



ARCHAEOPTERYX (ARCHAEORNIS) SIEMENSI DAMES.

Z odlewu gipsowego, należącego do zbiorów Zakł. Geol. i Paleontol. Uniw. Warsz. (zmniejszony dwukrotnie).



PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Nr. 3 (1705—1706)

Maj — Czerwiec 1933

Treść zeszytu: L. Wertenstein: Liczba w fizyce dzisiejszej. L. Lubińska: Chronaksja i jej znaczenie dla badań pobudliwości. E. Stenz: O widmie słonecznym i polskich pracach spektrograficznych nad morzem Śródziemnym. Kronika naukowa. Ochrona przyrody. Krytyka. Miscellanea.

LUDWIK WERTENSTEIN.

LICZBA W FIZYCE DZISIEJSZEJ.

Poszczególne nauki są jak państwa suwerenne, z których każde żyje swoim życiem, nie wtrącając się do spraw wewnętrznych innych państw. Porównanie to chyba o tyle, że nauki naogół utrzymują między sobą przyjazne stosunki, dokonywując podbojów tylko w sferze idealnej, zagarniając coraz nowe *res nullius* z nigdy niewyczerpanego Kontynentu Odwiecznej Zagadki. Czasami oczywiście przytrafiają się zatargi sąsiedzkie, np. fizyka przywłaszcza sobie jakąś prowincję chemiczną. Wynikiem takiego najazdu bywa bądź utworzenie nowego państwa (chemia fizyczna), bądź powstanie terenu pod „mieszanym zarządem”. Stosunki między naukami są, że tak powiemy handlowe, sprowadzają się do wymiany sposobów produkcji, t. j. metod i aparatów, surowców oraz gotowych fabrykatów. Wymianie tej sprzyja służba informacyjna, która zresztą, wzorem prasy w stosunkach międzynarodowych, podaje tylko wiadomości ogólnikowe, sprepara-

wane odpowiednio do potrzeb eksportu.

Od czasu do czasu jednak ta harmonia chłodnej poprawności zostaje zakłócona. Dzieje się to wtedy, kiedy na terenie jednej z nauk ujawniają się prądy rewolucyjne, godzące w podstawowe prawa, którymi się rządzi. Prądy takie nie mogą pozostać bez wpływu na inne nauki, zwłaszcza na „sąsiadów”, na nauki pokrewne tej, która doznała wstrząsu. Metody poszczególnych nauk przyrodniczych różnią się w szczegółach, istnieje jednak pewien wspólny im „duch” przyrodoznawstwa; głębokie przewroty w obrębie jednej z nich nie mogą nie odbić się na innych.

Jest rzeczą zrozumiałą, że w takich okresach nauka, w której powstało ognisko niepokoju, staje się przedmiotem szczególnego zainteresowania, zresztą nie tylko wśród przyrodników, lecz również wśród ogółu myślącej publiczności. Nowe poglądy są szeroko popularyzowane i przedyskutowywane nawet wśród laików, a przewrót w pojęciach zasadniczych czę-

sto krytykowany z punktu widzenia filozoficznego. W ostatnich czasach fizyka zdobyła sobie niejako monopol wzbudzania sensacji tego typu. Kilkanaście lat temu filozofowie i przyrodnicy wszelkiego autoramentu rozstrząsali zagadnienia teorii względności. Obecnie patrzymy już z odłalenia na burzę, jaką rozpętała relatywizacja pojęć czasu i przestrzeni. Mamy dziś za to inne troski. Kryzys, jaki wywołała w fizyce — a przez to pośrednio i w całym przyrodoznawstwie — mechanika kwantowa, jest o wiele głębszy i szerszy. Niektóre jego strony były oświetlane na łamach „Wszechświata”. Mamy tu na myśli zasadę nieoznaczoności i ściśle z nią związane wyrzeczenie się determinizmu¹⁾. Zrozumiałe jest uczucie niepokoju, jakie te nowości budzą poza granicami fizyki; ma się wrażenie niepewności, stąpania po gruncie, który się trzęsie. Nie należy jednak sobie wyobrażać, że fizykom dzieje się lepiej, niż innym. Jak zawsze bywa, najdotkliwiej doświadczają skutków rewolucji jej naoczni świadkowie. Mam tu na myśli fizyków eksperymentatorów, do których sam się zaliczam. Jeżeli jesteśmy sprawcami tych wszystkich katastrof, to mimo naszej woli. Gromadziliśmy pilnie, niezmordowanie nowe fakty doświadczalne, usiłując lojalnie podporządkować je obowiązującemu prawodawstwu. Z czasem stało się, że materiał rozsadził ramy, w które go wtlaczano, jak postępy techniki, przeobrażając gospodarkę społeczną, rozsadzają jej normy prawne. Władzę pochwycili w ręce teoretycy, zbrojni w narzędzia tem straszliwsze, że nikt oprócz nich, nie umie się z nimi obchodzić — metody analizy matematycznej. Ci ludzie, żyjący w świecie czystej abstrakcji, dla których geometrie nieeuklidesowe, niearchimedesowskie; przestrzenie wielowymiarowe; liczby zespolone i ponadzespolone są czemś zwykłym, znaleźli bez trudu w szafach swoich zbiorów, dotąd zamkniętych na cztery spusty, materiał do utkania szat nowej rzeczywistości. Ale

