

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rub. 8, kwartalnie rub. 2.

Z przesyłką pocztową: rocznie rub. 10, półrocznie rub. 5.

Prenumerować można w Redakcyi Wszechświata

i we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą.

Redaktor Wszechświata przyjmuje ze sprawami redakcyjnymi codziennie od godziny 6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: MARSZAŁKOWSKA Nr. 118.

DR. STEFAN RABAUD.

ROZWÓJ POJEĆ TERATOLOGICZNYCH; EMBRYOLOGIA ANORMALNA.¹⁾

Istoty żywe przedstawiają się naszej uwadze w postaciach najrozmaitszych. Rozmaitość tę zwykliśmy sprowadzać do nieznacznej ilości kategorii ogólnych, opartych na podobieństwach i różnicach stale dających się zauważyć.

Lecz czasami spotykamy, jako wyjątki, postaci niezwykle, które nie dają się zamknąć w ramach ustalonych kategorii układowych. Takimi są np. cyklopy, obdarzone okiem pojedynczym, osadzone w środku twarzy ponad nosem zmarniałym, lub otocefale o dwu uszach, złączonych pod brodą; symele o goleniach zrosniętych powierzchniami zewnętrznymi lub ektromele o skróconych lub niezupełnych kończynach. Takimi są istoty dziwne o ciele zdwojonem, podwójnej głó-

wie lub miednicy, i t. p. Zdziwieni stajemy przed istotami takimi: niepojętem zdaje się nam ich istnienie. Zwiemy je istotami anormalnymi lub potworami.

Lecz sama nazwa „potworność“ niema żadnego znaczenia określonego; nie poucza nas ona wcale o całości tych form dziwnych, które napozór nie mają pomiędzy sobą wspólnego, prócz swej niezwykłości. Tymczasem te szczególne istoty mają głębokie znaczenie biologiczne, które postaramy się wyjaśnić, śledząc rozwój pojęć o istocie potworności w ich historycznym przebiegu.

I.

Potwory oddawna zwracały na siebie uwagę powszechną. Najdawniejsi autorowie, zarówno poeci jak myśliciele, mówią o nich z podziwem, niepozbawionym domieszki trwogi, a opartym na gruncie przesądu. Widziano w nich bądź dzieło szatana, bądź objaw gniewu bożego, bądź plód stosunku człowieka ze zwierzęciem. Nieraz najcięższe nawet skądinąd umysły w sprawach, dotyczących potworności, dawały się unieść porywom wyobraźni bezkrytycznej, snując na kanwie przypadków teratologicznych—baisnie cudowne.

Panowanie tych mniemań przesądnych trwało przez wieki długie. Podczas gdy inne dziedziny biologii: morfologia zewnętrz-

¹⁾ Artykuł niniejszy dr. Rabauda, znanego teratologa francuskiego, zawiera zestawienie oryginalnych pojęć autora o biologicznem znaczeniu potworności. Wygłoszony jako wstęp do kursu embryologii anormalnej w Sorbonie, został następnie umieszczony w „Revue Scientifique“. Przekład podajemy za uprzejmem zezwoleniem Szan. Autora.

na, anatomia i fizyologia, powoli wkraczały na drogę badania naukowego, teratologia pozostawała poza niemi daleko: zdawało się przez czas długi niemożliwym związanie form potwornych z innymi postaciami żywymi. Aż do końca XVIII stulecia zanotować można zaledwie kilka umysłów przenikliwszych (Arystoteles, Ambroży Paré, Montaigne), które ośmieliły się zaprotestować przeciw nadprzyrodzonemu pochodzeniu potworności,—głosy ich jednak przebrzmiały bez echa wśród powodzi baśni fantastycznych.

Pierwszą próbą wyprowadzenia nauki o potworach z dziedziny fantazyi były dzieła Hallera. Nie próbował on protestować przeciw przesądom współczesnych, lecz postarał się o ułożenie spisu znanych podówczas obserwacji teratologicznych, oddzielając ziarna prawdy od plew fantazyi. Praca ta była konieczną i winna poprzedzać wszystkie inne. Początkiem bowiem każdego badania naukowego musi być przedewszystkiem ocena wartości naukowej faktów badanych: w ten sposób przygotowany być musi grunt dla wszelkich przyszłych poszukiwań. Sam Haller nie wyprowadzał ze swej pracy żadnego wniosku ogólniejszego¹⁾, dotyczącego stosunku potworów do ogółu istot ożywionych. Musimy jednak zauważyć, że dla umysłu owoczesnego, przyćmionego wpływem panujących pojęć teologicznych, sprowadzenie teratologii do zoologii nie było rzeczą łatwą. Mogło to być jedynie wynikiem prac późniejszych, owocem wielkich wysiłków myśli, opartych na wiedzy niezwykle rozległej. Stało się to udziałem Stefana Geoffroy Saint-Hilaire'a.

Gdy S. Geoffroy Saint-Hilaire przystąpił do studyów nad potworami, miał on już za sobą lat wiele pracy nad anatomią porównawczą zwierząt. Prace te utwierdziły go w przeświadczeniu, że ciało zwierząt najrozmaitszych składa się zawsze z materyałów podobnych, ułożonych podług pewnych stałych zasad, że poszczególna budowa różnych grup zoologicznych odpowiada jednemu „planowi złożenia“. Wychodząc z tych zasad

Geoffroy Saint-Hilaire musiał w drodze rozumowania logicznego przypuścić, że i organizacja potworów zależy również od tego planu ogólnego. „Sprowadzenie potworów do typu powszechnego budowy jest łatwą i konieczną dedukcją, koniecznem twierdzeniem odwrotnem teoryi o jedności budowy organicznej. Gdyśmy się już przekonali, że całe klasy państwa zwierzęcego są ustalone podług jednego i tegoż samego typu, byłoby trudnem i wprost bezsensownem przypuszczenie istnienia wielu różnych typów w obrębie jednego i tegoż samego gatunku“¹⁾.

Było to jednak tylko czysto teoretyczne włączanie potworności do szeregu form normalnych; pozostawało jeszcze dowieść, w jaki sposób potwory zbliżają się do zwykłych typów budowy. Zachodziła tu trudność wielka, prawie nieprzezwyciężona, pomimo teoryi „jedności planu“, a wypływająca z panującego podówczas mniemania, że ustroje w pierwszych już chwilach swego istnienia są zupełnie podobne do postaci dojrzałych; niepodobieństwem było wobec tego wytłumaczyć zależność zбочeń od owych „planów złożenia“, prowadzących do powstania potworności. Tutaj wielką pomoc znalazły teorie teratologiczne w rodzącej się embryologii normalnej. Dzięki pracom K. F. Wolffa już w owe czasy zaczął przeważać pogląd, że jajko przedstawia z początku masę obojętną, która następnie tylko staje się bardziej złożoną, zwolna kształtującą się i rozwijającą: znaną już była, aczkolwiek w zarysach ogólnych, historia powstawania zasadniczych narządów.

Zestawiając te zaczątkowe pojęcia embryologiczne ze swoją teorią „jedności planu“, S. Geoffroy Saint-Hilaire musiał dojść do przeświadczenia, że rozwój zarodkowy jest powolnem wypełnianiem zgóry określonego planu. A ponieważ plan ten miał być jednym dla wszystkich zwierząt, przeto następstwo okresów rozwoju osobnikowego w oczach jego było związane siłą konieczności z przyrodą samą istot żywych. Te okresy były dla niego jedynymi, które mogą istnieć wogóle; wszelkie inne przypuszczenie

¹⁾ Zdanie to musimy przyjąć z pewnemi zastrzeżeniami; por. mój artykuł z r. z. we *Wszechświecie* p. t. „Stanowisko A. v. Hallera w historii embryologii“.

¹⁾ Izydor Geoffroy Saint-Hilaire: „*Essais de Zoologie générale*“. 1841. Str. 199.

miało sprowadzać naukę do szeregu bezładnego faktów, niedających się zrozumieć ¹⁾.

W ten sposób istota potworności również łatwo dawała się określić. Każdy osobnik, bądź normalny, bądź uchylający się od typu swoistego—musiał przejść całą seryę okresów rozwojowych; w niektórych przypadkach pewne z tych okresów mogą być pominięte: te lub inne okolice tworzącego się ciała zarodka mogą uleść wstrzymaniu lub przynajmniej zwolnieniu wzrostu. Wykształcony pod wieloma względami potwór pozostaje częściowo zarodkiem, stosując się niezupełnie do ogólnego „planu budowy“.

W ten sposób powstała „teoria wstrzymania rozwoju“ (*arrêt de développement*) ²⁾. Nie będziemy jej tu roztrząsać szczegółowo i ograniczymy się do rozpatrzenia jej stosunku do ogółu ruchu naukowego owej epoki i wpływu na ogólny kierunek pojęć biologicznych. Pod tym względem stanowiła ona punkt zwrotny w historii nauki. „Na miejsce pojęcia istot dziwnych, nieprawidłowych, teoria wstrzymania rozwoju postawiła pojęcia bardziej prawdziwe, bardziej filozoficzne—częściowego przetrwania stanów i narządków zarodkowych, które występują u potwora obok narządów zupełnie wykształconych. Zjawiska potworności dzięki tej teorii zostały powiązane pomiędzy sobą; ich znaczenie, ich stosunki wzajemne mogą być wreszcie uchwycone i zrozumiane“ ³⁾.

