

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

N6.

**ORGAN
POLSKIEGO
TOWARZYSTWA
PRZYRODNIKÓW
IM. M. KOPERNIKA**

TREŚĆ ZESZYTU:

- C. Białobrzęski.** Indeterminizm we współczesnej fizyce.
Z. Weyberg. Słów kilka o kierunku doświadczalnym
w naukach mineralogicznych.
H. Teleżyński. Udział cytoplazmy w dziedziczeniu.
Kronika naukowa. Drobiazgi laboratoryjne.
Komunikaty z laboratorjów. Ochrona przyrody. Krytyka. Miscellanea.

1930

Do pp. Współpracowników!

Wszystkie przyczynki do „Wszec̄świata” s̄ honorowane w wysokōci 10 gr. od wiersza.

PP. Autorzy moḡ otrzymywā dowoln̄ liczb̄ odbitek̄ po cenie kosztu.

Redakcja odpowiada za poprawny druk tylko tych przyczynk̄, kt̄re zostały jej nadesłane w postaci maszynopis̄.

Ze wzgl̄du na szczupłō miejsca, prosimy uprzejmie pp. Autor̄ komunikat̄ z laboratorj̄ o moŹliw̄ zwīzłość. Rozmiary komunikatu nie moḡ przekraczā 1000 liter. Autorzy otrzymuj̄ bezpłacie 100 odbitek̄ komunikatu, komunikaty jednak nie s̄ honorowane.

POLSKA SKŁADNICA POMOCY SZKOLNYCH (O T U S)

SP. AKC.

WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT 33, TEL. 287-30, 28-73 i 128-43.

podaje do wiadomōci, Źe prowadzi nast̄puj̄ce działy:

I. DZIAŁ POMOCY SZKOLNYCH. II. DZIAŁ MATERJAŁÓW PIŚMIENNYCH I PRZYBORÓW BIUROWYCH. III. KSIĘGARNIĘ PEDAGOGICZNO-NAUKOWĄ. IV. DZIAŁ WYDAWNICZY.

Jerzy Loth i Edward Bogdan

POLSKA MAPA GOSPODARCZA

polecona przez Ministerstwo Oświecenia do uŹytku szkolnego.

Niezb̄dna w szkołach Źrednich i wyŹszych klasach szkół powszechnych. Cena: niepodklejona zł. 18.—, podklejona płótnem na wałkach zł. 44.—

„T E C H N I K”

dwutygodnik

poŹwīcony sprawom ḡrnic̄stwa, hutnic̄stwa, przemysłu i budownictwa

Redakcja i Administracja: Katowice, Ligonja 30, II p. tel. 30-90.

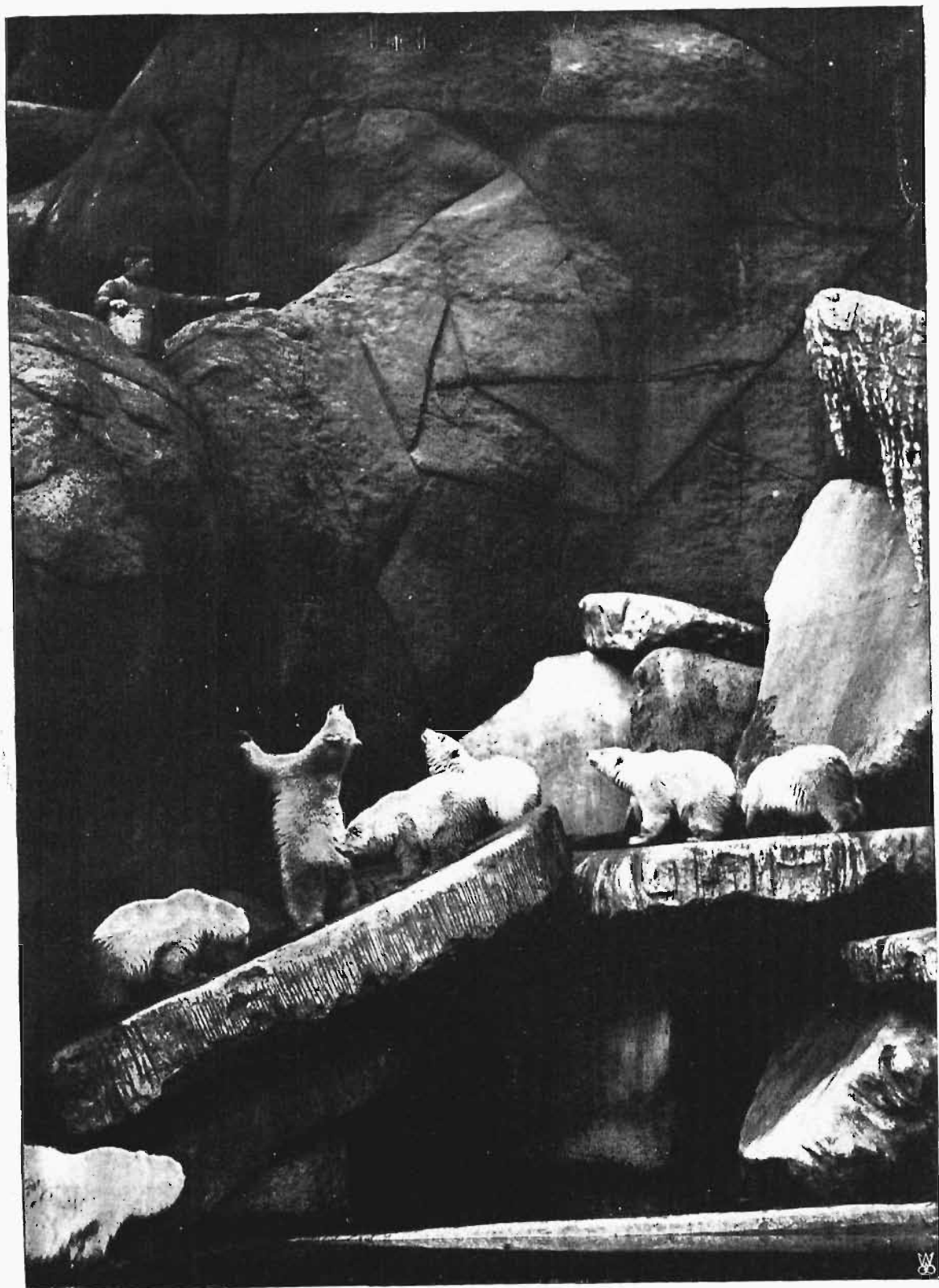
P. K. O. Nr. 305.249.

Prenumerata roczna zł. 12.—

Półroczna zł. 6.—

Kwartalna zł. 3.—

Numer pojedynczy 50 groszy.



SKAŁA DLA BIAŁYCH NIEDŹWIEDZI (HAGENBECK — HAMBURG).

Do artykułu J. Żabińskiego.

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO T-WA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Nr. 6 (1681)

Czerwiec 1930

Treść zeszytu: C. Białobrzęski. Indeterminizm we współczesnej fizyce. Z. Weyberg. Słów kilka o kierunku doświadczalnym w naukach mineralogicznych. H. Teleżyński. Udział cytoplazmy w dziedziczeniu. Kronika naukowa. Drobiazgi laboratoryjne. Komunikaty z laboratoriów. Ochrona przyrody. Krytyka. Miscellanea.

CZESŁAW BIAŁOBRZESKI.

INDETERMINIZM WE WSPÓŁCZESNEJ FIZYCE

Zasada przyczynowości głosi, iż między zjawiskami przyrody istnieje związek koniecznego następstwa. Gdy wiązka światła słonecznego pada na pryzmat szklany, wytwarza się widmo, mające określoną naturę. Ciało wyrzucone w pobliżu powierzchni ziemskiej zakreśli krzywą zbliżoną do paraboli, którą możemy zgóry obliczyć, jeśli są dane warunki początkowe, mianowicie położenie ciała oraz wielkość i kierunek początkowej prędkości. Panowanie zasady przyczynowości jest wyrazem determinizmu w przyrodzie. Sens tego pojęcia można streścić w zdaniu: jeśli stan przyrody w danej chwili jest dokładnie znany, możemy zeń wyprowadzić bieg zjawisk w przyszłości z dowolną dokładnością. Gdy mechanika Newtona była uważana za niewzruszoną podstawę fizyki, pewność determinizmu nie wzbudzała wątpliwości. Laplace dał wyraz tej pewności w słynnej enuncjacji: „umysł, któremu byłyby znane w danej chwili wszystkie siły natury i położenie istot wchodzących w

jej skład, — który to umysł ponadto byłby dość potężny, aby te dane poddać analizie, zdołałby objąć w jednym wzorze ruchy zarówno największych ciał wszechświata, jak najdrobniejszego atomu; dla takiego umysłu nie byłoby niepewności, przyszłość i przeszłość stanęłyby odsłonięte przed jego wzrokiem duchowym”.

Dopiero w drugiej połowie XIX wieku uczyniło wyłom w determinizmie wprowadzenie do fizyki pojęć statystycznych, opartych na zasadach rachunku prawdopodobieństwa. Ciała przyrody są zbudowane z niezliczonych atomów; nie możemy wysledzić i badać każdego z nich z osobna. Dostępne naszemu poznaniu są wogóle tylko wielkości średnie w zbiorowiskach atomów; jest to przedmiot, którym zajmuje się mechanika statystyczna. Głównym jej celem początkowo nie było wcale ograniczenie determinizmu, wprost przeciwnie, usiłowała ona pojednać z mechaniką klasyczną drugie prawo termodynamiczne, z którego wynika nieodwracalność zja-

wisk przyrody, nie dająca się przewidzieć na mocy praw ruchu Newtona.

Trudność tę rozwiązano przez udowodnienie, iż omawiane prawo ma charakter statystyczny, a zatem bieg zjawisk przyrody zgodny z tem prawem jest niezmiernie prawdopodobny, ale nie konieczny.

Przypuszczano przytem, że w ruchach i oddziaływaniach poszczególnych atomów panuje niezachwiany determinizm.

Bądź co bądź jednak wielkie prawo przyrody straciło charakter deterministyczny i stało się wyrazem prawdopodobieństwa.

Wspomnę tu, że wyjaśnienie tych pojęć jest w znacznej mierze dziełem M. S m o l u c h o w s k i e g o.

Wiara w determinizm procesów elementarnych, odbywających się w świecie atomów, została zachwiana dopiero przez teorię kwantów. Ta teoria do niedawna miała charakter wybitnie atomistyczny, w znacznej mierze zachowany po dziś dzień.

Przypuszczamy, iż ciała przyrody są zbudowane z elektronów i protonów, cząstek elementarnych zaopatrzonych w naboje elektryczne przeciwnego znaku, skupione w objętościach niezmiernie małych nawet w porównaniu z rozmiarami atomów chemicznych, skutkiem czego te cząstki mogą być rozpatrywane jako punkty materialne.

Dalej P l a n c k jest autorem przełomowej idei, która utrwaliła się w nauce, że energia promienista jest jakby utworzona z elementów energii zwanych kwantami i mających wielkość $h\nu$ proporcjonalną do częstości drgań ν .

Atom chemiczny wyobrażamy sobie jako utworzony z jądra dodatniego, dokoła którego krążą elektrony. B o h r wprowadził słynną hipotezę, iż wśród torów możliwych elektronu atomowego musimy wyróżnić grupę torów stałych. Z punktu widzenia współczesnego lepiej mówić nie o torach, lecz o stanach stałych atomu, z których każdemu odpowiada oznaczona wartość energii wewnętrznej atomu. Zmianie stanu, to znaczy przejściu atomu z jednego stanu do drugiego towarzyszy emisja

promieniowania w ilości równej kwantowi $h\nu$ energii. Otóż nie zdołano wytworzyć żadnego jasnego obrazu przestrzenno-czasowego tych przejść, które przytem następują w sposób przypadkowy, nie wskazujący na istnienie praw przyczynowych, podlegając, jak się wydaje, tylko prawom statystycznym. Wreszcie od r. 1926 datuje się rozwój mechaniki kwantowej, w której dają się wyróżnić dwa kierunki, algebraiczny i undulacyjny: w obydwu występuje wyraźnie indeterminizm i traktowanie procesów atomowych z punktu widzenia prawdopodobieństwa i statystyki. W dalszym ciągu posługiwać się będziemy pojęciami mechaniki undulacyjnej, które dopuszczają poglądowy sposób przedstawienia rzeczy niełatwych do spopularyzowania.

Mechanika undulacyjna najwyraźniej utrwaliła w świadomości fizyków przekonanie o dwoistej naturze promieniowania i materji. Z jednej strony zjawiska interferencji i dyfrakcji niezbicie świadczą o naturze falowej promieniowania: jest ono, jak wiemy od czasów M a x w e l l a, falą elektromagnetyczną.

Z drugiej strony zjawisko fotoelektryczne i zjawisko C o m p t o n a niemniej wyraźnie zmuszają nas przypisać promieniowaniu charakter korpuskularny. Obok cząstek elementarnych materji, elektronów i protonów, mówimy teraz o fotonach, cząstkach promieniowania. Naprz. w zjawisku C o m p t o n a zachodzi zderzenie elektronu z fotonem, przyczem obie cząstki zachowują się analogicznie do zderzających się kulek sprężystych, tak, że do nich stosują się prawa zachowania energii i pędu. Każdy foton jest zaopatrzony w kwant energii $h\nu$ i pęd $\frac{h\nu}{c}$.

Mówiąc o fotonie, nie powinniśmy jednak zapominać, iż z nim jest w jakiś sposób związana fala elektromagnetyczna.

W r. 1924 L. d e B r o g l i e zapoczątkował wielki ruch myśli naukowej, występując z postulatem, że dwoista natura, korpuskularna i falowa, przynależy nie tylko

fotonom, lecz i cząstkom materji, elektronom i protonom.

Jego myśl podstawową, która stała się punktem wyjścia mechaniki undulacyjnej, można streścić w zdaniu: z cząstką materji, posiadającą energję E jest związana fala, której częstość drgań ν jest wyznaczona przez zależność kwantową $E=h\nu$ (1). Kwestją natury tej fali zajmiemy się niżej.

Zauważmy tu, że zgodnie z zasadą równoważności masy i energii, sformułowanej w specjalnej teorii względności, $E = mc^2$, w czym m oznacza masę cząstki materialnej, c — prędkość światła w próżni.

Wyobraźmy sobie cząstkę, naprz. elektron, poruszający się z prędkością v względem obserwatora. Wtedy prędkość rozchodzenia się związanej z nim fali (tak zwana „prędkość fazowa”) wyraża się wzorem $V = \frac{c^2}{v}$ (2). Dalej pęd elektronu jest dany przez wzór $p = \frac{h\nu}{V} = \frac{E}{c^2} v = mv$ (3), jak być powinno. Stąd znajdziemy długość fali de Brogliego σ , towarzyszącej elektronowi: $\lambda = \frac{V}{\nu} = \frac{h}{mv}$ (4). Skoro z elektronami, podobnie jak z fotonami, są związane fale, należy oczekiwać, że w odpowiednich warunkach wystąpią charakterystyczne dla fal zjawiska interferencji i dyfrakcji.

W rzeczy samej zjawisko uginania wiązki elektronów przez kryształy zostało stwierdzone doświadczalnie, w całkowitej zgodzie z teorią, przez Davisona i Germera w New Yorku, G. P. Thomsona w Aberdeen, Ruppą w Gietyndze i Szczeniowskiego w Warszawie.

W ten sposób genialna idea de Brogliego zyskała niewzruszone ugruntowanie doświadczalne. Ale tu powstaje trudne pytanie, którego jednak niepodobna pozostawić bez odpowiedzi: jak wytlumaczyć tę dwoistość natury promieniowania i materji, inaczej, jaki sens fizyczny winniśmy jej przypisać?

Celem fizyki jest sprowadzenie zjawisk przyrody do jedności systemu praw uję-

tych w postać matematyczną. Na początku rozwoju mechaniki undulacyjnej błysnęła nadzieja usunięcia dwoistości przez uznanie fali de Brogliego za realność fizyczną i zlanie z nią materji. Zastanówmy się nieco nad sposobem przeprowadzenia tej idei.

Fala płaska prosta, rozchodząca się w kierunku, który przyjmijmy za oś x ów,

wyraża się wzorem $\psi = a \sin \left[2\pi\nu \left(t - \frac{x}{V} \right) \right]$ (5)

gdzie ψ oznacza wielkość periodycznie zmienną zależną od rodzaju fal; naprz. w przypadku fal dźwięku, rozchodzących się w powietrzu, będzie to przesunięcie cząsteczki powietrza z położenia równowagi; w przypadku fal elektromagnetycznych ψ może być siłą pola elektryczną lub magnetyczną; dalej a oznacza amplitudę, ν — częstość drgań, V prędkość rozchodzenia się; rozpatrujemy wielkość ψ w chwili t i w miejscu, którego spółrzędna jest x .

Zgodnie z postulatem de Brogliego fala tego typu jest związana z punktem materialnym, naprz. elektronem, znajdującym się w ruchu jednostajnym i prostoliniowym, zaopatrzoną w określone wartości energii i pędu.

Prędkość V rozchodzenia się fazy jest dana przez wzór (2), częstość ν jest zależna od energii na mocy wzoru (1).

Zauważmy, iż ta fala wypełnia całą przestrzeń i jest nieograniczona w czasie, co wynika poprostu z uwagi na to, iż ze wzoru (5) otrzymamy jakąś wogóle skończoną wartość ψ dla dowolnych wartości t i x .

Jest rzeczą jasną, iż z falą tego rodzaju niepodobna utożsamić elektronu, cząstki zajmującej objętość niezmiernie małą; ażeby osiągnięcie tego celu stało się możliwe, musimy zredukować obszar, w którym odbywa się ruch falowy.

Otóż możemy otrzymać falę ograniczoną w przestrzeni i czasie, jeżeli zamiast jednej fali typu (5), zwanej monochromatyczną, weźmiemy grupę takich fal, przy czem poszczególne fale grupy różnią się nieznacznie częstością i kierunkiem rozchodzenia się. Jeśli je odpowiednio dobie-

rzemy, to ruch falowy, w rezultacie nakładania się poszczególnych fal, zostanie zniesiony przez interferencję wszędzie z wyjątkiem obszaru, którego rozmiary linjowe będą duże w porównaniu z długością fal grupy i nader małe w porównaniu z rozmiarami przedmiotów dostępnymi badaniu doświadczalnemu, jeśli wspomniana długość fali jest nadzwyczaj mała. Fale de Brogliego, towarzyszące elektronom, z którymi wykonywano doświadczenia dyfrakcyjne, miały długości rzędu 10^{-8} cm, t. j. rzędu rozmiarów linjowych atomu, daleko poza granicami widzenia mikroskopu i nawet ultramikroskopu.

Grupę fal sprowadzoną do nader małej objętości nazywać będziemy „paczką falową”. Lord Rayleigh wykazał, iż grupa fal porusza się jako całość z prędkością zwaną grupową, która różni się od prędkości rozchodzenia się fazy fal, tworzących grupę. Stosując teorię Rayleigha do fali związanej z cząstką materjalną, de Broglie skonstatował uderzający fakt, że prędkość grupowa fali jest równa dokładnie prędkości samej cząstki.

Teraz nic nie stoi, jakby się zdawało, na przeszkodzie temu, ażeby utożsamić cząstkę materjalną z paczką falową.

W ten sposób przewyżczamy niepokojący dualizm punktu materjalnego i fali na korzyść tej ostatniej. Cząstka materji byłaby siedliskiem zjawiska falowego, zawartego w obszarze dużym w stosunku do długości fali i małym w skali naszego doświadczenia.

Paczka falowa, jak można dowieść, porusza się wedle praw mechaniki klasycznej pod warunkiem, iż tor jej nie ma rozmiarów zbyt małych, rzędu rozmiarów samej paczki. Po jeszcze mniejszych torach, według utartego wśród fizyków wyobrażenia, krążą elektrony wewnątrz atomu.

Jasną jest rzeczą, iż, z punktu widzenia przez nas w tej chwili rozwijanego, elektrony, jako paczki fal, nie mogą krążyć w atomach. Paczka falowa każdego elektronu wewnątrzatomowego rozpościera się w całym obszarze atomu i jest siedliskiem

tych drgań własnych zbadanych przez Schrödingera, które odpowiadają stanom statecznym Bohra.

Tu już prawa mechaniki Newtona nie znajdują zastosowania.

W każdym bądź razie niema w tej koncepcji żadnego indeterminizmu: zjawisko falowe, w postaci drgania wewnątrzatomowego lub paczki fal, imitującej punkt materjalny, stosuje się ściśle do prawa przyczynowości.

Niestety, ta pociągająca hipoteza nie pozwala na bliższe zbadanie i nie jest w zgodzie z faktami. Po pierwsze, z praw ruchu falowego wynika, że paczka falowa nie jest utworem trwałym: podczas ruchu następuje wciąż rosnące jej rozszerzanie się, skutkiem czego elektron z nią utożsamiony musiałby rozpraszać się i niknąć. Po drugie, doświadczenia nad uginaniem elektronów przez kryształy, dostarczające niezbitego dowodu na rzecz falowej natury materji, są zarazem w stanowczej niezgodzie z wyobrażeniem elektronów jako paczek fal. W rzeczy samej, niech taka paczka pada na powierzchnię kryształu; po odbiciu rozszczepi się ona na szereg odosobnionych wiązek promieni i przestanie istnieć jako utwór, mogący wyobrażać elektron. Gdy wiązka równoległa elektronów pada na kryształ, to zjawisko ich uginania odbywa się w sposób następujący: należy założyć, iż z wiązką jest związana fala płaska typu (5). Zgodnie ze znanymi prawami dyfrakcji, fala rozszczepi się pod wpływem sieci krystalicznej na szereg fal, mających kierunki rozchodzenia się wyznaczone przez prosty wzór Bragg'a. Wiazka elektronów rozdzieli się między temi ugiętymi falami w ten sposób, że ilość elektronów biegnących w kierunku jednej z fal ugiętych jest proporcjonalna do jej natężenia. Wobec takiego przebiegu zjawiska wydaje się usprawiedliwionym pogląd na stosunek między elektronami a towarzyszącą im falą, jaki wypowiedział M. Born z Gietyngi po ukazaniu się pierwszych rozpraw Schrödingera. Według niego fala, naprz. typu (5) związana z elektro-

nem, nie jest realnym procesem fizycznym, lecz „falą prawdopodobieństwa”: znaczy to po prostu, iż natężenie fali w danym miejscu jest miarą prawdopodobieństwa, że w tym miejscu znajduje się elektron, albo inaczej, liczba elektronów w każdym miejscu jest proporcjonalna do natężenia fali.