to nowe prawodawstwo fizyczne jest wiedzą ezoteryczną, przywilejem kapłańskim; *profanum vulgus* fizyków przygląda się w milczeniu tajemniczym praktykom teoretyków; poddaje się ich rządóm, ponieważ zaprowadzają ład w terenach zdobytych, a co ważniejsze jeszcze, wskazują kierunki nowych wypraw, jak dotąd z doskonałym skutkiem. Jako przykłady wystarczy wymienić odkrycie dyfrakcji elektronów, bezpośrednio podyktowane przez de Broglie'a teorię fal materji oraz dezintegrację litu (i innych lekkich pierwiastków) zapomocą bombardowania protonami, opisaną w iście proroczy sposób w ostatnich wierszach znanej teoretycznej książki G a m o w a o budowie jądra atomowego.

Nakreślony przed chwilą obraz stosunku fizyki teoretycznej do doświadczalnej jest przejaskrawiony w dwu kierunkach. Po pierwsze, jak zawsze, tak i dzisiaj, wszechwładztwo fizyki teoretycznej jest tylko pozorne. Fizyka doświadczalna idzie własnym niepowstrzymanym pędem, teorie fizyczne regulują, nastawiają, nawet odchylają jej koryto, ale nie są źródłem jej żywotności, jej potęgi. Co pewien czas nadchodzi okres, gdy ukryte moce badania doświadczalnego zaczynają łąbić nowe łożyska, nie ujęte w ramy formalizmu teorii. Przed teoretykami stają wtedy nowe zadania, zachodzi potrzeba stworzenia nowego formalizmu. Jak dotąd, charakterystycznym rysem tego podążania fizyki teoretycznej za eksperymentalną, w celu porządkowania nowych zdobyczy, było posiłkowanie się coraz to nowymi działami matematyki, wypełnianie treścią fizyczną tworów abstrakcyjnych, o których nikt dawniej nie przypuszczał, by mogły znaleźć zastosowanie bądź co bądź praktyczne. Tak np. teoria względności wciągnęła stopniowo w swoją orbitę geometrie nieeuklidesowe, rachunek tensorów, geometrię rzutową. Teorię kwantów w pierwszym okresie istnienia zasilają niemal wyłącznie klasyczne działy matematyki — te same, dla których najlepszym polem stosowania i źródłem na-

¹⁾ P. Białobrzeski, 1930, str. 169.

tchnienia były zagadnienia mechaniki niebios; w obecnej swej postaci, zwanej mechaniką falową, teoria kwantowa coraz więcej narzędzi badania zapożycza z bardziej abstrakcyjnych gałęzi matematyki: wyższej algebry i teorii grup. Trudno przewidzieć co nastąpi w przyszłości, gdy nieunikniony rozwój badań postawi fizyce teoretycznej nowe jeszcze trudniejsze do spełnienia wymagania. Czy wypadnie sięgnąć do nowych rezerw skarbcza wiedzy matematycznej, czy starczy tych rezerw? A może nastąpi nawrót do form mniej skomplikowanych. W każdym razie już dzisiaj nie brak oznak zbliżania się chwili, gdy gruntowna przebudowa obecnych teorii stanie się konieczna. Dwa największe odkrycia roku ubiegłego, odkrycie neutronu i elektronu dodatniego były niespodzianką dla większości teoretyków¹⁾ — a najznakomitszy z nich Bohr nie zawahał się oświadczyć, że jeżeli elektron dodatni „się utrzyma”, całą teorię zjawisk atomowych trzeba będzie przerobić od podstaw.