Był to pierwszy etap naukowy w rozwoju teratologii; teoria ta wykazała w sposób jasny a dosadny, że powstanie potworności zależy od procesów embryonalnych i wystę-

puje w pewnych określonych warunkach, nie zaś drogą przypadku. Już ta sama okoliczność zmusza nas do uznania Stefana Geoffroy Saint-Hilaire'a za twórcę teratologii nowoczesnej.

Teoria wstrzymania rozwoju, jako zasadniczego procesu teratologicznego, została przyjęta prawie powszechnie. Lecz wprzódce wywiązał się spór zacięty o najbliższe przyczyny tego zjawiska: walka pomiędzy preformistami a epigenetykami znalazła tu nowe pole. Dotąd jeszcze pamiętny jest spór, w którym Lemery i Winslow, jako następcy Meckla, wypowiadali się za hipotezą potworności wrodzonej w znaczeniu preformizmu, podczas gdy epigenetycy z S. Geoffroy Saint-Hilairem na czele uznawali wpływ decydujący warunków zewnętrznych. Twórca teratologii chciał nawet dowieść swych twierdzeń na drodze doświadczałnej: zdaje się wszelako, że nie udało mu się wykonać tych zamysłów, zresztą S. Geoffroy Saint-Hilaire sprowadzał wpływy zewnętrzne do brutalnych oddziaływań mechanicznych: ucisku owodni lub przyrostów łożyskowych.

II.

Stefan Geoffroy Saint-Hilaire założył podwaliny naukowe teratologii i pozostawił synowi swemu Izidorowi pracę dalszego rozwijania i stosowania swej teorii. Ten znowu zbadał niezmiernie szczegółowo wszelkie znane za jego czasów typy potworności i starał się wyjaśnić ich powstanie na zasadzie ojcowskiej teorii wstrzymania rozwoju. W ten sposób utworzył on pewną ilość grup potworności, grup o rozmaitej wartości układowej, i ustalił systematykę teratologiczną, wpływającą całkowicie z owej teorii zasadniczej. Ta pierwsza próba ukłasyfikowania potworności stanowi wynik usilnej wieloletniej pracy i wybornie charakteryzuje ówczesny stan nauki. Nie miała ona jednak wpływu tak znacznego, jakiegoby się można było spodziewać. Próba ta, przedstawiona w formie zdecydowanego postulatu, została też, niestety, w tej właśnie postaci przyjęta. Od owego czasu teratologia, zaliczona przez Geoffroy Saint-Hilaire'a-ojca do zakresu nauk zoologicznych, nagle została sama „wstrzymana w rozwoju“, tak jakgdyby doszła już do kresów możliwego w tej dziedzi-

¹⁾ I. Geoffroy Saint-Hilaire: „*Traité de Tératologie*“, 1837, t. III, str. 435.

²⁾ Termin ten został poraz pierwszy użyty w r. 1662 przez Harveya, który oznaczył nim proces tworzenia się np. wargi zajęczej. Później Haller i K. F. Wolff stosowali go do oznaczenia przyczyn eksomfalii i niektórych innych potworności. Authenrieth uogólnił pojęcie wstrzymania rozwoju, lecz i on nie stworzył pod tym względem żadnej wyraźnej teorii. Ta dopiero została utworzona przez St. Geoffroy Saint-Hilaire'a (1821) i, niezależnie od niego, przez Meckla (1812). Należy jednak przypuszczać, że mianowicie Geoffroy Saint-Hilaire wpłynął stanowczo na ugruntowanie tej teorii (Meckel: „*Handb. d. Pathol. Anat.* 1812).

³⁾ I. Geoffroy Saint-Hilaire: *Traité de Tératologie*. 1832. T. I, str. 18.

nie poznania. Nieznaczenie, teoria wstrzymania rozwoju stała się dogmatem. I wprędce przestano myśleć o tem, żeby sprawdzać ją przez zestawianie z mnożącymi się wciąż nowymi odkryciami teratologicznymi, lecz odwrotnie—te ostatnie naginano do ram teorii-dogmatu.

Teoria ta, głęboko zakorzeniona w umysłach następców dwu wielkich teratologów francuskich, miała za sobą wszelkie pozory prawdziwości. Następnie została ona przez C. Darestea utwierdzona nawet zapomocą bezpośrednich spostrzeżeń embryologicznych. Bezwątpienia, Dareste nie wierzył w wyłączność „wstrzymania rozwoju” jako powszechnego objawu teratogenetycznego, lecz, przypuszczając, że często zdarzające się zboczenia w tworzeniu się owodni powodują następnie w sposób mechaniczny zniekształcenia samego zarodka,—uznawał pośrednio udział owego niedorozwoju błon zarodkowych za jedyną niemal przyczynę potworności.

Jeżeli z punktu widzenia rozstrzygnięcia istoty procesów nienormalnych poszukiwania embryologiczne, zapoczątkowane przez Darestea, nie wprowadziły żadnej ważniejszej poprawki do teorii panującej, niemniej przeto wydały one z drugiej strony wyniki nader doniosłe. Obaj Geoffroy Saint-Hilaireowie przypuszczali, że potworność jest wynikiem specjalnego przystosowania się zarodka, lecz nie poparli tego żadnym dowodem faktycznym. C. Daresteowi zaś przypadł w udziale zaszczyt wykazania drogą doświadczalną, że utwory teratologiczne zjawiają się u zarodków często już w stadiach rozwojowych niezmiernie wczesnych—i to daleko wcześniejszych, niż można to było przed nim przypuszczać. On to wykazał, że zboczenia zarodkowe są związane jaknajściślej ze zmianami środowiska, w którym rozwija się nowy organizm.

Rzeczy te wydają się nam dziś już banalnymi: nie były one jednak oczywistymi same przez się. Dla uzasadnienia tych pojęć w sposób niezbity trzeba było nieustannej czterdziestoletniej pracy, posiłkującej się licznymi a niezmiernie urozmaiconymi doświadczeniami. Wszystko było do zrobienia na nowo: należało wprost stworzyć teratogamię doświadczalną, ustalić jej metody, obmyśleć kierunki. Bezwątpienia tłumaczenie

otrzymanych przez Darestea rezultatów niezupełnie dziś nas może zadowolić. Aby ocenić należyście jego pracę należy pamiętać o warunkach epoki, o niedokładności stosowanych przez niego środków badania, zwrócić uwagę, że badanie zarodków zapomocą lupy nie może dać wyników zupełnych i ścisłych. Przesadne przypisywanie znaczenia decydującego zboczeniom owodni nie może przeciwważyć zasługi utworzenia całej nowej dziedziny badań—teratogenii doświadczalnej.

Pomimo to wszystko teoria „wstrzymania rozwoju” panuje i dziś niepodzielnie w teratologii. Nieznaczenie, nieśmiałe próby jej skrytykowania opierają się na podstawach bardzo kruchych. Tak np. prace J. Guérina, o wartości o wiele niższej niż dawne prace Saint-Hilaireów, nie mogły zachwiać powagi tych ostatnich.

Doktryna wstrzymania rozwoju dotyczy wyłącznie statyki i cinematyki teratologii; jej dynamika nie ma dotąd żadnej teorii przewodniej. Bezwątpienia, zgodzono się już dawno, że potworność polega na modyfikacji rozwoju zarodkowego. Dareste już wykazał istnienie bezpośredniej zależności pomiędzy temi modyfikacjami a wpływami zewnętrznymi, lecz o istocie tej zależności nie mógł nic powiedzieć. Zwrócenie się do wpływów czysto mechanicznej natury nie tylko nie tłumaczy, lecz wprost oddala trudność, gdyż pozostaje wówczas wyjaśnić i przyczynę zwiężenia owodni, przyrostów łożyskowych lub innych czynników tegoż rodzaju. Wiele różnych przypuszczeń powołano do życia: przedewszystkiem, zwrócono się do niejasnego pojęcia atawizmu. Ponad wszystkie jednak najniebezpiecznijszem, a dążącym do powszechnego owładnięcia umysłami jest przeświadczenie, że potworność jest chorobą wrodzoną. Takie pomieszczenie pojęć spowodował Izidor Geoffroy Saint-Hilaire, który, chociaż starał się określić granicę pomiędzy chorobą a anomalią, nie mógł jednak nietylko dać w tej mierze stanowczego sprawdzianu (którego dziś nam dostarcza badanie histologiczne), lecz nawet sam nieraz mieszał objawy potworności z procesami patologicznymi.

(CDN)

Thum. Jan Tur.

V. BJERKNES,
prof. uniwersyteckiego w Sztokholmie.

ZAGADNIENIE PRZEPOWIADANIA POGODY ZE STANOWISKA MECHANIKI I FIZYKI. ¹⁾

Jeżeli, jak każą zasady myśli przyrodniczej, kolejne stany atmosferyczne wpływają według pewnych określonych praw ze stanów poprzednich, tedy jasnym jest, że warunkami koniecznymi i dostatecznymi racjonalnego rozwiązania problemu przepowiedni meteorologicznych będą następujące:

1. Trzeba znać z dostateczną dokładnością stan atmosfery w pewnym czasie;
2. Trzeba znać z dostateczną dokładnością prawa, według których jeden stan atmosferyczny przechodzi w drugi.

I.

Dostarczanie wiadomości o stanie atmosfery w odpowiednich, oznaczonych umową, czasach jest zadaniem meteorologii obserwacyjnej. Zadanie to nie zostało dotychczas rozwiązane w zakresie wystarczającym dla racjonalnej prognozy pogody. Osobliwie dotkliwymi są dwie luki. Popierwsze, stacje, biorące udział w codziennym zapisywaniu pogody, są wyłącznie stacjami lądowymi. Na morzu, które stanowi cztery piąte powierzchni kuli ziemskiej, a przeto musi posiadać wpływ górujący, nie prowadzi się dotychczas systematycznych dziennych obserwacji pogody. Następnie, dostrzeżenia, zbierane przez regularne obserwowanie pogody, dotyczą jedynie samej powierzchni kuli ziemskiej, pozostawiając nas w zupełnej nieświadomości tego, co się dzieje w górnych warstwach powietrza.

