coraz bardziej uwagę fizyków. Gdybyśmy rozważali jedynie tylko zjawiska elektryczne, teoria ta nie przedstawiałaby może wyższości istotnej nad teoriąmi dawniej utworzonymi; istotna jej wszakże zaleta polegała na tem, że wspólnym rzutem obejmowała i optykę, z własności bowiem jednego i tego samego środka, eteru, wyprowadzała zarazem prawa światła i prawa elektryczności. Czy jednak teoria ta odpowiada rzeczywistości, czy też jest tylko hipotezą genialną? Im więcej ją zgłębiano, im więcej sprawdzano jej wnioski, tem więcej prawdopodobieństwa zyskiwał pogląd pierwszy, brakło atoli zawsze jeszcze dowodu bezpośredniego, wyprowadzonego z doświadczeń pewnych.

Trudność zdobycia takiego dowodu doświadczalnego polegała na niezmierniej szyb-

kości, jaką posiada światło i jaką dla wszelkich względów przypisać należało i rozprzestrzenianiu się działań elektrycznych.

Działania te bowiem dają się ocenić co najwyżej w odległości kilku metrów od przewodników, które są ich źródłem, czas zaś, jakiego potrzebują na przebieżenie takich przestrzeni, wynosi ledwie kilka stumilijonowych części sekundy. Jakichkolwiekby używano sposobów mechanicznych do zamykania i przerywania prądów, do magnesowania i odmagnesowywania magnesów, do ładowania i wyładowywania butelek lejdejskich, zdawało się niepodobieństwem wywołać zjawiska te w warunkach takich, by można było śledzić fazy ich wytwarzania się w czasie tak krótkim, jak stumilijonowa część sekundy.

Dostrzegłem jednak, że istnieje sposób bardzo prosty dokładnego zamykania prądu przerwanego w czasie krótszym nawet nad tysięczną część milionowej części sekundy. Sposób ten stanowi sama iskra elektryczna, wywołana w warunkach odpowiednich. Posługując się nią, wzbudzić zdołałem w przewodnikach drgania elektryczne dosyć szybkie, aby z nich wyprowadzić dowód hipotez Maxwella. Hipotezy te znalazły zupełne potwierdzenie. Podam tu opis skrócony doświadczeń, jakie w tym celu przeprowadziłem.

I. *Iskra elektryczna.* Weźmy przyrząd indukcyjny J (fig. 1), mogący dawać iskry

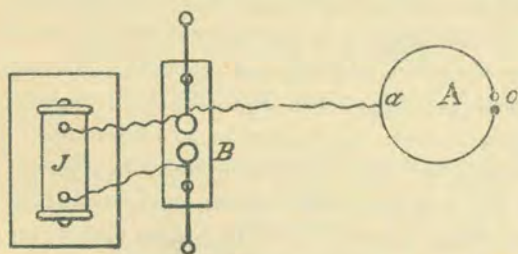


Fig. 1.

od 8 do 12 centymetrów długości, a pochodzące stąd wyładowania niech przeskakują między biegunami ekscytatora B , pozostającymi między sobą w odległości około jednego centymetra. Jeżeli bieguny te utworzone są z dwu ostrzy, albo z ostrza i kulki, iskry mają blask matowoniebie-

skawy lub czerwony i wydaje dźwięk głuchy i słaby. Jeżeli wszakże za bieguny obierzemy dwie powierzchnie kuliste należyte wygładzone, iskry będą blasku oślepiająco białego i wywoływać będą trzask nagły, dający się porównać do huku wybuchu. Gdy rospatrujemy iskrę w obracającym się zwierciadle ¹⁾, dostrzegamy, że biała ta iskra tworzy się tylko w pierwszej chwili wyładowania i trwa zaledwie przez czas bardzo krótki. Natężenie tej białej iskry wzmagają się, gdy z biegunami ekscytatora łączymy znaczne masy metaliczne, dobrze przewodzące elektryczność. W samej rzeczy biała ta iskra pochodzi z wyładowania powierzchni metalicznych, najbardziej do biegunów zbliżonych, a nie z właściwego wyładowania przyrządu. Otóż ta biała iskra rozwija się w czasie prawie nieskończenie drobnym.

Okazać to możemy zapomocą obwodu A , złożonego z ekscytatora mikrometrycznego o i z drutu kołowego. Punkt tego koła, który przypada naprzeciwko ekscytatora a , łączymy z jednym z biegunów ekscytatora B . Wtedy w O nie powstaje żadna zgola iskra. Było to do przewidzenia, natomiast wszakże nie można było przewidzieć, że otrzymujemy iskry w O , jeżeli punkt zetknięcia drutu łączącego przesuwamy o kilka centymetrów w jedną lub drugą stronę punktu a . A to właśnie ma miejsce. Wtórne te iskry pochodzą z różnicy czasów potrzebnych, aby fale elektryczne rozchodzące się z a dwiema różnymi drogami doszły do o . Wiadomo zaś, że ruchy elektryczne w drutach metalicznych przebiegać mogą 20 do 30 centymetrów w tysięcznej części jednej milionowej sekundy; i różnica zatem biegu dokonywać się winna w czasie odpowiednio krótkim, a zmiany, jakie wyładowanie elektryczne powoduje w warunkach elektrycznych układu, muszą się także wytwarzać w odstępie czasu, którego trwanie jest tegoż samego rzędu.

Doświadczenia te powtarzać można w rozmaity sposób, wprowadzając do obu gałęzi drutu, które fala elektryczna ma przebiec, druty rozmaitej grubości, z rozmaitych me-

¹⁾ Ob. „Fotografija iskry elektrycznej i błyskawicy“ Wszechśw. z r. b. N. 21.

tali, rozmaitej postaci, zgięte w postać spiralną, zygzakowatą i t. d.

Układ taki, który uważać można za nową postać wagi elektrycznej, pozwala porównywać prędkość w tych różnych przewodnikach i wyprowadzać bez trudu szereg ciekawych rezultatów.

Winiem dodać, że zjawiska te zostały odkryte już przed dziewiętnastu laty przez Bezolda, który podał zarazem zupełnie słuszne ich wyjaśnienie. Bezold opisał je w tomie CLX roczników Poggendorffa, ale nikt, jak się zdaje, nie zrozumiał wtedy doniosłości tych badań; sam o nich nie wiedziałem, gdy zjawiska te poraz pierwszy zauważyłem. Bezold już dostrzegł, com poznał po nim, że prędkość fal nie zależy zgoła od natury lub od oporu drutu, byleby on był dobrym przewodnikiem. Proste druty miedziane, żelazne, argentanowe, najrozmaitszej grubości, równoważą się między sobą, podobnie jak słup ciecży dobrze przewodzącej równoważy się z drutem metalicznym.

Ponieważ zjawiska zależą od postaci specjalnej, jaką przyjmuje iskra w najpierwszej chwili, nie może nas dziwić, że wpływają na nie okoliczności uboczne, zgoła nawet nieznaczne. Oto np. objaw bardzo osobliwy, jaki zauważyłem: Gdy powstaje iskra świetna w towarzystwie silnych wyładowań wtórnych, jeżeli w sąsiedztwie tej iskry zapalimy drut magnezowy, albo jeżeli rzucamy na nią światło lampy elektrycznej, świetność jej znika, dźwięk jaki wydaje, staje się głuchym, a towarzyszące jej wyładowania wtórne ustają prawie zupełnie. Światło więc pozafioletowe wywiera wpływ bardzo osobliwy na wyładowanie elektryczne; wpływ ten ujawnił się najpierw w przytoczonych tu warunkach, ale następnie badany był przez różnych obserwatorów, chociaż istotnej natury tego zjawiska poznać dotąd nie zdołano.

II. *Wytwarzanie drgań regularnych.* Weźmy teraz dwie kule metalowe o 30 centymetrach średnicy, albo też dwie kwadratowe płyty metalowe o boku wynoszącym 40 centymetrów i połączmy je prostym drutem metalicznym długości jednego metra. Dajmy, że jedna z tych kul jest naładowana elektrycznością dodatnią, druga ujemną i że

sily, które rozdzielają obie te elektryczności przestają nagle działać. Obie elektryczności połączą się, ale prąd w ten sposób wytworzony trwać będzie dłużej aniżeli samo to połączenie i wywoła na obu kulach ładunki przeciwne względem tych, jakie one posiadały pierwotnie; ładunki te spowodują nowe wyładowanie i tak samo dalej, a w ten sposób wytworzy się szereg drgań czyli oscylacyj między obu kulami. Mówimy tu zresztą językiem dawnym; wraz z Faradayem i Maxwellem należałoby raczej powiedzieć, że stan elektryczny eteru, otaczającego przewodnik, ulega kolejnym przeobrażeniom.

Zresztą, w jakikolwiek sposób tłumaczymy zjawisko to, jest rzeczą pewną, że powstaje tu ruch wahadłowy w warunkach elektrycznych systemu i że układ przytoczony stanowi jakby kamerton elektryczny.

Do takiego pojęcia prowadzi też teoria w sposób zupełnie pewny, a nadto pozwala ona ocenić z pewnem przybliżeniem, że trwanie drgnięcia tego kamertonu wynosi około jednej stumilijonowej części sekundy.

