



TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rb. 8, kwartalnie rb. 2.
Z przesyłką pocztową rocznie rb. 10, półr. rb. 5.

PRENUMEROWAĆ MOŻNA:

W Redakcyi „Wszechświata“ i we wszystkich księgarniach w kraju i za granicą.

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

Adres Redakcyi: WSPÓLNA Nr. 37. Telefonu 83-14.

O ROZTWORACH KOLOIDALNYCH.

(Odczyt miany na posiedzeniu Polskiego Towarzystwa imienia Kopernika we Lwowie dnia 17 kwietnia 1910 roku).

Żyjemy w wieku dwudziestym, którego fantazyjny obraz nakreślił Bellami w swej niezwykle zajmującej powieści; żyjemy w wieku elektryczności, — spadkobiercy i następcy wieku pary.

Nie miejsce zastanawiać się nad tem, czy owe fantastyczne obrazy Bellamego ziszczą się kiedykolwiek, — czy pokolenia przyszłe nazwą wiek nasz okresem elektryczności, lub okresem promieniotwórczości. Jedno wszakże zdaje się być pewnem, że wiek nasz, w porównaniu ze stuleciami minionemi, będzie wiekiem niezwykle twórczym, twórczym na wszelkich polach pracy naukowej i kulturalnej, — wiekiem niesłychanie wojowniczym i zaboreczym w swych dążeniach do całkowitego podboju przyrody, do zupełnego ujarzżenia jej sił i mocy. Tych jego cech znamienych dowodzi już obecnie niesłychanie szybki rozwój wszyst-

kich gałęzi wiedzy ścisłej i stosowanej, — dowodzi potężny rozrost pracy kulturalnej.

Jeszcze nie minęło pierwsze dziesięciolecie tego wieku dwudziestego, a już przyszedł kronikarz dziejów kultury, — tej najogólniejszej historii rodzaju ludzkiego, — będzie miał do zaznaczenia powstanie całego szeregu nowych odłamów pracy ludzkiej, całego szeregu nowych gałęzi wiedzy i techniki.

Jednemu z tych nowonarodzonych działów wiedzy, rozrastającemu się i potężniającemu z dniem każdym odłamowi chemii, traktującemu o koloidach, a właściwie stanach koloidalnych, pragnąłbym poświęcić słów kilka.

Że jednak czas, którym rozporządzam, jest ograniczony, więc z konieczności wyrzec się muszę zamiaru przedstawienia historii powstania i rozwoju tego ciekawego odłamu chemii, zrezygnować muszę z chęci roztoczenia obrazu obecnego stanu nauki o koloidach, — i ograniczyć się elementarnem przedstawieniem istoty pojęcia koloidu, ilustrując owo pojęcie szeregiem odpowiednich pokazów i doświadczeń.

Początki chemii koloidów nie są zbyt świeżej daty, -- podwaliny tej nauki położył już w latach 1861 — 1864 chemik angielski Tomasz Graham. Umysł to był niezwykle, rzadko spotykany typ uczonego, który, nie troszcząc się o panujące kierunki i poglądy naukowe, własnymi chodził drogami. W czasach pierwszych świetnych tryumfów Daltonowskiej teorii atomowej, w czasach formowania się zrębów chemii organicznej, — Graham zwrócił wzrok swój na zaniechaną, ignorowaną dziedzinę zjawisk fizyko-chemicznych. W czwartym dziesiątku ubiegłego stulecia poczyną studiować dyfuzję gazów, by następnie przejść do badania zjawisk dyfuzji cieczy i roztworów. Oznaczając szybkość dyfuzji roztworów przez błony galaretowate, przez pęcherz i papier pergaminowy, znajduje, że substancje krystaliczne jak sole, kwasy i inne związki mineralne przenikają owe błony bardzo szybko, — natomiast substancje bezpostaciowe, w rodzaju krochmalu, białka, kleju i innych im podobnych, albo całkiem nie dyfundują, lub też dyfundują niezmiernie powoli. Uogólniając spostrzeżenia te, Graham wygłasza pogląd, że wszystkie rodzaje materij przyrodzonych można podzielić na dwa zasadniczo różne typy, z jednej strony substancje krystaliczne, z drugiej zaś strony substancje kleiste, od colla — kleju, nazwane przezeń koloidalnymi. Wodne roztwory owych substancyj koloidalnych mianuje on hydrozolami; alkoholowe — alkoholozolami; glicerynowe — glicerozolami i t. d. Najciekawszą osobliwość tych roztworów koloidalnych, — czyli zolów — stanowi ich właściwość zamieniania się pod wpływem niewielkich ilości elektrolitów na galarety — czyli żele. Tą drogą z hydrozolów powstają hydrożele, z alkoholozolów — alkoholozele i t. d.

W tej oto kolbie mamy przed sobą tego rodzaju hydrozol: roztwór wodny zwykłego białka kurzego, który za dodaniem nasyconego roztworu siarczanu amonowego strąca się w postaci galaretowatych kłaczków, przedstawiających hydrożel białka.

Ta sprawa ścinania się, czyli koagulacji hydrozolów następuje nieporównanie efektowniej w przypadku koloidalnego roztworu siarczku arsenawego. Żółty, zupełnie przezroczysty roztwór tego związku, roztwór przechodzący bez zmiany przez sączki z bibuły, — wytwarza za dodaniem najmniejszych ilości kwasów lub soli obfity osad kłaczkowaty, dający się z łatwością odsączyć od bezbarwnego płynu.

Klasyczne badania Grahama nad koloidami, nad ich istotą i zachowaniem się nie pobudziły współczesnych do żywszego zainteresowania się temi nad wyraz ciekawymi substancjami. Najczęściej zbywano owe badania milczeniem, lub pobieżnymi wzmiankami, — samych zaś koloidów unikano jaknajstaranniej, obawiając się zetknąć z niemi na gruncie doświadczalnym. Obawiano się zaś dlatego, że, w przeciwieństwie do krystaloidów, manipulowanie z koloidami jest niezmiernie trudne i uciążliwe, zwłaszcza trudnem jest otrzymywanie tych substancyj w stanie względnej czystości i jednorodności.

Dopiero przed laty mniej więcej dwudziestu poczęto się nieco żywiej interesować koloidami, a od roku 1902 — 1903 na ową zaniechaną niwę koloidów rzuciły się naraz całe legiony badaczyw śmielszych, zwłaszcza z generacji najmłodszej.

W ciągu ostatnich lat kilkunastu ukazało się przeszło półtora tysiąca badań doświadczalnych nad koloidami, ogłoszono szereg znakomitych opracowań monograficznych traktujących o chemii koloidów ¹⁾, opracowań tak oryginalnych,

¹⁾ Oto tytuły ważniejszych z nich: A. Lottermoser, Ueber anorganische Kolloide, Stuttgart 1901; R. Zsigmondy, Zur Erkenntniss der Kolloide, Jena, 1905; A. Müller, Allgemeine Chemie der Kolloide, Lipsk, 1907; Wolfgang Ostwald, Grundriss der Kolloidchemie, Drezno, 1909; H. Freundlich, Kapillarchemie, eine Darstellung der Chemie der Kolloide und verwandter Gebiete, Lipsk, 1909; The Svedberg, Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe, Drezno, 1909; R. Liesegang, Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens, Drezno, 1909.

tak śmiałych w swych uogólnieniach i poglądach, że dają się one przyrównać tylko do świetnych traktatów o substancjach promieniotwórczych. Wreszcie założono aż dwa specjalne czasopisma, poświęcone wyłącznie tylko badaniom nad koloidami ¹⁾.

Czemże wytłumaczyć to nagłe zainteresowanie się sfer chemicznych, jak również i technicznych, substancjami koloidalnymi?

Przedewszystkiem tem, że dopiero w czasach ostatnich problemat koloidów dojrzał należycie; że dopiero niedawno zrozumiano istotę stanów koloidalnych, skutkiem czego poczęto świadomie i celowo opracowywać ogólne metody otrzymywania dowolnych substancyj w stanie koloidalnym; że wreszcie obalono zakorzenione uprzedzenie o wyjątkowości tych stanów oraz o niezwykłych trudnościach eksperymentalnego ich badania.

Chcąc przeto głębiej wniknąć w znaczenie teoretyczne i praktyczne współczesnych badań nad koloidami, musimy przedewszystkiem zdać sobie sprawę z tego, co właściwie przedstawiają koloidy, co rozumiemy pod nazwą koloidów?

W tym celu cofnijmy się myślą do najelementarniejszych pojęć chemicznych.

Wiadomo, że istniejącą różnorodność rodzajów materji wypełniających przyrodę sprowadzamy przedewszystkiem do dwu różnych typów — do materji jednorodnych oraz materji niejednorodnych pod względem fizycznym.