Tak więc trwałość rządów, jeśli nie fizyki teoretycznej, to przynajmniej teorii obecnych stoi pod znakiem zapytania. Z drugiej strony błędem byłoby sądzić, że stosunek fizyka eksperymentatora do teorii jest bądź biernym poddaniem się, bądź dumną izolacją i stąpaniem własnymi drogami. Istnieje niewątpliwie tendencja do wytworzenia między obiema stronami przyjaznego porozumienia. Zapewne nie wrócą już czasy Newtona, kiedy istniała jedna tylko fizyka, zarazem doświadczalna i teoretyczna, ani nawet późniejsze, w których zaznaczył się już podział na teoretyków jak Laplace lub Clausius i eksperymentatorów jak Cavendish, Volta, Faraday, ale w których możliwe było całkowite opanowanie obu dziedzin przez jednostki wyjątkowe, jak Fresnel, Ampère — i wiele nawet później — Maxwell. Nie

da się cofnąć kierunku ewolucji nauki, polegającego, jak każda ewolucja, na różnicowaniu się. Fizyk doświadczalny nie będzie już zupełnym panem swego odkrycia, będzie musiał oddawać je, jak nieskończony fabrykat do kontroli, nadania ostatecznej formy, przyklejenia etykiety teoretykowi. Ale nie chce on być li tylko wykonawcą, nieświadomym znaczenia własnego dzieła. Odbywa się usilna praca naprzerzuceniem mostu między teorią i eksperymentem. Chociaż forma matematyczna większości rozpraw teoretycznych niedostępna jest eksperymentatorowi, ich treść fizyczna może i musi być zrozumiana. Pamiętajmy o tem, że w gruncie rzeczy każdy formalizm matematyczny ujmuje stosunki między przedmiotami, a przecież te przedmioty i stosunki znane są eksperymentatorowi. Matematyka przedstawia te stosunki abstrakcyjnie, symbolicznie, w niesłychanym skrócie, ale można również opisać je konkretnie, słowami, „po polsku”. Wszystkie niemal zależności matematyczne można ilustrować modelami, które acz niedoskonałe, oddają jednak wiernie niektóre cechy rzeczywistości, a nadewszystko oddają często te same usługi, co formuły matematyczne, pozwalają wnioskować, t. j. przewidywać nowe nieznane dotąd stosunki na podstawie dawnych, znanych. Szczególnie w Anglii, gdzie operowanie modelami posiada starą tradycję, spotykałem wielu fizyków, którzy nie będąc matematykami, nie panując nad formalizmem mechaniki kwantowej, umieją jednak spożytkować samodzielnie jej treść fizyczną i szukać natchnienia do nowych, często owocnych badań doświadczalnych, w rozważaniach „modelowych” wspomnianego typu.

Niezależnie od tego języka „obrazów”, który ma odgrywać rolę Esperanta w stosunkach między teorią i doświadczeniem, coraz większa liczba eksperymentatorów dąży do bezpośredniego opanowania fizyki teoretycznej. O tej tendencji świadczy znaczna liczba książek, wydanych w ostatnich czasach, przedstawiających mechanikę kwantową w ujęciu matematycz-

¹⁾ Istnieje teoria P. A. M. Diraca, która przewiduje istnienie elektronu dodatniego; nie jest ona jednak przyjęta przez większość teoretyków.

nem. Najślynniejsze z nich to „Principles of Quantum Mechanics” P. A. M. Diraca, „Gruppentheorie und Quantenmechanik” Weyla i „Gruppentheoretische Methoden in der Quantenmechanik” B. L. van der Waerdena. Zwłaszcza ta ostatnia książka, dzięki entuzjastycznej ocenie, jaką napisał o niej jeden z twórców mechaniki falowej, E. Schrödinger, doznała szerokiego rozpowszechnienia wśród tych eksperymentatorów, którzy pragną być „uświadomionymi fizykami” i nie chcą pozostawać zanadto w tyle poza wzbierającą coraz potężniej falą inwazji matematycznej. Ale droga do osiągnięcia tego celu jest niewypowiedzianie ciernista. Zakres wykształcenia matematycznego, uważany dotąd za obowiązujący dla fizyka, okazuje się dzisiaj niewystarczający wobec wciągnięcia w orbitę zagadnień fizyki działów matematyki, uważanych dotąd za tabu specjalistów. Sytuacja, jaka się wytworzyła, byłaby nie do pomyslenia w zeszłym stuleciu, gdyż analiza matematyczna, którą posługiwała się fizyka klasyczna, operowała elementarnymi pojęciami: nieciągłego zbioru liczb naturalnych i jego najprostszym uogólnieniem: ciągłego zbioru liczb rzeczywistych. Niemniej i dzisiaj wielu eksperymentatorów śmielszej natury przedziera się przez tę strukturę, usiłując ustalić jego topografię i kierunki jego ścieżek w odniesieniu do interesujących go zagadnień fizycznych.