Aby wszakże kamerton taki drgał, trzeba, aby działanie pobudzające dokonywało się bezustannie w sposób dostatecznie nagły, to jest w czasie, któryby był tegoż samego rzędu, co trwanie drgnięcia. Zmian tak nagłych niepodobna urzeczywistnić metodami mechanicznymi, ale iskra elektryczna w formie specjalnej, jakąśmy opisali, daje nam po temu środek. Drut łączący obie kule albo płyty przecinamy w jego środku, na każdym z tak rozdzielonych końców osadzamy wygładzoną kulkę metalową o średnicy 4 centymetrów i łączymy te dwie kulki z dwoma biegunami maszyny indukcyjnej, jak na fig. 2; za każdym wyła-

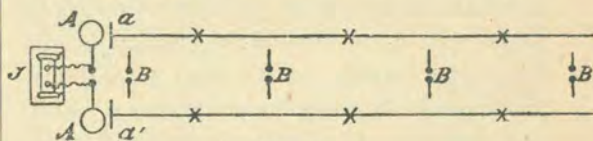


Fig. 2

dowaniem powstają wtedy drgania naszego kamertonu elektrycznego, który w dalszym ciągu nazywać będziemy konduktorem pierwotnym. Możliwe byłoby sądzić, że w miejsce przyrządu indukcyjnego dałaby się użyć

zwykła maszyna elektryczna; w tym wszakże razie otrzymujemy zaledwie działanie bardzo słabe, a maszyna indukcyjna, jak się zdaje, do doświadczeń tych jest niezbędną.

Aby w przestrzeni otaczającej uwidocznili drgania, któremi się teraz zajmujemy, odwołujemy się do indukcji, jaką wzbudzają w innym przewodniku. Za przewodnik taki obieramy drut miedziany, skrzywiony w postać koła o średnicy 75 centymetrów; koło to posiada przerwę, którą za pośrednictwem śruby mikrometrycznej sprowadzić można do długości nader drobnej. Jeżeli drut ten, który nazywać będziemy przewodnikiem wtórnym, umieścimy w sąsiedztwie konduktora pierwotnego, wytwarzać się w nim będą wyładowania, odpowiadające wyładowaniom konduktora pierwotnego. Długość iskier wtórnych jest zmienna. W niektórych położeniach koła wtórnych dochodzi do 7 i 8 milimetrów, gdyż z powodu nagłości ruchów elektrycznych siła ich indukcyjna jest bardzo znaczna. W położeniach innych iskra wtórna znika natomiast zupełnie.

Z początku byłem bardzo zdziwiony, gdy widział, że jeszcze w odległości jednego do dwu metrów od przewodnika pierwotnego powstają iskry bardzo wyraźne w przewodniku wtórnym; zdziwienie moje nie było mniejsze, gdy udało mi się w wielkiej sali otrzymać iskry w odległości 15 metrów. Co prawda, w odległościach tak znacznych iskry stają się bardzo drobne, dlatego też doświadczenia te wykonywać należy w ciemności.

Okoliczności wpływające na powstawanie iskier silnych lub słabych w przewodniku wtórnym, albo sprowadzające zupełny ich zanik, są w ogólności dosyć zawile; doświadczenia jednak najprostsze prowadzą tu bezpośrednio do rezultatów nauczających. Przy pierwszych już próbach poznajemy, że działanie wywiera się zwłaszcza w okolicach położonych z boku względem drgania pierwotnego; w odległościach znacznych nie można otrzymać wcale iskier na przedłużeniu kierunku drgań. Według prawa Webera działanie indukcyjne prądu zmiennego powinno występować przedewszystkiem na przedłużeniu tego prądu,—mamy więc zasadę do powątpiewania o słuszności tego

prawa. Wiadomo nadto, że natężenie indukcji i przyciąganie elektrodynamiczne są tak ze sobą związane, że tam gdzie jedno z tych działań jest żadne, także i drugie schodzi winno do zera. Element prądu prostoliniowego nie powinienby wywierać zgoła działania elektrodynamicznego na swem własnem przedłużeniu. Znane doświadczenie Ampèrea miało na celu wykazanie objawu przeciwnego. Poznano już dawno, że nie jest ono przekonywającym, ale z tego, cośmy mówili, widzimy, że sam fakt, jaki ono uzasadnić miało, nie jest zgodny z rzeczywistością.

Iskry elektryczne przewodnika wtórnego okazują nam istnienie bardzo natężonych ruchów elektrycznych w przewodniku pierwotnym. Otóż, podać możemy dowody, że ruchy te ulegają formie drgań regularnych.

Dowód pierwszy polega na objawach rezonansu, które ruchom tym towarzyszą. Jeżeli bierzemy szereg kołowych przewodników wtórnych wzrastającej wielkości, od średnic bardzo małych aż do średnic bardzo wielkich i gdy je sprowadzamy kolejno do położenia jednakiego, szczególniejszego, względem przewodnika pierwotnego, zobaczymy, że najpierw powstają iskry bardzo drobne. Dopiero, gdy dochodzimy do przewodników kołowych o średnicy 75 centymetrów, otrzymujemy iskry kilkumilimetrowe. W kołach większych mieć będziemy znów iskry bardzo drobne. Ale gdy wymiary przewodnika pierwotnego zmniejszamy do połowy, działania jego na koła 75-centymetrowe stają się słabsze, a największe iskry wywołują się wtedy przy użyciu kół o średnicy 38 centymetrów. Możemy w różny sposób zmieniać trwanie drgań w obu przewodnikach, zmieniając wymiary kulek na końcach drutu osadzonych, wprowadzając skręty spiralne i t. d., niemniej zachodzi zawsze stosunek między wymiarami obu konduktorów, pierwotnego i wtórnego, przy którym wzajemne ich działanie osiąga swęj największości. Niepodobna zatem nie dostrzegać tu objawu analogicznego do objawów rezonansu czyli współdzwiczności. Rzecz oczywista, że okoliczność tę użytkować możemy na korzyść naszych doświadczeń, dobierając przewodnik wtórny taki, któryby drgał zgodnie czyli unisono z prze-

wodnikiem pierwotnym. Dla tego powodu nadaliliśmy swemu przewodnikowi wtórnemu wielkość oznaczoną, dobraną na podstawie prób poprzednich.

Moglibyśmy przytoczyć inne jeszcze dowody analogiczne na poparcie tych falowań regularnych; niezwekając jednak, wolimy przytoczyć przykład stanowczo przekonywający. Umieszczamy przewodnik pierwotny AA' poziomo, jak to wskazuje fig. 2; przed temi dwiema kulami umieszczamy dwie płyty metaliczne aa' , od których wybiegają prostopadłe dwa druty, ciągnące się równolegle na długości 10 do 20 metrów. Następnie stajemy w przestrzeni między obu temi drutami, trzymając wtórny nasz obwód B tak, aby płaszczyzna jego była prostopadła do obu drutów i aby przerwa jego przypadała w części górnej. Wychodząc z dalszego końca drutów, dostrzegamy najpierw iskry o długości kilku milimetrów. Gdy zbliżamy się do przewodnika pierwotnego, widzimy, że iskry te zmniejszają się, następnie nikną zupełnie w odległości 1,5 metra od końca. Iskry ukazują się znów bardzo żywe w odległości 3 m, nikną znowu w odległości 4,5 m, a zjawisko to odtwarza się peryjodycznie w odstępach równych. Oczywiście, fale powstające w przewodniku pierwotnym roschodzą się w drutach aż do ich końców, gdzie się odbijają, a fale odbite przez interferencyją z falami bezpośrednimi wydają system fal stojących. Na figurze węzły drgań wskazane są krzyżykami; aby węzły te występowały wyraźnie, trzeba, aby długość drutów powstawała w oznaczonym stosunku do długości fali. Przez próby otrzymuje się łatwo długość odpowiednią.

W opisanem tu urządzeniu koniec wolny drutów odpowiada górze fali. Gdy łączymy oba końce, powstaje tam węzeł; w tym ostatnim razie inne węzły przypadają w odległości 3, 6, 9 metrów od końca drutów. Można doświadczenie to zmieniać znacznie, umieszczając rozmaicie przewodnik wtórny, rezultat jest zawsze jednakowy, co się tyczy długości fali. Możemy więc być pewni, że nasz przewodnik pierwotny jest rzeczywiście siedliskiem drgań izochronicznych i wysyła fale regularne.

III. *Działanie elektrodynamiczne izolatorów czyli ciał odosobniających.* Sądono dłu-

go, że ciała odosobniające czyli nieprzewodniki nie wywierają żadnego wpływu na roschodzenie się sił elektrycznych, że przepuszczają je, niepowodując żadnej w nich zmiany; Faraday wykazał, że pogląd ten jest błędny, siła bowiem elektryczna, działając na izolator, wywołuje w nim pewien rodzaj polaryzacji, która wywiera wpływ wyraźny na działania elektrostatyczne ¹⁾. Maxwell posunął się dalej, twierdząc, że polaryzacja ta wywierać też może działanie elektrodynamiczne, że każda zmiana, jakiej ulega, równoważną jest z prądem i zdolną do wytwarzania siły indukcyjnej. Jakkolwiek hipoteza ta stanowi jedną z ważnych podstaw systemu Maxwella, nie została dotąd w sposób pewny potwierdzoną przez doświadczenie; wolno nawet powątpiewać, czy potwierdzenie takie byłoby możliwe metodami zwyczajnymi. Nasze drgania elektryczne dostarczają natomiast łatwego środka takiego potwierdzenia.