Wprowadźcie pojęcie „fali prawdopodobieństwa” brzmi dziwnie, ale fizyk współczesny, któryby się dziwił czemukolwiek, składałby dowód nie liczący z jego powołaniem naiwności.

Wspomnę jeszcze, iż były czynione inne próby celem nadania falom de Broglie-Schrödingera cech rzeczywistości fizycznej. Naprz. starano się taką falę zrozumieć jako kierującą ruchem elektronu, pilotującą mu, jak się niektórzy wyrażają; ale i ten pogląd spotkał się z ciężkimi zarzutami i nie dał się utrzymać. W końcu u większości teoretyków zyskała przewagę interpretacja stosunku między cząstkami i przyporządkowanymi im falami, która wprowadza indeterminizm do głębi zjawisk przyrody. Autorem tej śmiałej i niezwykłej koncepcji jest Heisenberg; pogląd jego poparł Bohr, który wyprowadził z niego najdalej idące konsekwencje.

Punktem wyjścia rozważań Heisenberga było przenikliwe spostrzeżenie, dotyczące zasadniczej niepewności, jaką są obarczone nasze pomiary wielkości fizycznych.

Zwróćmy najpierw uwagę na to, iż, wykonywując jakikolwiek pomiar, oddziaływamy na dany układ za pośrednictwem instrumentów służących do pomiaru. Z każdym zaś oddziaływaniem łączy się nieuniknione zakłócenie zjawiska, jakie badamy.

Przypuśćmy, iż przedmiotem naszych obserwacji i pomiarów jest punkt materialny, np. elektron. Do wyznaczenia jego stanu ruchu służą 8 wielkości, które możemy podzielić na dwie równe grupy. Pierwsza grupa, określająca położenie elektronu w przestrzeni i czasie, zawiera trzy współrzędne przestrzenne x , y , z i czas t .

Druża grupa, którą nazwiemy dynamicz-

ną, określa stan ruchu elektronu i zawiera 3 składowe pędu na osiach Kartezjusza p_x , p_y , p_z oraz energję E . — Heisenberg zauważył, że, abstrahując od nieuniknionej zwykłej niedokładności wszelkich pomiarów, daje się skonstatować istnienie podstawowego prawa natury, według którego dwie wspomniane grupy wielkości nie mogą być równocześnie wymierzone z nieograniczoną dokładnością.

Mianowicie, im większą dokładność osiągniemy w pomiarze jednej ze zmiennych przestrzennych, np. współrzędnej x , z tem mniejszą dokładnością może być wyznaczona odpowiednia wielkość dynamiczna, to znaczy p_x .

Jeśli jaknajdalej posuniemy ścisłość w oznaczeniu czasu t , w tym samym stopniu zostanie zredukowana ścisłość równoczesnego pomiaru energii.

Ażeby się o tem przekonać, zastosujemy do wyznaczenia położenia elektronu najlepszą znaną w fizyce metodę, t. j. optyczną. Zaznaczę, iż nie chodzi nam wcale o to, czy rzeczony pomiar da się wykonać w praktyce, wystarczy jego teoretyczna możliwość.

Wyobraźmy sobie zatem, iż oświetlamy elektron promieniowaniem o możliwie krótkiej fali i obserwujemy go w rozproszonym promieniowaniu z pomocą urządzenia działającego jak mikroskop. Wiemy, iż, posługując się mikroskopem, możemy wyznaczyć położenie przedmiotu z dokładnością nieprzekraczającą długości fali użytego światła: znaczy to, że nie zdołamy rozdzielić dwóch punktów, których odległość jest mniejsza od długości fali. Oczywiście więc jest rzeczą, iż, pragnąc powiększyć ścisłość pomiaru, powinniśmy zastosować promieniowanie o najkrótszej fali, np. promienie γ . Wtedy jednakowoż musimy zrezygnować z dokładności w oznaczeniu odpowiedniej dynamicznej wielkości, t. j. pędu, i oto dłaczego.

Foton użytego promieniowania posiada pęd $\frac{h\nu}{c}$, tem większy, im krótsza jest fala.

Przy spotkaniu fotonu z elektronem zachodzi wspomniane wyżej zjawisko Com-

ptona, przyczem pęd elektronu ulega zmianie tem znaczniejszej, im większy jest pęd fotonu. Widzimy więc, iż, dążąc przez skrócenie fali do ścisłości w oznaczeniu położenia, coraz więcej zmieniamy pęd i zmniejszamy możliwą ścisłość jego pomiaru.

Nieinaczej rzecz się ma w przypadku odwrotnym. Niech teraz naszym zamiarem jest wymierzenie jaknajdokładniejszego pędu elektronu, albo jego prędkości, co na to samo wychodzi.

Nie wchodząc w bliższe objaśnienia, powiemy tylko, iż do tego celu może posłużyć zjawisko Dopplera: jeśli elektron znajduje się w ruchu, to następuje zmiana częstości promieniowania przezeń rozproszonego, która to zmiana jest proporcjonalna do prędkości ruchu, dzięki czemu ta prędkość daje się wyznaczyć. Zarazem jednak zmienia się pęd, jak w zjawisku Comptona. Ażeby zredukować to zakłócenie i osiągnąć jaknajwiększą dokładność pomiaru pędu, winniśmy powiększać długość fali użytego w doświadczeniu światła, ale wtedy, jak wiemy, staje się coraz mniej dokładny pomiar położenia. Jeżeli oznaczymy przez δx długość wyrażającą niepewność pomiaru spórzędnej x , przez δp_x — odpowiednią niepewność składowej pędu na osi x -ów, to, jak udowodnił Heisenberg, $\delta x \cdot \delta p_x = h$.

Analogiczny „stosunek niepewności” ma moc dla innych par wielkości przestrzenno-czasowych z jednej strony, dynamicznych — z drugiej. Np. $\delta t \cdot \delta E = h$, w czem δt jest to niepewność pomiaru czasu, δE — energii.

Niezmiernej doniosłości dla filozofji przyrody jest okoliczność, iż ów „stosunek niepewności” Heisenberga wyprowadzony z dyskusji metod pomiarowych, może być ściśle związany z dwoistością natury cząstek materjalnych. Ażeby to zrozumieć, sformułujemy twierdzenie łączące zasadniczy postulat de Brogliego z interpretacją M. Borna: „z cząstką materjalną jest związana fala, albo nieograniczona, albo w postaci paczki falowej, co

należy uważać za przypadek ogólny. Do natężenia fali w każdym miejscu jest proporcjonalne prawdopodobieństwo tego, iż w tem miejscu znajduje się nasza cząstka”. Jak wiemy, paczka falowa tworzy się z grupy fal nieograniczonych, których częstości są niejednakowe i zawarte w pewnych granicach.

Otóż zwróćmy uwagę na ważny dla nas fakt, że paczka falowa ma tem mniejsze rozmiary, im jest większy przedział częstości fal grupy. Dalej przypomnijmy, iż wielkości dynamiczne — pęd i energja cząstki — są związane z częstością fal przy pomocy znanych nam wzorów $E = h\nu$, $p = \frac{h\nu}{V}$

Cóż się okaże na mocy tych założeń? Przypuśćmy, iż mamy do czynienia z określoną paczką falową. Cząstka materjalna z nią związana, np. elektron, musi znajdować się gdziekolwiek wewnątrz paczki, ponieważ poza jej granicami natężenie fali, a więc i prawdopodobieństwo obecności elektronu jest zerem. Znaczy to, oczywiście, iż położenie elektronu będzie znane tem dokładniej, im mniejsza jest paczka falowa. Ale, gdy paczka falowa jest bardzo mała, częstości fal ją tworzących wypełniają przedział rozległy i odpowiednie wartości energji i pędu zmieniają się między daleko od siebie odsuniętymi granicami. Innemi słowy, ściślejszą znajomość położenia w przestrzeni i czasie uzyskujemy kosztem ścisłości w oznaczeniu wielkości dynamicznych, w zgodzie ze stosunkiem niepewności Heisenberga. Elektronowi, mającemu zupełnie określone wartości energji i pędu jest podporządkowana fala nieograniczona typu (5). W takiej fali, zapewniającej całą przestrzeń, nic nie wyróżnia jednego punktu od drugiego, natężenie fali jest wszędzie jednakowe i położenie elektronu jest całkowicie nieokreślone.

Teraz łatwo zdamy sobie sprawę z tego, iż w mechanice kwantowej jest usunięta jedna z podstaw, na których opiera się determinizm przyrody. Ażeby ruch cząstki materjalnej był określony, winny być dane początkowe położenie i pęd. Zasada nie-

pewności Heisenberga poucza, że te warunki początkowe są zawsze częściowo nieokreślone, skutkiem czego o stanie ruchu cząstki można wypowiadać wnioski mniej lub więcej prawdopodobne, nigdy — pewne. Jak powiada Heisenberg, w twierdzeniu wyrażającym determinizm natury: „jeżeli znamy dokładnie teraźniejszość, to możemy obliczyć przyszłość” fałszywa jest przesłanka, albowiem zasadniczo nie możemy poznać teraźniejszości w pełni jej określeń. Stąd wnosi Heisenberg, że „mechanika kwantowa stwierdza definitywnie nieważność prawa przyczynowości”. Dodamy tu, że, wywierając jakiegokolwiek działanie, cząstka materialna jakby czyni wybór między rozmaitemi możliwościami. Np. cząstka może ujawnić swą obecność w różnych miejscach towarzyszącej jej paczki falowej. Wobec tego Dirac nie waha się mówić o swobodzie woli w przyrodzie. W każdym razie ta swoboda jest ograniczona i istnieją bądź co bądź prawa fizyczne, ale nie są to prawa przyczynowe, lecz prawa prawdopodobieństwa.

Widzimy ponadto, że, na mocy tych wywodów, fali mechaniki undulacyjnej nie można pojmować, jako zjawiska perjodycznego posiadającego rzeczywistość fizyczną; jest to tylko symboliczne przedstawienie położenia i stanów dynamicznych cząstki materialnej. Naszą paczkę falową Heisenberg nazywa „paczka prawdopodobieństwa”.

Zobaczymy jeszcze, jak należy rozumieć przewidywanie zjawisk przyrody z punktu widzenia tych pojęć. Niech w chwili t_0 wykonano doświadczenie wyznaczające położenie i stan dynamiczny cząstki materialnej. Wynik, nawet w założeniu, że warunki doświadczenia były idealne, będzie obarczony niepewnością Heisenberga. W takim razie ów wynik można będzie przedstawić w postaci paczki falowej, której rozmiary przestrzenne odpowiadają niepewności w oznaczaniu położenia, a skład widmowy (przedział zawarty w niej częstości) — niepewności stanu dynamicznego. Niech obszar zajęty przez

paczkę w chwili początkowej t_0 będzie A_0 . Równanie zasadnicze mechaniki undulacyjnej Schrödingera da nam możliwość obliczyć ruch naszej paczki do jakiegokolwiek chwili t . Podczas ruchu paczka rozszerza się, skutkiem czego w chwili t zajmować będzie obszar A większy od A_0 , jest on miarą niepewności, z jaką przewidujemy położenie cząstki w chwili t .

Przypuśćmy teraz, iż w tej chwili jest zrobione nowe doświadczenie dające położenie i stan dynamiczny cząstki. W ten sposób otrzymujemy dane do skonstruowania paczki falowej przedstawiającej, na zasadzie drugiego doświadczenia, stan naszych wiadomości o cząstce w chwili t ; niech ta paczka zajmuje obszar A' . Otóż jasną jest rzeczą, że A' mało się różni od A_0 i jest mniejsze od A , ponieważ paczka A_0 rozszerzyła się wskutek ruchu. Zatem obszar A' znajduje się wewnątrz A , czyli doświadczenie dało nam możliwość zredukowania paczki falowej i skorygowania naszych przewidywań co do stanu cząstki w chwili t .

Rezultat drugiego doświadczenia możemy wziąć za podstawę przewidywań o dalszych losach cząstki rządzonych równaniem Schrödingera.

To rozumowanie najlepiej okazuje abstrakcyjny charakter fal mechaniki kwantowej w ujęciu Heisenberga — Bohra.

Jeszcze wyraźniej ów charakter występuje wtedy, gdy rozpatrujemy zespół oddziaływujących na się cząstek materialnych: towarzysząca im fala rozchodzi się nie w zwykłej przestrzeni geometrycznej, lecz w przestrzeni wielowymiarowej.

Tutaj musimy odpowiedzieć na ważne pytanie: czy da się pogodzić ów indeterminizm procesów atomowych z faktem, że zjawiska w skali makroskopowej, to znaczy bezpośrednio dostępne obserwacji, podlegają ściślemu determinizmowi, wyrażonemu w prawach mechaniki i elektrodynamiki klasycznych. Na to odpowiemy, iż istnieją dwa rodzaje niepewności: źródłem jednej z nich jest niedokładność naszych

metod pomiarowych, druga jest uwarunkowana stosunkiem niepewności Heisenberga i ma charakter zasadniczy, to znaczy nie może być zmniejszona postępem techniki doświadczalnej. We wszystkich przypadkach, w których fizyka klasyczna doskonale się stosuje, niepewność wynikająca z niedoskonałości pomiarów jest ogromna w porównaniu z niepewnością Heisenberga. Praktycznie rzecz biorąc, tę drugą niepewność można całkowicie zaniedbać.

Celem ilustracji tych twierdzeń przypuśćmy, iż mamy zbadać ruch kulki, której masa wynosi 1 miligram. Wymierzamy położenie jej środka oraz prędkość w danej chwili. Niech położenie środka kulki może być przez nas wyznaczone z błędem nie przekraczającym 0,001 cm.

Stosunek niepewności Heisenberga powie nam, iż prędkość będzie znaleziona z błędem niemniejszym od

$$\delta v = \frac{h}{m\delta x} = \frac{6,55 \cdot 10^{-27}}{10^{-3} \cdot 10^{-3}} = 6,55 \cdot 10^{-21} \text{ cm/sek.}$$

Należy wątpić, aby kiedykolwiek była wynaleziona metoda, pozwalająca uzyskać taką dokładność w mierzeniu prędkości.

Z punktu widzenia mechaniki undulacyjnej stosowalność mechaniki klasycznej jest w związku z niezmiernie małą długością fali towarzyszącej cząstkom w zwykłych warunkach doświadczenia. Skutkiem tego paczki falowe, o których była mowa, mają rozmiary nikłe i poruszają się wedle praw Newtona, jeśli krzywizna ich torów nie jest zbyt wielka. Z tego powodu mniemano, iż cząstkę można rozpatrywać poprostu, jako paczkę falową. Widzieliśmy jednak, iż ten pogląd nie da się obronić.

Mechanika kwantowa prowadzi według Heisenberga - Bohra do zdumiewającego wyniku, że cząstce materjalnej niepodobna przypisać określonych wartości położenia i prędkości. Gdy osiągamy coraz doskonalszą dokładność w oznaczeniu wielkości dynamicznych—pędu i energii—rozpływa się w nieokreśloność położenie cząstki i odwrotnie. Stąd Bohr wynioskował, że zjawiska przyrody w skali

mikroskopowej nie mogą być całkowicie zrozumiane w ramach wyobrażeń przestrzenno-czasowych.

Umieszczenie w przestrzeni i czasie z jednej strony, dynamiczny opis zjawisk z pomocą pojęć pędu i energii z drugiej strony stanowią dwa uzupełniające się ujęcia rzeczywistości, które jednakowoż nie dają się uzgodnić w granicach dotychczasowych kategorii myślowych.

De Broglie unaocznia ten stan rzeczy w następujący obrazowy sposób. Pomysłmy sobie skomplikowaną figurę mającą wyobrażać rzeczywistość fizyczną. Części tej figury nie są narysowane na jednej płaszczyźnie, lecz na dwu równoległych płaszczyznach znajdujących się w nader małej odległości od siebie.

Na jednej płaszczyźnie są narysowane części figury odpowiadające własnościom przestrzenno-czasowym rzeczywistości, na drugiej części odpowiadające własnościom dynamicznym. Gdy oglądamy figurę gołym okiem, otrzymujemy obraz w przybliżeniu do niej podobny i wyda się nam, że figura leży w jednej płaszczyźnie. Natomiast, jeśli użyjemy silnego mikroskopu, będziemy mogli nastawić go na wyraźne widzenie tylko jednej albo drugiej płaszczyzny i wtedy przekonamy się, że figura nie leży w jednej płaszczyźnie.

Klasyczna mechanika odpowiada oku, mechanika kwantowa — silnemu mikroskopowi: z jej pomocą konstatujemy, że położenie w przestrzeni i czasie oraz dynamiczny opis zjawisk stanowią dwie płaszczyzny rzeczywistości, których równocześnie nie możemy oglądać z doskonałą dokładnością.

Krótko mówiąc, mechanika kwantowa zastępuje prawa przyczynowe prawami prawdopodobieństwa, cząstki zaś materjalne klasycznej fizyki, mające określone położenie i energię, są w niej zastąpione przez istoty fizyczne, które mogą być tylko połowicznie opisane i nie dają się zmieścić w przestrzeni i czasie.

Musimy stwierdzić, że myśl badawcza

w dobie obecnej przeżywa głęboki i niepokojący kryzys. Interpretacja pojęć nowej mechaniki i jej wzorów matematycznych następuje wielkie trudności; jeżeli mamy naprawdę rzec się przestrzenno-czasowego wyobrażenia zjawisk atomowych, to zniknie pogładowość idei fizycznych i niewiadomo, gdzie twórcza wyobraźnia znajdzie oparcie.

Jednakowoż, niewątpliwą jest rzeczą, że zasób starych pojęć jest niewystarczający do zrozumienia świata atomów oraz że jakiegokolwiek zmiany naszych pojęć w przyszłości nie usuną dwu wielkich odkryć myśli teoretycznej; dwoistej natury materii i promieniowania oraz prawa przyrody, jakie ukrywa się w „stosunku niepewności” Heisenberga.

ZYGMUNT WEYBERG.

SŁÓW KILKA O KIERUNKU DOŚWIADCZALNYM W NAUKACH MINERALOGICZNYCH

Ze wszystkich nauk przyrodniczych nauki mineralogiczne są najmniej popularne w Polsce. Na tę małą popularność złożyło się wiele przyczyn: niepozorność naszych bogactw mineralnych, wynikająca z zawistości politycznej, nieobecność wielkich muzeów państwowych, o które zaborcy nie dbali, wyparcie ze szkoły średniej nauk mineralogicznych przez umiejętności biologiczne, które rozkwitły tam i zapanowały. Nieliczni mineralodzy polscy mają przed sobą tak wiele zadań naukowych, dydaktycznych, państwowych, społecznych, że nie mogą w należytej mierze działać jako popularyzatorowie swej specjalności. Zdając sobie oddawna sprawę z tego stanu, zamierzam notatką niniejszą rozpocząć i zapoczątkować oddawna zerwaną nić tradycji interesowania inteligentnego ogółu polskiego sprawami nauk mineralogicznych. Może koledzy moi bezpośredni i towarzysze zawodowi zachęcą się i również zechcą od czasu do czasu poświęcić tak ważnej rzeczy, jak popularyzacja, nieco czasu i pracy.

Zwiedzałem kiedyś kamieniołomy skandynawskie. W jednym z nich łupano skałę do fabryk porcelany. Był wielkości dużego pokoju mieszkalnego. Na jednej jego ścianie widziałem wyraźnie równoległe szczeliny łupliwości. Po chwili dostrzegłem, że na ścianie przeciwległej biegną szczeliny zgodne do szczelin na tej ścianie, na

której przedtem je ujrzałem. A więc cały ten kamieniołom był wyłobieniem w jednym kryształie skalenia. Gdy sobie to uświadomiłem, poczułem się jak gdybym był w olbrzymiej majestatycznej świątyni. Zamajaczył mi się nieobjęty myślą czas, w którym powstał, utworzył się i wyrósł kryształ jednorodny o uporządkowanym jednolicie ustroju atomowym objętości kilkuset metrów sześciennych. Niewątpliwie każdy człowiek od najdawniejszych czasów, gdy widział kolosy świata mineralnego, olbrzymie kryształy kwarcu szczelin alpejskich, wielkie kryształy gipsu lub soli kamiennej, jak kłody drzew potężne spodumenty, musiał ulegać wrażeniu, że wspaniałe utwory tworzyły się w czasie niezmiernie długim i że powstały za sprawą przebiegów jedynych w swym rodzaju, niedościgłych nie tylko działaniu ludzkiemu, ale nawet rozumowi człowieczemu. Wydaje się zarazem, że utwory mineralne powstały raz, kiedyś, gdy działały siły jedyne rodzaju i szczególnego napięcia, i że od czasu powstania trwają w stanie spokoju i równowagi, że się już z nimi i w nich nie dzieje nic. Wydaje się zatem, że pomiędzy czasem zjawisk obecnych a czasem powstawania ciał rzeczonych jest jakaś przerwa, niemal przepaść niezgłębiona, że więc „dzisiaj” nie ma nic wspólnego z dziwnym, wspaniałym, niedościgłym „wczoraj”. Inne mi słowo świat mineralny, szczególnie gdy

widzimy w nim jedynie utwory wyjątkowej wielkości lub doskonałości, wydaje się na pozór czemś skończonem i zamkniętem. Niektórzy nazywają go martwym. Pozory jego są takie, jakby on był układem, w którym zapanowała oddawna równowaga, pomimo, że narzuca się zarazem umysłowi ludzkiemu wiara w zupełnie inne warunki powstawania wspaniałości rzeczonych niż te, jakie panują obecnie. Zarazem rodzi się pojęcie pewnej niedościgłości tych utworów. Każdy zdaje sobie sprawę, że nawet współczesne tak rzekomo potężne środki techniki ludzkiej są bezsilne w usiłowaniach odtworzenia omawianych dzieł przyrody, niedościgłych wielkością, pięknnością i doskonałością.