Jednakże i niejednorodność materji bywa różnego rodzaju i stopnia. Tak np. niejednorodność materji składającej zwykły granit jest widoczna dla każde-

go na pierwszy rzut oka. Tymczasem niejednorodność mieszaniny cukru z solą kuchenną, mieszaniny dobrze roztartej w moździerzu, — występuje dopiero po zbadaniu mikroskopowem.

Jeszcze większą różnorodność przejść i stopniowań niejednorodności fizycznej spotykamy wśród mieszanin substancyj ciekłych. I tak, skłómy z wodą kilka centymetrów sześciennych dwusiarczku węgla lub oliwy, zabarwionej odrobiną jodu, — a otrzymamy zawiesinę makroskopową kropeł dwusiarczku węgla w wodzie, której niejednorodność fizyczną możemy obserwować zdaleka. Teraz dodajmy kilka kropeł alkoholowego roztworu kalafonii do czystej wody i skłómy tę ostatnią. Otrzymamy ciecz mleczną, nieprzezroczystą, przedstawiającą również zawiesinę, lecz zawiesinę mikroskopową, bowiem dopiero pod mikroskopem różniamy w niej drobniutkie kropelki roztworu kalafonii.

A dalej przyjrzyjmy się dokładniej wodnemu roztworowi zwykłego białka kurzego. Przedstawia się on zupełnie przezroczystym, conajwyżej słabo opalizującym. Badając roztwór ten pod mikroskopem, nie wykrywamy w nim obecności jakichkolwiek cząstek obcych, — zdaje się on być przeto zupełnie jednorodnym pod względem fizycznym. Tymczasem gdybyśmy go poddali tak zwanej próbie optycznej Tyndalla, t. j. gdybyśmy przepuścili przezeń w ciemności wiązkę zbieżnych promieni światła, — to zauważylibyśmy, że owe promienie, przechodząc przez roztwór, znaczą swą drogę w postaci jasnej smugi. Innemi słowy, na drodze swej przez roztwór białka spotykają obce cząstki zawieszone, od których odbijają się częściowo, a rozpraszając się na wszystkie strony, dochodzą i do oka naszego. Te niezmiernie małe cząstki białka kurzego, niedostrzegalne zwykłym mikroskopem, — można jednak obserwować zapomocą tak zw. ultramikroskopu. A zatem i roztwór białka, pomimo swej przezroczystości, jest także niejednorodny fizycznie, przedstawia również zawiesinę subtelną, zawiesinę ultramikroskopową.

Nadto zapowiedziane: P. Weimarn, Kolloidwissenschaft und Struktur der Materie; Bechhold, Die Kolloide in Biologie und Medizin; W. Hardy, Colloids; W. Ostwald, Untersuchungen zur Theorie der Oberflächen-und Volumenergien.

¹⁾ Są to „Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide“ oraz „Kolloidchemische Beihefte“, — oba redagowane przez Wolfganga Ostwalda.

Wreszcie poddajmy analogicznym próbom optycznym wodny roztwór jakiegokolwiek substancji krystalicznej, dajmy na to soli kuchennej lub też cukru trzcinowego. Nie bacząc na to, że roztwór ten przedstawia również mieszaninę dwu różnych substancji, wody i soli lub wody i cukru, — ani zapomocą mikroskopu ani też ultramikroskopu nie będziemy w stanie wykryć w nim śladów niejednorodności fizycznej. Aczkolwiek przeto chemicznie niejednorodny, przedstawia się on pod względem fizycznym jako substancja zupełnie jednorodna — substancja optycznie próżna.

Zastanawiając się nad tem, co powodowało ową rozmaitość stopni niejednorodności fizycznej rozpatrywanych mieszanin ciekłych, dochodzimy mimowoli do wniosku, że jedynie tylko stopień rozdrobnienia, rozpylenia, czyli stopień dyspersji substancji zawieszonej. Gołym okiem możemy rozróżniać ziarna i krople, których średnica wynosi przynajmniej 0,01 mm. Zatem w zawiesinach makroskopowych średnica tworzących je kropeł nie może być mniejsza od 0,01 mm. W zawiesinach mikroskopowych, zwanych powszechnie suspensjami oraz emulsjami, średnica ziarn i kropeł jest większa od 0,1 μ . W zawiesinach ultramikroskopowych czyli pseudoroztworach, do których zaliczają się tak zw. roztwory koloidalne, średnica ziarn i kropeł jest zawarta w szczupłych granicach od 0,1 μ do 1,0 μ . Wreszcie w roztworach właściwych, mieszaninach amikroskopowych, wielkość ziarn substancji rozpuszczonych odpowiada wymiarom cząsteczkowym, t. j. leży w granicach od 1,0 μ do 0,1 μ .

A zatem od gruboziarnistych zawiesin i emulsyj do fizycznie jednorodnych roztworów właściwych istnieje przejście ciągłe, nieprzerwane. Ogniwem zaś łącznym tych dwu rodzajów mieszanin stanowią roztwory koloidalne, przedstawiające utwory dyspersyjne, niejednorodne.

Tak zapatrują się na istotę koloidów, a właściwie roztworów koloidalnych, współcześni badacze. Graham był w tym względzie odmiennego zdania. Przypusz-

czał bowiem, że koloidy charakteryzują się osobliwszą budową cząsteczkową, wyróżniającą je znamienne od substancji krystalicznych. W przypuszczeniu tem utwierdzały go fakty, że z pośród znanych naówczas substancji chemicznych jedno występowały przeważnie tylko w postaci krystalicznej, — inne natomiast prawie wyłącznie w postaci koloidalnej. Stąd też Graham mówi o dwu różnych światach materii — o świecie krystaloidów i o świecie koloidów.

Późniejsze wszakże badania wykazały, że nawet najbardziej typowe koloidy, w rodzaju białka jaj kurzych, dają się otrzymać w stanie krystalicznym, — a z drugiej strony większość substancji krystalicznych można przeprowadzić w stan roztworów koloidalnych. Koloidy przeto i krystaloidy nie mogą tworzyć różnych typów materii, lecz tylko różne jej postaci, odmienne stany, odrębne fazy, — podobnie jak lód i para przedstawiają różne fazy wody.

Podział materii na krystaloidy i na koloidy jest zatem błędny: istnieją tylko stany koloidalne i stany krystaliczne materii.

Jeśli roztwory koloidalne przedstawiają tylko zawiesiny ultramikroskopowe, układy niejednorodne w stanie daleko posuniętego rozdrobnienia, — to, podobnie jak zwykle suspensje i emulsje, zastosowaniem środków czysto mechanicznych winny się dać rozdzielić na swe części składowe, na czysty rozpuszczalnik oraz zawieszoną w nim substancję koloidalną.

Z suspensyj i emulsyj tak makro — jak mikroskopowych możemy wydzielić substancję rozpyloną zapomocą prostego sączenia przez zwykłą bibułę. Przez tak rzadkie sito, jakie przedstawiają różne gatunki bibuły, koloidy wprowadzić swobodnie przenikają, lecz, jak to wykazał Bechhold oraz inni badacze, zostają one częściowo zatrzymywane przez błony wytworzone z żelatyny i kolodium. Tą drogą t. zw. ultrafiltracji udało się Bechholdowi oddzielić koloidy od krystaloidów, oddzielić jedno koloidy od drugich, wreszcie oznaczyć nawet średnią wiel-

kość cząstek, występujących w różnych zawiesinach koloidalnych. Zjawiska przeto ultrafiltracji stanowią bezpośredni dowód oczywisty niejednorodności roztworów koloidalnych.

Do tych samych wyników prowadzi pośrednio rozważanie wpływu stężenia roztworów koloidalnych na cały szereg ich własności fizycznych. Wiadomo każdemu, że tylko substancje chemicznie jednorodne, jak np. czysta woda, czysty kwas octowy lub czysta rtęć, wykazują stałe, niezmiennie temperatury krzepnięcia, identyczne z ich temperaturami topnienia, jak również stałe temperatury wrzenia. Jeśli wszakże rozpuścimy w wodzie jakąkolwiek substancję krystaliczną, to temperatura jej krzepnięcia zostanie przez to obniżona, zaś temperatura wrzenia podwyższona, przyczem wielkość zmiany obu tych temperatur będzie wprost proporcjonalna do ilości rozpuszczonego krystaloidu. Jeżeli jednak dodamy do wody substancji, która się w niej całkowicie nie rozpuszcza, np. piasku lub gliny, to obecność w wodzie takiej substancji nie wywrze żadnego wpływu ani na jej temperaturę krzepnięcia, ani też na temperaturę wrzenia. Otóż roztwory koloidalne zachowują się w taki sposób jak czyste ciecze,—wodne roztwory koloidów wykazują temperaturę krzepnięcia i wrzenia czystej wody, roztwory benzolowe — czystego benzolu. A zatem układy te nie przedstawiają właściwych roztworów, czyli mieszanin cząsteczkowych, lecz tylko pseudoroztwory, zawiesiny ultramikroskopowe. Wprawdzie dla wielu wodnych roztworów koloidalnych obserwowano nieco niższe temperatury krzepnięcia, niżli dla czystej wody, jednakże owe obniżenia temperatury zamarzania wody nie wzrastały proporcjonalnie do stężenia roztworu, były przeto powodowane częściowem przejściem fazy koloidalnej w stan właściwego roztworu.