Fig. 3 przedstawia szkic doświadczenia: AA' jestto znowu przewodnik pierwotny; przewodnik nasz wtórny umieszczamy w położeniu wskazanem na figurze, to jest tak, aby przerwa jego f przypadała w płaszczyźnie płyt AA' . Jakkolwiek znajduje się on

¹⁾ Według poglądów dawniejszych izolatory czyli nieprzewodniki nie różnią się zasadniczo od przewodników, a są to tylko nadzwyczaj złe przewodniki; według teorii Faradaya natomiast w nieprzewodnikach elektryczność przechodzić nie może od jednej cząsteczki do drugiej, a przewodnictwo możliwe jest tylko w obrębie oddzielnej cząsteczki. Wpływ zatem ciał naelektryzowanych wywierać się może tylko na cząsteczki w ten sposób, że obie elektryczności w każdej cząsteczce rozdzielają się i układają biegunowo, albo też, że cząsteczki już poprzednio biegunowo naelektryzowane, pod wpływem ciała elektrycznego zwracają się w jednaki strony. Według téj zatem teorii izolatory względem ciał naelektryzowanych zachowują się jak pręt żelazny względem magnesu.— Stan taki izolatorów nazywamy polaryzacją dielektryczną.— Stąd też izolatory wpływają na ładunek elektryczny kondensatorów, a liczba, która wskazuje, ile razy silniejszy jest ładunek elektryczny kondensatora przy użyciu izolatora z danego materiału (szkła, gumy) aniżeli przy użyciu warstwy powietrza w jednakich zresztą warunkach, nazywa się stałą dielektryczną czyli zdolnością indukcyjną właściwą danej substancji.

(Przyp. tłum.).

tak blisko przewodnika pierwotnego, iskra między biegunami powstawać nie może, wpływ bowiem wywierany na połowę jego górną równoważy się zupełnie z wpływem na połowę jego dolną. Umieszczony wszakże w ten sposób, jest on nader czuły na najślabszą zmianę, zachodzącą w jego sąsiedztwie. Jeżeli pod przyrządem, na ziemi, ułożymy pręt żelazny lub blachę cynkową, dostrzegamy bezzwłocznie ukazywanie się drobnych iskier. Są one następstwem prądów, wywołanych w dwu tych masach metalicznych przez przewodnik pierwotny. Samo nawet ciało obserwatora nie jest bez niejako wpływu, tak że należy przedsięwzięć pewne ostrożności, by uniknąć błędów.

Nieograniczając się wszakże do ciał, które są przewodnikami, możemy doświadczenia te rościęgnąć i do izolatorów. Pole-

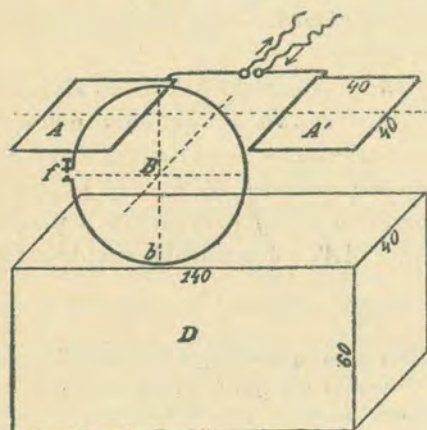


Fig. 3.

ciem w tym celu sporządzenie wielkiego gładu asfaltowego, mającego 1,40 m długości, 0,40 m grubości i 0,60 m wysokości, który na rycinie przedstawiony jest w D. Umieściłem go w sposób wskazany i z wielkim zadowoleniem dostrzegłem wtedy ukazywanie się iskier bardzo wyraźnych. Zastępowałem gład asfaltowy podobną bryłą żywiczną, papierową i t. d., rezultat był zawsze jednakowy. Można by zarzucić, że przyczyna iskier była natury elektrostatycznej; to jednak być nie może, linię bowiem siły elektrostatycznej przechodzą w izolatorze od płyty A do płyty A' i z izolatora nie wychodzą. Zarzut ten odpierają nadto pewne właściwości zjawiska, które opisałem dokładnie w szczegółowych swych rozprawach i z któ-

rych wypływa, że ruchy wzbudzone w ciele odosabiającem zachowują się zupełnie jak ruchy wywołane w przewodniku, z różnicą tylko ilościową. Zaznaczyć zresztą należy, że działanie izolatora można równoważyć, zbliżając od strony przeciwniej, w naszym zatem przypadku od strony górnej, przewodnik podobnych wymiarów.

Gdy wymiary przyrządu zmniejszamy do połowy, iskry stają się daleko drobniejsze i nie dają się już obserwować tak łatwo, jak poprzednio. Poza tem jednak rezultat pozostaje takż sam i mamy tę korzyść, że możemy działać z substancjami czystymi, których cena czyniłaby bryły wielkie zbyt kosztownymi. W ten sposób mogłem poddawać badaniom bardzo różne ciała odosabiające, między innymi siarkę, parafinę, oraz jeden izolator ciekły, olej skalny. Ciała tego rodzaju, które posiadają znaczną stałą dielektryczną, dają skutki wybitniejsze; doświadczenia te wszakże nie nadają się do oceny ilościowej tej stałej dielektrycznej.

(dok. nast.)

S. K.

Co w liściach pierwiej się tworzy

GLUKOZA CZY MĄCZKA?

(Dokończenie).

Zachodzi teraz pytanie, jak mamy pojmować wzajemny do siebie stosunek owych różnych wodorów węgla, jakie w zielonych częściach roślin napotykamy. Czy przyjąć mamy, że przy procesie asymilacyjnym współcześnie i bezpośrednio z dwutlenku węgla i wody powstają te różne wodany węgla, czy też sądzić, że jeden z nich przede wszystkim się tworzy, inne zaś są dopiero dalszym produktem przemiany tego pierwszego, a jeśli przychylimy się do tego ostatniego zapatrywania, to zapytać dalej wypadnie, który z owych wodorów węgla najpierw w liściach powstaje.

Aby z rozkładu dwutlenku węgla i wody od razu i u różnych roślin rozmaicie co do ilości ustosunkowane wodany węgla się

tworzyły, jest rzeczą bardzo mało prawdopodobną. Trudno przypuścić, aby tak fundamentalny i tak powszechnie u zielonych roślin odbywający się proces, u różnych roślin tak rozmaity miał przebieg. Warunki procesu przyswajania, stosunki ilościowe wymiany gazów przy tym procesie, u wszystkich roślin są jednakowe, więc też jakkolwiek nie pewną, ale przecież najprawdopodobniejszą jest rzeczą, że i pierwiastkowy przebieg tego procesu jest także jednaki, że pierwszy produkt organiczny jaki przez ten proces w roślinie się wytwarza, jest zawsze ten sam, a że on dopiero u różnych roślin różnym dalszym ulega przemianom.

Atoli wiemy już z tego, cośmy wyżej powiedzieli, że takim pierwszym i powszechnym produktem asymilacji mączka żadną miarą być nie może, produktu więc tego szukać będziemy musieli pomiędzy owymi w soku komórkowym rospuszczonymi wodanami węgla, które, jak wyżej widzieliśmy, w mniejszej lub większej ilości u wszystkich roślin występują.

W pierwszym rzędzie nastęrcza nam się tu pod uwagę glukoza. Jeżeli glukozę przyjmujemy jako pierwszy widoczny produkt przyswajania, z którego dopiero przez stopniową kondensację tworzą się inne wodany węgla w liściach występujące, jeżeli nadto przyjmujemy, że zdolność komórek śródliścia do owego kondensowania glukozy jest u różnych roślin różna, to już łatwo będziemy mogli zdać sobie sprawę z owych różnic, jakie pod względem zawartości rozmaitych wodanów węgla w liściach różnych roślin poznaliśmy powyżej.

Jeżeli tedy liście cebuli, *Asphodelus luteus* i t. p., mączki wcale nie zawierają, to przypisać to należy temu, że u tych roślin komórki śródliścia nie posiadają prawie wcale zdolności kondensowania cząsteczek glukozy na wodany węgla o wyższej wadze cząsteczkowej. Istotnie w liściach cebuli lub *Asphodelus luteus*, znalazł Mayer bardzo nieznaczne tylko ilości rospuszczalnych, a płynu Fehlinga nieredukujących wodanów węgla. U tych tedy roślin glukoza gromadzi się w komórkach śródliścia jako taka i do znacznej stosunkowo dochodzi tu koncentracji.

U *Yucca filamentosa* mączka w liściach nie występuje także, ale w warunkach dla asymilacji przyjaznych prócz glukozy znajduje się w liściach znaczna ilość innego, także w wodzie rospuszczalnego, ale płynu Fehlinga nieredukującego, wodoru węgla, którym, podług badań Mayera, jest sinistryna. Sinistryna jest wodoranem węgla o prawdopodobnej wadze cząsteczkowej $(C_6H_{10}O_5)_6$, podczas, gdy waga cząsteczkowa mączki jest jeszcze wyższą (prawdopodobnie $(C_6H_{10}O_5)_{12}$). Dla zrozumienia tego zachowania się *Yucca* przyjmujemy, że komórki jej śródliścia nie są jeszcze w stanie zagęszczać glukozy na mączkę, ale przecież gdy koncentracja glukozy przejdzie pewną granicę (która, jak z liczb Mayera wnosić możemy, wynosi około 2%) zagęszczają ją na sinistrynę.