Atoli środki techniczne, które umożliwiają nam wypełnienie obu tych luk, są już w naszym posiadaniu. Telegrafia bez drutu pozwoli na wciągnięcie parowców, odbywających stałe podróże, do szeregu stacji, wysyłających codzienne depeche o pogodzie. A wielkie postępy, dokonane w ciągu lat ostatnich przez meteorologię aeronautyczną, pozwala-

ją tuszyć, że stanie się możliwym codzienne obserwowanie górnych warstw atmosfery bądź zapomocą stacji stałych na lądzie, bądź też latających—na morzu.

Rychło więc nadejdzie czas, gdy będziemy posiadali czy to codziennie, czy w oznaczone dni zupełną dyagnozę stanu atmosfery. Tem samym stanie się zadość pierwszemu warunkowi oparcia przepowiedni pogody na zasadach racjonalnych.

II.

Nasuwa się tedy pytanie drugie: czy znamy dostatecznie prawa, według których z danego stanu atmosferycznego wyłania się następujący?

Sprawy atmosferyczne są kombinacją procesów mechanicznych i fizycznych. Dla każdego z tych procesów zasady mechaniki lub fizyki pozwalają nam napisać jedno lub kilka równań matematycznych. Warunkiem dostatecznej znajomości praw, rządzących zmianami stanów atmosferycznych, jest, by ilość otrzymanych w ten sposób równań niezależnych była równa ilości zawartych w nich niewiadomych. Stan atmosfery w danym dowolnym czasie będzie pod względem meteorologicznym oznaczony, jeżeli w czasie tym będziemy mogli obliczyć dla każdego punktu prędkość, gęstość, ciśnienie, temperaturę i wilgotność powietrza. Prędkość, jako wektor, wyobrażona jest przez trzy wielkości skalarne, czyli przez trzy składowe prędkości, a więc idzie o wyznaczenie 7-ku wielkości niewiadomych.

Celem wyznaczenia tych niewiadomych możemy wypisać następujące równania:

1. Trzy hydrodynamiczne równania ruchu. Są to związki różniczkowe między trzema składowymi prędkościami, gęstością i ciśnieniem.

2. Równanie ciągłości, wyprowadzające zasadę zachowania masy podczas ruchu. Równanie to jest także związkiem różniczkowym i zawiera składowe prędkości i gęstość.

3. Równanie stanu powietrza atmosferycznego, które jest zależnością w postaci skończonej między gęstością, ciśnieniem, temperaturą i wilgotnością dowolnej masy powietrza.

¹⁾ Meteorologische Zeitschrift, 1904.

4. Dwie główne zasady teorii mechanicznej ciepła, które pozwalają na napisanie dwu związków różniczkowych, formułujących, jak się zmieniają w zachodzących zmianach stanu energia i entropia dowolnej masy powietrza. Równania te nie wprowadzają również do zagadnienia żadnych nowych niewiadomych, gdyż energia i entropia wyrażają się zapomocą tych samych zmiennych, które wchodzą do równania stanu, i ustanawiają związek między zmianami tych wielkości a zmianami innych wielkości, rozważanych jako znane. Temi innemi wielkościami są: popierwsze, praca, dokonana przez masę powietrza, a oznaczona przez te same zmienne, które wchodzą do równań dynamicznych; następnie ilości ciepła, zaczerpnięte zewnątrz albo wydzielone nazewnątrz, których znajomości dostarczą nam dane fizyczne o pochłanianiu promieniowania lub o wypromieniowywaniu oraz o ogrzewaniu się powietrza za zetknięciem z ziemią.

Zauważmy, że zagadnienie znakomicie się upraszcza, jeżeli nie zachodzi zgęszczanie się lub parowanie wody, to jest, jeżeli ilość pary wodnej, zawartej w masie powietrza, jest składnikiem stałym. Mamy natenczas o jedną niewiadomą mniej i pominąć możemy jedno z równań, to mianowicie, które wynika z drugiej zasady termodynamiki. Z drugiej strony, jeżelibyśmy musieli się liczyć z kilku zmiennymi składnikami atmosfery, tedy druga zasada dałaby nam dla każdego nowego składnika nowe równanie.

Możemy więc wypisać 7 niezależnych równań, zawierających 7 normalnie zachodzących zmiennych. O ile tedy możemy się już teraz zorientować w zagadnieniu, musimy wniesić, że posiadamy wystarczającą znajomość praw procesów atmosferycznych, by zbudować na niej racjonalne przepowiednie pogody. Musimy wszakże przyznać, że wskutek niezupełności naszych wiadomości, pominęliśmy, być może, jakieś ważne w danej dziedzinie czynniki. Przypuścić można wpływ działań kosmicznych nieznanego nam rodzaju. Następnie, wielkim zjawiskom atmosferycznym towarzyszy długi szereg zjawisk pobocznych, np. elektrycznych i optycznych, i nasuwa się pytanie, czy wśród tych zjawisk towarzyszących nie ma żadnych, któreby w sposób uczuwalny oddzia-

ływały na bieg procesów atmosferycznych. Oddziaływania takie niewątpliwie istnieją. Tęcza np. sprowadza zmiany w rozkładzie wchłoniętej przez promieniowanie energii słonecznej, a napięcia elektryczne wywierają znaczny wpływ na sprawy zgęszczania się. Ale niema dotychczas oznak, by tego rodzaju procesy wpływały w sposób dający się ocenić na procesy atmosferyczne. Jakkolwiek bądź, metoda naukowa wymaga, aby przedewszystkiem zacząć od zagadnienia możliwie najprostszego, a więc od powyżej postawionego zagadnienia, które prowadzi do 7-iu równań z 7-iu zmiennymi.

III.

Z tych 7-iu równań jedno tylko, równanie stanu ma postać skończoną. Sześć pozostałych są równaniami o pochodnych cząstkowych. Równanie stanu pozwala na wyrugowanie jednej z 7-iu zmiennych, zadanie sprowadza się więc do zcałkowania układu 6-iu równań o pochodnych cząstkowych o 6-iu zmiennych i do uwzględnienia warunków początkowych, danych przez obserwacye nad stanem początkowym atmosfery.

O ścisłym analitycznym zcałkowaniu tego układu równań nie może być mowy. Toż wiadomo, że nawet obliczenie ruchu trzech punktów, działających wzajem na siebie według prawa tak prostego jak newtonowskie, przechodzi o wiele środki, jakimi rozporządza współczesna analiza matematyczna. Nie możemy więc spodziewać się, że potrafimy to zrobić dla ruchów wszystkich punktów atmosfery, któremi rządzą oddziaływania daleko bardziej skomplikowane. Ale nawet gdybyśmy umieli wypisać ściśle rozwiązanie analityczne, to nie dałoby nam ono tego, czego potrzebujemy. Albowiem rozwiązanie, aby posiadało stosowność praktyczną, musi przedewszystkiem mieć postać przejrzystą, a przeto pomijać mnóstwo szczegółów, które weszłyby do każdego rozwiązania ścisłego. Przepowiadanie powinno więc dotyczyć większych przestrzeni i dłuższych przeciągów czasu, np. od stopnia południka do stopnia południka i z godziny na godzinę, nie zaś od milimetra do milimetra i z sekundy na sekundę.

Porzucamy więc zupełnie myśl o anali-

tycznych metodach całkowania i zagadnienie przepowiadania pogody formułujemy w następującej praktycznej postaci:

Na podstawie obserwacji wyobrażamy stan początkowy atmosfery zapomocą szeregu map, wskazujących rozkład 7-iu zmiennych w poszczególnych warstwach atmosfery. Biorąc te mapy za punkt wyjścia, należy narysować nowe mapy tego samego rodzaju, przedstawiające nowe stany atmosfery z godziny na godzinę.

Rozwiązanie zagadnienia w tej postaci wymaga metod graficznych oraz kombinacji metod graficznych i rachunkowych, które wyprowadzić należy bądź z równań o pochodnych cząstkowych, bądź też z zasad dynamiczno-fizycznych, stanowiących podstawę tych równań. Niema żadnej racji wątpić zgóry o możliwości wypracowania takich metod. Wszystko sprowadza się do tego, by się powiodło rozłożyć to zagadnienie, które jako całość niezmiernie jest trudne, na szereg zagadnień częściowych, z którychby żadne nie nastroczało trudności nieprzewyższonych.

IV.

W celu przeprowadzenia tego rozkładu na zagadnienia częściowe powołujemy ogólną zasadę, na której się opiera rachunek nieskończonostkowy z kilku zmiennymi. Aby ułatwić rachunki praktyczne, można zastąpić jednoczesne zmiany kilku zmiennych przez kolejno po sobie następujące zmiany poszczególnych zmiennych lub poszczególnych grup zmiennych. Przy zmianach nieskończonostkowych dałoby to ściśle metody rachunku nieskończonostkowego. Zaś w razie zmian skończonych da to metody przybliżone rachunku różnic skończonych, oraz kwadratury mechanicznej, z których tutaj korzystać musimy.