Jednak w usiłowaniach alchemików musimy widzieć śmiałą myśl odtwarzania ciał rodzimych. Myśli te były, z dzisiejszego punktu widzenia, naiwne, błędne, nie mogły jednak one być inne, gdyż początek ich nie był oparty na znajomości ciał rodzimych, lecz wywodził się z założeń bezpodstawnych. Starożytni filozofowie greccy wyobrażali sobie, że istotę przyrody można poznać rozmyślaniami o niej, a więc stworzyli między innymi pojęcie jedynej materji, która, ich zdaniem, istnieje w postaci czterech substancyj elementarnych, ziemi, wody, powietrza i ognia, sądzili, że elementy te są zdolne przeistaczać się jeden w drugi, oraz że każde ciało jest odpowiednią kombinacją tych elementów. A więc należy tylko poznać odpowiednią tajemnicę, wytworzyć jedynie należyłą sztukę kombinowania tych elementów, aby móc odtwarzać każde ciało istniejące w przyrodzie. Stąd bezpośrednio wynikła wiara w możliwość przeistaczania jednych ciał w drugie i co za tem idzie, usiłowanie przeobrażenia metali nieszlachetnych w złoto.

Dziś w całej pełni zdajemy sobie sprawę z całej bezpodstawności, z całej mylności tego sposobu widzenia rzeczy, ale zarazem rozumiemy, że eksperymentalne wysiłki, na tem rozumowaniu oparte, nie były płonne: niepowodzeniami sprawiły one wprawdzie zachwianie się rozumowania, ale zarazem nagromadziły niemało spostrzeżeń,

że jednak jest możliwe odtwarzanie przez człowieka ciał rodzimych. Niektóre np. siarczki metali ciężkich, jakie alchemicy otrzymywali, niewątpliwie były identyczne z rodzimymi minerałami żył kruszców siarczystych. Jednak świadome i celowe odtwarzanie ciał mineralnych długo pozostawało po za granicami myśli ludzkiej. Reprodukacja sztuczna zjawisk i ciał ziemskich długo wydawała się tak dalece niemożliwa, że ani jej możliwość, ani jej celowość nie przychodziła nikomu do głowy. Mineralogja była zbiorem opisów ciał rodzimych, a naukowe jej syntezy nie wychylały się poza obręb wysiłków systematyki i klasyfikacji.

Dopiero w roku 1749 G. W. Leibnitz w dziele p. t. „Protogea“ ogłosił spostrzeżenia procesów hutniczych oraz ciał w nich się tworzących i na tych spostrzeżeniach oparł orzeczenie, iż odtwarzanie ciał mineralnych nie tylko jest możliwe, lecz nawet konieczne, gdyż tylko odtwarzanie, t. j. sztuczne otrzymywanie minerałów może odsłonić tajemnicę sposobów ich powstawania.

Myśl Leibnitza niedługo czekała na wcielenie w czyn. W roku 1787 Faujas de St. Fond wykonał pierwsze doświadczenie, które możemy nazwać celowym i świadomym eksperymentem naukowym w dziedzinie nauk mineralogicznych. Stopił on mianowicie w piecu hutniczym trzysta funtów bazaltu i stwierdził, że szkliwo powstaje drogą szybkiego chłodzenia, a skała „kamenista“, zupełnie podobna do bazaltu pierwotnego, tworzy się wtedy, gdy stop stygnie powoli. Znaczenie i wartość tego doświadczenia jest bardzo wielka i do dziś bynajmniej nie zachwiana. Nasamprzód doświadczenie to rozwiało błędne twierdzenia, jakoby bazalty były skałami pochodzenia osadowego, za czem obstawały niektóre ówczesne pierwszorzędne powagi naukowe z wielkim A. G. Wernerem na czele. Następnie doświadczenie to dowiodło, że ustrój skał jest wynikiem warunków ich powstawania. Wreszcie z doświadczenia tego stało się jasne, iż aczkolwiek krystalizacja ciał rodzimych nie zachodzi momen-

talnie w stopie, gdyż zdolen on jest do przechłodzenia, że jednak nie wymaga ona czasu nieskończenie długiego, że przeciwnie bazalt zupełnie podobny do bazaltu rodzimego możemy otrzymywać w czasie bardzo krótkim. Zarazem badacz wymieniony wskazał na topienie skał i studzenie ich stopów, jako na najprzystępniejszy sposób osiągnięcia celu zamierzonego odtwarzania ciał mineralnych. Wielkie znaczenie eksperymentu omawianego polega na tem ponadto, że nie otrzymanie sztuczne minerałów, ale odtworzenie procesów mineralogicznych jest i ma być celem mineralogii doświadczalnej, co zresztą i Leibnitz jasno sobie uświadamiał.

Niezadługo po F a u j a s de S t. F o n d, bo już w roku 1790 J a m e s H a l l rozpoczął systematyczne badania doświadczalne nad topieniem i zastyganiem skał o których mógł sądzić w ówczesnym stanie wiadomości, że powstały przez krystalizację t. zw. magmy, t. j. ognistociekłej masy podobnej do rozżarzonego ciała, które wylewa się z wulkanów współczesnych. J a m e s H a l l ponadto z niezmierną cierpliwością i wytrwałością wykonał bardzo liczne doświadczenia nad utrzymaniem marmuru, t. j. skupienia ziarn krystalicznego węglanu wapniowego. Doświadczeniami temi dowiódł on, iż rzeczywiście ogrzewając węglan wapniowy w hermetycznie zamkniętem naczyniu (w zaśrubowanej szczelnie z obu końców lufie karabinowej) możemy otrzymać takie skupienie. Doświadczenia J a m e s a H a l l a nad ogrzewaniem węglanu wapnia powtarzało i modyfikowało wielu badaczy późniejszych, ale dopiero kilkanaście lat temu przedwcześnie zgasły badacz holenderski H. E. B o e k e, zdołał oznaczyć ściśle warunki krystalizacji kalcytu (heksagonalnego węglanu wapniowego) w temperaturze wysokiej.

Od czasów F a u j a s a de S t. F o n d a i J a m e s a H a l l a powstała nowa dziedzina badań mineralogicznych, mianowicie kierunek doświadczalny, albo jak niektórzy nazywają mineralogja syntetyczna, odtwarzanie bowiem sztuczne minerałów wielu nazywa ich syntezą. W ciągu

tych stu czterdziestu lat, które upłynęły od pierwszego doświadczenia F. de St. F o n d a ponad dwustu eksperymentatorów odtworzyło około siedmiuset minerałów, posługując się rozmaitemi sposobami, które w miarę czasu i postępu badań stały się wielce rozmaite, a więc stapianie ciał różnych, ogrzewanie roztworów pod ciśnieniem w naczyniach hermetycznie zamkniętych i t. p.

Rzecz jasna, że czas tych doświadczeń jest bardzo krótki w porównaniu z czasem, w którym powstawały i tworzyły się jednostki geologiczne, a zarazem wymiar ilościowy, skala zjawisk i ciał mineralnych doświadczalnie odtwarzanych jest znikomą małą w porównaniu ze skalą zjawisk w ziemi zachodzących. Osobniki minerałów odtwarzanych przeważnie są wymiarów mikroskopowych.

Jednak stopniowo nazbierano niemało spostrzeżeń, dowodzących że i w ziemi zachodzą procesy mineralogiczne w czasie stosunkowo bardzo niedługim. Tak więc np. w Jaworznie, w województwie Krakowskiem, w kopalni kruszców cynku są szkielety nietoperzy pokryte powłoką smitsonitu (heksagonalnego węglanu cynkowego $ZnCO_3$). We wnętrzu czaszki ludzkiej, wykopanej w jednym z cmentarzy paryskich, znaleziono do ośmiu milimetrów długości kryształy bruszytu, jednoskośnego fosforanu wapniowego $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, takiego samego jak pospolicie znany w złożach guano. Na jednej z wysp Normandji, zwanej Małym Rekinem (Petit Requin) morze zalało żyłę kruszczową górniczo wyrabianą. Po latach, gdy odwodniono i odbudowano kopalnię, na górnej odsłoniętej robotami górniczymi części żyły znaleziono skojarzenia minerałów takiego samego składu i takiego samego następstwa kolejnego jak w górnych częściach żył kruszczowych Ameryki Południowej. Żyła ta mianowicie zawierała srebronośny galenit PbS , piryt FeS_2 i chalkopiryt $CuFeS_2$. Po katastrofie rzecznej w części podległej działaniu wody morskiej powstały wodorotlenki żelaza, pod nimi keragizyt $AgCl$ i argentyt Ag_2S , a niżej węglany

ołowiu i miedzi oraz sole sulfonowe. W roku 1817 szczelinę krateru Wezuwjusza metrowej szerokości w ciągu dni dziesięciu całkowicie wypełnił hematyt, krystaliczny tlenek żelazowy Fe_2O_3 , który wywiązywał się przez współdziałanie lotnego w temperaturze wysokiej chlorku żelazowego i pary wodnej: $2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$.

Jeżeli więc w powłoce ziemskiej zachodzą krótkotrwałe zjawiska mineralogiczne, których wynikiem są zespoły mineralne podobne do powstałych w epokach dawnych, to nasamprzód nie możemy upatrywać w tych dawnych epokach panowania warunków zasadniczo odmiennych od warunków panujących obecnie, a powtóre zespoły minerałów, powstających w doświadczeniach naszych możemy paralizować z zespołami naturalnymi i przypisywać im genezę podobną do warunków istniejących w doświadczeniach naszych. Rzecz jasna, że paralizowanie to jest poprawne w tych przypadkach, w których ciała otrzymane sztucznie są zarówno chemicznie jak fizycznie identyczne z odpowiednimi rodzimymi minerałami, oraz wtedy, gdy warunki doświadczenia, a w szczególności składniki, substancje pomocnicze, których użyto, są tego rodzaju, że działanie ich w naturze jest możliwe. Jeżeli otrzymaliśmy jakiś minerał np. w stopie wadzianu litowego, to rzecz jasna, iż byłoby nonsensem upierać się, że minerał ten w taki sam sposób krystalizuje się w powłoce ziemskiej. Ale gdy otrzymaliśmy go w stopie podobnym do law rodzimych, lub w wodnym roztworze soli pospolitych, możemy twierdzić, że warunki naszego doświadczenia są jedną z możliwości rodzimego powstawania tego minerału.

A więc celem sztucznego odtwarzania minerałów nie są minerały same, lecz odsłonięcie sposobów ich powstawania w przyrodzie. Powodzenie tej sprawy jest bardzo wielkiego znaczenia, jest ono mianowicie podstawą przekonania, że w procesach mineralogicznych czynnikami rozstrzygającymi nie są jakieś sprawy, rozumowi ludzkiemu niedostępne i nieznanne, że są to takie same procesy fizykochemiczne, jak te,

które znamy z naszych pracowni i fabryk, że przebieg procesów rodzimych tak samo jest wynikiem temperatury, ciśnienia i stężenia, jak przebieg tych procesów, które umiemy celowo wywoływać i zmieniać, że jedne i drugie przebiegają zgodnie z temi samymi prawami fizykochemicznymi, a więc zgodnie z regułą faz, z prawem działania mas i t. p.

Nie rozporządzamy tak rozległą skalą temperatury, ciśnienia i stężenia, jakiej polem działania była i jest powłoka ziemska. Nie możemy operować olbrzymimi masami, wywoływać olbrzymich ciśnień, wytwarzać dowolnie wysokich temperatur. Ale w ograniczonej skali tych warunków pomiędzy zespołami rodzimymi i celowo otrzymanymi zachodzi zgodność zupełna. Tak np. preparaty mikroskopowe niektórych skał sztucznych I. Morozowicza są tak zupełnie zgodne z preparatami odpowiednich skał rodzimych, że najbłębszy petrograf nie dostrzega pomiędzy nimi różnicy.

Jak doniosłe i rozległe wyniki mineralogja osiąga na drodze eksperymentalnej, możemy wnosić z jednego choćby przykładu.

W powłoce ziemskiej jest bardzo ważny i rozpowszechniony związek $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ czyli $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, mianowicie skałen potasowy. Z niego i z kwarcu SiO_2 składa się wiele skał granitowych. W wielu lawach, np. w lawach Wezuwjusza jest rozpowszechniony minerał leucyt $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ czyli $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$. Badacze amerykańscy G. W. Morey i N. L. Bowen stwierdzili, że skałen potasowy w temperaturze $+1200^\circ\text{C}$ rozpada się na leucyt i na stop szklisty, zawierający krzemionki SiO_2 po nad zawartość jej w skaleniu, t. j. więcej niż jej zawiera stop lub połączenie chemiczne o składzie $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Następnie wykazali oni, że stop o składzie skalenia, t. j. $\text{K}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SiO}_2$ w temperaturze $+1530^\circ\text{C}$ zaczyna wydzielać kryształy leucytu, co trwa do temperatury $+1170^\circ\text{C}$, w której zaczyna się krystalizować skałen potasowy $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ i wolny dwutlenek krzemu SiO_2 . W tej tempe-

raturze wolny dwutlenek krzemu przyłącza się do leucytu i powoduje powstawanie zeń skalenia. Jednak kryształki leucytu oblepiają się kryształkami skalenia co odgradza je od stygnącego stopu i nie daje możliwości dobiegnięcia reakcji do końca. Ostatecznie więc stop krzepnie na zespół kryształków skalenia i wolnego dwutlenku krzemowego, zawierający szczątki ocalałe leucytu.

Doświadczenia badaczy wymienionych dają zupełnie jasną interpretację genezy i warunków powstawania leucytu rodzimego i skał leucytowych.

Dawniejsi badacze skał empirycznie stwierdzili, że w skałach, powstałych z zastygłej masy ognistociekłej, niema obok siebie kwarcu, skalenia i leucytu. W jednym jedynym tylko przypadku, mianowicie w porfirze granitowym, składającym się ze skalenia i kwarcu, w Serra de Caldas (Brazylja) znaleziono kryształy leucytu przeobrażone w skupienie drobniutkie ziarenek skalenia. A więc porfir ten jest tem samem co stopy *M o r e y a* i *B o w e n a*. Rodzimy stop skaleniuowo-kwarcowy stygnąc wydzielił kryształy leucytu, a potem zastygł w zespół skalenia i wolnej krzemionki w postaci kwarcu. Leucyty zachowały się tam w wyjątkowych warunkach i po utworzeniu się przyłączyły ze stopu SiO_2 i przeobraziły się w skupienie ziarenek skaleniuowych. Doświadczenia *M o r e y a* i *B o w e n a* dają również podstawę do zrozumienia skały leucytowej w Wyomingu. Ryczałtowy jej skład chemiczny wykazuje stosunek krzemionki SiO_2 do glinki Al_2O_3 jak 6 : 1 a więc taki jak w skaleniu $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, czyli $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Składa się ona z kryształków leucytu $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ połączonych w szkliwie zawierającym krzemionki więcej

niż jej skałki zawiera. A więc jeszcze w wnętrzu powłoki ziemskiej lawa ta wydzieliła ze swego stopu kryształy leucytu w temperaturze wyższej od 1170°C , a potem wylała się na powierzchnię ziemi i szybko zastygła na przechłodzone szkliwo, z nim zdążyło ono rozpaść się na kryształy skalenia i wolnej krzemionki SiO_2 . Innemi słowy warunkiem powstawania leucytu jest szybki przebieg krystalizacji. Widzimy to również z tego, że są bazalty leucytowe, będące zespołem leucytu z oliwanami (ortokrzmianami $\text{R}^{\text{II}}\text{SiO}_4$) i z piroksenami (metakrzmianami $\text{R}^{\text{II}}\text{SiO}_3$), których ryczałtowy skład chemiczny jest taki sam jak niektórych skał towarzyszących granitom, składających się ze skalenia potasowego i biotyту, ciemnego łyszczyka magnezowo-żelazawego. Ten sam stop rodzimy, stygnący szybko na powierzchni ziemi rozpadł się na leucyt, oliwin, i piroksen, a stygnąc w głębi ziemi powoli skryształizował się w zespół skalenia z ciemnym łyszczikiem.

Jednem słowem liczny zasób spostrzeżeń niezrozumiałych należyce przeprowadzone i skontrolowane doświadczenie fizykochemiczne wiąże w jedną zrozumiałą całość.

Postęp i rozwój mineralogji jako nauki o procesach fizykochemicznych powłoki ziemskiej w przeważnej mierze jest dziełem eksperymentatorów i wynikiem kierunku doświadczalnego.

Przyrodnikom polskim sprawa ta tem bliższa być winna, że prace dwu współczesnych mineralogów naszych *St. J. Thuggutta*, profesora mineralogji w Uniwersytecie Warszawskim i *J. Morozewicza*, dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego, są wybitnymi i pięknymi kartami mineralogji eksperymentalnej.

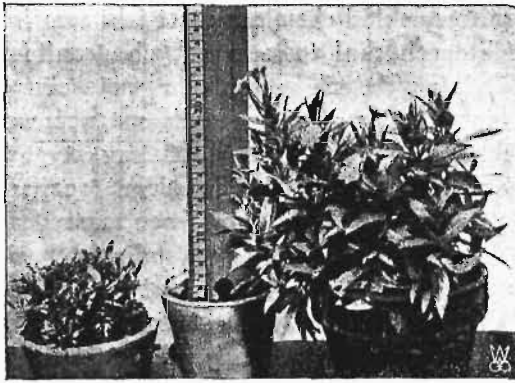
HENRYK TELEZYŃSKI.

UDZIAŁ CYTOPLAZMY W DZIEDZICZENIU

Narzuca się pytanie, czy dziedziczne własności są przekazywane wyłącznie za pośrednictwem genów, umiejscowionych w chromosomach? Jest rzeczą oczy-

wistą, że pośredniczką pomiędzy genem a wywołaną przezeń cechą jest cytoplazma, na którą gen wpływa bezpośrednio, np. czerwona barwa kwiatów jest uwarunkowana

obecnością w jądrze pewnych genów, które pobudzają cytoplazmę do wytwarzania barwników. Przedewszystkiem więc będziemy musieli zdać sobie sprawę, czy wykształcenie cech dziedzicznych zależy od właściwości reagującego na działanie genów podłoża cytoplazmatycznego, a jeżeli tak jest, to na czym polega udział cytoplazmy w wykształcaniu cech dziedzicznych. Doświadczenia, na których podstawie można rozstrzygnąć te zagadnienia, przeprowadza się zwykle na takich organizmach, u których komórka płciowa męska nie wnosi do



Rys. 1.

jaja cytoplazmy ojcowskiej, lub tylko znikome jej ilości. Badania cytologiczne wykazały, że w ten właśnie sposób przebiega proces zapłodnienia u większości zwierząt i u wyższych roślin. W tych przypadkach podczas zapłodnienia jądro męskiej komórki płciowej zostaje wprowadzone do komórki jajowej, zawierającej jądro i cytoplazmę matki.

W ten sposób cytoplazma potomstwa pochodzi tylko od matki, na jądra zaś złożyły się w równej mierze chromosomy matki i ojca. Podstawową metodą badania wpływu cytoplazmy macierzystej na potomstwo jest porównanie rezultatów odwrotnego krzyżowania. Krzyżowaniem odwrotnym nazywamy wzajemne skrzyżowanie dwu obupłciowych organizmów lub osobników jedнопłciowych należących do dwu ras A i B , w którym raz występuje jako matka A , dając z B mieszańca $A \times B$, drugim razem zaś matką jest B i daje po zapłodnie-

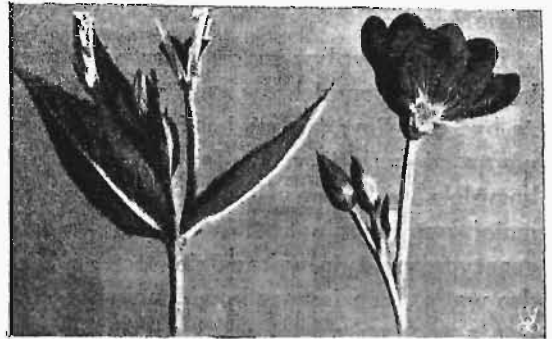
niu przez A mieszańca $B \times A$. Oba mieszańce powstałe tą drogą posiadają ten sam skład genetyczny, gdyż zawierają takie same chromosomy, przekazane przez wspólnych rodziców, cytoplazma ich pochodzi jednak od innych matek. Jeżeli cytoplazma nie wywiera żadnego wpływu na wykształcanie cech dziedzicznych, to takie mieszańce odwrotne powinny być zawsze jednakowe. Jeżeli zaś posiada dziedziczne własności — to wpływ ich musi się ujawnić wtedy, gdy własności cytoplazmy obu krzyżowanych organizmów są różne.