Największą trudność w opanowaniu metod matematycznych dzisiejszej fizyki teoretycznej stanowi stosowanie pojęcia liczby w sposób o wiele bardziej abstrakcyjny, niż było to praktykowane dotąd. Jak to już zaznaczałem, teorjom klasycznym wystarcza naogół pojęcie liczby rzeczywistej, t. j. ten szczebel uogólnienia pojęcia liczby naturalnej, który powstaje przez dodanie liczb niewymiernych do zbioru liczb wymiernych. W niektórych jednak działach fizyki klasycznej spotykamy się po raz pierwszy z metodą matematyczną, która może być uważana za wstępne studjum do metod używanych

obecnie i dlatego nadaje się do ich zilustrowania. Mam tu na myśli następny szczebel abstrakcji w pojęciu liczby: liczby zespolone. Są to liczby, które oznaczamy symbolem $a + bi$, gdzie a i b są liczbami rzeczywistymi, — i jest jednostką „urojoną”, t. j. pierwiastkiem kwadratowym z jednostki ujemnej. Liczby te są używane nie tylko w fizyce, ale nawet w elektrotechnice: charakteryzują one, ogólnie biorąc, stany drgania, a zatem również i przebiegi prądu zmiennego, który jest najprostszą formą drgania elektrycznego. Umysłnie uczyniłem tu wzmiankę o elektrotechnikach, aby czytelnika usposobić przychylnie do liczb urojonych, które muszą wyrażać jakąś treść realną, jeżeli są potrzebne nawet w technice. Na pierwszy rzut oka wydaje się oczywiście niezrozumiałe przedstawianie wielkości realnych, dostępnych pomiarom fizycznym, zapomocą liczb zespolonych, zawierających jako składniki, liczby urojone. Posłuchajmy jednak co mówią matematycy. Według nich liczba zespolona ma znaczenie pary liczb rzeczywistych, działania zaś między nimi (w których symbol i odgrywa tylko rolę pewnego skrótu rachunkowego) ustalają zależności między parami liczb rzeczywistych, podobnie jak zwykłe działania algebraiczne ustalają zależności między pojedynczymi liczbami rzeczywistymi. Otóż w opisie pewnych zjawisk fizycznych — a do nich należą stany drgania — zmuszeni jesteśmy posługiwać się jednocześnie nie jedną, lecz dwiema liczbami. Mianowicie stan drgania charakteryzują dwie wielkości: jego amplituda oraz jego faza. Przedstawiając natężenie prądu zmiennego zapomocą symbolu $a + bi$, lub równoważnym mu $r \cdot e^{Qi}$ (e — podstawa logarytmów naturalnych), zdobywamy opis matematyczny zjawiska, jaki jest potrzebny fizykom, gdyż r jest amplitudą, Q — fazą. Zadanie fizyka — a również i inżyniera — polegać może na wyliczeniu natężenia, gdy znane jest napięcie prądu zmiennego

¹⁾ Gdy $a + bi = re^{Qi}$, wówczas $r = \sqrt{a^2 + b^2}$, $\operatorname{tg} Q = \frac{b}{a}$

i opór obwodu. Ale te ostatnie wielkości są tego samego typu liczbowego, co natężenie i charakteryzują się również parami liczb rzeczywistych, t. j. liczbami zespolonymi. Widzimy zatem, że matematycznie biorąc, zagadnienie sprowadza się do wyliczenia jednej liczby zespolonej na podstawie znajomości innych liczb zespolonych, a do tego konieczne są owe uogólnione działania algebraiczne, o których mówiliśmy przed chwilą. Ten prosty przykład uwiadcza nam, jak liczby abstrakcyjne powołane być mogą do usług w sprawach bardzo konkretnych.