Stanawszy na punkcie widzenia, że koloidy przedstawiają tylko pewne szczególne stany materii, mianowicie stany

daleko posuniętego jej rozdrobnienia, jednym słowem układy dyspersyjne,— należy z powyższego założenia wysnuć odpowiednie konsekwencje i sprawdzić, o ile one odpowiadają rzeczywistości.

Spróbujmy uczynić to częściowo.

Jeśli koloidy przedstawiają tylko osobliwsze stany materii, to w takim razie każdy rodzaj materii, zatem każdy pierwiastek, jak niemniej każdy związek chemiczny winien się dać przeprowadzić w stan koloidalny. Cel ten powinniśmy osiągnąć dwoma przeciwnymi sobie sposobami, mianowicie albo kondensacją układów jeszcze bardziej rozdrobnionych, lub też dalej idącym rozdrobnieniem, rozpyleniem układów gruboziarnistych.

W rzeczy samej wszystkie dotychczas stosowane sposoby otrzymywania koloidów dają się podzielić według The Svedberga (1907), znakomitego szwedzkiego badacza tych utworów, na metody kondensacyjne oraz metody dyspersyjne.

Najdawniej praktykowanymi, a tem samem najdokładniej opracowanymi i zróżnicowanymi są metody kondensacyjne. Istota ich polega na tem, że wychodzi się z układów bardziej rozdrobnionych, jakimi są roztwory elektrolitów oraz nieelektrolitów, zatem z układów cząsteczkowo - dyspersyjnych lub jonowo - dyspersyjnych, — i zapomocą odpowiednich reakcyj chemicznych wywołuje w owych układach częściową kondensację rozpuszczonych cząsteczek lub jonów na większe skupienia, na agregaty ultramikroskopowe.

Tego rodzaju agregacja daje się wywołać w roztworach różnemi sposobami, przeważnie jednak posilkują się w tym celu reakcjami odtleniania czyli redukcji, dalej reakcjami utleniania oraz reakcjami hydrolizy.

Reakcje redukcji stosują się głównie celem otrzymania koloidalnych roztworów metali szlachetnych. Ich mechanizm sprowadza się do odebrania jonom danego metalu ich ładunku elektrycznego, skutkiem czego elektrycznie obojętne atomy owych metali łączą się ze sobą na większe skupienia, na agregaty ultramikroskopowe. Sam zaś proces re-

dukcyi dokonywa się bądź działaniem wodoru elementarnego, bądź też działaniem stosownych związków organicznych, np. działaniem alkoholów, zwłaszcza wielowartościowych, działaniem aldehydów, węglowodanów, fenolów, olejków eterycznych, hydrazyny i t. p. połączeń, przenoszących ładunek jonów metalicznych na wodór wody.

Pierwsze nieświadome zastosowania tej metody redukcyjnej sięgają już czasów alchemii. Mianowicie t. zw. „aurum potabile“ alchemików, otrzymywane przez redukcję wodnych roztworów złota za pomocą olejków eterycznych, przedstawiało właśnie koloidalny roztwór tego metalu, było przeto pierwszym sztucznie otrzymanym koloidem. Nieco później, na schyłku osiemnastego stulecia, pewna angielska, p. Fulhame (1794), ogłosiła niezwykle oryginalne i wyczerpujące studium nad zjawiskami redukcji wodnych roztworów soli metalicznych, działaniem wodoru elementarnego oraz eterowych roztworów fosforu ¹⁾. W studium tem, między innymi ciekawymi spostrzeżeniami podaje ona sposoby otrzymywania koloidalnych roztworów złota, srebra, platyny i rtęci na powierzchni tkanin jedwabnych, skutkiem czego te ostatnie przyjmują piękne zabarwienia.

Metodą redukcji otrzymują się dzisiaj w stanie roztworów koloidalnych wszystkie metale szlachetne. Jaką zaś rozmaitość barw i odcieni można osiągnąć dla roztworów koloidalnych tegoż samego metalu, tego najlepszym przykładem i ilustracją niechaj będą te oto roztwory złota koloidalnego, otrzymane działaniem redukcyjnym fosforu, formaliny oraz hydrazyny. Roztwory te wykazują całą skalę barw widma słonecznego, od najciemniejszej purpury, przez czerwień coraz słabszych odcieni, do złotawej żółtości, zielonkawego błękitu, a wreszcie coraz to ciemniejszego fioletu. Najprzezro-

czystszymi, bez śladów opalescencyi, są roztwory purpurowe, roztwory koloru ciemno-wiśniowego, otrzymane przez redukcję chlorku złota zapomocą fosforu, czyli w zasadzie metodą pani Fulhame. Nawet zapomocą ultramikroskopu w roztworach tych nie widzimy oddzielnych cząstek złota. Ich niejednorodność fizyczna objawia się zaledwie tylko słabem rozjaśnieniem pola widzenia, smugą światła rozproszonego, oznajmiającą, podobnie jak droga mleczna występująca na firmamencie niebieskim, istnienie milionów indywiduów oddzielnych, z których tylko nieliczne dają się rozróżnić zapomocą ultramikroskopu, jak tam zapomocą teleskopów najsilniejszych.

Metoda redukcji soli złota roztworami fosforu elementarnego nie tylko że pozwala otrzymać najbardziej jednorodne roztwory koloidalne tego metalu, ale jest również najpewniejszą i najdogodniejszą w użyciu, jak się o tem naocznie przekonać możemy.

W tej oto zlewce ze szkła jenajskiego przygotowałem zawczasu rozcieńczony roztwór chlorku złota (1 g Au w postaci NaAuCl_4 na 25 litrów wody) ¹⁾, zubożony roztworem węglanu potasowego. Jeśli do tego roztworu chlorku złota będę dodawał kroplami roztworu fosforu w eterze, to niebawem wystąpi lekkie poczerwienienie naszej cieczy, skutkiem poczynającego się wydzielania złota metalicznego. Fosfor działa jednakże bardzo powoli odtleniająco, więc żeby osiągnąć purpurowe zabarwienie pomienionego roztworu, trzeba by stracić na to kilkanaście minut czasu. Mogę jednak ów proces kondensacji atomów złota znacznie przyspieszyć przez dodanie odczynnika silniej i szybciej redukującego. W tym celu dolewam kilka kropel rozcieńczonego handlowego roztworu formaliny i oto ciecz ponsowieje prawie natychmiastowo.

¹⁾ M-rs Fulhame, Essay on Combustion, with a View to a New Art of Dying and Painting, 1794; Versuch über die Wiederherstellung der Metalle durch Wasserstoffgas, Phosphor, Schwefel etc. Uebers. v. Lentin, Getynga, 1798.

¹⁾ Ażeby doświadczenia te się udały, należy wykonywać je w naczyniach ze szkła jenajskiego, przyczem użyta do doświadczeń woda winna być świeżo przedestylowana z zastosowaniem chłodnicy srebrnej, a w braku takiej—cynowej.

Niemniej efektownie przebiega proces redukcji roztworów chlorku złota rozcieńczonym roztworem chlorowodoru fenylhydrazyny. Jak widzimy, w miarę powolnego dolewania kroplami coraz to większych ilości fenylhydrazyny, — koloidalny roztwór złota przyjmuje coraz to inne zabarwienie, — od różowego, poprzez purpurowe, do fioletowego, a wreszcie brudno błękitnego.

Lecz przejdźmy do innych metod kondensacyjnych.

Metody oksydacyjne pominiemy milczeniem, jako dające się stosować w pewnych tylko szczególnych przypadkach, zatrzymamy się za to nieco dłużej nad metodą hydrolizy.

Metoda ta polega na rozkładowem działaniu, jakie wywiera woda na sole słabych kwasów, albo też słabych zasad. Będąc sama niezmiernie słabym kwasem, a jednocześnie i zasadą, skutkiem przeważającej swej masy, odbiera owym sołom ich silną zasadę, albo silny kwas. Skutkiem tego zostają wydzielone w stanie wolnym, niezdisocjowanym, pominięte słabe kwasy lub zasady. Jeśli przytem są one trudno rozpuszczalne w wodzie, a nadto wykazują tendencję do polimeryzacji, — to wolne ich cząsteczki, łącząc się ze sobą na coraz to większe skupienia, występują ostatecznie w postaci roztworów koloidalnych, lub osadów galaretowatych, — zatem również koloidalnych.