Ale zasady tej nie można stosować na ślepo, albowiem praktyczna wartość metody zależeć będzie przede wszystkim od umiejętnego naturalnego ugrupowania zmiennych, któreby doprowadziło do zagadnień częściowych, oznaczonych pod względem matematycznym i fizycznym oraz przejrzystych. Doniosłość decydującą będzie miał przede wszystkim pierwszy rozkład. Musi

on być dokonany według naturalnej linii demarkacyjnej w zagadnieniu głównym.

A taka naturalna linia demarkacyjna istnieje. Jest nią linia graniczna między procesami specjalnie dynamicznymi a specjalnie fizycznymi, które łącznie stanowią całość spraw atmosferycznych. Rozkład wzdłuż tej linii granicznej prowadzi do rozbięcia zagadnienia głównego na zagadnienia częściowe: czysto hydrodynamiczne i czysto termodynamiczne.

Łącznię, wiążącą zagadnienia: hydrodynamiczne i termodynamiczne, można, w rzeczy samej, bardzo łatwo zerwać, tak łatwo, że teoretycy hydrodynamiki ustawicznie z tego korzystali, by uniknąć jakiegokolwiek poważniejszego zetknięcia się z meteorologią; łącznią tą jest równanie stanu. Jeżeli przyjmujemy, że w równanie to nie wchodzi temperatura i wilgotność, tedy otrzymamy używane zwykle przez hydrodynamicznych równanie „dodatkowe“, które jest jedynie zależnością między gęstością a ciśnieniem. To doprowadza nas do badania ruchów płynów w warunkach, usuwających wszelkie bezpośrednio uwzględnianie procesów termodynamicznych.

Zamiast usuwać zupełnie temperaturę i wilgotność z równania stanu, możemy je uważać dla krótkich odstępów czasu za wielkości dane, biorąc ich wartości bądź z obserwacji, bądź z poprzedzających rachunków. Skoro zagadnienie dynamiczne zostało rozwiązane, tedy zapomocą metod czysto termodynamicznych oblicza się nowe wartości temperatury i wilgotności. Wartości te uważa się znowu za dane, rozwiązując zagadnienie hydrodynamiczne dla następnego odstępu czasu; i tak dalej.

V.

Posiadamy tedy ogólną zasadę, na której winien się oprzeć pierwszy rozkład zagadnienia głównego. W praktycznym jej przeprowadzaniu pozostaje jeszcze wybór między kilku różnymi drogami, zależnie od sposobu, w jaki wprowadza się hipotezy o temperaturze i wilgotności. Ale w niniejszym ogólnym roztrząsaniu niema racji wchodzić w to bliżej.

Następne główne pytanie brzmi: znaleźć

dostatecznie proste rozwiązania każdego z zagadnień częściowych: hydrodynamicznego i termodynamicznego.

Rozważmy naprzód zagadnienie hydrodynamiczne, które jest właściwem zagadnieniem głównem; albowiem równania dynamiczne są właściwymi równaniami prognozy. One jedynie wprowadzają do zagadnienia czas, jako zmienną niezależną; równania termodynamiczne nie zawierają czasu.

Otóż zagadnienie hydrodynamiczne doskonale się nadaje do rozwiązania graficznego. Zamiast rachunków z trzema równaniami dynamicznymi wprowadzamy proste konstrukcje równoległoboków dla odpowiedniej ilości punktów, dopełniając to dla punktów pośrednich zapomocą interpolacji graficznej, albo też poprostu na oko. Główna trudność polegać będzie na uwzględnieniu ograniczenia swobody ruchów, wynikającego z równania ciągłości oraz z warunków graficznych. Ale sprawdzenie, czy równaniu ciągłości staje się lub nie staje zadość, można również przeprowadzić według metod graficznych, przyczem liczyć się można z topografią powierzchni ziemi, dokonywając konstrukcyi na mapach, które w sposób zwykły przedstawiają tę topografię.

Rozwiązanie hydrodynamicznego zagadnienia częściowego nie nastreży więc wielkich trudności matematycznych. Przecież dotkliwą luką w poznaniu czynników, z którymi trzeba się liczyć, jest niezupełna znajomość oporu tarcia podczas ruchu mas powietrza; bo tarcie zależy od różnic prędkości w ich nieskończenie małych częściach, gdy meteorologowie są zmuszeni rozważać jedynie ruchy średnie znacznych mas powietrza. Nie można więc korzystać z wyrazów, dotyczących tarcia w równaniach hydrodynamicznych, z zastosowaniem znalezionych w laboratoriach współczynników tarcia, lecz należy wprowadzić empiryczne dane o rzeczywistym oporze przeciw ruchowi wielkich mas powietrza. Otóż posiadamy już dostateczne takie dane, by przystąpić do pierwszych prób obliczania zgóry przyszłych ruchów powietrza, a same te próby dostarczą z czasem koniecznych poprawek i dopełnień.

Termodynamiczne zagadnienie częściowe jest pod względem matematycznym znacznie prostsze, niż hydrodynamiczne. Z rozwią-

zanego zagadnienia hydrodynamicznego zacierpnąć tylko trzeba pracę, dokonaną przez masy powietrza podczas zaszłych przesunięć. Skoro znamy tę pracę oraz ilości ciepła, wchłonięte i wydzielone przez promieniowanie podczas danego odstępu czasu, znane zasady termodynamiczne pozwolą nam na nowe wyliczenie nowego rozkładu temperatury i wilgotności. Rachunki nie będą pod względem matematycznym trudniejsze, niż podobne rachunki dla eksperymentów laboratoryjnych, w których masy powietrza znajdują się w spoczynku w zamkniętej przestrzeni. Obszerne prace przygotowawcze w tym względzie zawarte też są w badaniach Hertza, v. Bezolda i innych.

Podobnie, jak w zagadnieniu hydrodynamicznem, główna trudność polegać tu będzie naniedokładnej naszej znajomości rozmaitych czynników, które muszą wejść do rachunku. Wartości: ilości ciepła, otrzymywanych przez masy powietrza wskutek różnicy między wypromieniowywaniem a pochłanianiem promieniowania; ilości wody, parujących ponad powierzchniami mórz, lub spadających w postaci deszczu z wody zgęszczonej w obłokach—będą, początkowo przynajmniej, oceniane w sposób bardzo niepewny. Ale i tu posiadamy już dostateczne wiadomości, by rozpocząć pierwsze próbne rachunki, a dal-sza praca w tym kierunku da nam stopniowo coraz to dokładniejsze wartości stałych, ściągające się do różnych lądów i mórz, do różnych wysokości atmosfery, różnych stanów pogody, różnych gęstości obłoków i t.d.

VI.

Pewnem jest, że na naszkicowanej powyżej drodze nie napotka się nieprzezwykłych trudności matematycznych.

Gdy metody graficzne zostaną należycie wypracowane, gdy wygotowane zostaną tablice pomocnicze, wtedy poszczególne działania okażą się zapewne również łatwo wykonalnymi. I ilość tych działań poszczególnych niekoniecznie będzie bardzo duża. Ilość ta zależy będzie od długości odstępów czasu, dla których rozwiązuje się dynamiczne zagadnienie częściowe. Im krótszemi będą te przez nas obrane odstępy czasu, tem zmu-dniejsza będzie robota, ale też tem dokład-

niejszy rezultat; jeżeli nadamy im długość znaczną, ułatwimy sobie ogromnie rachunki — ale na koszt dokładności. Ostatecznych wyników co do tego, jaki wybór jest najstosowniejszy, dostarczy nam dopiero doświadczenie. Nawet jeżeli jest wymagana wielka dokładność, odstępów godzinne jaknajpewniej wystarczą. Albowiem wyjątkowo tylko się zdarzy, że masy powietrza przebiegną w ciągu godziny więcej niż jeden stopień południka, albo że drogi, przez nie przebieżone, wykażą w ciągu godziny znaczniejszą krzywiznę. A wobec tego wolno jest wykonywać prostą konstrukcję równoległoboków zapomocą odcinków prostych. Skoro zdobędzie się dostateczne doświadczenie, a przeto wyćwiczy się oko i instynkt, będzie zapewne można ograniczać się o wiele dłuższymi nawet odstępami czasu, np. 6-godzinnymi. Przepowiednia pogody na 24 godziny wymagałaby natenczas 4-krotnego przeprowadzenia konstrukcji hydrodynamicznej i 4-krotnego obliczenia termodynamicznej poprawki temperatury i wilgotności.

Wobec tego jest możliwe, że w przyszłości metoda tego rodzaju stanie się podstawą codziennych praktycznych przepowiedni pogody. Jakkolwiek wszakże będzie się to przedstawiało pod względem praktycznym, to w każdym razie głębsze badanie naukowe procesów atmosferycznych będzie musiało prędzej czy później być prowadzone według metody, opartej na prawach mechaniki i fizyki. Będzie to z konieczności metoda tego samego rodzaju, co powyżej naszkicowana.

Skoro zaś tak, tedy narzuca się ogólny plan badań dynamiczno-meteorologicznych.

Głównem zadaniem meteorologii obserwacyjnej będzie regularne dostarczanie jednoczesnych dostrzeżeń ze wszystkich części atmosfery: na powierzchni ziemi i w warstwach górnych na lądzie i na morzu.

Pierwszem zadaniem meteorologii teoretycznej będzie natenczas wypracowanie na podstawie tych obserwacji możliwie przejrzystego obrazu fizycznego i dynamicznego stanu atmosfery w chwili dostrzeżeń. A obraz ten musi posiadać postać taką, by nadawał się jako punkt wyjścia do przepowiadania pogody według racjonalnej metody dynamiczno-fizycznej.