Zwykle oba mieszańce $A \times B$ i $B \times A$ są identyczne. Niekiedy jednak wyniki odwrotnego krzyżowania są zupełnie odmienne i oba mieszańce są matroklinalne, t. j. zbliżone do matki. Przyczyną tego może być oddziaływanie cytoplazmy macierzystej. (por. rys. 1).

Jedną z pierwszych roślin, u których stwierdzono w ścisły sposób udział cytoplazmy w dziedziczeniu była wierzbowka — *Epilobium*. Już pierwsze doświadczenia Lehmana oraz Rennera i Kuppera wykazały, że występują tu duże różnice między mieszańcami międzygatunkowymi, powstałymi drogą krzyżowań odwrotnych. Różnice te pojawiają się jednak tylko wtedy, gdy jedną z roślin krzyżowanych jest *Epilobium parviflorum* lub *E. hirsutum*. Matroklinalja przejawia się w szerokości liści, w stopniu rozgałęzienia całej rośliny, w cechach liści okwiatu i t. p. U mieszańców, których rośliną macierzystą jest jeden z tych dwu gatunków, występuje ponadto silne zmniejszenie płatków i zupełna bezpłodność pylników. Rennera i Kupper przypuszczali, że przyczyną tych zjawisk są właściwości cytoplazmy gatunku macierzystego, która stanowi nieogodne podłoże do rozwoju zawiązków cech gatunku ojcowskiego. Według Lehmana i Schwemmler istotną przyczyną tychże zjawisk są czynniki hamujące, zawarte w jądrze *E. hirsutum* lub *E. parviflorum*, oddziaływujące na cytoplazmę, która dopiero wtórnie wywiera wpływ na pewne geny ojcowskie. Ostatnia praca Mi-

Michaelis wykazała, że hipoteza Lehmana jest błędna. Jak widzimy na załączonej obok fotografii, potomstwo *Epilobium hirsutum* zapyłonego przez *E. luteum* (lewy rys.) posiada znacznie drobniejsze płatki od mieszańca odwrotnego. Gdyby ta redukcja była wywołana wpływem czynników hamujących, zawartych w jądrze *E. hirsutum*, to przy stałym zapyłaniu kilku pokoleń pyłkiem *E. luteum*, nie zawierającym wg. Lehmana silnie hamujących czynników, powinna być coraz to mniejsza z pokolenia na pokolenie w miarę tego, jak chromosomy *E. hirsutum* zostawałyby zastąpione przez chromosomy *E. luteum*. Michaelis przeprowadził odpowiednie krzyżówki — $h \times l$; $(h \times l) \times l$; $[(h \times l) \times l] \times l$ — i stwierdził, że redukcja płatków i liści nie tylko się nie zmniejsza, lecz nawet wzrasta. Nie mamy tu więc do czynienia z wpływem czynników hamujących za pośrednictwem cytoplazmy, lecz z działaniem specyficznych własności samej cytoplazmy. Do tego samego rezultatu doszedł autor również i na innej drodze. W tej serji doświadczeń rośliną macierzystą była *E. luteum*. Pierwsze pokolenie mieszańców i wszystkie następne zapyłano stale pyłkiem *E. hirsutum*. W szóstym pokoleniu lh^6 , które powstało w następujący sposób: $(((l \times h) \times h) \times h) \times h) \times h$, otrzymano rośliny nie różniące się prawie niczem od *E. hirsutum*. Rośliny te zawierały zatem prawie wyłącznie geny i chromosomy *E. hirsutum* w cytoplazmie *E. luteum*. Gdyby chromosomy *E. hirsutum* posiadały czynniki hamujące, to pod ich wpływem cytoplazma *E. luteum* powinna by zmienić swe własności, co wystąpiłoby na jaw po skrzyżowaniu tych roślin z *E. luteum*, gdyż w mieszańcu powinna by pojawić się redukcja płatków, wywołana przez czynniki hamujące *E. hirsutum* za pośrednictwem zmienionych własności cytoplazmy *E. luteum*. Okazało się jednak, że własności cytoplazmy *E. luteum* nie uległy żadnej zmianie: mieszaniec $lh^6 \times l$ posiadał tej samej wielkości płatki, taką samą szerokość liści i podobny stopień płodności pyłku, co mieszaniec $l \times h$.

Michaelis stwierdził zależność występowania na jaw powyższych cech od właściwości cytoplazmy jeszcze w inny sposób. Okazało się bowiem, że w ostatnich pokoleniach omawianego doświadczenia pojawiły się nowe, coraz to mocniej przejawiające się właściwości, jak np. zupełna bezpłodność pylników i roślinki bez zawiązków pędów. Skrzyżowanie odwrotne z *E. hirsutum* wykazało, że bezpłodność jest zależna od cytoplazmy *E. luteum*, która wzmacnia także procent nienormalnych roślinek. Obie te cechy występują tem moc-



Rys. 2.

niej, im są większe różnice między jądrem a cytoplazmą. Z doświadczeń tych wynika, że pewne dziedziczne cechy są zależne od właściwości cytoplazmy. Na czym polegają jednak ten udział cytoplazmy? Czy różnice między odwrotnymi mieszańcami są wywołane wyłącznie przez działanie jakichś czynników cytoplazmatycznych, czy też są rezultatem współdziałania genów jądrowych z temi czynnikami? Wyniki doświadczeń Michaelisa wskazują na tę drugą możliwość. Gdyby np., bezpłodność pylników w omawianych ostatnio doświadczeniach była wywołana wyłącznie przez właściwości cytoplazmy, to wszystkie rośliny, zawierające tę samą cytoplazmę, powinny by posiadać ten sam stopień bezpłodności pyłku, tymczasem — pewne rośliny mają szczątkowe pylniki i są zupełnie bezpłodne, podczas gdy inne z tego samego pokolenia mają pylniki normalne, zawierające znaczny procent zdrowego pyłku. Bepłodność pyłku nie jest zatem wywołana wyłącznie przez właściwości cytoplazmy,

lecz jest rezultatem jej współdziałania z pewnymi genami jądrowymi. Przy wykształcaniu rozmaitych cech tej samej rośliny współdziałanie przejawia się w różnym stopniu i tak np., znac silny wpływ cytoplazmy na geny warunkujące wielkość kwiatów i szerokość liści, nie znac go natomiast wcale na geny, regulujące długość liści.

Że cytoplazma nie jest obojętnym podłożem dla genów jądrowych, dowodzą z całą wyrazistością rezultaty badania Sch w e m m l e nad wiesiołkami (*Euoenothea*).

Hamujący wpływ cytoplazmy na pewne kombinacje kompleksów genetycznych może być tak silny, że zawierające je rośliny nie są zdolne do życia. Inne kombinacje kompleksów jądrowych są hamowane w mniejszym stopniu; rośliny o takim składzie genetycznym żyją wprawdzie, lecz są bardzo wątłe. Inne jeszcze kombinacje nie podlegają żadnym zahamowaniom.

Z licznych badań nad bezpłodnością mieszańców międzygatunkowych i międzyrodzajowych wynika również, że jedną z przyczyn tego zjawiska są zbyt wielkie różnice między właściwościami cytoplazmy roślin rodzicielskich. W tych przypadkach, po normalnym podziale redukcyjnym zamierają komórki rozrodcze, zawierające większość chromosomów ojcowskich. Wskutek tego w potomstwie takich mieszańców ujawniają się tylko formy macierzyste i do nich zbliżone. W ten sposób np. wyjaśniła Sk a l i ń s k a brak czystych typów ojcowskich u mieszańców międzygatunkowych *Aquilegia*.

Jedną z podstaw chromosomalnej teorii dziedziczności jest istnienie specjalnych chromosomów płciowych. Zdawało się, że sprawa determinacji płci została przez ich wykrycie ostatecznie rozstrzygnięta. Tak jednak nie jest. I tu cytoplazma może mieć wpływ decydujący.

Cirsium oleraceum posiada rośliny dwójakiego rodzaju: obupłciowe i wyłącznie żeńskie. Z roślin obupłciowych przez samozapłodnienie powstają tylko obupłciowe, z

roślin żeńskich, stale zapyłanych pyłkiem obupłciowych — tylko żeńskie (*gynodio-cia*). Zupełnie analogiczne stęunki panują u *Satureia hortensis*. W e t t s t e i n wysnuwa stąd wniosek, że zarówno rośliny obupłciowe, jak i żeńskie mają zawiązki obupłciowości umiejscowione w chromosomach, w roślinach żeńskich niema pylników dlatego, że cytoplazma ich hamuje wykształcające je zawiązki. Dla udowodnienia tej hipotezy Correns, który badał te rośliny od szeregu lat, skrzyżował żeńskie okazy *Cirsium oleraceum* z pokrewnym gatunkiem *Cirsium canum*, w którym wszystkie rośliny są obupłciowe. Otrzymałszy żeńskie potomstwo zapylił je pyłkiem *C. canum*, w wyniku czego otrzymał znowu żeńskie okazy, które po takim samym zapyleniu dały również tylko żeńskie rośliny:

$$[(C. oleraceum \times canum) \times canum] \times canum.$$

U mieszańców tych jedynie płęć pozostawała stale ta sama, wszystkie inne cechy posuwały się stopniowo w kaźdem następnym pokoleniu w stronę rośliny ojcowskiej. Chromosomy *C. oleraceum* zostały prawie całkowicie zastępowane przez chromosomy *C. canum*, cytoplazma się jednak nie zmieniła i ona właśnie determinowała płęć.

Nie jest to odosobniony przypadek. Swego czasu B a t e s o n i G a i r d n e r skrzyżowali wysoki, biały kwitnący len z płożącą się odmianą o kwiatach niebieskich. W drugim pokoleniu mieszańców obok roślin obupłciowych pojawiły się niespodziewanie rośliny żeńskie ze szczątkowymi pylnikami. C h i t t e n d e n i P e l l e w wyjaśnili całkowicie tę zagadkę, jaką było dla wspomnianych wyżej badaczy występowanie roślin żeńskich, wpływem cytoplazmy. Rośliny żeńskie, oznaczone na sąsiedniej rycinie w postaci czarnego pierścienia, występują w drugim pokoleniu mieszańców tylko wtedy, gdy rośliną macierzystą wyjściowego mieszańca jest odmiana płożąca się (*procumbens*), posiadają zatem cytoplazmę *procumbens*, oznaczoną na schemacie przez ukośne kreski. Lecz sa-

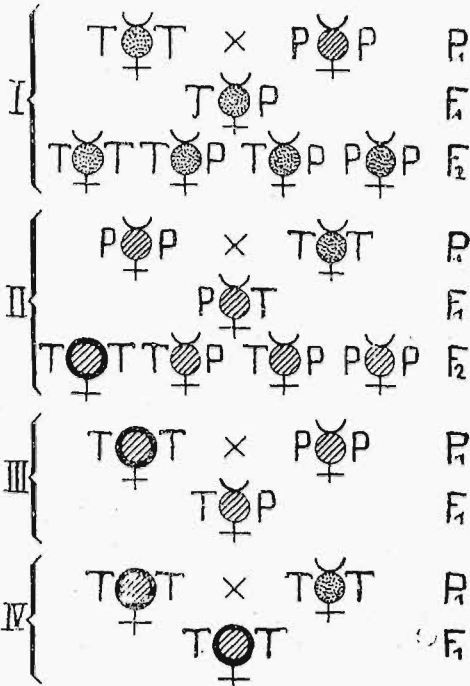
ma obecność tej cytoplazmy jeszcze nie wystarcza. Wykształcenie pylników zostaje zahamowane przez cytoplazmę *procumbens* tylko u tych roślin, które zawierają gen wysokiego wzrostu T w stanie czystym, homozygotycznym (TT). Tę dziwną, na pozór, zależność między determinacją płci a czynnikiem wysokiego wzrostu można, jak mi się zdaje, wytłumaczyć łatwo tem, że

związek pylników Ap, który nie jest hamowany przez własną cytoplazmę.

W obu omówionych powyżej przykładach cytoplazma wywierała wpływ hamujący na wykształcenie męskich organów płciowych. Niedawno ogłoszone rezultaty doświadczeń Kühna nad *Thalictrum fendleri* ma własności odwrotne. Wszystkie bowiem mieszańce między żeńskimi roślinami tego gatunku a 3 innymi gatunkami obupłciowymi, miały silnie zredukowaną ilość zalążków przy normalnej ilości pylników.

Poza roślinami kwiatowymi stwierdzono udział cytoplazmy w dziedziczeniu u mchów i grzybów. Przed omówieniem doświadczeń z mchami musimy sobie przypomnieć ich cykl rozwojowy. Z kiełkującego zarodnika wytwarza się nitkowaty zwykle spletek, na którym wyrasta ulistniona, zielona łodyżka, posiadająca haploidalną, zredukowaną liczbę chromosomów.

Na łodyżkach powstają organy płciowe a w nich gamety obu płci: jaja i plemniki i dlatego pokolenie to nazywamy gametofitem. Z zapłodnionego jaja wyrasta na roślinie macierzystej bezlistne pokolenie diploidalne o pełnej liczbie chromosomów, które wytwarza haploidalne zarodniki czyli spory po uprzednich podziałach redukcyjnych i stąd pochodzi nazwa tego pokolenia — sporofit. Wspaniałe doświadczenia Wettsteina nad mchami przeprowadzone były w 4 grupach. Grupa pierwsza obejmowała mieszańce między różnymi rasami *Funaria hygrometrica*. Gametofity ich różniły się między sobą tylko pewną liczbą rozszczepiających się wg prawa Mendla genów, sporofity powstałe drogą odwrotnego krzyżowania były identyczne, co świadczy, że właściwości cytoplazmy tych ras były podobne. W drugiej grupie skrzyżowano dwa różne gatunki: *Funaria hygrometrica* i *F. mediterranea*. Sporofity powstałe drogą odwrotnego krzyżowania różniły się znacznie. W haploidal-

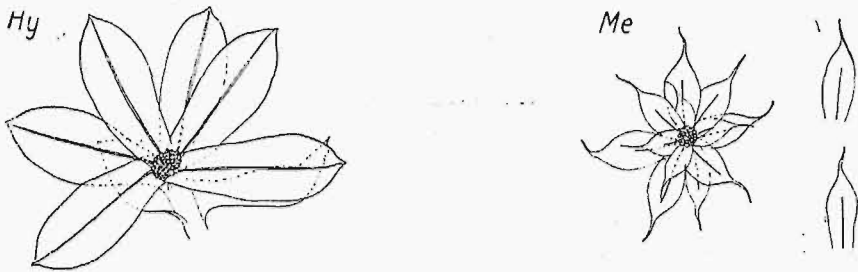


Rys. 3.

gen ten umiejscowiony jest w tym samym chromosomie, w którym znajduje się związek pylników A_T. Chromosom ten oznaczę symbolem T w odmianie wysokiej, a odpowiadający mu chromosom w odmianie płożącej się — symbolem P. W roślinach homozygotycznych TT cytoplazma *procumbens* wywiera wpływ hamujący na oba czynniki A_T zawarte w obcych jej chromosomach T, wobec czego wykształcają się tylko organy żeńskie pod wpływem odpowiedniego genu. Heterozygotyczne (TP) pierwsze pokolenie mieszańców (II, F₁, ryc. 3) i identyczne z niem pośrednie typy pokolenia drugiego są obupłciowe, pomimo zahamowania przez cytoplazmę czynnika A_T, należącego do chromosomu T, dlatego że w homologicznym chromosomie P znajduje się

nem ich potomstwie nastąpiło skomplikowane rozszczepienie cech rodzicielskich, wskazujące na udział większej ilości genów przy wykształcaniu jednej cechy. Wśród tych gametofitów brakowało jednak czystych typów ojcowskich. Jak się okazało, przyczyną tego był wpływ cytoplazmy macierzystej. Wettstein udowodnił to dla jednej, bardzo charakterystycznej i stałej cechy, jaką jest długość nitkowatego

cierzystych rozpatrywanej przez nas cechy nie było wcale. Tutaj, podobnie jak u *Cirsium* i *Linum*, ujawnia się bezpośrednio wpływ zawartych w cytoplazmie czynników dziedzicznych. Z powyższego wynika, że w wykształceniu organów biorą udział zarówno geny jądrowe, których całość nazywamy genomem, jak i genetycznie zróżnicowana cytoplazma czyli plazmon. W pewnych przypadkach działanie plazmonu zaznacza się



Rys. 4. Rodzice *Hy* i *Me* oraz liście mieszańca, zawierającego geny *Hy* w cytoplazmie *Me*.

wyrostka na końcu liści, (por. rys. 4). Stosunek długości liścia do długości tego wyrostka u *F. mediterranea* wynosi 2,47 a u *F. hygrometrica* — 27,72. W haploidalnym pokoleniu mieszańców $Me \times Hy$, zawierających cytoplazmę *F. mediterranea*, stosunek ten wahał się od 1,62 do 7,27. Z pokolenia tego wybrano kilkanaście roślin najbardziej zbliżonych do ojca i zapłodniono ojcowskimi plemnikami *Hy*. W całym potomstwie jednej z nich wszystkie rośliny haploidalnego pokolenia miały jednakowe zakończenie liści. Ten brak rozszczepienia, które wystąpiło wyraźnie w potomstwie innych roślin, dowodzi, że rośliny posiadały tylko ojcowskie geny, wpływające na kształt liści. Wyniki odwrotnego skrzyżowania potwierdziły to w zupełności. Wynika stąd, że przyczyną znacznego odchylenia na stronę matki (stosunek 7,03 zamiast 27,22, jak u ojca) był jedynie wpływ cytoplazmy macierzystej. Matroklinja w tym przypadku nie była spowodowana przez silniejsze ujawnienie się wpływu genu macierzystego po zahamowaniu przez cytoplazmę genu ojcowskiego, co np. stwierdził Michaelis u *Epilobium*, gdyż w gametoficie genów ma-

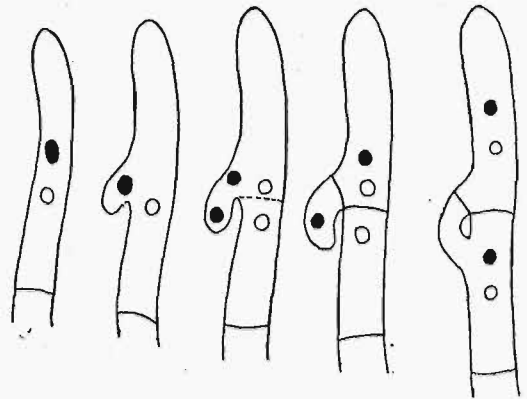
bardzo mocno i całkowicie panuje nad słabszym wpływem genomu. Cecha dziedziczy się wtedy wyłącznie po matce: tak jest z długością żeberka na liściach. Wettstein nazywa to antecedencją plazmonu i recedencją genomu. W innych przypadkach wykształcenie danej cechy jest rezultatem współdziałania, kompromisu pomiędzy plazmonem a genomem — w ten sposób dziedziczy się u mieszańców międzygatunkowych *Funaria* kształt zakończenia liści. Są wreszcie takie cechy, np. kształt wstawek, na których znać tylko wpływ genomu. Mówimy wtedy o antecedencji genomu i recedencji nie przejawiającego swego działania plazmonu. Trzecia grupa doświadczeń Wettsteina obejmuje mieszańce między rodzajami *F. hygrometrica* i *Physcomitrium piriforme*. W haploidalnym potomstwie tych mieszańców wystąpiły tylko rośliny macierzyste i zbliżone do macierzystych. Typy ojcowskie nie pojawiły się wcale, zato było wiele bezpłodnych zarodników. Spotykamy się tu więc z degeneracją zarodników, zawierających genom ojcowski w obcej plazmie. W czwartej grupie doświadczeń skrzyżowano dwa rodzaje, zaliczane do odrębnych podrodzin: *F. hy-*

grometrica i *Physcomitrella patens*. Mieszaniec tych roślin miały większość bezpłodnych zarodników; te, które wykiełkowały, dały czyste typy macierzyste. Z doświadczeń tych wynika, jak stwierdza Wettstein, że „różnice pomiędzy coraz to więcej oddalonymi w systemie formami mają podwójną genetyczną przyczynę, a mianowicie zwiększającą się ilość różnych genów mendliujących i zwiększające się różnice w plazmonach”.

Ciekawe doświadczenia Hardera z podstawczakami również wykazały istnienie czynników dziedzicznych w cytoplazmie. Jak wiadomo z badań Kniepa, u grzybów tych z zarodników powstają haploidalne grzybnie. Później nitki ich układają się parami, poczem zawartość komórek jednej z nich przelewa się do komórek drugiej nitki i w ten sposób powstaje grzybnia o komórkach dwujądrowych. Przed wytworzeniem się haploidalnych zarodników następuje zlanie się jąder i podział redukcyjny. W grzybni dwujądrowej rozdzielanie jąder pochodnych w czasie podziału komórek odbywa się w skomplikowany sposób. Najlepiej to wyjaśni załączony rysunek 5. Harder w swoich doświadczeniach skrzyżował 2 różne rasy A i B *Pholiota mutabilis*. Przy pomocy mikromanipulatora usuwał w czasie podziału komórki w dwujądrowej grzybni mieszańca $A \times B$ sprzążkę, komórkę szczytową i komórki dolne w stadium przedstawionem na czwartej figurze rys. 5. Pozostała komórka zawierała jedno jądro, pochodzące np. z rasy B, pogrążone w zmieszanej cytoplazmie obu ras. Z komórek takich wyrastały grzybnie, rozwijające się pod wpływem genomu jednej rasy B i cytoplazmy obu ras A i B. Okazało się, że pewne cechy np. płęć (+ albo —) zależą wyłącznie od jądra. Inne cechy np. ogólną postać grzybni, determinowały cytoplazmatyczne czynniki dziedziczne. Ujawniło się także wygasające stopniowo, następcze działanie brakującego genomu A za pośrednictwem cytoplazmy. Harder zbadał również drugie pokolenie swoich

mieszaińców i stwierdził wyraźne występowanie na jaw działania plazmonu.