Tą drogą rozkładu hydrolitycznego soli otrzymano między innymi roztwory koloidalne tlenków bizmutu, ołowiu, cyny, chromu, glinu, żelaza, krzemu i innych. W tej oto flaszy mamy przed sobą koloidalny roztwór tlenku glinu przygotowany drogą hydrolizy octanu glinowego.

Jak wiadomo, przeważna masa skorupy ziemskiej składa się z różnych wielokrzemianów, glinokrzemianów oraz glinianów. Że zaś kwas krzemowy jest niezmiernie słabym kwasem, a wodorotlenek glinowy równie słabą zasadą, — więc też sole obu tych związków bywają przez wodę częściowo rozkładane na wolny kwas krzemowy i na wodorotlenek glinowy, wydzielające się bardzo czę-

sto w postaci koloidalnej, już to zolów — czyli roztworów, już też żelów — czyli galaret. Te zjawiska hydrolizy zachodzą bezustannie w przyrodzie na olbrzymią skalę, podczas wietszenia skał, jak również w glebie, jednym z produktów tego wietszenia.

Jan Zawidzki.

(Dok. nast.).

J. L O E B.

ZNACZENIE TROPIZMÓW DLA PSYCHOLOGII.

(Ciąg dalszy).

IV.

Zwierzęta o silnym heliotropizmie dodatnim oraz te, które zupełnie na światło nie reagują, nie przedstawiają dla obserwatora żadnych powikłań. Natomiast kilku zoologów, którym widocznie obce są prawa chemii fizycznej, znajdują trudności w zrozumieniu zjawisk pośrednich między temi dwiema ostatecznościami. Tak np. jeden z badaczy utrzymuje, że przeze mnie podane prawa reakcyj heliotropicznych są słuszne tylko w razie stosowania bardzo intensywnego światła, w razie zaś niewielkiego natężenia zwierzęta nie kierują się od razu ku światłu, lecz dopiero po dość długim wahaniu. Z punktu widzenia chemicznego takie zachowanie się zwierząt zupełnie jest zrozumiałe. Gdy zwierzę dodatnio heliotropiczne jest z jednej strony oświetlone, reakcja zachodzi w tym tylko przypadku, gdy różnica w szybkości przemian fotochemicznych w obu siatkówkach osiąga wielkość określoną. Jeśli natężenie światła jest znaczne i czynna masa substancji fotochemicznej również, po upływie części sekundy różnica w procesach chemicznych po obu stronach ciała zmusza zwierzę do zwrócenia głowy w określony sposób ku światłu. Zwierzę jest niewolnikiem światła, nie może wyzwolić się z pod jego wpły-

wu; jeśli na część sekundy zboczy z określonego kierunku, to zaraz znów następuje taka różnica w nagromadzeniu produktów przemiany w dwu siatkówkach, że musi się zwrócić ku promieniom świetlnym. W rezultacie, zwierzę posuwa się po linii prostej ku źródłu światła. Jeśli jednak natężenie światła jest mniejsze, lub też zwierzę jest mniej czułe na światło, może się ono odchyłać od światła. Ruchy jego kierują się ku oświetlonej ścianie naczynia, lecz są niepewne, zamiast prostolinijnych—zygzakowate, lub też zupełnie nieprawidłowe. A zatem w heliotropizmie wobec silnego i słabego natężenia światła zachodzą różnice ilościowe, nie jakościowe, i błędem jest twierdzenie, że chodzi tu o warunki zasadnicze.

I jeszcze jedną okoliczność należy zaznaczyć. Widzieliśmy wzmożenie się heliotropizmu pod wpływem kwasów i przypuściliśmy, że dzieje się tak wskutek zwiększenia masy substancji fotochemicznej. Każde zwierzę wytwarza ciągle kwasy w swych komórkach, zwłaszcza bezwodnik węglowy i kwas mleczny. Ale jednocześnie wytwarza inne substancje, które może działają wręcz przeciwnie i niwelują wrażliwość na światło. Wahania w szybkości powstawania przeciwnych sobie ciał warunkują wahania w heliotropizmie zwierząt. Dajmy na to, ilość czynnej substancji fotochemicznej u jakiegoś Widłonoga jest stosunkowo mała; chwilowy przyrost wytworzonego bezwodnika węglowego może o tyle spotęgować wrażliwość na światło, że w przeciągu pewnego czasu zwierzę porusza się po linii prostej ku światłu. Po chwili produkcyja kwasu słabnie, i wraz z tem zwierzę zmienia kierunek na jakikolwiek inny. Procesy te mogą się powtarzać naprzemian kilkakrotnie. W naczyniu szklanem Widłonogi skupiają się na oświetlonej ścianie, gdyż według wszelkiego prawdopodobieństwa ruchy w innych kierunkach znoszą się nawzajem, dodatnio heliotropiczne ruchy, wzbudzone przez bezwodnik węglowy, zdobywają przewagę. Ale jasnem jest, że na wolności te same zwierzęta nie kierują

się ku światłu prostolinijnie. Badacz, który nie ma dostatecznego przygotowania, aby zrozumieć pojedyncze momenty w zachowaniu się zwierzęcia pod względem chemicznym i fizyologicznym, nie jest w stanie ocenić ich doniosłości i ucieka się do wywodów psychologicznych, nie wyjaśnia jednak przez to istoty sprawy, jej podłoża chemicznego.

Niektórzy uczeni, o ile mi się zdaje, badali zwierzęta, których heliotropizm znajdował się poza progiem pobudliwości, a nie było dość wyszkolenia w metodach chemii i fizyki, aby umieć podnieść tę wrażliwość do napięcia, umożliwiającego doświadczenia.

Ta sama przyczyna—badania niedostatecznie wrażliwych na światło obiektów—tkwi w zarzucie, że zwierzęta nie kierują się wprost ku światłu¹⁾, lecz muszą właściwy kierunek wymacać, wybadać grunt. Zarzut ten obala rozstrzygające doświadczenie: Larwy *Balanus perforatus* rozwijają się w ciemności. Jeśli jajnik, napełniony daleko w rozwoju posuniętymi larwami umieścimy w ciemnem miejscu na szkiełku zegarkowem z wodą morską, larwy wylęgają się zaraz; jeśli wystawimy je na światło, kierują się wprost ku oświetlonej części szkiełka. A więc larwy były wyraźnie dodatnio heliotropiczne, zanim ujrzały światło. Gdybyśmy wybrali do tegoż doświadczenia zwierzęta mniej czułe od larw pąkli (*Balanus*), niedoświadczony badacz wywnioskowałby, że reakcya heliotropiczna nie jest oparta na przymusowości, że zwierzę waha się w kierunku i zmierza do światła dopiero po pewnych próbach. Gdy badamy heliotropizm skrzydlatych mszyc w próbówce, widzimy, że powtarzając doświadczenie bezpośrednio raz po raz, wzmagamy szybkość ruchów. Można by tu dopatrywać się skutku „ćwiczenia” zwierzęcia. W istocie rzeczy może tu wpływać czysto mechaniczny czynnik, np. zmniejszenie kleistości nóżek, a najprawdopodobniej ja-

¹⁾ O ile jest jedno źródło światła.

ko produkt działalności mięśni tworzy się bezwodnik węglowy lub kwas mlekowy ¹⁾.

V.

Już przed 20 laty wskazałem, że wrażliwość na światło zmienia się zależnie od stanu fizyologicznego danego zwierzęcia i w normalnych warunkach przejawia się najczęściej tylko w pewnej epoce jego życia. Np. mszyce wykazują tylko wtedy wybitny heliotropizm, gdy stają się skrzydlate i opuszczają liście. Daleko wyraźniejszy jest wpływ reakcji chemicznych, dokonywających się w zwierzęciu, u gąsienic *Porthesia chrysorrhoea*. Gąsienice wykluwają się z jajeczek jesienią i zimują w gniazdku. Wczesną wiosną wraz z nastąpieniem cieplejszych dni opuszczają gniazdo; można je wcześniej z gniazda wywabić, zimą utrzymując sztucznie odpowiednią temperaturę. Otóż, nigdy nie spotkałem w naturze zwierząt o silniejszym heliotropizmie dodatnim, niż gąsienice *Chrysorrhoea* po przebudzeniu ze snu zimowego. Z chwilą, gdy zaczynają jeść, wrażliwość świetlna znika i nie wraca już nigdy, nawet pod wpływem głodzenia ²⁾. Stąd wynika, że proces odżywiania bezpośrednio czy pośrednio działa hamująco na reakcje fotochemiczne, które przedtem się ujawniały. U pszczoł i mrówek substancje gruczołów płciowych zdają się wzbudzać heliotropizm dodatni. Robotnice mrówek nie przejawiają go wcale, u samic i samców zjawia się w czasie dojrzewania płciowego i stopniowo wzrasta. Widocznie wzrost ten jest zależny od zwiększającej się stopniowo ilości wytworu gruczołów płciowych. Według Kelloga to samo zachodzi u pszczoł. Znany jest zresztą fakt oddziaływania na różne narzą-

dy specjalnych substancji wytworzonych podczas dojrzewania płciowego.