Bądź co bądź jednak nauka o liczbach zespolonych stanowi część elementarnego kursu analizy, zżyliśmy się z nimi i zrozumienie symbolicznego sposobu posilkowania się nimi w fizyce nie przedstawia zbyt wielkich trudności. Gdy jednak przejść mamy już do pojęcia liczby w fizyce atomu, czuję się w obowiązku uprzedzić czytelnika, że ten pierwszy zastrzyk abstrakcji nie wystarcza. Oto bowiem podstawowy wzór algebry kwantowej $pq - qp = \frac{ih}{2\pi}$ (1). W dziwacznym

tym wzorze, p oznacza składową pędu cząsteczki w pewnym kierunku, q — współrzędną jej położenia w tym samym kierunku, h jest stałą Plancka, i — jednostką urojoną. Wszyscy w dzieciństwie uczyliśmy się algebry i wiemy, że mnożenie jest operacją, spełniającą postulat przemienności. Innymi słowy przyzwyczailiśmy się do uważania wzoru $pq - qp = 0$ nie tylko za słuszny, ale nawet za oczywisty. Nawet liczby zespolone nie sprawiają nam pod tym względem niespodzianki, gdyż mnożenie ich podlega prawu przemienności. Jasne jest przeto, że o ile wzór (1) nie ma być pozbawiony sensu, liczby p i q przedstawiające wielkości fizyczne, nie mogą być ani liczbami rzeczywistymi, ani zespolonymi, lecz jakimiś tworam nieznanymi dotąd w fizyce. Mówię „w fizyce”, gdyż dla matematyków wyrzeczenie się postulatu przemienności w algebrze nie jest niczem niezwykłym i nie przedstawia większych trudno-

ści, niż np. wyrzeczenie się w geometrii postulatu Euklidesa o liniach równoległych. Oznacza ono tylko pewne uogólnienie czynności mnożenia, które definiujemy jako operację podporządkowującą dwóm tworom matematycznym: „mnożnej” i „mnożnikowi”, trzeci, zwany „iloczynem”. Oczywiście natura tej operacji musi być w każdym przypadku osobno zdefiniowana, a twory, których dotyczy, nie mogą być liczbami w dotychczasowym znaczeniu tego słowa, lecz pewnymi przedmiotami idealnymi, „liczbami abstrakcyjnymi”, które zostają, że tak powiem, powołane do spełnienia roli liczb przez sam akt określenia wykonywanych nad nimi działań. Rozległą klasę takich przedmiotów idealnych stanowią t. zw. operatory, czyli pewne czynności matematyczne, zmieniające w klasie przedmiotów jednokowych, jedne na inne.

Np. w klasie brył identycznych operatorem jest obrót dokoła określonej osi. Mnożenie obrotu A przez obrót B rozumiemy, jako obrót C , wynikający stąd, że najpierw wykonywamy obrót A , później obrót B . Łatwo pokazać, że tak zdefiniowane mnożenie operatorów nie spełnia postulatu przemienności.

Wróćmy teraz do wzoru (1). Nasuwa się rzecz prosta pytanie: Po co to wszystko? Dlaczego nie wolno przedstawiać wielkości atomowych zapomocą liczb zwyczajnych i dlaczego ten szczególny zakaz podyktowany jest właśnie przez teorię kwantów. Zanim odpowiemy na te pytania, wyjaśnimy najpierw dlaczego wzór (1) zasługuje na nazwę wzoru algebry kwantowej. Jak już zaznaczyłem, prawa jego strona zawiera stałą Plancka, noszącą nazwę *kwantu działania*, nieznaną w fizyce klasycznej, natomiast charakterystyczną dla teorii kwantowej, ponieważ jej wielkość jest miarą stopnia nieciągłości zjawisk atomowych. Gdyby stała Plancka równała się 0, zjawiska te przebiegałyby w sposób ciągły i teoria kwantów nie miałaby racji bytu. Zauważmy teraz, że z założenia $h = 0$, wynika $pq - qp = 0$, t. j. spełnienie postulatu

przemienności. Ta uwaga poucza nas, że odrzucenie postulatu przemienności oraz konieczność wprowadzenia „liczb abstrakcyjnych” do fizyki atomowej stoi w bezpośrednim związku z rozpoznaniem nieciągłej natury zjawisk atomowych.