Zoologiczna literatura zawiera znacznie mniej ścisłych dowodów udziału cytoplazmy w przekazywaniu cech dziedzicznych. Wyniki licznych doświadczeń z zapładnianiem bezjądrowych części jaj obcemi plemnikami nie doprowadziły, niestety, do wyhodowania dojrzałych płciowo osobników. Sprawa determinacji wczesnych stadiów rozwojowych jest sporna i do-



Rys. 5.

świadczalnie nie została rozwiązana w sposób ścisły, mimo, że eksperymenty Loeba, Godlewskiego, Boveriego, Baltzera, P. Hertwiga i innych wykazały zgodnie, że wszystkie cechy pierwotnych stadiów rozwojowych merogonów aż do gastrulacji dziedziczą się tylko po matce. Nie udało się bowiem dotąd rozstrzygnąć, czy przyczyną tego jest następcze działanie usuniętego jądra macierzystego, czy wpływ plazmonu. Niejasne są również rezultaty badań Goldschmida nad zabarwieniem gąsienic *Lymantria*. Prawdopodobnie jednak przejawia się tu wpływ plazmonu.

Jedyny, bodaj, zupełnie pewny przypadek cytoplazmatycznego działania u zwierząt znamy dzięki badaniom Kühna nad *Habrobracon*. Autor mógł wykazać obecność czynników dziedzicznych w cytoplazmie i ustalić ich współdziałanie z genami w wykształceniu cech.

Wszystkie omówione powyżej dane wskazują na to, że określone podłoże cytoplaz-

matyczne jest niezbędnym warunkiem dla przejawienia się wpływu genów. Następnie, rezultaty eksperymentów Corrensa, Wettsteina, Michaelisa, Hardera i Kühna wykazały zgodnie, że cytoplazma może bezpośrednio uczestniczyć w dziedziczeniu. Cytoplazma nie spełnia więc tylko roli mniej lub więcej dopasowanego do genomu podłoża, lecz zawiera także część idioplazmy czyli substancji dziedzicznej, przekazującej potomstwu cechy matki. Doświadczenia Wettsteina, Michaelisa i Kühna dowodzą dalej, że cytoplazmatyczne czynniki dziedziczne i geny jądrowe współdziałają z sobą przy wykształcaniu poszczególnych organów.

Wyniki tych doświadczeń zahaczają w ten sposób o jedno z najistotniejszych bodaj zagadnień nauki o dziedziczności, jakim jest działanie substancji dziedzicznej. Stwierdzenie współdziałania plazmonu przy wykształcaniu właściwości dziedzicznych organizmu rzuca trochę światła na mrocz-

ną drogę od genu do cechy. Jest rzeczą możliwą, że cytoplazma jest siedliskiem właściwych procesów rozwojowych, jak przypuszczają Correns i Wettstein, a geny umiejscowione w chromosomach wywołują w tych procesach tylko zmiany ilościowe, nieraz zresztą bardzo silne. W podobny sposób mogą oddziaływać warunki zewnętrzne, które w pewnych przypadkach spełniają przy wykształcaniu organów taką samą rolę, jaka w innych przypadkach przypada genom.

Ilustrowano dawniej stosunek genu do cytoplazmy przez porównanie do klucza i zamku. Dziś mogą za Wettsteinem zakończyć przenośnią bardziej nowoczesną. Latać można zarówno z zamkniętym silnikiem, wykorzystując warunki zewnętrzne: siłę wiatru i opór powietrza, jak i z czynnym napędem motorowym wewnątrz aeroplanu. Najistotniejszym jednak warunkiem lotu jest zawsze odpowiednia budowa aparatu.

KRONIKA NAUKOWA

ECHA SYGNAŁÓW RADJOWYCH W ŚWIETLE TEORJI ZÓRZ POLARNYCH STÖRMERA.

Jest niewątpliwą zasługą dwóch głównie badaczy norweskich; Krystjana Birkelanda i Karola Störmera, że piękne i do niedawna jeszcze tak tajemnicze zjawiska, jak zorze polarne, zostały w wielu swoich przejawach zbadane i wyjaśnione. Pierwszy, drogą genialnego eksperymentu z modelem kuli ziemskiej, wykazał, że promienie katodowe, które rzucał na fluoryzującą powierzchnię namagnesowanej kuli, zataczając łuk, padają wzdłuż pewnych łuków w okolicy biegunów. Doświadczenie to stwierdza, że zorze polarne są wywołane przez promienie katodowe, wysyłane przez słońce, i że t. zw. strefa maksymalnej częstości zórz, obserwowana w okolicach biegunów, jest wynikiem kształtu toru tych promieni w polu magnetycznym ziemi.

Inną drogę obrał Störmer. Biorąc za punkt wyjścia ideę Birkelanda, obliczył, drogą nie mniej genialnych rachunków, bardziej typowe toru elektronów, poddanych działaniu pola magnetycznego ziemskiego. Z rachunków tych wynika, że promieniowanie elektronowe, okrążając kulę ziemską, wpada na półkuli, pogrążonej w nocy, w at-

mosferę w obrębie dwóch wąskich stref kolistych, otaczających bieguny, podczas gdy zwrotnik jest dla nich niedostępny. Wynik badań teoretycznych Störmera był więc w doskonałej zgodzie zarówno z doświadczeniem Birkelanda, jak i z bezpośrednimi obserwacjami zórz polarnych.

Jednakże zarówno doświadczenie Birkelanda, jak i obliczenia Störmera wykazały istnienie jeszcze jednego, bardzo ciekawego zjawiska. Oto przekonano się, że promienie katodowe nie dochodzą naprawdę do strefy równikowej kuli, ale natomiast otaczają ją w postaci pierścienia, położonego w płaszczyźnie równika magnetycznego, w pewnej odległości od kuli. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, że możliwość istnienia podobnego pierścienia elektronowego naokoło ziemi wykazały badania teoretyczne Störmera. Czy wszakże ten pierścień elektronowy istnieje w rzeczywistości, nie udawało się dotychczas stwierdzić. Z obliczeń Störmera wypadało, że znajdować się on musi w znacznej odległości od ziemi: około 1 miliona kilometrów.

Zdawało się, że nad kwestją owego hipotetycznego pierścienia elektronowego nauka przejdzie do porządku dziennego. Tymczasem stało się inaczej. Jak zwykle w swych badaniach nad zorzami, Stör-

mer zwracał uwagę na szereg zjawisk im towarzyszących, a więc na zakłócenia magnetyzmu ziemskiego, przeszkody w odbiorze fal radiowych i t. p. Między radioamatorami, którzy dostarczali Störmerowi swych spostrzeżeń, znajdował się również inż. Jørgen Hals z Bygdø (pod Oslo). Otóż trzeba trafić, że w pewnej przygodnej rozmowie z Störmerem (grudzień 1927) wspomniął ów p. Hals, że gdy stacja krótkofalowa PCJJ w Eindhoven (Holandia) nadawała sygnały, słyszał, prócz sygnałów, także ich echa w kilka sekund po sygnale.

Störmer, dowiedziawszy się o tem ciekawem zjawisku, doszedł, wiedziony osobliwą intuicją, do wniosku, że zjawisko echa sygnałów radiowych może być w związku z warstwą elektronów, krążących, według jego teorii, naokoło ziemi. Dokładniejsze informacje Hals a stwierdzają, że w końcu lata r. 1927 słyszał on zwykle echo stacji PCJJ w $\frac{1}{7}$ sekundy po sygnale, a więc echo, powstałe z okążenia kuli ziemskiej przez falę, prócz tego jednak słyszał echo słabsze w 3 sekundy po sygnale. Natężenie echa oceniał na $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{10}$ natężenia sygnału. Pochodzenia echa nie zna.

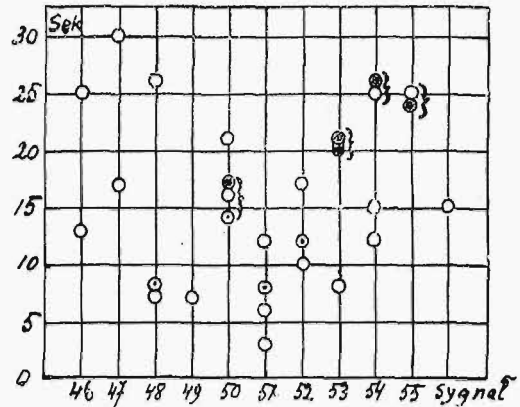
Przewidując, że badanie ech może dostarczyć bardzo cennego materiału naukowego, rozpoczął Störmer systematyczne spostrzeżenia nad temi zjawiskami. O pierwszych wynikach tych badań zdaje właśnie sprawę w artykule ¹⁾, z którego czerpiemy dane.

A więc w styczniu 1928 r., na prośbę Störmera, rozpoczęła stacja Philipsa w Eindhoven systematyczne nadawania sygnałów, które w ciągu całej wiosny przyjmowały dwie stacje norweskie: stacja urzędu telegraficznego w Fornebo pod Oslo i stacja prywatna inż. Hals a w Bygdø. Do odbioru został także zastosowany oscylograf. Oscylogramy ze stycznia, lutego i marca nie zawierały nic szczególnego. Dnia 3 kwietnia pomiędzy godz. 15 i 19 czasu uniwers. znów uruchomiono oscylograf, przyczem zdjęto 3 filmy po 60 m (1 sekunda dawała odstęp 60 cm). W tymże czasie zawiadomił p. Hals telefonicznie, że słyszy wspaniałe echa sygnałów. Gdy filmy wywołano, okazało się, że sygnały były doskonale zarejestrowane, jednakże co do ech, to na razie nic pewnego nie można było stwierdzić. Powodem było to, że sygnały stacji Eindhoven były modulowane, a pozatem dawane były w postaci kropki co 5 sek., a ponieważ echo mogło występować w kilka a nawet kilkanaście sekund, więc zidentyfikowanie poszczególnych ech było niemożliwe.

Po wielu daremnych próbach Störmer był już bliski zarzucenia tych poszukiwań, jednakże postanowił raz jeszcze „spróbować szczęścia”. W tym celu udał się do Holandji, gdzie wraz z van der Polem przygotował w Philips Radio

nowe próby na okres jesienny. Postanowiono przytem zmienić nieco sygnały stacji PCJJ, dając zamiast sygnałów modulowanych, sygnały telegraficzne na fali niegasnącej w odstępach 20 sekundowych. Pomiędzy trzema kreskami sygnału fale nie miały być wysyłane.

Ponieważ rejestracje oscylografem były kosztowne i zbyt obciążały budżet urzędu telegraficznego, postanowił Störmer wyławiać echa sygnałów metodą słuchową, korzystając znów ze współpracy Hals a. Sygnały były nadawane w Eindhoven



Rys. 1.

Obserwacje ech w dn. 24 października 1928 r. w Bygdø i w Eindhoven.

począwszy od dnia 25 września 1928 r. na fali 31,4 m, ale dopiero 11 października o godz. 15 usłyszano pierwsze echa. Były one tak silne, że przy odbiorze na głośnik słyszano je w całym mieszkaniu. Zazwyczaj każdy sygnał dawał echo (czasem nawet dwa) również w postaci trzech kreszek, niekiedy zlewających się w jeden przeciągły dźwięk o tej samej wysokości tonu, co sygnał. Czasy pojawienia się echa były najrozmaitsze: od 3 do 15 sek. Trzaski atmosferyczne były słabe i nie zakłóciły odbioru ech.

Zawiadomiony telegraficznie o odebraniu ech van der Pol odpowiedział, że i on słyszał echa i że tegoż jeszcze wieczora powtórzy nadawanie sygnałów między godz. 22 i 23. Jakoż wieczorem zaobserwowano w Eindhoven echa 14 sygnałów w czasach następujących: 8, 11, 15, 8, 13, 3, 8, 8, 8, 12, 15, 13, 8, 8 sekund. Dla łatwiejszej identyfikacji ech postanowiono je odtąd numerować.

Rozpoczęły się więc nowe próby. Z notatki, którą van der Pol umieścił w „Nature” z dnia 8.XII.1928 r., dowiadujemy się, że do dnia 24 października żadnych ech nie zauważono, mimo że sygnały były nadawane codziennie w ciągu całej godziny, w odstępach $\frac{1}{2}$ minutowych. Dopiero 24.X, zarówno w Oslo, jak w Eindhoven, zauważono echa. W Oslo przyjęto 48 ech, w Eindhoven zaledwie 4 słabe echa na jednej, a 5 ech na drugiej stacji od-

¹⁾ Die Naturwiss., 17 Jahrg., Heft 33.

biorczej. Rys. 1 przedstawia schemat ech sygnałów; na osi rzędnych mamy czas echa w sekundach, na osi odciętych — numery sygnałów. Echa, oznaczone kółkami z kropką, zostały wyznaczone zapomocą sekundomierza w Eindhoven, pozostałe — w Bygdø zapomocą zwykłego sekundnika. Jak widać, tym razem czas nadejścia echa był jeszcze dłuższy i dochodził do 20 — 30 sekund. Ze echa są zjawiskami rzeczywistymi, nie ulega wątpliwości, gdyż były słyszane również przez innych obserwatorów.

Wobec tak pomyślnych obserwacji dalsze prace nad badaniem ech przejął norweski Urząd Telegraficzny, organizując szereg stacyj nasłuchowych w różnych miejscowościach Norwegii od południa aż po Spitsbergen. Współudział w tej akcji zgłosił też szereg radioamatorów. Przygotowano także oscylograf, aby w razie pojawienia się ech zarejestrować je na taśmie. Tymczasem wszelkie oczekiwania zawiodły i ani w Holandji, ani w Norwegji, echa sygnałów w ciągu całej zimy nie zauważono. Należy tu wszakże zaznaczyć, że ten ujemny wynik został potem wyjaśniony przez Störmera, o czym będzie mowa niżej.

Pierwsze echa sygnałów zauważył Hals dopiero 14 lutego 1929 r., potem, 18 lutego, słyszano je na stacji nasłuchowej w Bodø, gdzie wystąpiły one w 12 — 13 sek. po sygnale. Dnia następnego, t. j. 19.II, echo przyjęto w Kings College w Londynie, w czasie 25 sek. Echa te były bardzo wyraźne i trwały po 2 sekundy. Należy zaznaczyć, że pp. Appleton i Borrow, którzy sygnały te przyjęli, byli mocno zaskoczeni tem, że echa wystąpiły po zimowej kilkumiesięcznej przerwie, właśnie w połowie lutego, jak przewidywał Störmer. Wreszcie 20 lutego znów przyjęto, tym razem w Eindhoven, dwa echa sygnału XXIII, jedno po 8 sekundach, drugie po 18. W tych samych dniach słyszał echa również Hals w Bygdø.

W tem miejscu należy powiedzieć słów kilka o teorii zórz polarnych Störmera, jeśli zagadnienie echa sygnałów radiowych ma się stać zrozumiałe.

W swych epokowych pracach nad teorią zorzy (1904 — 1911) musiał Störmer przyjąć oczywiście kilka założeń upraszczających, które pozwoliły mu opanować matematycznie tak skomplikowane zjawisko, jakim jest ruch elektronu w polu magnetycznym ziemskim. A więc:

1) Nie uwzględnia ruchu ziemi i słońca i przyjmuje tylko ich położenia wzajemne.

2) Przyjmuje, że elektrony poruszają się zgodnie z prawem, według którego promienie katodowe przebiegają w polu magnetycznym, zanedbując więc ewentualne wzajemne oddziaływanie elektromagnetyczne elektronów na siebie.

3) Zakłada, że elektrony podlegają tylko działaniu pola magnetycznego ziemskiego i zanedbując zarówno wpływ pola magnetycznego słońca, jak i wpływ pola elektrycznego ziemi, a nadto pole grawitacyjne i ciśnienie światła.

4) Uważa pole magnetyczne kuli ziemskiej za pole jednorodnej kuli namagnesowanej, której osi magnetyczna zbiega się z osią magnetyczną ziemi.

Po przyjęciu tych założeń zagadnienie sprowadza się do wyznaczenia toru elektronu w polu magnesu elementarnego, jakim jest kula namagnesowana.

Należy zaznaczyć, że prędkość elektronu w tych warunkach jest stała, gdyż oddziaływanie pola magnetycznego jest zawsze prostopadłe względem stycznej do drogi elektronu.

Pewnym uproszczeniem będzie, jeśli za jednostkę długości przyjąć

$$\sqrt{\frac{Me}{mv}} \text{ cm,}$$

gdzie $M = 8.4 \cdot 10^{25}$ jest momentem magnetycznym ziemi, zaś e , m i v znaczą odpowiednio ładunek, masę i prędkość elektronu w układzie CGS.

Zarówno dla promieni katodowych, jak i dla promieni β (a nawet dla promieni α) jest przyjęta jednostka długości $\sqrt{Me/mv}$ bardzo duża w stosunku do wymiarów ziemi i wynosi około 1 do 10 milionów km (zaś dla promieni α około 150.000 km).

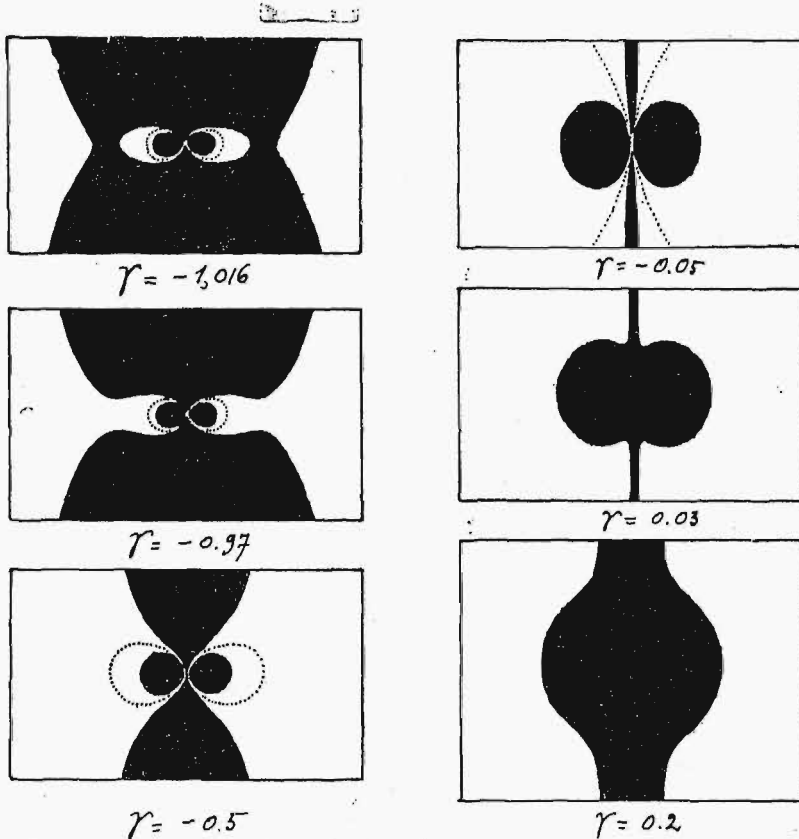
Pomijając szczegóły rozumowania Störmera, podamy tu otrzymane przez niego wyniki.

Tory, jakie elektrony opisują w polu magnetycznym ziemskim, są oczywiście zależne od kierunku ruchu i prędkości elektronu w znacznej odległości od ziemi, kiedy wpływ jej pola magnetycznego jest jeszcze znikomo mały. Te t. zw. wartości początkowe ruchu elektronów wyznaczają wielkość pewnej stałej, którą Störmer oznacza przez γ . Gdy γ jest dane, typ toru elektronu jest całkowicie określony. Okazuje się, że każdej wartości stałej γ odpowiada cały zbiór możliwych torów elektronowych. Zbiór ten ma to dla siebie, że istnieją części przestrzeni w pobliżu ziemi, w których tory przebiegać mogą, i inne, gdzie tory takie są niemożliwe. Innymi słowy, wpadające w okolice ziemi elektrony napotykać pewne obszary zabronione; wolno im krążyć tylko nazewnątrz tych obszarów. Na rys. 2 widzimy przekroje obszarów „dozwolonych” i „zabronionych”, przechodzące przez osi magnetyczną ziemską; obszary zabronione zaznaczone są czarno, dozwolone białą; poszczególne części rysunku odpowiadają różnym wartościom stałej γ . Wartość ta zmieniać się może, zależnie od „wartości początkowych ruchu” od $-\infty$ do $+\infty$. Widzimy jednak, że tylko dla wartości γ , zawartych między -1 i 0 , obszary białe docierają do środka rysunku, t. j. elektrony osiągnąć mogą ziemi. Obszar zabroniony przedstawia się w tych przypadkach w postaci dwu stykających się owalów. Ponieważ jednak rysunek jest przekrojem figury obrotowej, przeto rzeczywista postać obszaru jest pewna bryła toroidalna (pierscieniowa) (rys. 3).

Z kształtu przestrzeni tej wypada, że promieniowanie może dojść tylko w obszarach podbiegunowych, tak, jak to się w rzeczywistości zwykle obserwuje. Jednocześnie wiadomo, że w przestrzeni toroidalnej T promieniowania być nie może. Przestrzeń ta jest najmniejsza, gdy $\gamma = -1$. Jej przekrój w płaszczyźnie równika jest oczywiście kołem, którego promień jest równy jak wynika ze wzorów Störmera $1/2 - 1$ naszych jednostek długości, a więc

$$(\sqrt{2} - 1) \sqrt{\frac{Me}{mv}} \text{ c.n.}$$

Te uwagi Störmera są niezbędne dla wyjaśnienia interesującego nas zjawiska echa sygnałów radiowych.



Rys. 2.