Bardzo często heliotropizm występuje tylko w pewnych stadiach larwalnych, gdy w innych larwa jest obojętna lub nawet odjemnie heliotropiczna. Szczegółowe opisanie tych kwestyj znaleźć można w poprzednich moich rozprawach.

Właśnie ta zmienność co do wrażliwości na światło, uwarunkowana specyficznie przemianami substancji w organizmie, jest niesłychanie doniosła dla biologii. Heliotropizm jest konieczny do życia gąsienic *Chrysorrhoea*. Gdy ze snu zimowego budzi je słońce wiosenne, są one dodatnio heliotropiczne. Ta to cecha zmusza je do jednego tylko określonego kierunku ruchu, mianowicie do pełzania w górę ku wierzchołkom drzew i gałęzi. Tu gąsienice znajdują młode pączki. Heliotropizm pozwolił im zdobyć pożywienie. Gdyby stale pozostawały heliotropicznymi, byłyby niezadługo skazane na głód, gdyż musiałyby pozostać na wierzchołku. Ale po najedzeniu się heliotropizm znika; niespokojna ruchliwość, która charakteryzuje wiele zwierząt ¹⁾, pobudza gąsienice do pełzania w dół, gdzie znajdują świeże liście; zapach ich lub też bodźce dotykowe znowu powstrzymują ruch i wywołują w naszej maszynie nowe zapędy żarłoczności.

Heliotropizm dodatni w okresie dojrzewania płciowego mrówek i pszczoł również zasadnicze ma znaczenie w gospodarczym ustroju tych istot. Zapłodnienie następuje podczas wzlotu weselnego. Otóż w tej właśnie fazie obserwowałem samców i samice mrowiska i przekonałem się, że heliotropizm stale wzrasta do chwili wzlotu, który odbywa się w kierunku promieni słonecznych. Zdawało mi się wprost, że wzlot weselny jest wynikiem silnie spotęgowanego heliotropizmu dodatniego. To samo wrażenie odniósł Kellog obserwując pszczoły. Pszczoły gotowały się właśnie do wzlotu we-

¹⁾ Zjawisko „drabinki“ podczas drażnienia mięśni Waller i inni przypisują również wpływom kwasów. „Drabinka“ ta, czyli wzrastająca wysokość drgań na krzywej za każdym nowym bodźcem, jest analogiczna lub identyczna z naszym zjawiskiem.

²⁾ Loeb l. c. str. 24. (Fakt ostatni był wielokrotnie przeoczony przez uczonych).

¹⁾ Przyczyny fizyczno-chemiczne tej ruchliwości, uderzającej u wielu owadów i skorupiaków, są dotychczas nieznane.

selnego przez otwór skrzynki, użytej do doświadczenia; nagle Kellog usunął ciemną pokrywę skrzynki, tak, że światło wpadało do niej wprost zgóry. Czułość na światło była u zwierząt tych tak wielka, że skupiły się według kierunku promieni na górnej powierzchni skrzynki pudła i nie były zupełnie w stanie wykonać wzlotu weselnego.

Badania podobne wykazują, że analiza zjawisk życiowych niektórych zwierząt pozwala rozpoznać tropizmy, jako czynniki tych zjawisk. Wiele podobnych badań znajdujemy u Jerzego Bohna, Parkera, Rädla ¹⁾ i w moich rozprawach. To, co wobec niedostatecznej analizy wydaje się być aktami woli lub przejawami instynktu, po szczegółowym rozpatrzeniu zaliczyć się daje do szeregu tropizmów.

VI.

Pod wpływem hipotezy doboru naturalnego ustalił się u wielu zoologów i psychologów pogląd, że wszystko, co zwierzę czyni, jest dla niego potrzebne. Tymczasem na ścisłych podstawach oparta nauka o dziedziczności, którą Mendel w r. 1900 wzniosł do poziomu nauki systematycznej, zredukowała ten błędny pogląd do jego wartości właściwej. Prawdą jest jedynie, że gatunki, których tropizmy byłyby w sprzeczności z wymaganiami rozmnażania i zachowania gatunku, z konieczności musiałyby wymierać. Odwrotny pogląd, że każda reakcja czy każdy tropizm, jakie gatunek przejawia, są mu użyteczne, albo potrzebne jest również błędne jak przekonanie, że każdy kształt spotykany w danym gatunku jest dlań korzystny.

Bardzo pouczającymi dla nas są przejawy galwanotropizmu. Jeśli przez naczynie, napełnione wodą, przepuszczamy prąd galwaniczny, możemy zaobserwować, że wiele zwierząt kieruje się w stronę prądu, przyczem jedne zwierzęta zwracają się w kierunku prądu dodatniego,

inne w kierunku prądu ujemnego. Jest to zjawisko galwanotropizmu. Wpływy promieni świetlnych zastępują w galwanotropizmie linie czyli krzywe prądu. W punktach organizmu, gdzie prąd przenika do komórek ¹⁾, następuje skupienie jonów, będące przyczyną reakcyj chemicznych. Przypadki wyraźnego heliotropizmu są częstsze, niż typowe przypadki galwanotropizmu. Wypływa to, mojem zdaniem, jedynie z różnicy w oddziaływaniu fizycznym światła oraz prądu galwanicznego. Światło działa na powierzchnię organizmu, prąd galwaniczny przenika wszystkie komórki i nerwy zwierzęcia. A więc oddziaływanie na skórę komplikuje się i modyfikuje przez działanie jednocześnie prądu na drogi i ośrodki nerwowe. Zrozumiałem jest wobec tych warunków, że galwanotropizm naogół wyraźniej występuje u zwierząt o budowie prostej, np. u istot jednokomórkowych, niż u kręgowych.

Galwanotropizm jest wytworem wyłącznie laboratoryjnym. Z wyjątkiem nielicznych okazów, które dostały się do rąk fizyologów, pracujących — i to od niedawna — nad galwanotropizmem, żadne zwierzę nie ma sposobności w przyrodzie być pod działaniem prądu galwanicznego. Jednakowoż jestto reakcja bardzo rozpowszechniona wśród zwierząt. Trudno o bardziej oczywiste obalenie twierdzenia, że reakcje organizmu są określone wyłącznie przez potrzeby czy cele, lub też zdobyte są drogą doboru naturalnego.

Galwanotropizm i heliotropizm są zjawiskami tej samej kategorii, wyłączwszy wspomnianą już cechę, że prąd galwaniczny przenika wszystkie komórki, światło zaś działa tylko na powierzchnię.

Różnica ta upada, jeśli mamy do czynienia z istotami jednokomórkowymi: możemy oczekiwać, że reakcje galwanotropiczne oraz heliotropiczne dadzą analogiczne rezultaty, o ile wybieramy zwierzę posiadające obie postaci wrażliwości.

¹⁾ Räd. Der Phototropismus der Tiere. Lipsk, 1903.

¹⁾ Lub też gdzie wędrówka jonów wewnątrz komórki zostaje wstrzymana.

Istotnie doświadczenia odpowiadały tym oczekiwaniom. Badania Holmesa i moje nad heliotropizmem kolonii wodorostu Toczka (*Volvox*), jak również badania Bancrofta nad ich galwanotropizmem wykazują zgodnie, że mechanizm tych przejawów jest jednakowy, a stopień ich przymusowości tak samo wielki. Claparède podniósł zarzut, że reakcje galwanotropiczne są wyłącznie poniewolne, heliotropiczne zaś leżą w interesie zwierzęcia ¹⁾. Fakty obalają ten zarzut. Galwanotropizm nie może odgrywać roli w biologii dlatego, że w przyrodzie nie istnieją pola galwaniczne; tymczasem heliotropizm, jak widzieliśmy, może w pewnych razach przynosić zwierzęciu korzyści. Ale dla życia wielu zwierząt heliotropizm jest zarówno najzupełniej bez znaczenia. Przed 20 laty wykazałem, że zwierzęta, które przez całe życie pozbawione są światła, np. gąsienice Wierbowca, żyjące pod korą pni drzewnych, wystawione na działanie światła, przejawiają heliotropizm dodatni. To samo stosuje się do raka Cuma Rathkii, żyjącego w mule zatoki Kileńskiej. A zatem nieuprawnione jest twierdzenie, że drogowskazem heliotropizmu w przeciwieństwie do galwanotropizmu są korzyści biologiczne zwierzęcia. Musimy nauczyć się właściwie oceniać znaczenie doboru naturalnego i wyciągnąć konsekwencje z teorii Mendla; według tej ostatniej przejawy życia zwierzęcia nie są regulowane wyłącznie przez jego korzyści, natomiast należy je rozpatrywać, jako pewną sumę niezależnych cech dziedzicznych.