Już to pierwsze, wstępne zadanie bardzo

jest rozległe. Boć rozumie się, że daleko jest trudniej przedstawić stan atmosfery na wszystkich wysokościach, niż, jak to się obecnie dzieje, jedynie na wysokości poziomu morza. Nadto, pomimo postępów i udoskonaleń, możliwość do bezpośredniego obserwowania górnych warstw atmosfery zawsze pozostanie bardzo ograniczoną. Dlatego koniecznem jest, by obserwacje warstw górnych możliwie najlepiej wyzyskiwano, aby treść ich wyżymano do cna. Z wielkości bezpośrednio obserwowanych trzeba wyprowadzić rachunkowo, o ile tylko się da, dostateczne wartości dla wielkości, nie dających się wprost obserwować. W tym celu wyzyskać trzeba prawa, wiążące ze sobą rozmaite wielkości. Zatem, już w konstruowaniu całokształtu stanu atmosfery na podstawie obserwacji sporadycznych, stosować trzeba na szeroką skalę metody dynamiczno-fizyczne.

Drugiem wreszcie i najwyższem zadaniem meteorologii teoretycznej będzie konstruowanie z tego obrazu stanu atmosfery w chwili początkowej, — obrazów stanów przyszłych bądź według naszkicowanej tutaj metody, bądź według innych metod tego rodzaju. Zestawienie skonstruowanych tak obrazów z obrazami, których potem dostarczą obserwacje, da poczęści ogólną kontrolę trafności metody, poczęści zaś wskazówki co do lepszych wartości wielkości stałych oraz udoskonaleń samej metody.

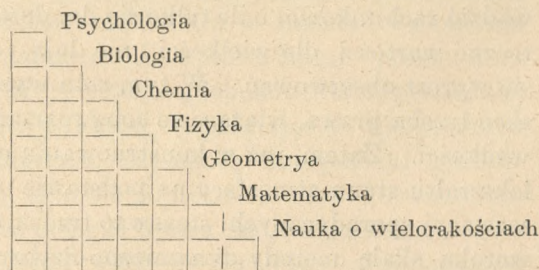
Tłum. m. h. h.

BIOLOGIA I CHEMIA.

(Dokończenie).

Chcąc przeprowadzić ogólną klasyfikację nauk, dochodzi się wkrótce do wniosku, że nauki nie istnieją obok siebie, ale że jedna drugą ogarnia; i to w sposób tak dziwnie wzajemny, że się to dokładnie daje przedstawić tylko na wzorze geometrycznym. Przedmiotem wszystkich nauk są przedewszystkiem fakty życiowe człowieka. Każdy poszczególny fakt składa się z nieskończonej liczby składników; z tych bierze się pod uwagę tylko niektóre, zależnie od celu, jaki mamy na myśli, reszty się nie uwzględnia. W ten sposób nauka obejmuje tem wię-

cej faktów, im mniejsza jest liczba uwzględnionych składników; i naodwrot: obejmuje tem więcej zgadzających się ze sobą składników, im szczuplejsza jest liczba faktów, które ogarnia. Dlatego też jedna i ta sama nauka jest w jednym kierunku najrozleglejsza, a w innym najciaśniejsza i naodwrot. Aby panom choć w przybliżeniu dać wyobrażenie o tym stosunku, przedstawię tu następujący szkic sumaryczny, na którym liczba faktów życiowych przedstawiona jest poziomo, a uwzględnione składniki— pionowo.



Widzicie panowie, że nauka o wielorakościach (przez nazwę tę rozumiem naukę, względem której matematyka, czyli nauka o wielkościach jest tylko częścią) jest najrozleglejszą i jednocześnie najciaśniejszą nauką, ponieważ rozciąga się na wszystkie fakty życiowe, ale uwzględnia tylko jedną jedyną ich stronę (mianowicie tę, że każdy z nich jest oddzielnym i odrębnym objektem); tymczasem psychologia, naodwrot: jest najciaśniejszą, a obok tego i najrozleglejszą nauką, zajmuje się bowiem wyłącznie zjawiskami, związanymi z życiem ludzkiego mózgu (albo, jeżeli kto woli, z życiem duszy ludzkiej), ale tu stara się uwzględnić wszystkie możliwe składniki. Widzimy, że w szeregu, rozpoczynającym się od nauki o wielorakościach, każda nauka następna opiera się na poprzedzającej, ale ją prześciga, ponieważ opracowuje nowe, dotąd nie rozważane strony, czyli składniki; zakres swój tem samem zacieśnia, ograniczając się wyłącznie na przedmiocie, do którego składniki te się odnoszą. I tak, matematyka zajmuje się wielorakościami, ale tylko takimi, które mają wielkość, a geometria wielkościami, ale tylko takimi, które posiadają własności przestrzenne. Fizyka traktuje o przedmiotach przestrzennych o tyle, o ile w nich czynne są rozmaite rodzaje energii; chemia zajmuje się przedmiotami fizycznymi, nacechowanymi różnicami jako-

ściowymi, obok innych rodzajów energii w nich zawartych. Biologia, według tego systemu, jest nauką o przedmiotach chemicznych, które wykazują stan energetyczny stacjonarny, t. j. o takich, które mogą się odżywiać i rozmnażać. Psychologia wreszcie dotyczy istot żywych, o ile te wykonywają funkcje duchowe; a więc w praktyce ogranicza się niemal wyłącznie do czynności duchowych człowieka, jako jedynych, co do których mamy mniej więcej pewne dane.

Zbyteczną prawie jest wzmianka, że podział ten jest dowolny: schemat nasz wskazuje tylko główne stopnie, z których każdy da się jeszcze podzielić na różne inne działy—w takim razie tylko różnice będą mniejsze. I tak, pomiędzy biologią a socjologią wstawić można socjologię i psychologię ludów; pomiędzy fizyką a chemią—chemię fizyczną i t. d. Nie potrzebuję się nad tem dłużej rozwodzić. Ważniejszym byłoby może zamieszczenie pomiędzy matematyką a geometryą chronologii, t. j. nauki o prawach czasu (wcale nie nauki o czasach historycznych, geologicznych i astronomicznych). Ale rozważania te zadalekoby nas zaprowadziły.

Dla naszego zagadnienia, o ile ono dotyczy biologii, zasadniczem jest to, co następuje: Biologia opiera się na wszystkich naukach poprzednich, zaczawszy od nauki o wielorakościach, skończywszy na chemii; to znaczy, że wszystkie zjawiska biologiczne podległe są prawom tych nauk. Identycznie tak samo obracają się wszystkie zjawiska chemiczne w zakresie matematyki i fizyki dlatego, że żadne zjawisko chemiczne przeżyć nie może tym prawom (o ile one są słuszne). Ale prawa matematyczne i fizyczne nie wyczerpują tego, co się da powiedzieć o zjawiskach chemicznych, a jakościowe różnice materii, które stanowią treść chemii, nie mogą być wyczerpująco przedstawione i opracowane zapomocą środków i metod tamtych nauk. Przyczyny należy szukać w tem, że chemia ma od nich bogatszą wielorakość. Czy kula naładowana 100 woltami elektryczności jest ze złota, czy z węgla, to nie stanowi żadnej różnicy, jeżeli wielkość ich jest jednakowa, o ile rozważamy w niej zjawisko fizyczne, a jak w tym przypadku—elektryczne. Ale jeżeli spalimy dwie kule jednakowej wielkości, z których jedna bę-

dzie z siarki, a druga z węgla, to chemicznie różnica będzie kolosalna. Tak samo nie różni się składem chemicznym ciało człowieka żywego od umarłego; biologicznie zaś różnica między nimi jest zasadnicza; gdyż człowiek żywy odżywia się i rozmnaża, a umarły—nie. Może mi, panowie, w tym punkcie zrobicie niektóre zarzuty; nie zdaje mi się jednak, abyście rzecz samą w zasadzie zmienili; co najwyżej możnaby dać nieco obszerniejszą definicję życia.

Stąd wynika już bezpośrednia odpowiedź na tylokrotnie stawiane pytanie: czy prawa chemiczne i fizyczne są wystarczające do wytłumaczenia wszystkich zjawisk biologicznych? Odpowiedź będzie brzmiała z jednej strony: tak, z drugiej: nie. Tak—ile że wszystkie zjawiska biologiczne mieszczą się w obrębie możliwości, przewidzianych przez tamte nauki. Nie—ile że w tych granicach fakty biologiczne z pewnością wykazują większą wielorakość, niżby się to dało wyczerpująco przedstawić zapomocą fizyki i chemii.

Może dowodzenie to będzie jaśniejsze, jeżeli rozpatrzmy analogiczny stosunek pomiędzy matematyką a fizyką. Z pewnością, wszystkie zjawiska fizyczne dadzą się podporządkować pod pojęcie wielkości i z tego też względu można fizykę uważać za część matematyki. Ale i to jest pewne, że środkami samej tylko matematyki nie można wyczerpująco przedstawić zjawiska fizycznego. Jeżeli np. chodzi o zjawisko fizyczne, związane z przejściem prądu elektrycznego przez dany przewodnik, to możemy je przedstawić matematycznie w każdym stopniu przybliżenia, który daje się osiągnąć zapomocą znanych sposobów analizy; ale czem się zjawisko to różni od zjawiska przewodnictwa ciepła w tem samym cieple, tego matematycznie wyrazić nie możemy; tu bowiem występują nowe rodzaje wielorakości, wchodzące w zakres fizyki, a nie matematyki.

Mechaniści kładą nacisk na jedną sprawę strony, a witaliści na drugą. Stąd wynika oryginalne zjawisko: w obu obozach badacze znakomici i rozważni wygłaszają twierdzenia napozór zupełnie sprzeczne, a chociaż prawda może być tylko jedna, my uważamy jednych i drugich za ludzi sumiennie poszukujących prawdy.