Nareszcie przyjmujemy, że u największej liczby roślin zdolność kondensacyjna zielonych komórek sięga jeszcze dalej i glukoza doszedłszy do pewnej koncentracji zostaje zagęszczona na wodoran węgla o wadze cząsteczkowej najwyższej, na mączkę. Atoli i tu owa kondensacja nie u wszystkich roślin równie energicznie się odbywa: podczas gdy u jednych następuje ona dopiero wtedy, gdy koncentracja glukozy w soku komórkowym dość znacznych dosięgnie rozmiarów, u innych glukoza przechodzi w mączkę już przy koncentracji stosunkowo bardzo niskiej. Dlatego to u jednych roślin znajdujemy bardzo wiele mączki, a tylko nieznaczne ilości glukozy, u innych przeciwnie, nieznaczne tylko ilości mączki, ale zato znacznie większe ilości glukozy. Ale i u roślin zawierających mączkę, prócz niej i glukozy znajdujemy także pewną ilość nieredukujących płynu Fehlinga a rospuszczalnych wodanów węgla, z tego wnosić należy, że i tu glukoza nie na samą tylko mączkę, ale także i na te inne wodany węgla zostaje kondensowana.

Według tego pojmowania, różnica między roślinami obficie lub skąpo tylko mączkę w liściach gromadzącymi, polegać będzie nie na tem, że pierwsze szybciej asymilują niż drugie, ani też na tem, że w pierwszych wytwarzająca się mączka wolniej się zużywa niż w drugich, ale na tem, że rośliny obficie mączkę gromadzące mają większą

zdolność kondensowania tworzącej się przy procesie przyswajania glukozy na mączkę, niż te, u których mączka skąpo tylko występuje. Przyjmujemy tedy, że liście wszystkich roślin przy procesie asymilacyjnym przedewszystkiem wytwarzają glukozę, tę glukozę częściowo zaraz zużywają do procesów życiowych, lub oddają innym częściom roślinnym, częściowo zaś, gdy wytwarzanie jej nad zużyciem i odpływem przeważa i gdy koncentracja jej w komórkach śródliścia wskutek tego wzrasta, następuje, w miarę zdolności kondensacyjnej komórek, zamiana tej glukozy na inne wodany węgla, a w szczególności najczęściej przeważnie na mączkę. Jeżeli teraz proces przyswajania przy zmienionych warunkach, np. z nastaniem nocy ustaje, a odpływ i zużywanie glukozy trwa dalej, tak, że koncentracja jej w soku komórkowym zmniejsza się, wówczas mączka w okresie wzrastającej koncentracji w komórkach śródliścia wytworzona, zaczyna się pod wpływem właściwych fermentów napowrót na glukozę zamieniać, a w następstwie zużywać i z liści odpływać. Tak więc mączka w ciąłkach zieleni gra rolę materyjału zapasowego, powstającego z tworzącej się przy procesie asymilacyjnym glukozy, jak skoro jej koncentracja podniesie się ponad pewną normę, a ten materyjał zapasowy zostaje znów uruchomiony przez zamianę w glukozę jak skoro koncentracja tej ostatniej odpowiednio się zmniejszy.

Takie pojmowanie wzajemnego stosunku do siebie glukozy i mączki, tworzących się w liściach przy asymilacji jest nietylko najnaturalniejsze i najprostsze, ale nadto przemawiają jeszcze za niem rozmaite inne względy, które rozpatrzymy z kolei. I tak:

1. Glukoza znajduje się, jakkolwiek w zmiennych ilościach, ale w liściach wszystkich roślin bez względu na to, czy one mączkę obficie czy skąpo gromadzą, czy też jej wcale nie zawierają, więc prawdopodobnie jest, że ten powszechnie występujący niż którykolwiek z innych mniej ogólnie występujących wodań węgla jest pierwszym widocznym produktem przyswajania.

2. Ze wszystkich wodań węgla glukozy są związkami najprostszymi o wadze czą-

steczkowej najniższej, a wiadomem jest, że synteza związków najprostszych jest łatwiejszą niż bardziej skomplikowanych, więc też przypuszczenie, że glukoza najpierw powstaje, a z niej dopiero przez kondensacyją wodany węgla o wyższej wadze cząsteczkowej, ma za sobą więcej prawdopodobieństwa niż przypuszczenie odwrotne.

3. Liście niektórych roślin, np. kosaćca, roślin bananowatych w zwykłych warunkach bardzo rzadko i tylko bardzo małe ilości mączki zawierają, ale za to zawierają dość znaczne ilości glukozy; jeżeli jednak te liście umieścimy w warunkach szczególnie dla asymilacji korzystnych (w świetle, w atmosferze zawierającej około 5% dwutlenku węgla), wtedy po pewnym czasie mączka wystąpi w komórkach ich śródliścia równie obficie jak u innych roślin. Fakt ten wobec wyżej wyluszczonego zapatrywania objaśni się tem, że zdolność kondensowania glukozy na mączkę u tych roślin jest słabą i że kondensacyja następuje dopiero przy znaczniejszem podniesieniu się koncentracji glukozy. Przez umieszczenie liści w atmosferze wzbogaconej w dwutlenek węgla, następuje wzmożenie procesu przyswajania, a więc wytwarzania glukozy, koncentracja jej w komórkach śródliścia podnosi się ponad zwykłą normę i wskutek tego w komórkach tych następuje obfite tworzenie się mączki.

4. U roślin niezbyt obficie lub też bardzo skąpo mączkę w liściach wytwarzających, mączka ta występuje w największej ilości lub nawet wyłącznie w komórkach miększu, otaczających bezpośrednio wiązki łyko-drzewne, w komórkach zaś miększu bardziej od nerwów oddalonych, albo znajduje się w bardzo małej ilości albo nawet niema jej tu wcale. Tak np. zachowuje się *Euphorbia lathyris*, *Euphorbia heterophylla*. Fakt ten objaśnia się tem, że komórkami miększowemi, otaczającymi nerwy, materyje przez komórki śródliścia przyswojone odpływają do innych części roślinnych, tu koncentracja glukozy dochodzi najwyższego stopnia i z tego powodu tu właśnie mączka przedewszystkiem się wytwarza.

5. Przed paru miesiącami ogłosił Böhm ciekawe obserwacyje nad tworzeniem się mączki u *Sedum spectabile*, które mogą słu-

żyć jako bardzo silne poparcie powyżej wysuszonego zapatrywania. Jeżeli liście tego Sedum, które przez dłuższe zaciemnienie rośliny pozbawione zostały mączki, zawiesić w suchym powietrzu, czy to na świetle w atmosferze pozbawionej dwutlenku węgla, czy nawet w ciemności i po upływie jednego do trzech dni badać ponownie, okaże się, że one mączkę w komórkach śródliścia zawierają. Mączka ta nie mogła powstać przez asymilację, bo nie było po temu warunków, musiała się więc wytworzyć z glukozy znajdującej się w komórkach. Wytworzenie się mączki było tu skutkiem tego, że wskutek parowania koncentracja glukozy w komórkach śródliścia podniosła się i doszła do granicy, przy której następuje kondensacja na mączkę. Że tak jest w istocie, dowodzi okoliczność, że mączka nie wytwarzała się wcale, jeżeli takie liście były wstawione w wodę, tak, że wyparowana woda zastępowaną była świeżą. Ciekawym też był fakt, że gdy w liściach przed doświadczeniem wycięto w środku borerem od korków okrągłe dziurki, to naokoło nich mączka najprędzej i najobficiej w śródliściu się tworzyła, oczywiście dlatego, że tu komórki najprędzej wodę traciły. Böhm obserwował także, że odciągnięcie wody liściom Sedum mączki pozbawionym zapomocą roztworu saletry, alkoholu, gliceryny i t. p. wywołuje także tworzenie się w nich mączki. A więc w jakikolwiek sposób spowodujemy podniesienie się koncentracji glukozy w komórkach śródliścia Sedum, wywołamy przez to zawsze kondensowanie się tej glukozy na mączkę.

6. Przed kilku jeszcze laty Böhm a za nim później Mayer, Schimper i inni wykazali, że w liściach pozbawionych mączki można wywołać tworzenie się jej w ciałkach zieleni nawet w ciemności, doprowadzając sztucznie do ich komórek glukozę, cukier lub inne niektóre połączenia. Liście pozbawione mączki kładzie się na roztworze glukozy lub cukru i umieszcza w ciemności. Po upływie kilku dni można skonstatować obecność mączki w ciałkach zieleni śródliścia. Oczywiście ta mączka utworzyć się jedynie mogła z glukozy, która zewnątrz przez komórki liści wciągnięta została. Używając do takich doświadczeń

mocno skoncentrowanego około 20% roztworu glukozy, można wywołać obfite tworzenie się mączki nawet w liściach niektórych takich roślin, które w naturze nie wytwarzają mączki wcale, lub tylko w małych ilościach. I tak Böhmowi udało się wywołać w ten sposób tworzenie się mączki w liściach *Iris germanica* a nawet w liściach *Galanthus nivalis*, *Hyacinthus orientalis*, *Ornithogalum umbellatum*, natomiast liście *Allium* i *Asphodelus* nawet i w tych warunkach mączki nie wytwarzały.