VII.

Niektórzy badacze usiłowali również dowieść, że zwierzęta objawiają pewną „skłonność do światła” i regulują swój heliotropizm samodzielnie w ten sposób, że wybierają natężenie światła, najkorzystniejsze dla ich prosperowania. Są

dzę, że znowu działa u tych uczonych sugestia skrajnego doboru naturalnego. Pośród wielu badanych przeze mnie organizmów nie znalazłem ani jednego, któryby,—wobec ścisłego uporządkowania warunków fizycznych doświadczenia,—przejawiał podobne przystosowanie. Przeciwnie, przekonałem się, że z chwilą, gdy zostanie osiągnięty próg pobudliwości, zwierzęta o heliotropizmie dodatnim wykazują reakcje dodatnie wobec każdego natężenia światła. Tak np. mszyce skrzydlate, lub gąsienice *Chrysorrhoea*, lub też Widłonogi o heliotropizmie, wzbudzonym przez wpływ kwasów, kierują się ku światłu bez względu na to, czy jest to światło słoneczne bezpośrednie, czy odbite, czy też słabe światło lampy. Heliotropiczne zwierzęta kierują się ku źródłu światła, nawet wtedy, gdy w czasie drogi, muszą z oświetlonej przestrzeni wkroczyć w cień. Reakcje chemiczne we wrażliwych na światło elementach skóry czy siatkówki powodują przymusowe ruchy głowy (lub też przedniej w ruchu części ciała) ku światłu; a gdy raz kierunek zostaje osiągnięty, zwierzę posuwa się dalej już automatycznie ¹⁾. „Wyboru” najodpowiedniejszego natężenia nie zaobserwowałem nigdy.

Źródłem przypuszczeń o wyborze najodpowiedniejszego natężenia jest prawdopodobnie fakt, że w pewnych warunkach substancje, wytworzone podczas reakcji fotochemicznych, hamują heliotropizm dodatni. Jaskrawym przykładem tego faktu są świeżo wylęgłe larwy *Balanus perforatus*, które są dodatnio heliotropiczne. Gdy poddamy je działaniu luko-wo-rtęciowej lampy (*Heräusa*), obfitej w promienie ultra - fioletowe, larwy te z dodatnio heliotropicznych stają się szybko odjemnie heliotropicznymi. Do do-

¹⁾ Claparède. „Les tropismes devant la Psychologie”. Journ. f. Psychologie und Neurologie, tom 13, str. 150, 1908.

¹⁾ Niejednokrotnie nawet bez potykania się u zwierząt o wrażliwości na światło następuje zawahanie się chwilowe podczas przejścia ze światła w cień, lecz natychmiast ruch ku światłu wznowia się. Bliższe szczegóły można znaleźć w książce mojej: „Vorlesungen ueber Dynamik der Lebenserscheinungen”.

świadczenia trzeba larwy umieścić w cienkiej warstwie wody morskiej.

Działanie silnego światła, mniej obfitującego w ultra-fioletowe promienie niż lampa rtęciowa, jest również w stanie zamienić przypadkowo dodatni heliotropizm zwierzęcia w odjemny. Tak dzieje się np. z larwą *Polygordiusa*. Błędne byłyby tu wnioski o przystosowaniu zwierzęcia do określonego natężenia światła. Mojem zdaniem w tym razie przemiana materii bądź modyfikuje samą reakcję fotochemiczną, bądź też wpływa na ośrodki mózgowe w taki sposób, że podrażnienie siatkówki powoduje osłabienie napięcia mięśniowego zamiast jego spotęgowania.

Wielu omyłek popełnianych przez różnych badaczy możnaby uniknąć, gdyby zamiast utrudniać starali się ułatwiać sobie, stwarzać jaknajprostsze fizyczne warunki doświadczeń. Np. posługują się oni pryzmatami wypełnionymi tuszem dla wywołania stopniowego zmniejszenia natężenia. W wytworzonym w ten sposób półcieniu, natężenie światła znajduje się częstokroć poniżej progu pobudliwości lub prawie na jego granicy; badacze padają ofiarą błędów.

Tłum. E. S.

(Dok. nast.).

MRÓWKI NA WYSPIE KUBIE.

Wyspa Kuba, jak zresztą i wiele innych wysp Antylskich, obfituje w całe mnóstwo szkodliwych owadów, które straszliwie niszczą plantacje drzew pomarańczowych, cytrynowych, kawowych i t. d. Pomiedzy temi owadami jest jeden najgroźniejszy dla tamtejszych mieszkańców, a mianowicie „*Solenopsis geminata*”—mała brunatna mrówka, zwana przez tuziemców „*Hormiga brava*“, co znaczy „wojownicza mrówka“.

Paweł Serre opowiada o tych mrówkach, że żyją w koloniach, liczących 5 000 do 15 000 osobników, a ich gniazdo, umieszczone u stóp drzewa, na głę-

bokości 15-tu stóp posiada 3 otwory na zewnątrz. Tutaj mrówka wojownicza rodzi się i pracuje podczas całego swojego istnienia, które zresztą nie przenosi jednego roku, zbiera zapasy, składające się z ziarn zboża, martwych owadów i wosku, okopuje rowami swoje mieszkanie. W każdym mrowisku znajdujemy tuzin królowych, zajętych składaniem wielkiej liczby jajek w pobliżu kolonii, i robotnice, które, pilnowane przez żołnierzy (można ich poznać po potężnych szczękach), wychodzą każdego dnia na poszukiwanie zdobyczy.

Ta zdobycz, niestety, nie zawsze składa się tylko z małych ziarenek i owadów. Niekiedy ofiarą mrówek padają pączki, młode liście, kwiaty i owoce.

W przypadku głodu mrówka atakuje korę drzew, ażeby dostać się do żywicy, na którą jest bardzo łakoma, sprowadzając w ten sposób nietylko utratę soków drzewnych, ale i szybciej postępujące gnicie wskutek działania wody deszczowej, dostającej się do ran, zrobionych przez małą niszczycielkę. Właściciele plantacji używają rozmaitych środków, ażeby walczyć z tą klęską: smoły, która zresztą wysycha zbyt szybko i szkodzi niektórym rodzajom drzew, cyanku potasu, naftalinu, sublimatu, kwasu karbowego, mydła, tranu, skóry królika, rozpostartej wokoło drzewa, włosem zwróconej ku ziemi, przeszkadzającej mrówkom wlaść na pień. W Porto-Rico smarują drzewa, albo zapuszczają do owych podziemnych korytarzy mieszaninę złożoną z żywicy, oleju lnianego, łożu i soku tytoniowego.

Na wyspie Kubie spotykamy również białą mrówkę — *Eutermes Morio*, równie żarłoczną, jak poprzednia, tworzącą kolonie złożone z 10 000 do 50 000 tysięcy indywiduów z 4-ma, albo 8-ma królowymi na czele. Nakoniec p. Serre opowiada niezmiernie ciekawe szczegóły o innej mrówce bardzo powszechnej i może bardziej jeszcze niszczycielskiej, aniżeli wszystkie pozostałe rodzaje, żyjące na wyspie; to jest *Atta insularis*, nazwana w kraju „*Bibijagua*“. Niesłychanie żarliwa robotnica wykopuje w ziemi na głę-

bokości 5-ciu stóp długie i szerokie korytarze, zapomocą których komunikują się owalne, albo cylindryczne pokoiki o średnicy, dosięgającej niekiedy 30 centymetrów, otwierające się licznymi otworami na zewnątrz. Każda kolonia posiada królowę i wielką ilość robotnic o rozmaitej budowie ciała, co je czyni zdatnymi do spełniania funkcji najróżnorodniejszych i bardzo zróżnicowanych.

Z najsilniejszych mrówek jest utworzony oddział żandarmeryi, pełniący straż w mrowisku. Robotnice słabsze są przeznaczone do budowania drogi, służącej do przenoszenia ciężarów i łączącej zarazem wyjścia podziemnych korytarzy z drzewem przeważnie pomarańczowem, albo kawowem, na którym mrówki poszukują zdobyczy. Przybywszy do jego stóp, wdrapują się natychmiast na pień, dostają się do liści, które odgryzają zapomocą silnie rozwiniętych szczęk. Niekiedy praca jest podzielona: jedne tylko odgryzają liście, a inne tną je i rozrywają na drobne cząstki. Niezmiernie ciekawy jest widok tych owadów, wracających do domu i trzymających wysoko na głowie pomiędzy szczękami kawałek liścia. Stąd pochodzą nazwy „mrówka - chorąży“, „mrówka pod parasolem“. Zdobycz bywa suszona u wejścia do mrowiska, jeżeli jest zbyt wilgotna, a następnie zostaje spuszczana na piętra niższe, gdzie służy za podścielisko dla hodowanych przez mrówki grzybów. W tym celu Atta umieszczają na odpowiednim podłożu tak zwaną „matkę“ — rozsadnika, mającego wejrzenie małego szarego grzybka, przenoszą go do sąsiedniej piwniczki i pokrywają liśćmi już przedtem drobno pociętymi, ażeby ułatwić ich fermentację. Najmniejsze mrówki, skazane na zupełne zamknięcie, opiekują się hodowlą, nie spuszczaając z oka rosnących grzybów, przeznaczonych na wykarmienie całej kolonii; one to również zajmują się jajkami i larwami, uczą młode pokolenie. Przewietrzanie odbywa się drogą korytarzy, których wyjścia są albo otwarte, albo zasypane ziemią zależnie od potrzebnej w pokoiach wilgoci.