Te ogólne rozważania niewątpliwie nabie-

rają dopiero wartości dla zajmujących nas kwestyj przez dokładne zbadanie nowych składników, które stanowią różnicę między obiektami biologicznymi i chemicznymi. Różnicę tę określamy zazwyczaj jednym wyrazem, a tym jest „życie“. Jeżeli się zapytamy o cechy tego pojęcia, dające się wykazać i mierzyć, to odpowiemy, co następuje: Istoty żywe są to przede wszystkim twory stacyonarne, a nie stałe; szybkie zmiany zachodzą w nich w ten sposób, że przybytek z ubytkiem niemal się kompensuje tak, że stan ogólny wykazuje tylko powolne zmiany (nadto prawie wszystkie peryodyczne). Ponieważ wszystkie zmiany fizyczne można sobie wyobrazić jako przekształcanie się rozmaitych rodzajów energii w czasie i w przestrzeni, przeto cechą zasadniczą istot żywych jest, że ich energia tak co do rodzaju, jak co do ilości, jest mniej więcej stała, chociaż przepływa przez nie nieustanny prąd rozmaitych energii. Podług ogólnych praw energetyki może to zachodzić tylko w takiej formie, że istoty żywe pobierają energię z potencjałem wyższym, a oddają ją z potencjałem niższym. Energia przepływająca zużyta zostaje na zmiany, z których się składa ją rozmaite funkcyje życiowe (ruch, wytwarzanie ciepła, rozmnażanie i t. d.).

Ta cecha zasadnicza właściwa jest nie tylko istotom żywym, ale i różnym twórcom nieorganicznym. Świeca paląca się, której knot doprowadza do płomienia stopiony tłuszcz, w miarę jak się tenże spala; albo motor benzynowy, który zapomocą regulatora sam sobie odmierza dopływ benzyny tak, że szybkość swoją utrzymuje na poziomie stacyonarnym, ma identycznie tę samą właściwość, i dlatego zwykliśmy mówić o „płomieniu życia“, albo o „maszynie naszego ciała.“ A jednak ani płomienia, ani maszyny nie zaliczamy do istot żywych—nie mają one właściwości zachowania swego bytu. Jak się spali tłuszcz i zbraknie benzyny, to płomień gaśnie, a motor staje; oba bowiem nie mogą same w swoim czasie zaopatrzyć się w nowy tłuszcz lub benzynę.

Można sobie wyobrazić wprawdzie jeszcze jeden regulator, który będzie pompował nową benzynę do rezerwoaru, gdy jej tam zbraknie. Ale ostatecznie i ta się wyczerpie; albo się złamie jedna z pracujących w maszy-

nie części, dość że przerwanie ruchu jest nieuniknione. W pierwszym przypadku maszyna mogłaby siebie samą, lub inną jaką w ciągłym utrzymać ruchu, gdyby mogła sama gdzieś pójść po nową benzynę; w drugim zaś zaradziłaby złemu, gdyby zepsute części maszyny sama mogła zastąpić nowymi; albo też musiałaby przed złamaniem zbudować drugą maszynę, któraby w każdej chwili pracę swojej poprzedniczki w dalszym ciągu mogła wykonywać. Gdyby istniała taka maszyna, musielibyśmy ją nazwać istotą żywą.

Określenie to może się wydać dowolnem. Wszak między innemi znakomity jeden badacz wypowiedział zdanie, że, gdyby nawet możliwe było sztuczne zbudowanie tworu, obdarzonego wszystkimi własnościami i czynnościami danego ustroju, twór ten nie byłby właściwie żywą istotą. Na to można by mu odpowiedzieć jednym tylko pytaniem: gdyby przypadkiem napotkał ów sztuczny twór, w jaki sposób odróżniłby go od „właściwego“ organizmu, skoro oba, według założenia, byłyby zupełnie jednakowe, t. j. obdarzone identycznie temi samymi własnościami? Czego nie można rozróżnić, to w zasadzie musi być uznane za jednakowe czyli identyczne.

Co do dowolności określenia, ta nie jest tak wielka, jakby się zdawało. W jakim sposobie tworzymy nasze pojęcia? W ten sposób, że w wielkiej liczbie zjawisk wybieramy cechy podobne, a pomijamy różnice.

Dla chemicznych tworów stałych substancje chemiczne są tem pojęciem, którem obejmujemy przedmioty z jednakowymi swoistemi własnościami, i pojęcie takie możemy stworzyć dlatego, że poszczególne substancje, np. siarkę, znajdujemy i wytwarzamy w najrozmaitszych okolicznościach, a swoiste jej własności okazują się zawsze temi samymi. Daleko trudniej znaleźć odpowiednie warunki do tworzenia pojęć, gdy chodzi o twory, w których zachodzą zmiany chemiczne. Ażeby twory takie mogły wogóle służyć za przedmiot do tworzenia pojęć, muszą przynajmniej zewnętrznie wydawać się trwałymi, inaczej bowiem nie możemy ich utożsamiać; innemi słowy: ponieważ według założenia nie są one stałe, muszą być przynajmniej stacyonarne. Ale i te się nie nadają

do tworzenia pojęć, jeżeli nam się nie przedstawiają zawsze pod tą samą formą. Tworami fizycznymi tego rodzaju są: rzeki, chmury, fale; zasadniczą ich cechą jest pewien kształt przestrzenny, do którego powstania warunki znajdują się z łatwością i często. Chemiczne twory stacyonarne o wiele są radsze z powodu trudniejszych warunków powstawania; jedyny, który potrafi wymienić, jest płomień, do którego powstania potrzebny jest tylko tlen, bardzo pospolite resztki roślinne i temperatura od 400° do 500°. Jednak i ta najprostsza kombinacja niezmiernie rzadko powstaje sama, t. j. bez współudziału człowieka.

Każdy z łatwością zrozumie, że dowolne powstawanie tworów, które obok własności stacyonarnych posiadałyby jeszcze i zdolność samozachowawczą, t. j. zdolność udawania się do właściwych źródeł energii, uważane być musi za zjawisko wyjątkowo rzadkie. A dopiero wtedy gdy twór taki posiadać będzie zdolność reprodukowania podobnych sobie istot, można będzie przypuścić możliwość tak częstego spotykania go, że będziemy w stanie utworzyć sobie odpowiednie pojęcie ogólne. Z tej więc strony rzecz tak się przedstawia: rozważania te nie wyświetlają kwestyi, w jaki sposób organizmy powstały; ale uczą nas, że nie bylibyśmy nigdy doszli do pojęcia organizmu jako tworu chemicznego stacyonarnego, gdyby twory te nie posiadały jeszcze i własności przyswajania i odtwarzania. Te własności napotykamy też zawsze u tworu chemicznego stacyonarnego, który nazywamy istotą żywą, i w nich to tkwi cecha nowa, swoista biologii, odróżniająca ją od chemii. Na tym punkcie słuszność jest po stronie witalistów.

Jeżeli jednak z poglądem tym łączymy twierdzenie, że „dlatego“ nigdy nie zdołamy wytłumaczyć istoty życia, to dowodzi, że pomieszałyśmy kwestyę naukowej systematyki z drugą kwestyą, badania doświadczalnego. Wytłumaczyć znaczy tu, jak wogóle wszędzie w nauce, wykazać faktyczne związki, istniejące pomiędzy poszczególnemi szeregami zjawisk. Chemiczne wyjaśnienie życia już mamy; nikt nie wątpi o tem, że nawet wyobrazić sobie nie można życia bez procesów chemicznych, związanych z uwalnianiem energii. Zbývá nam tylko na wyczer-

pującej analizie poszczególnych procesów chemicznych, zachodzących w istocie żywej. Niektóre z nich znamy w zarysach ogólnych, jak zjawisko utleniania w tkankach, trawienia w przewodzie kiszkowym i t. p. Ale większa ich część jest nam nieznana. Czy potrafimy, znając nawet wszystkie procesy, zbudować ów organizm, tego obecnie rozstrzygnąć nie możemy. Wiele jest rzeczy, któreśmy pojęli i wytłumaczyli, a których nie umiemy zrobić. Organizm żywy zarówno może należeć do tej kategorii, jak i do tamtej, obejmującej rzeczy, które rozumiemy i sami umiemy zrobić. Ale to dopiero daleka przyszłość pokaże.

Przedstawię jeszcze jaśniej rzecz tę na przykładzie. W przestrzeni, gdzie niema wcale elektryczności, możemy ją w każdej chwili wytworzyć. Innemi słowy: możemy inną energię zamienić na elektryczną i otrzymać ją z dwoma jej czynnikami: z masą elektryczności i z potencjałem. A energii ciężkości nie możemy w ten sam sposób utworzyć; możemy tylko już istniejącą energię powiększyć, lub zmniejszyć, oddalając lub przybliżając ciała ciężkie. Przyczyna tego jest jasna. Masy elektryczności występują zawsze w równych ilościach dodatnich i ujemnych, tak że algebraiczna ich suma równa się zeru. Wskutek tego można, bez obrazu prawa zachowania pojemności, wytwarzać dowolne masy elektryczności, skoro suma ich zawsze będzie zerem. Ale odpowiedni czynnik energii ciężkości jest proporcjonalny do masy, z konieczności zatem ma zawsze wartość dodatnią, której tak samo jak masy nie możemy ani wytworzyć, ani zmienić. W obecnej chwili nie można przewidzieć, czy wobec dokładnej analizy życia nie wystąpią czynniki takie, których nie można stworzyć. Mojem zdaniem, to, że życie może być dowolnie zniszczone, naprowadza nas na przypuszczenie do pewnego stopnia prawdopodobne, że tylko trudności techniczne, nie zasadnicze, stoją dotąd na przeszkodzie do dowolnego stwarzania życia.