Liście innych roślin, które już w zwykłych warunkach mniej lub więcej obficie mączkę wytwarzają, nadają się naturalnie jeszcze lepiej do tego rodzaju doświadczeń i, jak tego z góry oczekiwać można, tworzą mączkę już nawet na znacznie mniej skoncentrowanych roztworach glukozy (Böhm, Schimper).

Jeżeli tedy komórki zielone nawet z glukozy zzewnątrz im doprowadzonej są w stanie wytwarzać mączkę, jeżeli czynią to tem łatwiej im w zwykłych warunkach więcej mączki gromadzą, jeżeli samo zwiększenie koncentracji glukozy przez utratę wody z liści już tworzenie się mączki z glukozy wywołać może i jeżeli przytem tę glukozę w liściach wszystkich roślin znajdujemy, to cóż naturalniejszego od przypuszczenia, że i mączka w zwykłych warunkach w liściach się tworząca także z glukozy powstaje, że ta ostatnia przy procesie przyswajania pierwój się tworzy od mączki.

Tak więc wszystko przemawia za tem a nie przeciw temu, że *nie mączka ale glukoza jest pierwszym widocznym produktem procesu przyswajania*, powstającym w komórkach zielonych przez rozkład dwutlenku węgla i wody pod wpływem promieni słonecznych i że z tej dopiero glukozy przez stopniową kondensacją powstają inne wodany węgla, a między nimi i gromadząca się w ciałkach zieleni mączka.

Inne całkiem znowu jest pytanie, czy sama glukoza jest już absolutnie pierwszym produktem procesu przyswajania, czy też może już ona z innego, jeszcze prostszego przy rozkładzie dwutlenku węgla i wody tworzącego się związku powstaje. Niewdając się w szczegółowy rozbiór tego pytania, zaznaczymy tylko, że wiele danych przema-

wia za tem ostatniem przypuszczeniem. Większa część fizjologów zgadza się dziś na to, że według wszelkiego prawdopodobieństwa pierwszym związkem organicznym, jaki się w roślinie przy procesie przyswajania wytwarza, jest aldehyd mrówkowy i że dopiero ten, polimeryzując się w komórkach zielonych, daje początek glukozie, ta zaś, jak już widzieliśmy, przez dalszą polimeryzacją wytwarza inne wodany węgla.

Za tem przypuszczeniem przemawia:

1) Okoliczność, że trudno przypuścić, aby tylko conajmniej 6 cząsteczek dwutlenku węgla z tyluż cząsteczkami wody rozkładane być mogły, a jedna cząsteczka dwutlenku węgla z jedną wody nie. Jeżeli zaś zostanie rozłożoną 1 cząsteczka dwutlenku węgla i 1 wody przy zachowaniu zwykłego gazometrycznego stosunku, to produktem stąd powstałym może być tylko aldehyd mrówkowy według wzoru $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + \text{CH}_2\text{O}$.

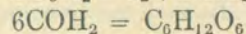
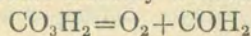
2) Okoliczność, że niedawno udało się Loewowi przez sztuczną polimeryzacją przeprowadzić aldehyd mrówkowy w wodan węgla podobny do glukoz, składu $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, który on nazwał formozą.

3) Okoliczność, że niedawno udało się Bokornemu przez sztuczne doprowadzenie do liści alkoholu metylowego lub metylalu doprowadzić je w ciemności do wytwarzania mączki w ciałkach zieleni.

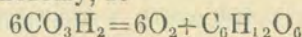
A teraz jeszcze zastanowimy się nad tem, jak sobie mamy przedstawić sam rozkład dwutlenku węgla i wody przy procesie asymilacyjnym.

Pan Groszlik w swoim artykule dziwi się, że podczas gdy rozkład dwutlenku węgla żywe wśród botaników budził zawsze zajęcie, kwestyja rozkładu wody i przyswajania z niej wodoru leży dotąd odłogiem, chociaż, mówi p. G., wszyscy są przekonani, że wodór i tlen łączą się z węglem jako takie nie zaś w postaci wody. Pan G. wyobraża sobie tedy, że obok rozkładu dwutlenku węgla na pierwiastki odbywa się także rozkład wody na pierwiastki, a domagając się osobnych badań nad rozkładem wody, uważa widocznie ten rozkład jako oddzielny proces fizjologiczny. Z tych dwu procesów wytworzone pierwiastki, to jest węgiel, wodór i tlen mają się dopiero

ze sobą łączyć i tworzyć pierwszą materiją organiczną, produkt przyswajania. W ten sposób, zdaniem mojem, owych procesów pojmować nie można. Nie należy nigdy mówić o rozkładzie dwutlenku węgla, o rozkładzie wody przez liście roślin, ale jedynie tylko o rozkładzie dwutlenku węgla i wody. Dwutlenek węgla sam przez się tak samo przez roślinę rozkładanym być nie może, jak nie może być rozłożoną sama woda. Tylko oba te ciała razem wzięte mogą być przez komórki zielone rozkładane i na materiją organiczną przerabiane. To też zamiast mówić o rozkładzie dwutlenku węgla i wody, najwłaściwiej byłoby mówić (jak to już przed kilku laty uczynił Reinke) o rozkładzie kwasu węglanego. Mamy wszelkie prawo przypuścić, że w roztworze wodnym dwutlenku węgla znajduje się rozpuszczony właściwy kwas węglany CO_3H_2 . Wszak dwutlenek węgla tylko wobec wody może z zasadami wytwarzać sole i tak samo też tylko wobec wody może służyć komórkom zielonym do wytwarzania materiji organicznej. Otóż najprostszem przypuszczeniem jest to, że nie bezwodnik węglowy i woda każde zosobna, ale kwas węglany jako taki ulega w komórkach zielonych rozkładowi pod wpływem promieni słonecznych i to nie całkowitemu rozkładowi na pierwiastki, któreby potem nanowo dopiero ze sobą łączyć się miały, ale poprostu częściowej redukcji na aldehyd mrówkowy, który równie dobrze za drugi aldehyd kwasu węglanego uważać możemy (za pierwszy uważanym być może sam kwas mrówkowy). Podług tego twórczenie się glukozy przy procesie asymilacyjnym wyrazić możemy wzorami:



Jeżelibyśmy zaś woleli zamiast hipotetycznego tworzenia się aldehydu mrówkowego jako ogniwa pośredniego przypuścić wprost faktyczne już tworzenie się glukozy to i tak przyjąć możemy, że



Tak pojmując proces rozkładowy przy tworzeniu się materiji organicznej, nie potrzebujemy łamać sobie głowy nad tem, czy tlen wydzielony przy tym procesie powstaje wyłącznie z rozkładu dwutlenku węgla, czy też częścią z niego częścią z rozkładu

wody, ani też nad tem, czy węgiel z rozkładu tego pochodzący wprost z wodą, czy też z wodorem i tlenem, jako pierwiastkami z rozkładu wody wydzielonemi, łączy się na materiją organiczną. Niema tu rozkładu i syntezy kolejno po sobie idących, ale prosto częściowa redukcya.

Na zakończenie (dla uchronienia czytelników Wszechświata od błędnych informacyj) dodam tu jeszcze dwa drobne faktyczne sprostowania do artykułu p. Groszlika o asymilacji. Na str. 791 opisuje p. G. elementarne doświadczenia dla zademonstrowania wydzielania tlenu przez rośliny, dołączając nawet do tego rycinę, fig. 1. W wodzie, zawartej w dzwonie, każe p. G. umieścić kilka świeżo zerwanych liści i wystawiwszy wszystko na światło obserwować, jak z liści wydzielać się będą pęcherzyki tlenu. Mówi nawet, że widać, że pęcherzyki wydzielają się z dolnej powierzchni liści, co pochodzi stąd „że na dolnej powierzchni liścia znajdują się, mianowicie w naskórku t. zw. szparki, komunikujące się z przestworami międzykomórkowemi miękiszu liściowego i stanowiące ujście dla wydzielającego się gazu”. Pomijając, że szparki zazwyczaj znajdują się także i w naskórku górnej powierzchni liścia, choć nie tak obficie jak na dolnej, zaznaczyć musimy, że liście roślin lądowych (wodne szparek prawie nie posiadają) do tego doświadczenia zupełnie się nie nadają, do doświadczenia tego używać należy zawsze tylko roślin wodnych. Liście roślin lądowych pogrążone w wodzie wtedy tylko asymilować mogą, jeżeli ich powierzchnia bądźto z powodu gęstego pokrycia włoskami, bądźto z powodu silnie rozwiniętego wosku na naskórku, w wodzie się nie macza. W takim razie powierzchnia liścia w wodzie pogrążonego przedstawia się jakby srebrzystą pokrytą powłoką, otoczona bowiem jest naokoło warstwą powietrza, które ją od wody odgradza. Do tego powietrza będzie oczywiście dyfundował z wody dwutlenek węgla, liść więc jest wtedy otoczony powietrzem zawierającym dwutlenek węgla, zachowuje się więc tak, jakby był w powietrzu: dwutlenek węgla rozkłada i mączkę w zielonych komórkach wytwarza. Nie jest to przecież asymilacja dwutlenku węgla z wody, ale z powietrza.