Każda królowa po utracie skrzydeł zakłada nową kolonię, jeżeli nie ginie w czasie pory deszczowej. Atta mogą ogołocić z liści w przeciągu jednej nocy trzech, albo czterechletnie drzewo. Tuziemcy starają się je niszczyć, rozsypując przed korytarzami proszek arszeniku, albo wlewając wodę chlorową, lub roztwór wodny kw. siarkowego do ich podziemnych mieszkań. Niekiedy wywołują eksplozję z dwusiarczku węgla, najlepszym jednak środkiem okazało się okadzanie siarką.

Stef. R.

WYDARZENIA NIEBIESKIE

w dniu 19 maja r. b.

Podajemy w dosłownym przekładzie notatkę naszą z № 4417 „Astronomische Nachrichten“.

„26-go maja o godz. 10½ cz. śr. Warsz. w Milanówku (pod Warszawą) mogłem prześledzić warkocz komety Halleya, napozór prostoliniowy, aż do p^3 oraz φ Lwa, a nawet dalej jeszcze (przeszło 33°). Oś jego była odległa mniej więcej o $1\frac{2}{3}^\circ$ ku północy od środka pomiędzy temi gwiazdami i wydawała się skierowaną ku ϵ Lwa, której to gwiazdy jednak nie dosięgała. Biorąc położenie komety z efemerydy d-ra Smarta („Observatory“, kwiecień r. 1910), otrzymujemy z obserwacyi powyższej, że oś warkocza (w założeniu, że leży ona w płaszczyźnie drogi komety) czyni z przedłużeniem promienia wodzącego komety kąt przeszło 11° , w odległości 0,18 od głowy. Odpowiednio do tego Ziemia mogła przejść przez warkocz komety dopiero wieczorem (w Europie Środkowej) d. 19-go maja (porówn. notatkę moję w Astr. Nachr. № 4413).

„Takie opóźnienie w przejściu przez warkocz względem przejścia komety przed tarczą słońca winno być uważane za normalne. Jeżeli weźmiemy np. średnią arytmetyczną z dwu dostrzeżeń komety Halleya, podanych na str. 143 i 375 dzieła Bredichina-Jaegermanna „Mechanische Untersuchungen über Cometenformen“, to otrzymujemy odchylenie osi warkocza od przedłużonego promienia wodzącego $\varphi=7^\circ$ dla v (anomalii prawdziwa) $=-73^\circ$, oraz dla Δ (odległość punktu na osi od głowy komety) $=0,06$. Podobnie 19-go maja było $v=+70^\circ$; ponieważ

ceteris paribus φ wzrasta w przybliżeniu jak $\sqrt{\Delta}$, przeto otrzymujemy $\varphi = 10^0$ dla $\Delta = 0,16$, co spowodowałoby opóźnienie o 0,5—0,6 doby. Podobny rezultat wynika też z rachunków prof. Franza (Astr. Nachr. № 4408), jeżeli zauważymy, że część główna warkocza komety Halleya jest według Bredichina pierwszego typu (część uboczna jest trzeciego typu).

„Odpowiedni czas złączenia Ziemi z warkoczem podałem już 17-go kwietnia r. b. w polskim „Wszechświecie“, jako najprawdopodobniejszy“.

Wiadomość o prawdopodobnym przejściu Ziemi przez warkocz dopiero *wieczorem* w dniu 19 maja przesłaliśmy w przeddzień prof. H. Struvemu w Berlinie; Obserwatorium Berlińskie niezwłocznie zakomunikowało ją prasie, skutkiem czego dzienniki, wychodzące w Niemczech i w Austrii, między innemi polskie pisma galicyjskie, na czas jeszcze zamieściły ją w telegramach. Tyle już jednak przedtem pisano o krytycznej nocy z d. 18-go na 19 maja, że uwaga ogółu zwrócona była przedwcześnie na tę właśnie noc; może to i dobrze, gdyż balast dostrzeżeń bezwartościowych z wieczora d. 19-go maja będzie mniejszy.

T. Banachiewicz.

ZAKRYCIE GWIAZDKI № 4615 KATALOGU LIPSKIEGO (I) PRZEZ JĄDRO KOMETY HALLEYA.

Pierwszą wiadomość o zjawisku otrzymaliśmy od p. S. Kosińskiej z Aleksandrówki. P. K. pisze, pod datą 25 maja.

„Zaobserwowałam wczoraj, dn. 24, zakrycie gwiazdy 9 w. (w mojej lunecie wydawało się centralne) przez jądro komety Halleya o godz. 9 m. 26 czasu miejscowego. Gwiazda była niewidzialna około 20 sekund; po upływie pół minuty tworzyła z jądrem świetlną elipsę, a po minucie jakby gwiazdę podwójną, przyczem gwiazda miała wygląd małej omglonej tarczy barwy żółtej. Przed i po wyjściu z głowy komety gwiazda była bardzo mała i biała. Zmiana wyglądu gwiazdy dała się zauważyć dopiero po zakryciu, co zresztą wyjaśnia bardzo niejednostajny rozkład światła w głowie komety, gdzie sierp świetlny wypływa z jądra w kierunku przeciwnym warkoczowi, a od strony warkocza jest tylko bardzo słaba mglista powłoka“.

Ogłoszona w Astr. Nachr. obserwacja, dokonana przez p. Miethe zapomocą lunety

o obiektywie 16 razy większym, najzupełniej potwierdza dostrzeżenie p. S. K. i sama jest zresztą przez to dostrzeżenie potwierdzona.

P. Miethe, który obserwował niezwykle rzadkie zjawisko w obserwatorium fotograficznym wyższej szkoły technicznej w Berlinie, pisze:

„Gwiazda znikła *nagle*... W ciągu 28,1 s. była zupełnie niewidoczna wewnątrz bardzo jasnego świecącego jądra, poczem ukazała się w zwróconych do słońca wypływach świecącej materii kometowej, jako absolutnie ostry niebieskawo zabarwiony punkcik. W czasie przejścia poza wypływami gwiazda nie migotała ani też nie zmieniła swych matematycznych rozmiarów, zabarwienie zaś jej również zdawało się nie podlegać żadnym zmianom“.

Różnica w czasie trwania zjawiska w Aleksandrówce i Berlinie mogłaby być częściowo wytłumaczona wpływem paralaksy komety, pozatem zachodzi różnica w zaobserwowanym zabarwieniu gwiazdki.

Dotychczas raz jeden tylko może dwa razy, dostrzeżono w sposób, nie nasuwający wątpliwości, zniknięcie gwiazdy poza kometą. Mianowicie 13 sierpnia r. 1890 gwiazdka 11 wielk. znikła, zakryta przez kometę Denninga. Prócz tego 5 grudnia 1909 r. p. Archenhold nie dostrzegł gwiazdki 12 wielkości poza jądrem komety Halleya.

T. B.

Korespondencya Wszechświata.

Stara - Wieś, dn. 14 VI, 1910 r.

Latanie skorków.

W № 24 „Wszechświata“, w artykule p. t. „Z życia skorków“ jest przytoczony pogląd Verhoeffa na znaczenie skrzydeł w życiu skorków, oparty na zasadzie licznych doświadczeń i obserwacji, ale mimo to niezupełnie zgodny z rzeczywistością. Mianowicie p. Verhoeff, który nigdy nie widział skorków fruujących, twierdzi, że skrzydełka ich, zawierające pod sobą pęcherzyk powietrza, chronią owada od utonięcia w razie wpadnięcia do wody, do latania zaś są nieprzydatne, jako organy szcztkowe. Jednak tak nie jest—może skrzydełka skorków rolę pasów ratunkowych odgrywają, w każdym jednak razie służą również i do fruwania, co sam obserwowałem w następujących okolicznościach. Pewnego razu,

czytając w wieczór lipcowy książkę przy otwartem oknie, zauważyłem, że do pokoju z ogródka wlatują dość licznie jakieś małe owady, zgnęcone widocznie światłem świecy. Z określeniem ich nie miałem kłopotu, gdyż jeden z nich upadł mi w locie na książkę: był to skorek z gatunku *Forficula auricularia*. W ten sposób wtedy złowiłem kilka okazów. Zatem trafowi należy przypisać to, że Verhoeff nie widział fruujących skorków, jak również traf pozwolił mi zaobserwować, że latają, mimo znacznej redukcji skrzydeł.