Jakież to są trudności? Odpowiedź na to pytanie już znamy; trudności polegają na tem, że każdy organizm, nawet najprostszy, jest przyrządem niezmiernie skomplikowanym, w którym liczne i różnorodne reakcje tak przebiegają obok siebie, że wzajemnie

sobie dopomagają w sprawie zachowania życia. W tym celu nieodzownem jest, aby szybkości tych spraw były do siebie wzajemnie celowo przystosowane. Maszyna samaby się rozbiła, gdyby ruch wszystkich jej części nie odbywał się z jednaką peryodycznością oraz we właściwej fazie dla każdej poszczególniej części. Rozwiązanie tego zadania polega na tem, że rozmaite części związane są ze sobą tak ściśle, że tylko ruchy celowe są możliwe. Takie przymusowe powiązanie spraw chemicznych możliwe jest i w organizmie; niekiedy powstaje to samo przez się: np. w przewodzie trawiennym, gdy substancje konieczne do zamierzonych reakcyj, zostają wydzielane w rozmaitych przestrzeniach odrębnych częściach przewodu i mieszają się z masą pokarmową w jednym tylko kierunku przepływającą. W obrębie pojedynczej komórki niebardzo jest prawdopodobne takie mechaniczne rozwiązanie zadania. Nadto, zadanie to i u istot żywych rozwiązane bywa, stosownie do warunków, za pomocą najrozmaitszych środków.

Środkiem tego rodzaju jest regulowanie szybkości reakcyj zapomocą katalizatorów czyli enzymów. Obecność takich substancyj w rozmaitych częściach organizmu znana już była Berzeliusowi; Berzelius, a potem Ludwиг wypowiedzieli przekonanie, że enzymy odgrywają w organizmie ogólną i bardzo ważną rolę. Nowsze badania potwierdziły i pogłębiły ten pogląd. Zdaje się naprawdę, że tylko bardzo mała liczba tkanek pozbawiona jest enzymów, ogromna większość posiada ich cały szereg i to jednych obok drugich. Dawniejsi badacze utrzymywali, zgodnie z ówczesnym stanem nauki, że zadaniem enzymów jest wywoływanie pewnych reakcyj i wytwarzanie tym sposobem niektórych substancyj; my zaś możemy pogląd ten rozwinąć i pogłębić, przypisując jeszcze enzymom właściwość regulowania potrzebnych szybkości. Najnowsze doświadczenia nad procesami kiełkowania nasienia wykazały, że istnieje tu pewnego rodzaju związek przymusowy; ukazują się tu jedno po drugim enzymy, rozpuszczające mączkę, utleniające, przyswajające i t. p. i to w takim porządku, w takiej ilości i w takich miejscach, że niezmiernie zawiły proces rozwoju całej roślinki przebiega prawidłowo i celowo.

Tu powstaje równie zasadnicze pytanie, którego dotąd biologia wcale prawie nie uwzględniała, a to dlatego, że niezbędne podstawy dopiero w najnowszych czasach stworzyła chemia ogólna. Pytanie to dotyczy chronologicznego, że tak powiem, porządku procesów, przebiegających w organizmie. Porządek przestrzenny odkrył nam mikroskop i co najmniej byłoby zbytecznem z mojej strony przypominać panom, jaką rolę w nauce odegrał ten instrument. Oddawna zajmowała się również i biologia niektórymi zagadnieniami, dotyczącymi czasu, zwłaszcza w historii rozwoju. Ale mikroskopia czasu, jeżeli wolno mi użyć tego wyrażenia, t. j. analiza tego, co się dzieje w każdej poszczególniej chwili życia, zwłaszcza mikroskopia czasu procesów chemicznych, jest zadaniem, dla którego rozwiązania dotąd bardzo mało dało się zrobić; a jednak zadanie to musi być rozwiązane, jeżeli poważnie mamy się zająć głębszemi zagadnieniami życia.

Gdzie i jak należy się zabrać do tej pracy, to pewno panowie lepiej odemnie wiecie; prawdopodobnie najlepiej byłoby, o ile możliwości, z różnych stron jednocześnie. Zagadnienie to bowiem odznacza się niewyczerpanym zasobem wielorakości. Ponieważ sam nie zajmowałem się nigdy biologią, więc nie odważyłbym się udzielać w tej materii wskazówek specjalistom; mogę tylko zaznaczyć pewne punkty ogólniejsze, wynikające z rozważania nauki w ogólności. Mamy przed sobą zagadnienie skoordynowania wielkiej liczby rozmaitych przejawów w jeden ogólny twór stacyonarny; w poprzedzających gałęziach wiedzy, aż do chemii, zadanie to zaledwie że się ukazuje i rozwiązane bywa przeważnie na mocy zasady dodawania, względnie superpozycji. To znaczy, że proces złożony, przebiegający w obserwowanym punkcie, można uważać za sumę poszczególnych procesów, przyczem każdy z tych ostatnich przynosi swój współudział do całości tak, jakgdyby wszystkie pozostałe procesy nie istniały. Tak się krzyżują np. fale powietrzne dźwięków w najrozmaitszy sposób i nie płaczą się jedne z drugimi; tak samo na powierzchni morza igra i płynie dwie, trzy i więcej fal w rozmaitych kierunkach, a każda z nich utrzymuje się w swoim charakterze i porządku. Ale tu się kończy

stosowanie tej zasady: gdy nadchodzi wielka fala, rozbija mniejsze, które giną bezpowrotnie. To pochodzi stąd, że kształt fali jest stały do pewnej granicy; z chwilą, gdy granica ta zostaje przekroczona, obecne energie zmieniają się w inne, i zasada superpozycji nie daje już stanowczej odpowiedzi.

Ten ostatni rodzaj reakcji istnieje zazwyczaj w organizmach. Małe zmiany w jednym z czynników danego stanu prowadzą wprawdzie odpowiednie małe zmiany w innych czynnikach, ale wykazać nakładanie udaje się niezmiernie rzadko. Podczas drgania struny zmiana temperatury prowadzi wprawdzie zmianę wysokości dźwięku, ale to jest poprostu wynikiem zmiany sprężystości struny. Określenie tego czynnika wyczerpuje kwestię. Jeżeli podniesiemy temperaturę organizmu, to następuje nietylko odpowiednia zmiana w fizycznych własnościach tkanek, ale jednocześnie zmienia się szybkość reakcji wszystkich procesów chemicznych, odbywających się w tkankach, i to w inny sposób dla każdej reakcji. Tem samem zmienia się i stosunek wzajemnego oddziaływania reakcji; zdarzyć się może, że, skutkiem nieznaczących wpływów tego rodzaju, w tem czy owem miejscu zostanie przekroczona granica, w której obrębie organizm zachowuje się jako twór stacyonarny—wówczas następuje śmierć. Wydaje mi się niewątpliwem to, co przed kilku laty zresztą już wygłosiłem, mianowicie, że dziwnie staranna i subtelna samoregulacja u ssaków wyższych, wskutek której zwierzęta te stały się zadziwiająco stałemi termostatami, wpływa z konieczności utrzymania na jednym stałym poziomie szybkości reakcji chemicznych dla normalnego przebiegu procesów życiowych.

Podług mnie, to zagadnienie koordynacji jest dziś najważniejszą stroną owych ogólnych zadań biologii, dotyczących czasu. Tu także mieszczą się zjawiska, wymagające tworzenia nowych pojęć, koniecznych do myślowego opanowania kwestyi, które w naukach ogólniejszych, nawet w chemii, nie są konieczne. Biologia w dziedzinach tych panować będzie jako nauka samodzielna, wprawdzie nierozłącznie z chemią i fizyką, ale w zakreslonych przez nią samą granicach możliwości empirycznych.

Te granice i warunki musi biolog znać i trzymać się ich, jeżeli zadanie swoje chce spełnić; powinien znać środki i drogi ogólnej chemii i fizyki, jeżeli chce zrozumieć środki i drogi organizmu. I tu powracamy znowu do głównego zapytania, które nas skłoniło do tych rozważań: Jaki wiatr wieje obecnie na morzu nauki? Odpowiedź brzmi znowu: Wiatr syntetyczny. Najpiękniejszych i najbogatszych wyników można się spodziewać tam, gdzie rozmaite gałęzie wiedzy się łączą i wzajemnie popierają. Dlatego też okrętowi naszemu mogłem najpiękniejszą przepowiedać drogę. Kierunek, który się nam ukazał z najwyższego stanowiska, na jakie tylko się zdobyć mogłem, jest właśnie ten sam, którego od lat już trzyma się przywódca okrętu. Niech tylko tak dalej steruje, a ziści najpiękniejsze nadzieje. Nam nie pozostaje, jak tylko jemu i załodze całej życzyć „szczęśliwej drogi“.

Dr. Z. Sz.

KORESPONDENCYA WSZECHŚWIATA.