Inaczej rzecz się ma, gdy powierzchnia liścia, niebędąc pokryta ani woskiem ani włoskami, macza się w wodzie. Liść taki pogrążony w wodzie ani pęcherzyków tlenu z siebie nie wydziela, ani mączki nie wytwarza, słowem w tych warunkach nie asymiluje wcale. Takie zachowanie się liści roślin lądowych w wodzie zawierającej dwutlenek węgla stwierdził już Böhm w r. 1872, a później Atsuke Nagamatse w r. 1887.

Ważniejszą rzeczą dotyczy drugie sprostowanie, które mam jeszcze do zrobienia. Na str. 808, p. G. omawiając wpływ natężenia światła na asymilację, mówi: „Stopień natężenia światła, przy którym proces asymilacyjny przebiega najenergiczniej czyli optimum natężenia światła równa się, według Kreusslera, $\frac{1}{8}$ światła dziennego. W miarę wzrastania siły światła energija asymilacji stopniowo się zmniejsza”. O tych rezultatach jakoby prac Kreusslera nie mi nie wiadomo. Podług tego sądziłoby należało, że np. o zmroku lub w dniu pochmurnym, gdy zwykle natężenie światła dziennego zmniejszy się np. do połowy lub do $\frac{1}{4}$ szybkość asymilacji wzrasta (skoro optimum leży przy $\frac{1}{8}$ światła dziennego, a silniejsze światło już zmniejsza energiją asymilacji). Tak przecież nie jest. Każdy wie, że w dniu jasnym słonecznym, energija asymilacji jest o wiele silniejszą niż w pochmurnym. Ścisłe też badania nad zależnością asymilacji od natężenia światła, dokonane nie przez Kreusslera (który zajmował się, o ile mi wiadomo, całkiem innemi pytaniami, odnośnie do asymilacji, a nie wpływem światła), ale przez Reinkego, dały rezultaty zupełnie odmienne od tych, jakie w swoim artykule podaje czytelnikom Wszechświata pan G. Doświadczenia Reinkego stwierdziły naprzód rezultaty Wolkoffa, że w pewnych granicach rozkład dwutlenku węgla wzrasta proporcjonalnie do natężenia światła, *ale jeżeli ta granica (która zresztą nie $\frac{1}{8}$ światła dziennego, ale mniej więcej pełnemu światłu dziennemu w dniu letnim słonecznym się równa) przekroczoną zostanie, to dalsze wzrastanie natężenia światła rozkładu dwutlenku węgla ani nie przyspiesza, ani też go nie zwalnia*, tak, że przy doświadczeniach Reinkego nawet natężenie światła 60 razy silniejsze od peł-

nego światła słonecznego, jeszcze pobudzało rozkład dwutlenku węgla z taką samą szybkością jak to optymalne zwykle światło bezpośrednich promieni słonecznych. Asymilacja w tak nadmiernie silnym świetle słabnie i ustaje dopiero wtedy, gdy to światło uszkodzi roślinę rozkładając jej zielenie.

Według mego przekonania należałoby się starać, aby w artykułach popularnych podawać czytelnikom tylko rzeczywiste rezultaty badań naukowych.

Emil Godlewski.

SZKIC PORÓWNAWCZY UKŁADU TRAWIENIA U ZWIERZĄT.

Mylą się ci, którzy uważają zbiór ściśle i dokładnie zaobserwowanych faktów za naukę, we właściwym jej znaczeniu. Nauka — doctrina — zawiera zawsze pewien element filozoficzny, jest systematem uogólnień, w rozmaity sposób z sobą powiązanych, a fakty są tylko dla niej środkiem, są gruntem, z którego czerpie ona materiały do owych uogólnień. Fakty nie są bynajmniej jedynym celem nauki, jak to częstokroć przypuszcza błędnie nie tylko szersza publiczność, ale i liczni także przyrodnicy, mający zbyt jednostronny pogląd na zadania nauki. Zbiór faktów stanowi wiedzę — scientia, a im więcej jaka gałąź wiedzy posiada faktów, im ściślej i dokładniej fakty te zostały zaobserwowane, tem uogólnienia są bliższe prawdy, a odpowiednia nauka osiągnąć może wyższy stopień rozwoju.

To, cośmy wyżej powiedzieli, stosuje się do wszystkich nauk przyrodniczych, a najwyraźniej to przeciwstawienie nauki i wiedzy występuje w tak zwanych opisowych gałęziach wiedzy, gdzie o zdobycie faktów stosunkowo łatwo, a o ogólnienia naukowe zazwyczaj bardzo trudno. Stosuje się to do wszystkich nauk morfologicznych, a tem samem i do anatomii. Pomimo, że wiedza anatomiczna lub zootomiczna wzrasta bardzo szybko, nauka o budowie zwierząt, anatomija porównawcza znajduje się jeszcze

w kolebce, a zaledwie niektóre dopiero jej rozdziały można jako tako przedstawić w postaci pewnego naukowego systematu.

Porównawczy przegląd pewnej grupy organów, począwszy od ustrojów najniższych i postępując kolejno do coraz wyższych — nadzwyczaj jest nauczającym i dostarcza umysłowi bardzo wiele sposobności do filozoficznego ogarnięcia żywej przyrody. Liczne pojedyncze fakty, nieprzedstawiające same w sobie nic ciekawego, nabierają w oświetleniu porównawczem nadzwyczajnie wielkiego interesu, wskazując, jaką drogą kształtujące siły przyrody wywoływały coraz większą komplikacją i coraz większe doskonalenie się budowy i czynności pewnych organów u coraz wyższych grup zwierzęcych. Postaramy się to bliżej wyjaśnić przedstawiając krótki rys anatomii i fizjologii porównawczej narządów trawienia.

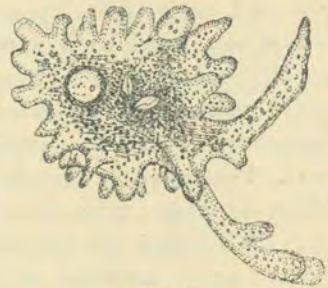


Fig. 1.

Organizmy najprostsze (Protozoa), których ciało z jednej się tylko składa komórki, nie mają jeszcze zróżnicowanych specjalnych organów trawienia, a co najwyżej pewne części komórki są w większym lub mniejszym stopniu przystosowane do czynności pobierania i trawienia pokarmów. Te z istot jednokomórkowych, których ciało czyli plazma, pokryte jest zzewnątrz jednociągłą błoną, mogą przyjmować pokarm tylko w stanie płynnym, przyczem części pożywne przesiakają przez tę błonę z otaczającego środowiska do wnętrza plazmy. U znacznej zaś większości pierwotniaków, u których nie istnieje błona, ograniczająca zzewnątrz plazmę, ta ostatnia styka się bezpośrednio z częściami pokarmu, które w postaci stałych cząstek mogą być do wnętrza plazmy wciągane, ulegając tam strawieniu i wessaniu. Taki sposób odżywiania

nosi nazwę wewnątrzkomórkowego czyli intracellularnego, ponieważ tutaj części mające być wessaniem przez plazmę komórki, wstępują naprzód do wnętrza tej ostatniej i w niej ulegają przetrawieniu.

Najprostszy typ (fig. 1) takiego wewnątrzkomórkowego trawienia napotykamy u pospolitego w wodach naszych ustroju mikroskopowego, zwanego pelzakim czyli amebą. Organizm ten składa się z kawałka płynnej plazmy o kształtach nieregularnych i bezustannie się zmieniających; w środku plazmy znajdujemy gęstszy od niej utwór kulisty, noszący, jak w każdej wogóle ko-

staje posuniętą do wewnętrznej, ziarnistej części. Leżąc tutaj przez pewien czas, zostaje ona mniej lub więcej rozpuszczoną czyli strawioną przez plazmę; wszystkie składniki pożywne zostają przez nią wessane, niestrawione zaś szczątki bywają znów w któremkolwiek bądź miejscu ciała ameby wyrzucane nazewnątrz, skutkiem odpowiednich skurczów plazmy. Na załączonym tu rysunku leżą w plazmie po prawej stronie jądra dwie okrzemki (wodorosty) pochłonięte przez amebę. Ameba zatem nie ma jeszcze żadnych specjalnych części, służących do trawienia. Cokolwiek większą kom-

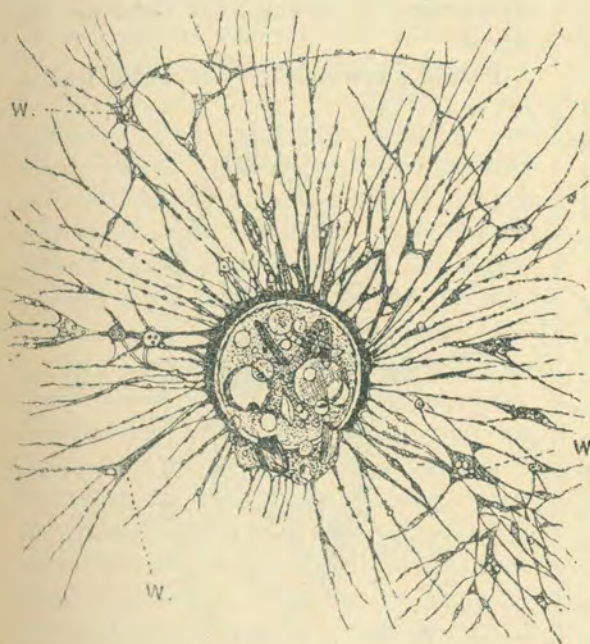


Fig. 2.