E. Kalabiński.

KRONIKA NAUKOWA.

Zawartość gazów grupy helu w minerałach. Dotychczasowe badania zawartości argonu w malakonicie nie doprowadziły do rezultatów ostatecznych. Obecnie C. F. Hogley przeprowadził odpowiednie doświadczenia z zachowaniem ostrożności, wyłączających możliwość zanieczyszczenia otrzymanego gazu przez powietrze. Okazało się, że ilość argonu wynosiła mniej niż 1% wydzielonego przez minerał helu. Z 10 g malakonitu otrzymywano 0,1 cm³ helu. Hogley badał też zawartość kryptonu w minerałach. Zważywszy, że silnie promieniotwórczy kleweit zawiera obok helu także znaczną ilość kryptonu, Hogley powziął przypuszczenie, że fergusonit, minerał również bardzo silnie promieniotwórczy i wydzielający znaczną ilość helu, też zawiera krypton. Badania wykazały jednak, że prawdopodobnie kryptonu w fergusonicie wcale niema; jeżeli zaś nawet jest, to w każdym razie w ilości nie większej niż 0,000 001 zawartego w tym mineralu helu. Podczas ogrzewania 1 g fergusonitu wydziela się 1 cm³ helu.

S. Roz.

(Annalen der Physik).

Fizyologiczne znaczenie barwnika krwi. Hemoglobina, jakkolwiek skład jej u rozmaitych kręgowców jest zmienny, zawiera zawsze składniki hematyny w swej cząsteczce, której wzór według Nenckiego i Sieberowej wyraża się przez C₃₂H₃₂N₄O₄. Przytoczonej grupie atomów wszystkie kręgowce zawdzięczają czerwoną barwę krwi. Grober stara się wyjaśnić kwestję, czy znane własności widmowe barwnika krwi upoważniają do przypisywania znaczenia fizyologicznego tak rozpowszechnionej czerwonej barwie

krwi kręgowców, innemi słowy, czy można przypuszczać, że jej znaczenie polega na pochłanianiu promieni. Byłoby to możliwe, gdyby promienie świetlne przenikały w żywym ciele aż do krwi. Dotychczasowe wyniki badań w tym kierunku Grober dzieli na dwie kategorie:

1) Żywa tkanka krwionośna przepuszcza tylko czerwono-żółte, jak również nieznaczoną ilość promieni pozaczzerwonych, inne zaś pochłania. Jako filtr działa oksyhemoglobina.

2) Tkanka, pozbawiona krwi, żywa i martwa, mianowicie skóra (naskórek) przepuszcza wszystkie promienie, lecz w rozmaitej ilości i rozmaitem natężeniu: promienie 100 — 322 μ nadzwyczaj silnie są pochłaniane, promienie 322 — 406 μ przenikają przynajmniej do 1,5 mm, od 406 — 490 μ jeszcze głębiej.

Badania jednak, które doprowadziły do tych wniosków, nie odzwierciedlały bynajmniej warunków naturalnych, ponieważ prowadzone były przy tak silnem świetle, na jakie nie mogą być wystawiane organizmy swobodnie żyjące. Nasuwa się jeszcze pytanie, czy światło może przenikać przez włosy, pióra, łuski i inne pokrycia skóry. Otóż co do tej kwestyi to znane są jedynie przypuszczenia; wiemy tylko, że skoncentrowane światło może przenikać przez uwłosioną skórę psów i królików. Grober wyraża przekonanie, że w badaniach w tym kierunku zamało zwracano uwagi na czas; oświetlanie trwało kilka sekund lub minut, najwyżej zaś pół godziny, gdy tymczasem zwierzęta wystawione są zwykle na działanie rozproszonego światła dziennego w ciągu całych godzin. Następnie zwraca uwagę na gęstą sieć naczyń krwionośnych, tworzących w całym ciele pod naskórkiem prawdziwą powłokę. Mamy więc tu do czynienia, jakby z pewnym rodzajem filtru światła, który pewne promienie pochłania, inne odbija lub przepuszcza. Pochłanianie promieni niebieskich i wewnętrznych pozafioletowych Grober uważa za przystosowanie ochronne, ponieważ promienie te wywierają wpływ szkodliwy. Opierając się na badaniach Hertla i Schläpfera, Grober dochodzi do przekonania, że promienie niebieskie mają znaczenie redukujące. Czerwone ciała krwi niosą tlen, który następnie wymieniają na CO₂, pochodzący z tkanek. Niezbędna przytem redukcja oksyhemoglobiny, według Grobera, odbywa się za pośrednictwem przedostających się przez naskórek promieni niebieskich. Wreszcie Grober uważa, że poglądy Engelmana, Gaidukowa

i Stahla na zupełne chromatyczne przystosowania roślin mogą być zastosowane i do barwnika krwi.

(Natur. Rund.).

Cz. St.

SPROSTOWANIE.

W № 23 „Wszechświata“ str. 354, łam. 1, w. 13 od d. zamiast „otaczają“ powinno być otaczająca. Na str. 357, łam. 1, w. 3 od d. po wyrazie „rurkach“ opuszczono Leiterra.

SPOSTRZEŻENIA METEOROLOGICZNE

od 1 do 10 czerwca 1910 r.

(Wiadomość Stacji Centralnej Meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr red. do 0° i na ciężkość 700 mm			Temperatura w st. Cels					Kierunek i prędk. wiatru w m/sek.			Zachmurzenie (0—10)			Suma opadu mm	UWAGI
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.		
1	45,7	46,7	48,6	17,0	24,5	19,4	26,7	13,2	SE ₅	SW ₅	NW ₂	⊙5	⊙2	1	—	
2	52,4	51,3	50,9	18,6	24,0	21,0	25,3	15,0	0	NE ₅	NE ₄	⊙1	⊙2	1	—	
3	50,1	48,9	48,8	19,4	28,6	23,0	29,5	16,0	SE ₂	SE ₄	S ₁	⊙2	⊙3	8	—	✓ 9 p.
4	47,4	46,1	46,2	21,0	30,0	23,0	31,0	18,3	S ₁	S ₂	NE ₂	⊙2	⊙4	8	—	✓ 8 ⁵⁰ p.
5	46,6	46,7	47,9	21,4	29,2	24,2	30,6	17,5	0	SE ₅	E ₂	⊙1	⊙1	1	—	
6	49,2	49,0	49,6	20,6	26,8	19,4	29,0	17,9	E ₃	NE ₇	NW ₄	⊙3	7	8	0,0	● 12 ⁵⁰ p., ⊥ 2 p.
7	50,9	50,8	52,1	17,0	25,0	19,4	26,5	15,8	N ₅	N ₅	N ₃	10	7	4	0,1	● a., ⊥ 4 ¹⁵ p.; ● p.
8	53,2	52,8	52,2	18,2	24,6	22,6	25,8	16,0	NE ₆	NE ₇	E ₀	⊙2	8	5	0,4	● 6 p.
9	53,4	52,4	55,9	17,9	25,8	22,8	27,0	14,8	N ₂	NE ₅	NE ₅	⊙3	⊙6	2	—	
10	51,5	49,9	49,7	21,5	27,6	22,2	28,0	17,6	NE ₄	NE ₅	NE ₂	⊙6	⊙8	7	0,0	● 11 ⁵⁰ , 4 ³⁰ p., 8 ²⁵ p. dr.
Średnie	50,0	49,5	50,2	19,03	26,06	21,07	27,09	16,02	2,8	5,0	2,5	2,5	4,8	4,5	—	

Stan średni barometru za dekadę $\frac{1}{3}$ (7 r. + 1 p. + 9 w.) = 749,9 mm

Temperatura średnia za dekadę: $\frac{1}{4}$ (7 r. + 1 p. + 2 × 9 w.) = 22,93 Cels.

Suma opadu za dekadę: = 0,5 mm

TREŚĆ NUMERU. O roztworach koloidalnych, przez Jana Zawidzkiego.—J. Loeb. Znaczenie tropizmów dla psychologii, tłum. E. S.—Mrówki na wyspie Kubie, przez Stef. R.—Wydarzenia niebieskie w dniu 19 maja r. b., przez T. Banachiewicza. — Zakrycie gwiazdki № 4615 katalogu lipskiego (I) przez jądro Komety Halleya, przez T. B. — Korespondencya Wszechświata, przez E. Kalabińskiego.—Kronika naukowa.—Sprostowanie. — Spostrzeżenia meteorologiczne.

Wydawca W. Wróblewski.

Redaktor Br. Znatowicz.

Drukarnia L. Bogusławskiego, Ś-tokrzyska Nr. 11. Telefonu 195-52.