A więc przypuścmy, że z jakiejś stacji, dowolnie położonej pomiędzy obiema strefami zórz polarnych, zostają wysyłane fale elektromagnetyczne. Jeśli fale te przedra się przez warstwę zjonizowaną Kennelly - Heavisidea, to dostaną się do przestrzeni toroidalnej T, pozbawionej promieniowania elektronowego. Tutaj mogą one swobodnie się rozprzestrzeniać, póki nie dotrą do granic tej przestrzeni, gdzie napotykaają na promieniowanie elektronowe. W pewnych, sprzyjających warunkach fale, wysyłane z ziemi, mogą ulec odbiciu zpowrotem ku ziemi, gdzie zostają przyjęte jako echa.

Z rozważań teoretycznych Störmera (1911) wynika, że owe sprzyjające warunki istnieją wówczas, gdy promieniowanie elektryczne jest wysyłane przez słońce, znajdujące się w pobliżu płaszczyzny równika magnetycznego. Przytem wartość γ musi być zawarta pomiędzy 0 i -1 , i bliższa zwłaszcza -1 . Wówczas promieniowanie to wypełnia przestrzeń Q i tworzy na granicy przestrzeni T powierzchnię, odbijającą fale elektromagnetyczne. Jest rzeczą nadzwyczaj interesującą, że ślady owej przestrzeni toroidalnej, niedostępnej dla promieniowania elektronowego, występowały również w eksperymencie Birkelanda, o którym była mowa wyżej.

Zjawisko echa w świetle teorii Störmera przedstawia się w sposób następujący:

Przyjmijmy dla prostoty, że stała γ przestrzeni toroidalnej jest bardzo bliska -1 . Wówczas otrzymujemy na promień przestrzeni toroidalnej wyrażenie

$$d = (\sqrt{2} - 1) \sqrt{\frac{Me}{mv}} \text{ cm.}$$

Przyjmując dla promieni katodowych $e/mv=1/300$, a dla momentu magnetycznego ziemi M wartość podaną wyżej, otrzymujemy w tym przypadku

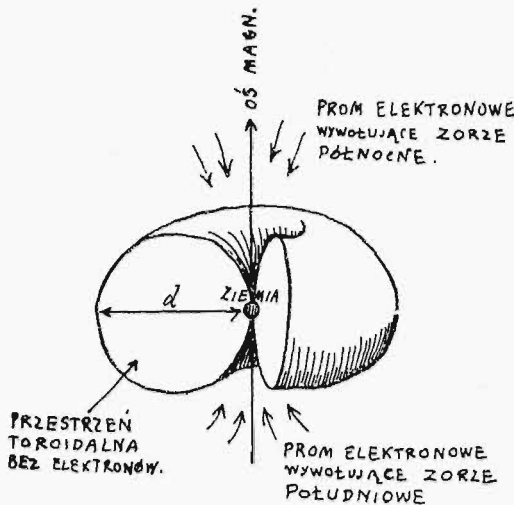
$$d = 2.190.000 \text{ km.}$$

zaś dla promieni β (dla których $e/mv=1/4000$) wypada $d=600.000 \text{ km}$. Ponieważ fale elektromagnetyczne odbijają się prawdopodobnie od powierzchni toroidy w pobliżu płaszczyzny równika, więc przebiegają one odległość $2d$ w czasie $2d/c$, gdzie c jest szybkością światła.

W przypadku promieni katodowych czas ten wynosi 15 sek., dla promieniowania β — 4 sek. Jednakże należy zaznaczyć, że odbicie fal elektromagnetycznych może zachodzić kilkakrotnie, przez co czas echa się zwiększa. Również jest rzeczą do pomyslenia, że jeden sygnał może dawać kilka ech, jak to zresztą niejednokrotnie obserwowano. Wogóle trzeba zaznaczyć, że czasy echa, obserwowane i obliczone, są tego samego rzędu, a więc teoria dobrze zgadza się z obserwacją.

Pozostaje jeszcze wytłumaczyć kilka szczegółów. Z obserwacji wiadomo, że echa występowały w bardzo różnych czasach od 4 do 30 sekund, a nie specjalnie w 4, wzgl. 15 sek. Zjawisko to, poza efektem wielokrotnego odbicia, może być wyjaśnio-

ne w ten sposób, że promienie katodowe zarówno z powodu zmiennej działalności słońca, jak i zmienności pola magnetycznego ziemskiego, mają różne prędkości, co powoduje różne rozmiary przestrzeni toroidalnej. Może więc być cały szereg powierzchni odbijających, zmieniających się w czasie i powodujących wobec tego różne czasy echa. Również można wytłumaczyć znaczne natężenie echi; wszak fale odbijają się od wewnętrznej powierzchni toroidy, a ta działa prostopadło, jak wielkie zwierciadło wklęsłe, skupiając fale.



Rys. 3.

Toroida, wewnątrz której powstają zjawiska echa sygnałów radiowych.

W końcu należy zauważyć, że echa radiowe należą do kategorii zjawisk rzadkich. Wymagają one bowiem spełnienia się szeregu warunków, koniecznych dla wystąpienia zjawiska. A więc fale elektromagnetyczne muszą mieć odpowiednią długość, muszą być wysyłane w odpowiednim kierunku i z odpowiednio dużą energią. Warstwa Kennelley - Heavisidea musi przepuścić zarówno fale idące, jak i fale odbite; trzaski atmosferyczne nie powinny być zbyt silne. Poza tym odbiornik musi być dostatecznie czuły.

Przedewszystkiem jednak zasadniczym warunkiem jest, by promieniowanie elektronowe było wysyłane przez słońce i aby utworzyła się przestrzeń toroidalna. Jak już zauważono wyżej, warunki są najodpowiedniejsze, gdy słońce znajduje się w pobliżu płaszczyzny, prostopadłej do osi magnetycznej ziemskiej. Oś magnetyczna ziemska przecina półkulę północną w punkcie $\varphi = 78,5$ N, $\lambda = 68,6$ W_{Gr.} W okolicy tego punktu (półn.-zach. Grenlandja) obserwacje echa byłyby najdogodniejsze około wschodu wzgl. zachodu słońca.

Prosty rachunek wykazuje jednak, że w tem miejscu, począwszy od końca października do połowy lutego, słońce znajduje się stale pod horyzontem. To skłoniło Störmera do wydania „pro-

gnozy”, że echa prawdopodobnie nie zjawiają się przed połową lutego (Nature z 5.I. 1929). Jak już wiadomo z powyższego, echa sygnałów radiowych pojawiły się istotnie dopiero 14 lutego. Ta zadziwiająca zgodność zjawiska z przepowiednią dowodzi, jak niezwykłą intuicją wiedziony był Störmer, stawiając podobną prognozę na podstawie swych rozważań teoretycznych.

Tak oto przedstawia się niezmiernie ciekawe zjawisko echa radiowych w świetle teorii zórz polarnych Störmera. Dziwne napaźród skojarzenie zjawisk — echa sygnałów i zórz polarnych — znajduje swe wytłumaczenie. Oczywiście jest rzeczą, że te pierwsze spostrzeżenia nie wyczerpują zagadnienia i wymagają dalszych badań, prowadzonych przez większą liczbę obserwatorów i przy użyciu lepszych środków technicznych. Störmer proponuje też założenie specjalnej stacji nadawczej bliżej równika magnetycznego, a więc gdzieś pod zwrotnikiem, aby warunki emisji były możliwie najlepsze.

Zapyta może kto, czy warto podejmować szersze badania nad owymi echemi, które, przynajmniej na razie, nie mają praktycznego znaczenia w radiotechnice. Zapewne. Ale z drugiej strony badania tych zjawisk dostarczają bardzo cennego materiału naukowego nie tylko co do samych echa, ale również co do zórz polarnych i zakłóceń magnetyzmu ziemskiego. A wreszcie jedno jeszcze trzeba wziąć pod uwagę: dzięki echem sygnałów radiowych nauka poczęła rozporządzać nowym środkiem, pozwalającym sondować głębie przestrzeni międzyplanetarnych, pod względem elektrycznym zupełnie dotychczas nieznanych.

Edward Stenz.

Z DZIEDZINY MAGNETOFIZYKI ATOMU.

Zjawiska elektryczne i zjawiska magnetyczne, są to dwie obszerne dziedziny fizyki. Fala elektromagnetyczna, jako niepodzielne skupienie siły elektrycznej i magnetycznej, jest źródłem całej optyki, jest także podstawą radjo. Aczkolwiek w fali elektromagnetycznej działają dwie siły, jednak siła elektryczna więcej nam jest znana od siły magnetycznej. Atom elektryczności dawno jest znany pod nazwą „elektronu”, atom magnetyzmu niedawno dopiero został ochrzczone nazwą „magneton”. Elektron i magneton są tak małe, że nietylko dojrzeć przez mikroskop, lecz nawet w fantazji swojej wyobrazić ich sobie nie możemy, (średnica elektronu równa się 10^{-13} cm). Jednak wnioskujemy o nich pośrednio. Największą przysługę pod tym względem okazała analiza spektralna. Widmo, które obserwujemy w spektroskopie, pozwala sądzić nie tylko o składzie chemicznym materji, ale i o rozkładzie fizycznym atomów, nawet o ich budowie, o odległości pomiędzy atomami, o kształcie torów, które atomy zakreślają, o liczbie elektronów, które krążą do-

koła dodatnio naelektryzowanego jądra, i t. d. Te wyniki analizy spektralnej są skutkiem badań działania fali elektromagnetycznej na układ atomowy materji. Jednak przy tych badaniach pod uwagę brano tylko siłę elektryczną fali elektromagnetycznej, zaniedbując działającą jednocześnie siłę magnetyczną. I dopiero w ostatnich czasach nad siłą magnetyczną zostały rozpoczęte badania fizyków.

Wiemy, że powszechnem uznaniem cieszy się teoria Bohra o układzie planetarnym atomów. Według tej teorii dokoła dodatnio naelektryzowanych jąder atomów krążą ujemnie naelektryzowane elektrony, jak planety krążą dokoła słońca. Takie krążące elektrony stanowią małe kołowe prądy elektryczne. Wiemy z doświadczeń, że prąd elektryczny, płynący po ruchomym drucie kołowym, posiada wszystkie własności magnesu; staje w ściśle określonym kierunku w polu magnetycznem ziemi tak, jakgdyby płaszczyzna prądu po jednej stronie miała biegun dodatni, a po drugiej — biegun ujemny. Skutkiem tej analogji, krążące elektrony możemy uważać za drobne magnesy, które to właśnie mają nazwę „magnetonów“. Rozważmy teraz, jak działa siła magnetyczna fali elektromagnetycznej na magneton.

I. To działanie jest wyraźne i silne, gdy chcemy namagnesować naprz. żelazo lub stal. Namagnesowany pręt tem się różni od pręta nienamagnesowanego, że tory jego ruchomych elektronów są odpowiednio skoordynowane, wypadkowe ich działań sumują się i w rezultacie otrzymujemy jeden silny magnes.

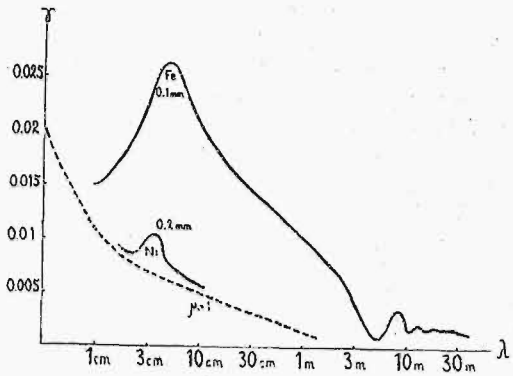
II. W analizie spektralnej znany jest sposób, za którego pomocą możemy obliczyć okres drgań własnych w cząsteczkach danego ciała. Jeżeli za pomocą pryzmatu otrzymamy na ekranie widmo białego promienia i w biegu tych promieni umieścimy naprz. zielone szkło — to widmo się zmieni: zamiast żółtej i czerwonej barwy otrzymamy ciemne smugi.

Z tego doświadczenia wnioskujemy, że promienie żółte i czerwone zostały pochłonięte przez zielone szkło, a ich energia zamieniła się na energję cieplną płytki szklanej. Dlaczego jednak zielone szkło pochłonięło promienie żółte i czerwone, a nie żadne inne? Oto dlatego, że okres drgań własnych w szkłe zgadzał się z okresem drgań fali świetlnej właśnie tylko w zakresie promieni żółtych i czerwonych. W tym tylko przypadku cząsteczki ciała rezonują na falę zewnętrzną i absorbują jej energję. Znając przeto okres drgań fali padającej, znamy już i okres drgań własnych danego ciała, gdyż te okresy są równe sobie. Tę metodę spróbowano zastosować i do badania działania siły magnetycznej na magnesy. Twórcami tej nowej gałęzi fizyki są uczeni rosyjscy z Arkadjewem na czele. Ogólnie w obecnej chwili można naliczyć w tej dziedzinie około 40 prac, drukowanych w języku niemieckim, angielskim, hiszpańskim i rosyjskim.¹⁾

W jakim jednak sposób możemy zastosować tę metodę naprz. do żelaza, skoro żelazo jest ciałem nieprzezroczystem dla fali świetlnej, cieplnej i fal Hertza? Otóż możemy obserwować:

- 1) nie absorpcję fal, lecz ich odbicie,
- 2) wystarczy wytworzyć zmienne pole tych fal i badać w niem zachowanie się danego ciała.

Okazało się, że w tym celu nie możemy używać fali świetlnej, ponieważ jej częstość, wyrażająca się liczbą o 16 znakach, jest za wielka. Ażeby działać na magneton, musimy użyć ruchu powolniejszego, którego liczba drgań na 1 sek. wyrażałaby się liczbą najwyżej o 11 znakach. W tym celu musimy wytworzyć przy pomocy specjalnych przyrządów fale elektromagnetyczne o stosunkowo małej częstości. Fale te przeprowadzamy przez druty, przyczem pole magnetyczne będzie miało kierunek wewnątrz drutów po kołach, koncentrycznych z osiami dru-



tów. Energia fali będzie malała wskutek oporu drutów. Opór zaś drutów jest proporcjonalny do zdolności magnetycznej drutów. Dlatego też druty o silnej zdolności magnetycznej, naprz. z żelaza lub niklu, stawiają większy opór, aniżeli druty naprz. ze srebra. Opór drutów z żelaza i niklu prócz tego zależy od okresu, a więc i od długości fali elektromagnetycznej [$r = f(M, \lambda)$]. Znając opór drutów, możemy sądzić o absorpcji fali. Tym sposobem była zbadana zależność absorpcji fali w żelazie i niklu od długości fali. Zwróćmy uwagę na rysunek, gdzie na osi rzędnych mamy oznaczone długości fal (λ), na osi odciętych absorpcję (γ) w ułamkach całkowitej energii fali.

Z podanej krzywej widzimy, że największą absorpcję mamy przy długości fali około 5 cm. Możemy teraz obliczyć okres fali dla $\lambda = 5$ cm:

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{5}{3 \cdot 10^{10}} = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ sek, gdy}$$

magnetonu najwięcej są czułe, najwięcej rezonują na falę zewnętrzną. To znaczy, że okres drgań własnych magnetonu też się równa $1,7 \cdot 10^{-10}$ sek.

Znając okres drgań własnych i siłę sprężystą, można obliczyć wielkość magnetonu. Z obliczeń

¹⁾ Laboratorja Kaufmanna w Königsbergu, Wiena w Jenie, Ganssa w La Plata.

wypadło, że magneton, z dokładnością do kilku %, jest równy atomowi żelaza.

Krzywe absorpcji magnetycznej, które możemy nazywać widmem magnetycznym, były zbadane dla rozmaitych metali i przy rozmaitych długościach fali. Okazało się, że każdy metal ma swoje widmo magnetyczne, czasem bardzo skomplikowane.

Badania widm magnetycznych dopiero co się rozpoczęły; jednak już możemy przewidzieć, że metoda ta, podobnie do analizy widm świetlnych, będzie ogromnie płodna. Widma magnetyczne dają możność sądzić o stanie materji, — co więcej, dają możność przenikać w jej skład atomowy. M. L.

WYTWARZANIE CIEPŁA PRZEZ CZYSTE HODOWLE BAKTERYJ I GRZYBKÓW PLEŚNIOWYCH.

Oddawna znane zjawisko samoogrzewania się substancji roślinnych wiązano przedewszystkiem ze zdolnością wytwarzania ciepła przez bakterje, powodujące procesy przemiany materji. To niezwykle ciekawe zjawisko nie zostało dotąd poddane szczegółowej analizie. Doświadczenia wykonywane dotyczyły prawie wyłącznie złożonego działania hodowli mieszanych. W analizie zjawiska liczyć się należy z możliwością wytwarzania ciepła również przez działanie enzymów na substancje roślinne. Nasuwa się skutkiem tego konieczność doświadczeń z hodowlami czystymi drobnoustrojowymi, w celu ustalenia ich zdolności wytwarzania ciepła w środowisku odpowiednim. Wyniki swoich spostrzeżeń w tym kierunku przedstawia Miehe (Arch. f. Mikrobiologie, T. I, z. 1). W doświadczeniu wstępnym na słoneczniku ustalili autor, że wytwarzanie ciepła przez jałowe kiełki występuje w stopniu niezwykle słabym. Wybitniejszy stopień samoogrzewania łączą

się z udziałem w tym procesie bakterji i grzybków pleśniowych.

Licznych doświadczeń dokonano na rozmaitego typu podłożach roślinnych (miazga różnego rodzaju chleba, podłoża z siana i t. d.) zasianych czystymi hodowlami bakterji i grzybków pleśniowych. Czyste hodowle grzybków pleśniowych ogrzewają środowisko, szybko podnosząc jego temperaturę do poziomu bliskiego właściwej dla nich termicznej granicy życia. Np. *Rhizopus nigricans* — do 38°, *Penicillium glaucum* — do 41°, *Aspergillus niger* — do 49° — 53°, *Aspergillus fumigatus* — do 54° — 57°, *Mucor corymbifer* — do 56°, *Actinomyces thermophilus* — do 60° — 63°, *Thermomyces lanuginosus* — do 68°. Bakterje również posiadają zdolność ogrzewania środowiska; poziom osiąganą ciepłoty dla *B. calfactor* — do 74°, dla *B. coli* — do 38°. Drożdże powodują ogrzewanie środowiska do 45° — 50°. Najwybitniejsza zdolność ogrzewania środowiska charakteryzuje grzybki pleśniowe.

Zestawiając wyniki otrzymane przez Miehe z wynikami prac poprzednich dochodzi się do wniosku, że samoogrzewanie się wilgotnych, porowatych substancji roślinnych w granicach do 75° powodowane jest przedewszystkiem przez rozwijające się drobnoustroje. W ogrzewaniu do 65° odgrywają rolę podstawową grzybki pleśniowe. Bakterje termofilne podnosić mogą ciepłotę do 75°. Ł.

DIENNA RACJA ŻELAZA.

W. Lintzel, autor szeregu prac nad przemianą żelaza w organizmie zwierzęcym, podaje, iż dzienne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na żelazo wynosi mniej, niż 0.9 miligrama. Ilość ta wystarcza jedynie w warunkach normalnych, a więc z wykluczeniem ciąży, treningu oraz pobytu w klimacie górskim (Zeitschr. f. Biologie, 89, 1929) S. K.

DROBIAZGI LABORATORYJNE.

ZGINANIE SZKLANYCH RUREK.

Wnętrze rurki szklanej wypełnia się azbestem włóknistym, co zabezpiecza przed zapadaniem się rurki. Azbest nie przytapia się do szkła i po ostygnięciu daje się usunąć przy pomocy kawałka drutu.

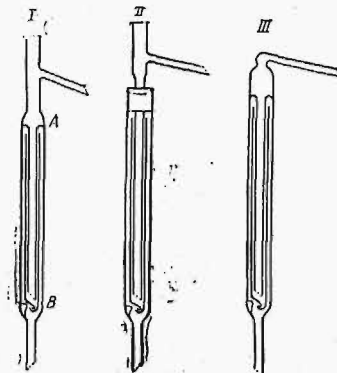
MENISK RTĘCI.

Przy pracy z rtęcią zdarza się, że rtęć zwilża szkło i nie daje czystego menisku. Dla usunięcia tego niepożądanego zjawiska poleca się jako „smary”: w wysokiej próżni — mieszaninę ftalanu benzylowo-butyłowego oraz ftalanu dwubenzylowego; przy próżni umiarkowanej — 2%-owy roztwór fenylhydrazyny we ftalanie dwubutyłowym; pod ciśnieniem atmosferycznym — 1%-owy roztwór wodny HgNO₃, aby usunąć zmętnienie.

NOWA KOLUMNA DO DYSTYLACJI FRAKCJONOWANEJ.

Składa się z trzech spośródkowych rur, z których zewnętrzna i wewnętrzna są u góry połączone

korkiem, bądź przytopione. Między nimi znajduje się trzecia rura, kończąca się u dołu syfonem do odprowadzania kondensatu zpowrotem do kolby.



Rura ta spoczywa na wgłębieniach rury zewnętrznej; Długość kolumny wynosi 260 mm, grubość ścian

1 mm, średnice zewnętrzne rur 25, 19 i 12 mm. Pojęcie o działaniu kolumny daje następujący przykład: w 50 ml dystylatu z 500 ml 1%-owego alkoholu znajduje się 95% całkowitej ilości alkoholu.

USUWANIE SMARU Z WYLOTU BIURETY.

Jeśli smar z kranu zatka podczas miareczkowania wylot biurety, należy nagrzać wylot płomieniem zapalki i pozwolić roztworowi ściec szybko do cieczy miareczkowanej.

NAPISY NA SZKLE.