W № 24 *Wszechświata* z r. b. p. B. Eichler ogłasza spostrzeżenie własne nad kwiatami kopytnika pospolitego (*Asarum europaeum* L.). Autor stanowczo odrzuca udział much w ich zapylaniu, podaje w wątpliwość udział innych owadów, przypuszcza zaś, że kwiaty kopytnika rzadko kiedy podlegają skrzyżowaniu, a daleko częściej samozapylaniu. Ponieważ autor oprócz luźnej wzmianki o spostrzeżeniach J. H. Lovella, umieszczonej w kronice naukowej *Wszechświata*, nie cytuje innych autorów, którzy się tą kwestją zajmowali (prawdopodobnie nie mając odpowiednich dzieł pod ręką), pozwolę więc sobie wyrećzyć go w tym względzie. W najobszerniejszym dziele, dotyczącem biologii kwiatów, P. Knutha, *Handbuch der Blütenbiologie* (t. II, część 2-ga, Lipsk, 1899), na str. 372 i 373 znajdujemy dokładny opis kwiatu kopytnika wraz z rysunkiem i przytoczeniem odnośnej literatury. W początkowym stadium rozwoju tego kwiatu z pączką — czytamy w przytoczonym dziele — tworzą się trzy szczeliny, przez które mogą przenikać do znajdującego się tuż pod nimi znamienia drobne muszki (sposstrzeżenie Kernerera); później zaś „z powodu zwisłego położenia kwiatu może nastąpić samozapylanie; w dodatku szydłowate zakończenia pręcików zewnętrznego koła wysuwają się ponad znamie, przez co dostęp do tego ostatniego staje się utrudniony“. Z owadów, odwiedzających ten kwiat, Knuthowi, pomimo pilnie czynionych ob-

serwacyj, udało się raz tylko jeden zauważyć w przelocie gatunek muchy (*Lucilia caesar* L.).

To samo przystosowanie się do samozapylania jeszcze bardziej stanowczo potwierdza wymieniony badacz niemiecki i dla dwu innych gatunków kopytnika — amerykańskiego (*Asarum canadense* L.) i japońskiego (*As. caulescens* Maxim.) (l. c. t. III, 1904, str. 265). Zgodny pogląd na tę kwestyę znajdujemy i w dziele E. Loewa: *Blüthenbiologie. Floristik des mittleren und nördlichen Europa sowie Grönlands*. Stuttgart, 1894, str. 328.

Widzimy więc, że spostrzeżenia szan. autora są w zupełnej zgodzie z badaniami innych botaników i przypuszczenie o samozapylaniu kwiatów kopytnika pospolitego, zdaje się, nie ulega wątpliwości.

Jena.

B. Hryniewiecki.

KRONIKA NAUKOWA.

— Wyładowania elektryczne w powietrzu.

Prof. Kowalski i p. Mościcki przeprowadzili razem doświadczenia nad działaniem chemicznym wyładowań elektrycznych o wielkiej częstotliwości, zachodzących w mieszaninach gazów. Wobec pewnej częstotliwości wyładowania te nabierają szczególnego charakteru, zależnego od natężenia zastosowanej energii elektrycznej. Te działania chemiczne są bardzo ważne z praktycznych względów, gdyż w powietrzu tworzą się pary kwasu azotowego w wielkiej ilości, w mieszaninie bezwodnika węglowego i azotu — pary kwasu azotowego i tlenek węgla, w mieszaninie pary benzyny i kwasu azotowego — wodór i cjan. To też badacze zajęli się szczególnie wytwarzaniem par kwasu azotowego, z których otrzymuje się sam kwas. Z obliczeń wypada, że koszt otrzymanego tą drogą 1 kg azotanu wapna nie przejdzie 10 fenigów.

W dalszym ciągu prof. Kowalski opisuje swoje doświadczenia nad wyładowaniami elektrycznymi na powierzchni izolatorów. Jeżeli jedną stronę płytki izolującej pokryjemy warstwą przewodzącą, podczas gdy na drugiej zachodzi wyładowanie, to iskry otrzymane są dłuższe niż wtedy, gdy brak warstwy przewodzącej. Fotografie iskiek wykazują, że iskry przebiegają drogą, wyznaczoną przez warstwę przewodzącą, ułożoną w rozmaite kształty na odwrotnej stronie płytki. Autor przeprowadza analogię między temi iskrami a wyładowaniami atmosferycznymi podczas burzy.

(Naturwiss. Wochenschr.).

D. T.

— Czy oczy skorupiaków uważać można za przekształconą parę odnóży? Każdy segment ciała skorupiaków opatrzone jest początkowo jedną parą odnóży, które przystosowują się do róż-

nych czynności jakoto: ruchu, przeżywania, czucia i t. d. Podług ilości par odnóży w danej okolicy ciała, możemy do pewnego stopnia sądzić z ilu segmentów ta okolica została złożona; tak np. głowotułowiu (cephalothorax) u dziesięcionogów posiada 13 par odnóży (2 pary rożków, 1 parę żuwaczek, 2 pary szczęk, 3 pary nogoszczęk oraz 5 par nóg właściwych), a więc złożone zostało prawdopodobnie z 13 segmentów. Niektórzy jednak badacze twierdzą, że i oczy skorupiaków należy uważać za pierwszą parę odnóży przekształconych, a wobec tego głowę skorupiaków uważać należy za złożoną z jednego segmentu więcej. Na korzyść tego poglądu przemawia ciekawe doświadczenie Herbsta. Dowiódł on, że, jeżeli odetniemy słupek wraz z osadzonym na nim okiem i zawartym w słupku zwojem ocznym, to nigdy w tem miejscu nie odradza się (regeneruje) oko lecz utwór bardzo podobny do rożków (antennulae). Jeżeli jednak rożek będzie odcięty w ten sposób, żeby w jego wnętrzu leżący zwój oczny nie był uszkodzony, w takim razie odtworzone zostanie na nowo oko. Po wycięciu oka u krabów, jak również u równonogów, odradza się napowrót nowe oko, co objaśnić można tem, że zwój oczny u tych zwierząt osadzony jest na mózgu, więc podczas operacji pozostał nietkniętym.

Gądzik.

— **Stosunek ciałek krwi do ścian serca u pajaków.** Badając budowę histologiczną serca pajaków, zauważono, że na stronie wewnętrznej ścian serca znajdują się utwory, które w postaci guzów wystają nazewnątrz, t. j. do światła serca. Niektóre z tych guzów wyglądają jakby lekkie nabrzmienia na ścianach, inne są znacznie większe i odstają więcej, jeszcze inne są mniej lub więcej oddalone od ściany serca i łączą się z niem tylko zapomocą cienkiego wyrostka plazmatycznego. Wewnątrz każdego takiego utworu znajduje się jądro. Postać tych utworów, zwłaszcza tych, które są połączone wyrostkiem protoplazmatycznym ze ścianą serca, przypomina nadzwyczaj ciała krwi, znajdujące się zazwyczaj w większej ilości w tych miejscach. Wobec tego możnaby przypuścić, że ciała krwi powstają ze ścianek serca, t. j. że serce jest do pewnego stopnia gruczołem, wydzielającym ciała krwi. Jednak przeciw temu pogładowi przemawia między innemi fakt, że podczas takiego „oddzielania się“ nie zauważono nigdzie dzielenia się jądra; możliwe jest przeto, że ciała krwi, zbliżając się do ścian serca, zrastają się z niemi i tworzą wspomniane guzy. Wyjaśnienia zjawiska tego i wykazania czy ma ono co wspólnego z kwestyą sporną „śródbłonka“ naczyń krwionośnych — dostarczy przyszłość.

(Zool. Anz.).

Gądzik.

BULETYN METEOROLOGICZNY

za tydzień od d. 22 do d. 28 czerwca 1904 r.

(Ze spostrzeżeń na stacyi meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

DZIEŃ	BAROMETR 700 mm +			TEMPERATURA W ST. C					Wilgotność średnia	KIERUNEK WIATRU Szybkość w me- trach na sekundę	SUMA OPA- DU	U W A G I
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
22 ś.	52,9	53,5	54,0	13,7	18,2	13,6	19,0	12,2	65	w ⁵ w ⁷ sw ⁷	0,3	● 9 ⁰ a.—9 ³⁰ a.
23 c.	51,7	50,4	49,8	15,5	18,0	10,6	19,0	10,6	60	sw ⁷ sw ⁵ w ⁹	1,3	● kilkakrotnie
24 p.	48,6	47,8	47,6	14,1	15,9	14,7	18,4	8,1	49	w ⁹ w ⁵ w ⁵	—	
25 s.	46,1	42,5	38,7	17,2	20,4	17,1	19,0	10,8	64	sw ⁵ sw ³ w ¹	1,1	● w nocy
26 n.	40,0	41,0	44,5	18,4	17,2	15,0	21,8	12,6	55	w ⁷ w ¹³ sw ⁵	0,0	● dr. 10 a. i 9 ¹⁰ p. krótko; 9 ⁰
27 p.	47,4	48,2	48,1	17,0	18,2	14,4	20,6	11,2	58	w ⁷ w ⁹ sw ⁵	0,9	● a.; ● 6 ⁴⁵ —7 ³⁰ p.
28 w.	49,4	49,5	50,2	16,6	17,0	13,9	22,1	10,9	57	sw ³ sw ² sw ⁵	0,0	● dr. 12 ⁵⁰ krótko.
Srednie	47,7			15,6					58		3,6	

TREŚĆ. Dr. S. Rabaud. Rozwój pojęć teratologicznych; embryologia anormalna, tłum. J. Tur. — V. Bjerknes. Zagadnienie przepowiadania pogody ze stanowiska mechaniki i fizyki, tłum. m. h. h. — Biologia i chemia. Streszczenie mowy W. Ostwalda, przez dr. Z. Sz. (dokończenie). — Korespondencya Wszechświata. — Kronika naukowa. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. WRÓBLEWSKI.

Redaktor BR. ZNATOWICZ.