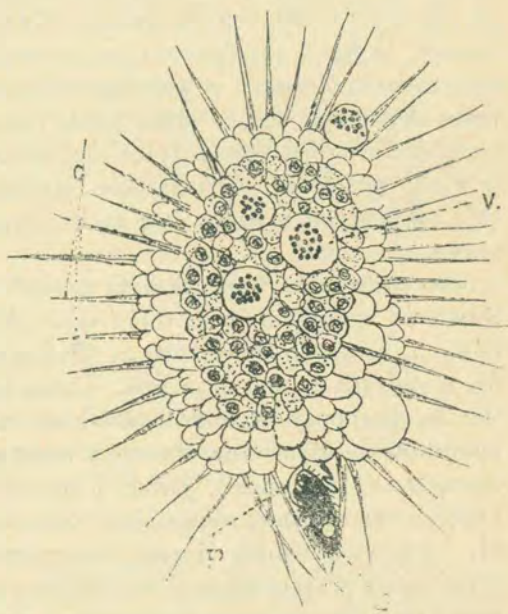


Fig. 3.

mórze, nazwę jądra (nucleus). Plazma może wydłużać się czyli wyciągać w różnych kierunkach w mniej lub więcej tępe, zaokrąglone i grube wyrostki zwane nibynóżkami—pseudopodia. Te to obwodowe przedłużenia plazmy pomagają amebie w sprawie pochłaniania pokarmów. Odżywia się ona różnymi stałymi cząstkami, a przeważnie mikroskopowymi roślinkami, lub ich szczątkami. Zbliżając się do leżącego opodal kawałka pokarmu, ameba wyciąga ku niemu nibynóżkę, oblewając ją powoli ze wszystkich stron ową cząstkę pokarmu, która w ten sposób dostaje się do wnętrza plazmy. Wskutek skurczów plazmy cząstka ta zo-

plikacją przedstawiają pod tym względem organizmy bardzo do ameb zbliżone, a zwane otwornicami (Foraminifera).

Otwornice różnią się od ameb tem, że są otoczone zewnątrz skorupką wapienną, przebitą jednym większym lub też bardzo wielu drobnymi otworkami (stąd nazwa otwornice); od skorupki tej idzie częstokroć do wnętrza mniejsza lub większa ilość przegródek, dzielących ciało na kilka oddziałów; że jednak w każdej przegródce znajdują się również otworki, plazma wszystkich oddziałów komunikuje z sobą, tworząc jedną całość. Przez otworki w skorupce wychodzą na zewnątrz długie nitkowate

przedłużenia plazmatyczne, które służą zwiększeniu nie tylko do ruchu, ale i do chwytania i trawienia pokarmu. Napotykając jaką stałą cząstkę pokarmu, nici plazmatyczne otaczają ją ze wszystkich stron i w tym miejscu zlewają się w małą plazmatyczną wysepkę, wewnątrz której cząstka ta przez dłuższy lub krótszy przeciąg czasu pozostaje i ulega strawieniu; wessane części pożywe przedostają się po niciach przez otworki do wnętrza plazmy, otoczonej skorupką; w miarę trawienia zdobyczy, obserwować można coraz wyraźniej w niciach prąd nadzwyczajnie delikatnych ziarenek w kierunku ku podstawie nici. Gdy wszystkie części zostają wessane, nici kurczą się i rozchodzą się znów w różnych kierunkach. Na załączonej tu fig. 2 wyobrażona jest otwornica z rodzaju *Gromia*; w plazmie otoczonej przez skorupkę, widać, prócz jądra, liczne części pokarmowe, a zewnętrzne nici tworzą w wielu miejscach plazmatyczne wysepki (*W*), w których również leżą kulki pokarmowe.

Jeszcze wyższą komplikacją narządów trawienia spotykamy u ustrojów mikroskopowych, zwanych słonecznicami (*Heliozoa*) np. u rodzaju *Actinosphaerium*. Ustrój ten (fig. 3), pospolity w wodach słodkich, ma ciało kuliste lub owalne, złożone z warstwy zewnętrznej (ektosarki), jasnej i pianistej i części wewnętrznej, ciemniejszej (entosarki). Pierwszą tworzą liczne przestrzenie, wypełnione przezroczystym wodnistym płynem i ograniczone nader delikatnymi i cienkimi ściankami. W wewnętrznej, ciemniejszej i ziarnistej części ciała znajdujemy liczne jądra i zwykle liczne bardzo części pokarmu, otoczone dokoła wodnistą wydzieliną plazmy. Na obwodzie ciała znajdują się liczne, promieniste, w różnych kierunkach ułożone nitkowate przedłużenia (*p*) dosyć sztywne i jak igły na końcach zaostrome; wewnątrz każdej nici daje się obserwować pośrodku bardziej zbita i gęstsza oś niezmiernie cienka i nadająca właśnie nici ową sztywność. Pod względem morfologicznym te nici słonecznic porównać można do nibynóżek ameb lub do nitkowatych przedłużeń ciała u otwornic; pod względem zaś fizjologicznym, a mianowicie ze względu na funkcję odżywiania, nici te mają znaczenie zu-

pełnie inne, służą bowiem jedynie do chwytania i przytrzymywania zdobyczy.

Na fig. 3 widzimy, jak kilka nici nachyliło się wierzchołkami ku sobie i schwytało jakiegoś wymoczkę (*W*); przez dalsze jeszcze naginanie się ku sobie nici te posuwają zdobycę ku zewnętrznej warstwie ciała, z której występuje niebawem (*B*) mała, rozgałęziona nibynóżka plazmatyczna (jak u ameby), oblewająca dokoła schwytaną zdobycę; gdy nibynóżka ta następnie się kurczy i wciąga, zdobycę wraz z nią zostaje pociągnięta do wnętrza ciała słonecznicy, przenika do części jej zewnętrznej i tutaj otoczona zostaje wodnistym płynem (*V*), wywierającym niewątpliwie działanie trawiące.

Pośród pierwotniaków czynność trawie-

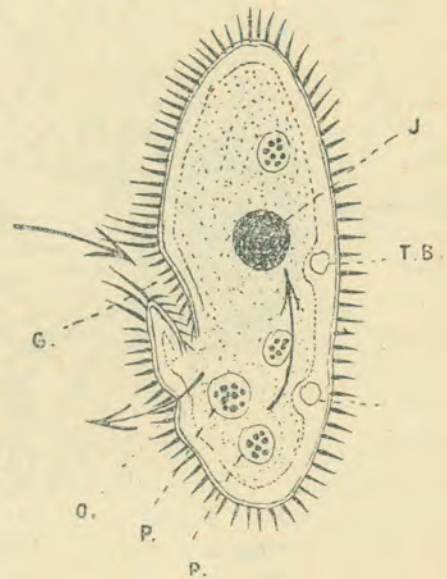


Fig. 4.

nia osiąga najwyższy stopień zróżnicowania u niektórych wiciowatych (*Flagellata*), a zwłaszcza u wymoczków (*Infusoria*). Ciało wymoczków pokryte jest zewnątrz specjalną cienką błoną, jakgdyby skórka, ograniczającą wewnętrzną plazmę, która składa się także z warstewki zewnętrznej, leżącej tuż pod błoną — ektosarki, oraz z części wewnętrznej — entosarki (fig. 4). W ektosarce znajdują się organy wydzielenia w postaci t. zw. przestrzeni kurczliwych (*TB*), które wydalają od czasu do czasu swą płynną zawartość na zewnątrz, znikają

i znów się w tem samym miejscu tworzą; w entosarce leży jądro (*J*) z jąderkiem oraz liczne części pokarmu (*P*), otoczone dookoła wodnistą wydzieliną. Powierzchnia ciała wymoczka pokryta jest licznymi szybko poruszającymi się włoskami plazmatycznymi, które noszą nazwę migawek, służą wymoczkom do ruchu i odpowiadają promienistym niciom słonecznic. Pod względem czynności trawienia wymoczki przedstawiają znaczny stopień wyższości w porównaniu z otwornicami lub słonecznicami, ponieważ: 1) posiadają stały (niekiedy zaś czasowy) specjalny otworek, mający fizjologiczne znaczenie gęby (*G*), czyli służący do przyjmowania pokarmów; 2) posiadają specjalne migawki, otaczające ten otwór gębowy i ruchem swym wpędzające części pokarmowe do gęby; 3) posiadają, wprawdzie nie stale istniejący, ale zwykle ściśle w tem samym wciąż miejscu pojawiający się, czasowy otworek (*O*), dla wyrzucania niestrawionych resztek pokarmu. Otworek czyli szczelina gębowa znajduje się często na dnie szczególnego zagłębienia, a dookoła tego ostatniego osadzone są dłuższe niż gdzieindziej migawki, niekiedy na specjalnym zgrubiałym wątku, wyglądającym jakgdyby warga. Bardzo często brzegi szczeliny gębowej zaginają się ku wnętrzu (jak na załączonej tu figurze), tworząc dłuższą lub krótszą rurczkę, noszącą nazwę przelyku. Ścianki tego ostatniego pokryte są także częstokroć krótkimi migawkami. Przelyk ten nagle się kończy, jest jakby urwany, tak, że pokarm posuwany ruchem migawek przez przelyk wpada wprost do plazmy, wypełniającej, jak widzieliśmy, całe wnętrze wymoczka.