1. W tyglu nad płomieniem suszy się nieco PbO lub Pb₃O₄. Szkło oczyszcza się od śladów palców, wilgoci i tłuszczu. Przy pomocy zwykłego stempla kauczukowego stempluje się szkło tuszem, sypie trochę PbO na napis i starannie usuwa nadmiar PbO szczoteczka. Następnie przesuwają się napis przez płomień, póki tlenek nie stanie się błyszczący. Zbyt

gorący płomień jest szkodliwy. Jeśli osad czernieje, należy ogrzewać w najwyższej części płomienia.

2. W Ameryce ukazały się „ołówki” do rysowania na szkłe z ostrzem z węgliku wolframu. Są one tańsze od djamentów (dol. 1.00) i mają jedno tylko ostre w przeciwieństwie do djamentów, w których krawędzi tnących jest kilka.

UTRZYMANIE STAŁEJ WILGOTNOŚCI W ZAMKNIĘTEJ PRZESTRZENI.

Żarówka węglowa jest pokryta muślinem, zanurzonym do zlewki z wodą dystylowaną. Żarówka jest umieszczona w blaszance, posiadającej u dołu otwór dla muślinu, zaś u góry dwa przeciwległe otwory dla korków gumowych. Przez każdy korek przechodzi rurka szklana. Jedną z nich wychodzi nazewnątrz, druga rozszerza się lekko wewnątrz komory. Przez rurki i blaszankę wdmuchuje się stale powietrze do komory. Hygrostat włosowy uruchamia relais, zapalające i gaszące żarówkę.

KOMUNIKATY Z LABORATORJÓW

M. Wolfke. *Uwaga dotycząca pierwszeństwa idei molekuł kwantowych.* (Z powodu pracy R. C. Majumdera i D. S. Kothari ¹⁾. (Nadesłane 18.V.1930).

W powyżej wymienionej pracy autorzy przypisują pierwszeństwo idei molekuł kwantowych (wielokrotnych fotonów) niemieckiemu fizykowi W. Bothe'mu. Wobec niesłuszności tego twierdzenia pozwałam sobie przytoczyć krótką historię powstania tego pojęcia w rozwoju statystyki promieniowania zrównoważonego.

Już w roku 1911 A. Joffe zrobił luźną uwagę, że dla wyprowadzenia prawa promieniowania Plancka na podstawie fotonów należy przyjąć asocjację tych fotonów w kwanty wielokrotne. W roku 1913 wyprowadziłem prawo Plancka, opierając się na hipotezie Einsteińskich fotonów, i w polemice z G. Krutkowym, dotyczącej tych prac, po raz pierwszy zostało użyte pojęcie molekuł kwantowych. Koncepcję tę rozwinąłem obszerniej w roku 1921, dowodząc, że promieniowanie zrównoważone jest zespołem promieniowań, z których każde poszczególne składa się z niezależnych od siebie molekuł kwantowych: $h\nu$, $2h\nu$, $3h\nu$ i t. d. Tę samą myśl wypowiedział L. de Broglie w rok później, prawdopodobnie bez znajomości moich publikacji. W roku 1923 amerykański fizyk H. Bateman oparł się w pracy swej nad statystyką promieniowania czarnego na otrzymanych przeze mnie wynikach, a dopiero po nim ogłosił W. Bothe prace o kinetyce fotonów, w której zresztą cytuję moją publikację.

Zakład Fizyczny I Politechniki Warszawskiej. (Zs. f. Physik. 61. 725. 1930). *Autoreferat.*

Laura Kaufman. *Badania nad pochodzeniem różnic wielkości ciała, wraz z opisem nowej metody kultur in vitro jaj kur i gołębi.* (Nadesłane 23.V.1930).

Z pracy dawniejszej wносиła autorka, iż zarodki kur i gołębi po 3 dniu wylęgania złożone są z jednakowej liczby komórek, różniących się wielkością. Obecnie rozciąga swoje badania na okresy, poprzedzające 3 dzień wylęgania. Jako domniemaną przyczynę różnic wzrostu można tu wziąć pod uwagę:

1) różnicę początku wzrostu, 2) różnicę wielkości zawiązków ciała i 3) różnicę szybkości wzrostu. Za pomocą specjalnie wypracowanej metody hodowli in vitro całych zarodków kur i gołębi autorka stwierdziła, że występowanie smugi pierwotnej, które należy uważać za początek wzrostu ciała, u obu zarodków jest jednoczesne. Wymiary linjowe przedniej części ciała zarodków 1½-dniowych kur i gołębi stały do siebie w stosunku 1,2:1, powierzchnie zaś w stosunku 1,47:1. Stosunek objętości obliczono jako równy 1,76:1. Objętości obu zarodków różnią się tak, jak ich ciężary po 3 dniu wylęgania. Twierdzenie Levia o jednakiej wielkości zarodków oparte jest na porównaniu tylko wymiarów linjowych, które istotnie różnią się nieznacznie. Autorka wnioskuje, że różnice wielkości zawiązków, a nie różnice tempa wzrostu są przyczyną różnic wielkości ciała zarodków kur i gołębi.

(Z Państw. Inst. Gosp. Wiejsk. w Puławach). Ukaże się w Acta Biol. Experim. *Autoreferat.*

Laura Kaufman. *Analiza czynników, kształtujących przebieg wzrostu na podstawie badań nad wzrostem kur i gołębi.* (Nadesłane 23.V.1930).

W jednakowych warunkach otoczenia (w wylęgarni) zarodki kur i gołębi rosną w sposób analogiczny, t. j. krzywe ich absolutnych ciężarów mają przebieg zgodny, a tempo ich wzrostu nie wykazuje istotnych różnic. Serce, wątroba, przewód pokarmowy i mózg rosną u zarodków kur i gołębi jednakowo szybko, nerka i oko gołębia rośnie prędzej, a pranerce wolniej, niż analogiczne narządy u kury. Krzywe stosunku ciężarów narządów do ciężarów ciała różnią się wybitnie dla poszczególnych narządów, natomiast krzywe homologicznych narządów kur i gołębi mają przebieg podobny. Od początku rozwoju stosunek narządów, zdobywających energię do narządów zużywających ją, jest u gołębia korzystniejszy, niż u kury. Ta odmienna korelacja narządów powoduje wyższą wrotną zdolność wzrostową gołębia, niż kury, mimo jednakowej pierwotnej zdolności wzrostowej przeważającej liczby ich narządów. U kury tempo wzrostu spada w życiu po-zaembrjonalnym, natomiast u gołębia podnosi się w pierwszym tygodniu prawie dwukrotnie. W pierwszym miesiącu tempo wzrostu jest u gołębia 2 razy wyższe, natomiast w drugim i trzecim około 14

¹⁾ Zs. f. Physik. 60, 250 (1930).

razy niższe, niż u kury. Różnica wzrostu pozajajowego zależy od różnej korelacji narządów i różnych warunków zewnętrznych, (pokarm, sposób życia).

Kształt krzywych wzrostu zależy wybitnie od warunków zewnętrznych, a poszczególne fazy nie odpowiadają u różnych zwierząt jednakowym okresom biologicznym. Pomiedzy poszczególnymi odcinkami krzywych wzrostu różnych zwierząt niema proporcjonalności, wyznaczanie równowartościowości wieku oraz ciężaru zwierząt podczas dłuższych okresów ich życia nie jest zatem możliwe.

(Z Państwowego Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach). Ukaze się w Pamiętniku tegoż Instytutu. *Autoreferat.*

S. Saksówna. *O przemianie mineralnej podczas głodu u psa.* (Nadesłane 27.V.1930).

W trzech doświadczaniach, wykonanych na psach, oznaczono ilościowo zawartość głównych składników mineralnych (Na, K, Ca, Mg, Cl, S całkowitej i nieorg., P całkowitej i nieorg.), oraz azotu i amoniaku w codziennie zbieranym moczu i w kale, pochodzącym z okresu odżywiania i 10-o dniowego głodu.

W pierwszych 2—3 dniach głodu intensywność wydalania wszystkich badanych składników gwałtownie się zmniejsza, nie ulegając już znaczącym zmianom w późniejszych dniach głodu, w których tylko Ca i P zostają wydalane w zwiększonej ilości. Jednym z ciekawszych wyników pracy jest stwierdzenie, że w okresie głodu ustrój traci najwięcej potasu i, że w miarę rozpadu tkanek zostaje on całkowicie z organizmu wydalany. Przeprowadzone analizy popiołu poszczególnych tkanek i narządów pozwalają przypuszczać, że mięśnie i wątroba są głównym źródłem składników mineralnych, wydalanych podczas głodu; Ca i P są usuwane ponadto ze szkieletu, jednakże w innym stosunku, niż się w nim znajdują.

(Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego). Ukaze się w Acta Biol. Exper. *Autoreferat.*

Wiktor Kemula. *Przyczyny polaryzacji przy elektrolizie soli rtęciowych.* (Nadesłane 28.V. 1930).

Podczas elektrolizy soli rtęciowych na elektrodach rtęciowych obserwujemy z wzrostem E. M. S. polaryzacji wzrost natężenia prądu, który odpowiada prawu Ohma, co odpowiada dokładnie elektrochemicznym procesom, przebiegającym ściśle termodynamicznie.

W tych samych warunkach elektroliza soli rtęciowych a specjalnie $Hg(CN)_2$ wykazuje zjawisko „przebiecia”. Badania wartości tego „przebiecia” metodą „polarograficzną” wykazało, że z 0,01 norm. $Hg(CN)_2$ rtęć się zaczyna wydzielać przy $-0,200$ v., z 0 001 norm. $Hg(CN)_2$ przy $-0,242$ v. (od norm. elektrody kalom.), niezależnie od obecności innych elektrolitów.

Przebiecie jest spowodowane powolnością jonizacji $Hg(CN)_2$; jonizacja molekuly następuje, gdy wpadnie ona do warstwy spadu potencjału katodowego. Ilość molekuly, zdolnych do jonizacji jest obliczona kinetycznie. Przebieg obliczonych tą drogą krzywych zależności natężenia prądu od E. M. S. polaryzacji — odpowiada krzywym eksperymentalnym.

(Instytut Chemii Fizycznej Uniwersytetu Karola w Pradze). Ukaze się w Collection des travaux chimiques de Tchecoslovaquie. *Autoreferat.*

S. Ż. Różycki. *Dyzlokacje dyluwialne w okolicy st. Złoty Potok.* (Nadesłane 28.V.1930).

Badania geologiczne prowadzone ostatnio w okolicy stacji kol. żel. Złoty Potok (25 km. na wschód od Częstochowy) pozwoliły stwierdzić szereg zaburzeń dyluwialnych, którym uległy utwory kredowe.

Zaburzenia te mają naogół charakter fałdowań o nieznacznej kilkunastometrowej amplitudzie i równie niewielkiej rozpiętości. Maksymalna dająca się obserwować rozpiętość skrzydeł synkliny niewiele przekracza 100 metrów.

Dyluwialny wiek tych fałdowań stwierdza niezbitcie odsłonięcie w okolicy Zalesic, gdzie ponad piaszczystą nieco „lessowatą” gliną z gładzikami północnymi — leży odwrócona serja utworów kredowych złożona z piaszczystych margli dolnego turonu (w części dolnej) oraz z piasków glaukonitowych i piaskowców cenomanu (w części górnej).

(Z Zakładu Geologii i Paleontologii Uniwersytetu Warszawskiego). *Autoreferat.*

W. Mazurkiewicz i H. Bukowiecki. *Mikrofotografia w ciemności.*

Załączone do pracy 18 rysunków otrzymano za pomocą mikrofotografii obrazów, które wystąpiły na błonach fotograficznych przez kontakt tak z żywymi, jak obumierającymi i martwymi obiektami roślinnymi. Kontakt ten stosowano przez jedną, dwie lub trzy doby w ciemności, w wilgotnej komorze powietrznej, w zwykłej temperaturze. Obrazy powyższe przemawiają za tem, że błona fotograficzna stanowi bardzo czuły odczynnik na różnorodne substancje utleniające się, a znajdujące się nie tylko w błonach komórkowych i komórkach, lecz również poza komórkami roślinnymi.

Mechanizm działania na błonę fotograficzną substancji utleniających się może być sprecyzowany jedynie po szeregu uzupełniających doświadczeń.

(Zakład Farmakognozji U. W.). Acta Biol. Experiment. T. IV, Nr. 13, 1930, str. 287. *Autoreferat.*

Emma Eisenberg - Hamburg. *Wpływ strontu na ruch Paramaecium.*

W roztworze soli strontu ($SrCl_2$, $SrBr_2$, SrJ_2 , $SrSO_4$, $Sr(NO_3)_2$) Paramaecium wykonywa co kilkanaście sekund krótkotrwały ruch wstecz, po którym każdorazowo znów płył przed siebie. Żaden inny katjon nie powoduje tak charakterystycznych ruchów wstecznych.

Wyrazistość reakcji wstecznej zależy od stężenia Sr w roztworze (zależność prosta), zarówno jak i od anionu. O ile jednak roztwory są toksyczne — zależność się odwraca lub też cofanie się nie występuje wcale. Omawiane więc ruchy w żadnym razie nie są objawem zatrucia, przeciwnie; w obecności Sr cofa się tylko zdrowa komórka pierwotniaka.

Jest prawdopodobne, że zachodzą przytem zmiany w koloidach protoplazmatycznych. Wymoczki cofają się czasem w roztworach soli Ba, Rb i Cs (zjawisko mniej charakterystyczne i trudniej uchwytne niż w solach Sr), które są bardzo bliskimi sąsiadami strontu w tablicy Mendelejewa; a więc fizyko-chemiczne pokrewieństwo wszystkich czterech katyonów może stanowić o ruchach wstecznych. Niektóre komórki rozpadają się w obecności Sr, Rb i Cs na poruszające się nadal połowki — zjawisko związane może z pewnym ustosunkowaniem do okresu podzielnosci, a więc do zmian w koloidach. Poza tem plazma komórek utrwalanych sublimatem po uprzednim ich pobycie w soli Sr, wykazuje wybitne zmętnienie.

Jeżeli pozostawić wymoczki samym sobie — cofają się one w odpowiednich środowiskach w ciągu całych tygodni. Można jednak reakcję tę usunąć przez dodanie katjonu Ca (jedyniel), który całkowicie znosi cofanie się, spowodowane obecnością Sr.

(Zakład Fizjologii Ogólnej Wolnej Wszechnicy Polskiej). Acta Biol. Exp. T. 4, Nr. 11, 1930, str. 261. *Autoreferat.*

OCHRONA PRZYRODY

WARSZAWSKI OGRÓD ZOOLOGICZNY.

Ogród zoologiczny jest instytucją, której istota, cel i zadania nie skryształizowały się jeszcze w umysłach ludzkich. Faktycznie zjawiał się on bardzo dawno, i w różnych okresach czasu zadania jego pojmowane były inaczej, a po dziś dzień różne warstwy i sfery publiczności zapatrują się nań w najrozmaitszy, mniej lub więcej zamierzchłych czasów sięgający sposób.

Bodziec duszy ludzkiej, który wywołuje istnienie ogrodów zoologicznych jest, zdaje się, tak stary, jak sam człowiek i mimo tak wielkiej zmiany, jakie wywołała w ludzkości cywilizacja, pozostał ten sam. Jest nim wrodzona ludziom chęć hodowania, połączona z ciekawością, jaką człowiek zawsze żywił do istot, które wśród otaczającego go świata były doń najbardziej podobne.

Nie będziemy zapewne dalecy od prawdy, przypuszczając, iż wielokrotnie człowiek jaskiniowy po ciężkiej przeprawie z matką jakiegoś zwierzęcia, której zwłoki dostarczyły mu pokarmu lub skóry na odzienie, przynosił do jaskini małe—zbyt drobne dla natychmiastowego skonsumowania i hodował je poprostu z ciekawości, a być może ze współczucia, jakie zawsze na wszelkich stopniach cywilizacji u ludzi, a jak się zdaje i wśród zwierząt, budzi niezdarny i niezaradny drobiazg.

To też do lat ostatnich tylko zadaniom zaspakajania żadnej sensacji ciekawości tłumów służył ogród zoologiczny, rywalizując pod tym względem skutecznie z muzeum przyrodniczym, nad którym miał zawsze przewagę tak działającej na człowieka dynamiki wystawianych okazów.

Muzeum zoologiczne jednak, ustępując pod względem atrakcyjności menażerji lub ogrodom zoologicznemu, modernizowało się, znalazło inny cel, inne zastosowanie, stając się instytucją ośrodkową i pomocniczo-naukową, jako zbiór materiałów dla badawczej pracy morfologicznej. Natomiast święcący triumfy jako ośrodek widowiskowo-rozrywkowy ogród zoologiczny, reprezentowany często przez cyrkowe menażerje, po dziś dzień jeszcze nie wkroczył na właściwą drogę, nadającą mu inne cele i zadania niż wywoływanie i zaspakajanie sensacji.

Po dziś dzień ogród zoologiczny nie został wciągnięty w orbitę zainteresowań naukowej pracy badawczej zoologów. I choć chwila stworzenia ogrodów zoologicznych, poświęconych pracy czysto badawczej jest już niedaleka, to dziś jeszcze fizjologowie i biologowie, jako ci, którzy w pierwszym rzędzie korzystają mogliby z materiału, jakim rozporządzają ogrody zoologiczne, odnoszą się do nich z nieufnością i skutkiem tego przez szereg lat fizjologia porównawcza operuje głównie nie zawsze

uprawnionemi uogólnieniami obserwacji, poczynionych na psie, króliku, śwince morskiej, myszy lub żabie.

Przyczyną tego stanu rzeczy jest, jak wspomnieliśmy, poprostu nieświadomość, w jakich dziedzinach i w jakim kierunku społeczeństwo ma wyzykiwać ogród zoologiczny.

Jedni uważają go stale tylko za widowisko dla szerokich tłumów publiczności i wśród tych znajdujemy stały odsetek osób zwalczających ogrody zoologiczne, jako miejsca rzekomej męczarni zwierząt. Inni jako pozytywny cel ogrodów stawiają pewne wartości dydaktyczne przy nauczaniu przyrody.

Najliczniejsi traktują ogród z punktu widzenia badawczo naukowego.

Wreszcie po ostatnich sukcesach moralnych ogrodów zoologicznych, związanych z przetrzymaniem przy życiu żubra, niektórzy chcieliby, aby ogród zoologiczny był stałym rezerwatem dla gatunków wymierających, ewentualnie terenem hodowlano-aklimatyzacyjnym dla zwierząt egzotycznych.

Te cztery cele, dla których może istnieć ogród zoologiczny, posiadają swoje odpowiedniki w istniejących już ogrodach i instytucjach pokrewnych.

Największy odsetek ogrodów należy do typu widowiskowo-rozrywkowego, przyczem zdobywanie środków materialnych dla zapewnienia dywidendy akcjonariuszom jest główną troską dyrekcji.

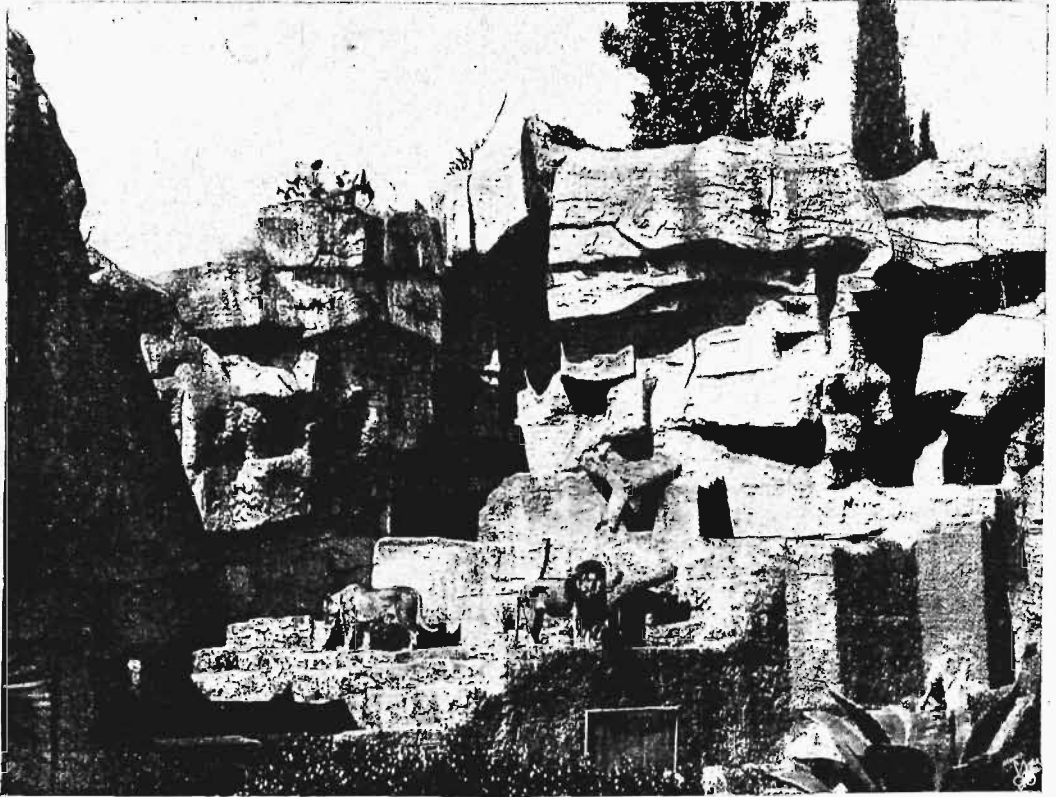
Ten typ ogrodów rozwinął się mniej więcej niespełna sto lat temu, jako ustalenie wędrujących dotychczas menażerji.

Typ hodowlano-rezerwatowy ma swój odpowiednik w zwierzyńcach i rezerwach państwowych.

Nawet ogrody dydaktyczne, głównie zresztą o charakterze regionalnym, zaczynają się tworzyć przy większych ośrodkach szkolnych.

Niema jednak dotychczas ogrodów, które byłyby poświęcone tylko celom badawczym.

Przyczyny tego stanu rzeczy szukać należy w tem, że do ogrodu zoologicznego nie trafili jeszcze ci naukowcy, dla których ogród jest głównym ośrodkiem materiału pracy, a mianowicie fizjologowie porównawczy. Ani bowiem systematycy, ani ekologjści, ogród zoologiczny żadnych usług oddać nie może. Pierwsza materiał znajdzie w muzeum, zaś obserwacje ekologiczne robić można tylko na terenie życia zwierzęcia. Natomiast fizjolog, wyzwoliwszy się z ciasnych ram zwierząt laboratoryjnych, nota bene zazwyczaj trzymany w niewłaściwych warunkach, wcześniej czy później będzie zmuszony zwrócić swój wzrok na ogród zoologiczny, jako dostarczyciela porównawczego materiału różnych a racjonalnie hodowanych zwierząt. Wprawdzie już dziś liczne ogrody wykazują się pracą naukową, dotych-



Skała dla lwów (Rzym).

czasowe jednak prace badawcze w istniejących ogrodach zoologicznych, prócz zresztą ogrodu w Moskwie, który jest poważną placówką naukową, prowadzone są jako pewnego rodzaju luksus, obserwacje są czynione i ogłaszane dość przygodnie tak, że bez wielkiego błędu uznać je można za środek reklamowy. Prace te, idąc po linii najmniejszego oporu, dotyczą przeważnie zagadnień systematycznych, czasem notowane są spostrzeżenia patologiczne, najrzadziej zaś spotykamy notatki z dziedziny zachowania się zwierząt i zoopsychologii.

Po tych uwagach ogólnych, omówimy, którym z wymienionych celów może i winien służyć Ogród Zoologiczny Warszawski.

Założony przed 3 laty, w ciągu swego krótkiego istnienia ulegał już dwukrotnej zmianie pod względem wytkniętego kierunku, pożądane zatem będzie jaknajszersze uświadomienie ogółu o celach i zadaniach Ogrodu Warszawskiego — aby uprzytomnić sobie i społeczeństwu obowiązki, jakim instytucja ta podołać musi, względnie, może. Wiąże się to jednak z ogólną polityką organizacyjną ogrodów zoologicznych w Polsce.

Epidemja zakładania ich bowiem jest w tej chwili nagminna.

Sano przez się rozumie się, że trudno narzucić przymus ośrodkom miejskim tworzenia lub nie tworzenia ogrodu. Natomiast presja opinii zoologów, nauczycieli przyrody i przyjaciół zwierząt z jednej

strony, z drugiej racjonalne udzielanie zapomóg przez Ministerstwo Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego mogłoby pod tym względem wprowadzić pewien ład i planowość roboty. Tem to pilniejsze, że jak wspomnieliśmy, przykład Warszawy, która z taką szybkością stworzyła sobie ogród zoologiczny, pobudził cały szereg miast do naśladownictwa.

Nadać tym wysiłkom jakiś wspólny i planowy kierunek byłoby sprawą konieczną.

Dużych ogrodów reprezentacyjnych może być w Polsce tylko bardzo niewiele. Tylko to miasto bowiem może bez deficytu utrzymać duży ogród o typie europejskim, które zapewni mu możliwość uzyskania z biletów około 400.000 — 500.000 zł. rocznie. W przeciwnym przypadku mowy niema o tem, aby zwierzęta mogły mieć właściwą żywność i opiekę. A nie wspominamy już o zakładowym kapitale przynajmniej 2 — 3 milionów zł. na najniezbędniejsze inwestycje budowlane.

Należy bowiem pamiętać, że w nowoczesnym ogrodzie zoologicznym nie wolno zwierząt przetrzymywać na modłę menażerji, a że muszą one otrzymać warunki pod względem przestrzeni, światła i ciepła jaknajlepsze, aby „okaz” miał wszelkie możliwości normalnego rozwoju i mnożenia się. Dlatego też mniejsze ośrodki miejskie winny dążyć do utworzenia ogrodów — zwierzyńców z fauną regionalną, więzienie bowiem w małych klatkach lwów

i tygrysów dla zaspokojenia chęci pochwalenia się zwierzęciem egzotycznym paczy zdrową linię rozwoju ogrodów zoologicznych, wywołując zupełnie słuszną w pewnej części społeczeństwa odruch współczucia w stosunku do męczonogo zwierzęcia, a stąd usprawiedliwioną niechęć wogóle do ogrodów zoologicznych.

W nowocześnie urządzonych ogrodach większość zwierząt może już posiadać warunki zupełnie dobre, co w związku z tem, że duża część zwierząt ogrodowych nie jest importowana, a już od kilku pokoleń rodzona w niewoli, przetwarza ogrody zoologiczne z „więzień” w ośrodki hodowlano-aklimatyzacyjne.

Warszawski Ogród Zoologiczny posiada teren niezbyt fortunny pod względem położenia, bowiem, szczególnie dla zwierząt górskich i stepowych, leży zbyt nisko i jest zbyt wilgotny. Natomiast przestrzenie, któremi rozporządza i które czynią go jednym z największych zooparków w Europie, pozwalają na zastosowanie wszelkich nowoczesnych urządzeń, jakie technika i doświadczenia lat ostatnich w tej dziedzinie wyłoniły.

Pragnąc uzyskać maximum efektu dydaktycznego zarówno w stosunku do uczącej się młodzieży, jak dla szerszych warstw publiczności, zastosowano w rozplanowaniu przyszłego ogrodu system geograficzny rozmieszczenia zwierząt, według części świata przez nie zamieszkiwanych. Mimo, iż system ten jest zarówno droższy, gdyż wymaga większej ilości pomieszczeń, jak i trudniejszy do opanowania administracyjnego, bowiem zamiast naprzykład wspólnego „Raubtierhausu”, gdzie mieściłyby się razem lwy, jaguary i tygrysy, wystawić trzeba kilka pawilonów drobniejszych, system ten da jednak możliwość indywidualnego traktowania zwierzęcia, — dawania odpowiedniej wilgotności tygrysom bez szkodenia tem lwom, utrzymywania wyższej temperatury dla lampartów bez rozdzielakania przez to pum i lwów czy tygrysów.

Tego rodzaju pawilony wiązą się w konsekwentną całość systemu tworzenia stosunkowo małych pomieszczeń zimowych o wielkich, fosami tylko od publiczności oddzielonych wybiegach.

Praktyka bowiem wykazała, iż nawet zwierzęta podzwrotnikowe, jeżeli rozporządzają dostatecznym terenem do wybiegu, mogą być wypuszczane bez szkody dla siebie nawet podczas względnie mroźnej zimy.

Wartości estetyczne, jakie pozwala wydobyć tego rodzaju sposób planowania ogrodu, polegają na ukrywaniu i maskowaniu budynków przez zasłanianie ich sztucznymi skałami lub zielonością, dzięki czemu otrzymuje się spotęgowane wrażenie pewnej egzotyczności, zamiast naszpikowania niewielkiego zwykle terenu ogrodu zoologicznego więcej lub mniej brzydkimi pawilonami.

Częste trzymanie zwierząt na wolnym powietrzu, możliwość wybiegania się dowoli, daje im zupełnie inne warunki zdrowotności, aniżeli szyby przepuszczające promienie ultrafioletowe, sztuczne zimne i ciepłe deszcze, ozonatory i t. p. urządzenia, któremi starano się uzdrowotnić wnętrza dużych pawilonów. Jednocześnie tą drogą uzyskujemy dalsze perspektywy widokowe i otrzymujemy możliwość komponowania pewnych krajobrazów, których zwierzęta stają się elementami zasadniczymi. Naturalnie, że dla osiągnięcia tego celu niezbędne jest całkowite wyeliminowanie systemu krat i klatek.

Racjonalne rozplanowanie odpowiedniej szerokości fos z wodą pozwoli na przegrodzenie zwierząt bez jednoczesnego zeszczenia pejzażu przykremi sztachetami prętów lub plecionką siatek.

Przystępując do zrealizowania podobnego programu, posiadamy pełną świadomość jego niewykonalności w chwili obecnej, jednak planując jak najszerzej, a rozkładając wykonanie na szereg lat, możemy mieć nadzieję, że z czasem Warszawski Ogród Zoologiczny spełni te najważniejsze zadania ogrodu wielkomięjskiego:

1) Dostarczy badaczom zwierząt zdrowych i normalnych fizjologicznie.

2) Da młodzieży i publiczności możliwie prawdziwe wyobrażenie o postaciach zwierzęcych i ich rozmieszczeniu geograficznym.

3) Będzie stałym krzewicielem zainteresowania zwierzętami i zamiłowania do nich wobec częstego z nimi kontaktu.

Jan Zabiński.

K R Y T Y K A

J. H. Jeans. *EOS czyli granice astronomji*. Przekład Janiny Sujkowskiej. Przejrzał Bruno Winawer. Warszawa, Biblioteka groszowa. Str. 116. Tabl. 6.

Niewielka ta książeczka jest przekładem dzieła, które ukazało się w znanym zbiorze „To-day and To-morrow” (dziś i jutro). To niezwykle interesujące wydawnictwo składa się z kilkudziesięciu tomików, pisanych przez wybitnych uczonych, publicystów i literatów angielskich. Każdy tomik, oprócz tytułu właściwego, ma jeszcze tytuł symboliczny, zapożyczony najczęściej z mitologii, lub galerji wielkich imion Grecji. Celem kolekcji jest

przedstawienie tendencyj rozwojowych wszystkich dziedzin współczesnej myśli, życia kulturalnego, a nawet form społecznych i politycznych. Tomiki poświęcone nauce nie mają, ściśle biorąc, charakteru popularyzacji naukowej; są to raczej próby syntezy, potrącające często o zagadnienia filozoficzne, ich nuta oryginalna polega na tem, że opierając się na stanie dzisiejszym danej umiejętności, snują „wizje przyszłości”, przepowiednie o tem, jak ta nauka będzie się przedstawiała za lat kilkanaście lub kilkadziesiąt. Jak się zdaje, kolekcja ta cieszy się w Anglii dużą poczytnością, co jest tem bardziej zadziwiające, że jest utrzymywana na wysokim po-

ziomie i naogół odbiega od typu książek, popularyzujących wiedzę.

Książka *Jeansa* różni się od innych tomików „*To-day and To-morrow*” tem, że jest to prosto dziełko popularne o głównych zagadnieniach astrofizyki współczesnej. Popularyzacja nauki w Anglii ma za sobą wielką tradycję rzeczy świetnych, klasycznych; dość wymienić „*Dzieje świecy*” *Faradaya* lub „*Materję i ruch*” *Maxwella*. „*Eos*” stoi całkowiec na wysokości tej tradycji. *Jeans* jest zresztą szeroko znany nie tylko, jako słynny uczyony, ale także jako znakomity popularyzator. Dorównywa mu *Eddington*. Obu tych pisarzy cechuje talent literacki, styl łatwy i potoczny, dar prostego przedstawienia trudnych zagadnień, umiejętność rozciągania szerokich widnokręgów, mistrzowskie operowanie porównaniami. W pismach *Eddingtona* jest może więcej specyficznego anglosaskiego humoru, w rzeczach *Jeansa* jest więcej prostoty i harmonji.

Jest rzeczą godną ubolewania, że dzisiaj w Polsce popularyzacja nauki traktowana jest po macoszemu. Biorą się do niej najczęściej niepowołani, tworząc efemerydy bez wartości. Ludzie, którzy o wielkich zagadnieniach nauki mogli i powinni pisać, którzy tworzyliby rzeczy prawdziwe i piękne, „nie mają na to czasu”. Niewątpliwie winien jest temu całokształt naszych stosunków, w których ludzie, czynni naukowo, przeciążeni są różnemi obowiązkami. Zdaje mi się jednak, że jest inna przyczyna: ogół uczonych lekceważy sobie sprawę popularyzacji, nie dostrzega jej olbrzymiego znaczenia kulturalnego i czysto naukowego. Ten ostatni moment uwydatni się jasno, gdy zważymy, że nauka rozwijać się może normalnie tylko w społeczeństwie, które ją kocha i ocenia. A przecież nie brak nam wzorów, jak o nauce pisać pięknie i prosto, że wymienię tylko pisma *Witkowskiego*, *W. Natanson*a, *Raciborskiego*, *Nusbauma*.

Nie będę tu referował treści książki *Jeansa*, tembardziej, że stanowi ona w gruncie rzeczy roz-

winięcie poglądów, streszczonych w 5 zeszytcie „*Wszzechświata*” p. t. „*Budowa Wszzechświata*”. Po-wiem tylko, że pełna jest wiadomości, które zapalić muszą wyobraźnię w najwyższym stopniu. Poprze-staną na kilku cytatach. „*Ludzkość—wyobraźmy ją sobie, jako istotę, która ma żyć normalnie lat 70 — urodziła się w domu, wybudowanym przed 70 laty i ma w tej chwili — trzy dni*”. „*Przez największy teleskop świata*” dostrzegamy ciała niebieskie” tak przeraźliwie dalekie iż światło... dochodzi od nich do ziemi po upływie 140.000 milionów lat”. „*Ilość ziarenek piasku*” równa prawdopodobnej licz-bie gwiazd we wszzechświecie, rozsypanego na po-wierzchni Anglii, utworzyłaby warstwę grubą na setki metrów”. „*Obserwacja i teoria* wykazują zgod-nie, że wszzechświat roztopia się w promieniowa-niu”. „*Podług danych kosmologicznych życie ogra-nicza się do niesłychanie małego zakątka wszzech-świata*”. „*Normalna gwiazda i normalna mgławica* tyle tylko mają wspólnego z życiem, że je uniemo-żliwiają”.

Przekład jest zupełnie poprawny. Prawdziwą ozdobą książki są wspaniałe fotografie mgławic, zapożyczone z najnowszych publikacji wielkich ob-serwatorów amerykańskich. *L. Wertenstein*.

F. Krawiec. Lichenotheca Polonica. Lichenes Posnanienses (1 — 50).

Zakład Botaniki Systematycznej Uniwersytetu Poznańskiego wydaje obecnie pierwszą polską lichenotekę, obejmującą 50 gatunków porostów po 50 egzemplarzy, zebranych w bliźszej okolicy Poznańa. Są to gatunki pospolite, charakterystyczne dla Wielkopolski (prawdopodobnie również dla całego nizu). Dają one zatem krótką charakterystykę flory porostów terenu, który pod względem lichenologicznym nie był dotychczas zupełnie badany.

Wydawnictwo to zostało podjęte celem otrzy-mywania drogą wymiany zbiorów porostów lub też roślin naczyniowych, a tem samem wzbogacenia zbiorów zakładu.

M I S C E L L A N E A

STACJA DLA BADAŃ NAD ANTROPOIDAMI.

Fundacja Rockfeller'a ofiarowała dol. 500,000 Uniwersytetowi w Yale (New Haven U. S. A.) dla zorganizowania w Orange Park w New Haven stacji dla hodowli i badań małp człekokształtnych. Stacja ta, której kierownikiem jest znakomity zoopsycholog R. Yerkes z Yale, ma na celu przedewszystkiem badania psychologiczne i fizjologiczne nad antropoidami.

KONGRES CYTOLOGÓW DOŚWIADCZALNYCH.

Pomiędzy 4 a 9 sierpnia r. b. odbędzie się w Amsterdamie II Międzynarodowy Kongres Cytolo-

gów Doświadczalnych. Program przewiduje liczne komunikaty zwłaszcza z dziedziny hodowli tkanek. Zostanie również poddana dyskusji sprawa promieniowania mitogenetycznego. Referaty wygłoszą: Rh. Erdmann, Krontowski, Burrows, Gurwitsch, Möllendorff, Levi, Olivo, Péterfi, Chambers, Polycard, Chlopin i in.

ś. p. WŁADYSŁAW POLIŃSKI.

Dnia 2 czerwca r. b. zmarł w Warszawie w wieku lat 45 Dr. Władysław Poliński, profesor Wol-nej Wszechnicy Polskiej i Szkoły Głównej Gospo-darstwa Wiejskiego. Życiorys Zmarłego podamy w następnym zeszytcie.

OD REDAKCJI.

Następny (7) zeszyt „*Wszzechświata*” ukaże się dn. 16 września r. b. Zeszyt 11, zawierający biblio-grafię przyrodniczą polską za rok 1930, rozeszlemy naszym Czytelnikom w dniu 16 lutego 1931 r.

ACTA BIOLOGIAE EXPERIMENTALIS

t. IV, 1929.

M. ŁASKOWSKI (Warszawa): O pobieraniu tlenu przez skórę u żaby.—
Z. KOEHLER † (Kraków): Rozpuszczalność związków fosforowych zarodków
żyta. — J. DMOCHOWSKI (Warszawa): O purynach mięśni. — M. CHEJFEC (War-
szawa): Długość życia *Paramecium caudatum* w związku z odżywianiem.—
BR. ZAWADZKI (Warszawa): Badania nad rozmieszczeniem niektórych kry-
staloidów w układach koloidalnych, zbliżonych do cytoplazmy. — Z. CZER-
NIEWSKI (Warszawa): *Spirostomum ambiguum* Ehrbg. Studja biologiczne.
Cz. I. — D. ASSENHAJM (Warszawa): O ilościowym oznaczaniu puryn w kwa-
sie nukleinowym drożdżowym metodą Steudela. — O. KRAUZE (Warszawa):
Przyczynę do poznania zachowania się ćzdzownicy. — T. CYGOWA (War-
szawa): Studja anatomiczno-ekologiczne nad liśmami storczyków krajowych.—
J. M. ZDUNKIEWICZ (Warszawa): O rozkładzie puryn w różnych warunkach
autolizy. — E. EISENBERG-HAMBURG (Warszawa): Wpływ soli strontu na po-
ruszanie się wyimoczka *Paramecium caudatum*. — J. V. SUPNIEWSKI (Kra-
ków): Nowy przyrząd do określania gazowej przemiany materji małych
zwierząt. — L. MAZURKIEWICZ and H. BUKOWIECKI (Warszawa): Photomicro-
graphy in the dark. — BIBLIOGRAPHIA POLONICA.

Cena pojedynczego tomu zł. 25, w prenumeracie zł. 20.

Administracja: INSTYTUT im. NENCKIEGO, Warszawa, Śniadeckich 8, tel. 536-31.
Skład gł.: „Ekspedycja Kasy im. Mianowskiego“, Warszawa, Nowy-Świat 72, Pałac Staszica.

ARCHIWUM HYDROBIOLOGJI i RYBACTWA

t. IV z. 1—2.

L. RETOWSKI. Materiały do biologji planktonu zbiorników zalewo-
wych na zasadzie badań w delcie rzeki Wołgi. Referaty, notatki, bibliografja.

Cena pojedynczego tomu zł. 10.

Adres Redakcji i Administracji: Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach, poczta Suwałki.
Skład gł.: „Ekspedycja Kasy im. Mianowskiego“, Warszawa, Nowy-Świat 72, Pałac Staszica.

F O L I A M O R P H O L O G I C A

Organ Polskiego Towarzystwa Anatomiczno-Zoologicznego.

Tom II, zes. 1, 1930.

K. Neugebauer. Przypadek nieprawidłowego przyczepu głowy długiej
mięśnia dwugłowego ramienia, prawdopodobnie spowodowany przez mo-
czanowe zapalenie stawu barkowego. K. Chodkowski. Trzy przypadki
wrodzonej wadliwości stożków tętniczych serca. A. Piotrowski. Dwa przy-
padki wodogłowa wrodzonego, jako następstwo zapalenia opon mózgowych.
F. Krajewski. Statystyka muszel jamy nosowej człowieka i zależność
kształtu jamy nosowej od kształtu twarzy. E. Leblanc, M. Ribet, E.
Curtillet, G. Chevaux, F. Morand, H. Ezes, V. Liaros. Recher-
ches sur les Berbères 1928/29. Personalja. Wiadomości bieżące.

Cena zeszytu zł. 5.

Redakcja i Administracja: Warszawa, Chałubińskiego 5. P. K. O. 12.412

WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO T-WA PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

Wychodzi w 11 zeszytach rocznie w Warszawie, pod redakcją
Jana Dembowskiego ze współudziałem Ludwika Wertensteina.

Adres redakcji i administracji: Warszawa, Polna 40 m. 10. P. K. O. 21 650.
Prenumerata roczna zł. 15, półroczna zł. 8. Numer pojedynczy zł. 1 gr. 50.

Cena ogłoszeń: stronica okładki zł. 300.

Wydawnictwa Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika:

K O S M O S

Wychodzi w dwóch serjach po 4 zeszyty rocznie.

Serja A: **Rozprawy.**

Redaktor: Ignacy Zakrzewski, Lwów, ul. Jabłonowskich 8.
Administracja: F. Stroński, Lwów, ul. Długosza 8.

Serja B: **Przegląd zagadnień naukowych.**

Redaktor: Dezydery Szymkiewicz.
Redakcja i administracja: Lwów, ul. Nabelaka 22.

WSZECHŚWIAT

Jak wyżej.

PRZYRODA i TECHNIKA

Miesięcznik, wydawany staraniem Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika.
Nakładem Sp. Akc. Książnica-Atlas T. N. S. W., Lwów-Warszawa.

Redaktor: M. Koczwara, Katowice, Wydział Oświecenia Województwa Śląskiego.
Administracja: Lwów, ul. Czarnieckiego 12. P. K. O. 149.598.
Prenumerata roczna zł. 8 gr. 40.

Członkowie T-wa im. Kopernika otrzymują w rolnictwa bezpłatnie. „Kosmos“ serja B nie może

wszystkie wymienione wydawany w drodze prenumeraty.