Pochłonięty pokarm zbija się w mniejsze lub większe kulki, które otaczają się dookoła wodnistą wydzieliną plazmy i odbywają ruchy wewnątrz tej ostatniej, krążąc w niej w pewnym kierunku przez dłuższy lub krótszy przeciąg czasu. Gdy już wszystkie części pożywne zostały wessane przez plazmę, resztki pokarmu wyrzucane zostają (w kierunku strzałki na fig. 4) przez szczelinę odchodową (*O*), która się tworzy przez przerwanie zewnętrznej, skórnjej warstewki ciała; otworek ten zamyka się i znika po wyrzuceniu szczątków pokarmowych, a tworzy się zazwyczaj zawsze ściśle w tem sa-

mem miejscu, niekiedy w pobliżu szczeliny gębowej, kiedy indziej zaś zdala od tej ostatniej.

(*d. c. nast.*.)

Józef Nussbaum.

KRONIKA NAUKOWA.

FIZYKA.

— Odbijanie się światła spolaryzowanego od powierzchni szklitych i metalicznych zbadał nową metodą p. Cornu. Wiadomo, że wiązka światła spolaryzowanego prostolinijnie staje się po odbiciu spolaryzowaną eliptycznie, gdy płaszczyzna polaryzacji jest pochyloną względem płaszczyzny padania. Dzieje się to tak, jakby drganie prostolinijne rozpadło się na dwie składowe i dawało początek dwu wiązkom odbitym, spolaryzowanym również prostolinijnie, ale przedzierającym się do rozmaitej głębokości w substancji odbijającej; pochodzi stąd różnica faz obu wiązek, które, łącząc się w jedną, powodują drgania eliptyczne. P. Cornu badał nie tylko promienie widzialne, ale nadto i pozajądowe, dające się dostrzedz jedynie za pośrednictwem fotografii, a stąd okazało się, że między objawami odbijania się światła od powierzchni szklitych i metalicznych zachodzi zupełna ciągłość; w miarę bowiem, jak promienie padające są coraz silniej łamliwe, wzrasta eliptyczność promieni odbitych od powierzchni szklitych i zbliża się do praw, odpowiadających odbiciu od metali. (*Comptes rendus.*)

S. K.

BOTANIKA.

— Funkcje chlorofilu. Nowsze badania dowiodły, że chlorofil pod wpływem promieni światła wykonywa w roślinie dwie rozmaite funkcje: 1) przyswaja węgiel, rozkładając dwutlenek węgla, 2) powoduje parowanie wody w znacznie większym stopniu aniżeli się to dzieje w tej samej temperaturze w ciemności. Obiedwie te funkcje odbywają się pod wpływem światła. Otóż p. Jumelle postaral się stwierdzić doświadczalnie, w jakim stosunku do siebie te dwie funkcje chlorofilu się znajdują. W tym celu wystawiał jednakowe rośliny na wpływ światła jednego i tego samego natężenia, przyczem jedną roślinę pozostawiał w atmosferze dwutlenku węgla, drugą zaś w przestrzeni wolnej od tego gazu. Okazało się z tych doświadczeń, że w tych roślinach, w których skutkiem nieobecności dwutlenku węgla asymilacja została przerwana, transpiracja odbywała się zważniej. Największe różnice w ilościach odparowującej wody otrzymano w tym razie, kiedy jedna roślina pozostawała bez dwutlenku węgla, druga zaś znajdowała się w atmosferze 5—6% CO₂. Zarówno powyższe, jak i cały szereg innych doświad-

czeń, doprowadziły p. Jumellea do wniosku, że, gdy w warunkach normalnych asymilacja wskutek braku CO₂ zostaje upośledzoną, wówczas transpiracja silnie się wzmacnia. Zjawisko to objaśnić sobie można w ten sposób, że przy wykluczeniu asymilacji pochłaniane promienie światła w znaczniejszym stopniu zostają zużytkowane dla celów drugiej funkcji chlorofilu. (Compt. rend. de la Société de Biologie przez Naturw. Rundschau).

M. Fl.

WIADOMOŚCI BIEŻĄCE.

— Muzeum zoologiczne hr. Branickich we Frascati otrzymało w następujących czasach następujące przybytki. 1. Kolekcja ptaków (140 gatunków) nabyta w Paryżu przez hr. Ksawerego Branickiego w magazynie Delesallea. Są to przeważnie ptaki z Nowej Gwinei oraz wysp sąsiednich, a w części gatunki kajańskie. Uwagę między nimi zwraca rzadki nadzwyczaj gatunek rajskiego ptaka (*Drepanornis Bruijni*), dalej piękny egzemplarz Kaznara (*Casarius galeatus*), wspaniały gołąb olbrzymi

(*Goura Victoriae*) i wiele innych. 2. Kolekcja ptaków z Aschabadu (kraj Zakaspijski) nadesłana przez p. Tomasza Baręja, warszawianina, który eksploruje ten kraj kosztem hr. Ksawerego Branickiego. Kolekcja ta liczy 97 gatunków, a między niemi niektóre bardzo rzadkie po kolekcjach, jak np. *Pterocles Sewerzovii*, *Alauda inconspicua*, *Athrapornis aralensis* i t. d. 3. Pewna liczba ryb wypchanych, pochodzących z Antyllów, a ofiarowanych przez p. Maryję z Rawiczów Wołowską. Dama ta nadesłała również piękny okaz kardynała (*Cardinalis virginianus*). 4. Pewna liczba ryb antylskich, nadesłanych w ofierze przez prof. Dylewskiego z Plocka. Przy tej sposobności Zarząd Muzeum wyraża imieniem właścicieli publiczne podziękowanie zarówno p. Wołowskię, jak i prof. Dylewskiemu.

Muzeum oprócz tego nabyło cztery okazy nieżywych zwierząt z menażeryi Grailla, między niemi piękny okaz antylopy (*Antidoreas pygargus*) i lamę (*Auchenia lama*). Ważnym nabytkiem jest także para bażantów (*Phasianus chrysomelas*, Sewerzow) z nad Amu-Daryi. Partya tych ptaków całkowicie zamrożonych nadeszła w początkach Kwietnia na rynek warszawski. Jest to gatunek niedawno opisany i należący jeszcze do desideratów wielu muzeów pierwszorzędnych Europy.

J. Sz.

Buletyn meteorologiczny

za tydzień od 29 Maja do 4 Czerwca 1889 r.

(ze spostrzeżeń na stacji meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr 700 mm +			Temperatura w st. C.					Wilgotn. średnia	Kierunek wiatru	Suma opadu	U w a g i.
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
29	46,1	46,5	46,9	20,2	26,5	20,9	27,6	16,1	63	SE,SSE	1,9	0 6 ¹ / ₂ wiecz. b. z d.
30	49,0	50,0	52,0	19,6	26,5	19,9	27,3	16,9	72	SE,W,N	0,0	W. odl. b. kilk. w c. d. grzm.
31	54,0	54,4	54,4	17,2	23,1	21,4	25,5	16,1	75	NE,ENE,NE	0,0	W. błysk. bez grzm.
1	55,3	54,4	55,3	21,8	28,0	22,6	28,9	17,4	54	NE,ES,ES	1,2	Wiecz. burza z deszczem
2	55,6	54,6	52,9	21,6	28,5	21,8	29,3	18,0	53	S ES,E	4,3	W. burza z desz. i grzm.
3	51,4	50,9	50,8	23,0	28,3	22,6	29,2	18,0	56	E,E,E	0,0	
4	51,5	52,0	53,3	23,1	28,2	23,2	29,4	17,7	51	E,EN,NE	0,0	Pogodny
Srednia	752,0			22,8					61		7,4	

UWAGI. Kierunek wiatru dany jest dla trzech godzin obserwacji: 7-ój rano, 1-ój po południu i 9-ój wieczorem. b. znaczny burza, d. — deszcz.

TREŚĆ. Doświadczenia Hertza nad falowaniami elektrycznymi, tłum. S. K. — Co w liściach pierwój się tworzy glukoza czy mączka? przez Emila Godlewskiego. — Szkic porównawczy układu trawienia u zwierząt, napisał Józef Nussbaum. — Kronika naukowa. — Wiadomości bieżące. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca E. Dziewulski.

Redaktor Br. Znatowicz.

Дозволено Цензурою. Варшава, 26 Мая 1889 г.

Druk Emila Skińskiego, Warszawa Chmielna, № 26.