Związek ten łatwo dostrzec. Jak wiadomo, teoria kwantów znajduje pełny wyraz w zasadzie nieoznaczoności. Wskutek istnienia kwantu działania, wszelka obserwacja, która bądź co bądź jest formą działania, zakłóca badane zjawisko atomowe w stopniu, którego miarą jest kwant działania. Na innym miejscu we „Wszechświecie”¹⁾ była mowa o tem, że następstwem tego faktu jest konieczność rezygnacji z teoretycznego opanowania losów pojedynczego atomu. Jeżeli np. interesuje nas energia atomu, nie możemy wyliczyć energii atomu indywidualnego, natomiast możemy podać szereg wszystkich możliwych wartości energii stanowej, odpowiadających różnym możliwym stanom atomu, wraz ze stopniem prawdopodobieństwa każdego z tych stanów. Jak widzimy zadanie, jakie stawia sobie teoretyk budowy atomu, jest podobne — choć bez porównania bardziej skomplikowane — do wspomnianego poprzednio zadania z elektrotechniki. I tu i tam zmuszeni jesteśmy przeprowadzać rachunki nie nad jedną liczbą, lecz nad ich zespołem. Gdy jednak elektrotechnikowi wystarczają pary liczb, t. j. liczby zespolone, w mechanice atomowej wypada nam operować zbiorem wielu liczb.

Czytelnik odgaduje niewątpliwie, że liczby abstrakcyjne, z którymi mamy do czynienia np. we wzorze (1), są symbolami takiego zbioru. Na pierwszy rzut oka możnaby sądzić, że liczby te różnią się od zespolonych tylko liczebnością reprezentowanego przez nie zbioru. Gdyby np. zbiór składał się z 4 wyrazów, możnaby utworzyć taką liczbę jak $a + bi + cj + ck$, gdzie i, j i k byłyby stosownie dobranymi „urojonemi” symbolami, umożliwiającymi operacje rachunkowe.

Liczby tego typu stanowiące najprostsze uogólnienie liczb zespolonych, zostały wprowadzone w r. 1843 przez Hamiltona pod nazwą kwaternionów do niektórych działów fizyki teoretycznej, jednakże z powodu ograniczonego zakresu ich stosowalności poszły z czasem w zapomnienie. Należy z całym naciskiem podkreślić, że wielkości atomowe nie dają się przedstawić zapomocą takich wieloskładnikowych liczb zespolonych. Prawdziwy ich odpowiednik matematyczny znajdujemy w pojęciu operatorów, o których mówiliśmy poprzednio.

Podporządkowanie pojęcia wielkości fizycznej pojęciu operatora napotyka, zdawaćby się mogło, na nieprzewidywane trudności logiczne. Operator jest symbolem pewnej czynności matematycznej, jak jego etymologia wskazuje, musi istnieć przedmiot „operowany”, na który operator „działa”. Rozpatrując jakąś wielkość atomową, np. energię atomu, współrzedną lub prędkość elektronu, nie dostrzegamy w nich żadnych takich cech aktywnych, ani tembardziej nie widzimy obiektu, na który aktywność ta mogłaby być skierowana.

Paradoksalność tej sytuacji wynika stąd, że wszyscy, zarówno fizycy, jak i niefizycy jesteśmy wychowani w duchu przyrodoznawstwa XIX wieku i ten sposób podejścia do rzeczywistości, jaki charakteryzuje mechanikę kwantową, jest czemś obcym, z czem dopiero żyć się musimy. Mimochodem zauważę, że w świecie pojęć mechaniki kwantowej najlepiej czują się ludzie zupełnie młodzi, wzrosli w jej atmosferze, na których nie ciąży przyzwyczajenia myślowe minionej epoki. Przywykliśmy do tego, że wielkość fizyczna jest cechą, o której wiemy wszystko gdy znamy liczbę, która ją wyraża. Mechanika kwantowa wypełnia pojęcie wielkości fizycznej inną, bogatszą treścią, obdarza je charakterem czynnościowym, którego nie umielibyśmy się dopatrzeć bez jej pomocy. Metoda mechaniki fizycznej bierze asumpt z faktu, że wielkość fizyczna nie może być

¹⁾ P. art. C. Białobrzęskiego, 1930, str. 159.

zdefiniowana, dopóki nie podamy sposobu jej zmierzenia. Ale każdy pomiar — jak nas uczy zasada nieoznaczoności — jest ingerencją w losy atomu i w tym sensie jest „operacją”. Złaczmy za chwilę, że ta operacja jest źródłem traktowania wielkości fizycznej jako operatora.

Przypomnijmy sobie, że atom może istnieć w różnych stanach, z których każdemu odpowiada inna wartość danej wielkości fizycznej. Ponieważ odwrotnie, jedynym sposobem rozróżniania stanów jest zmierzenie charakteryzującej je wielkości, ponieważ dalej istnienie stanu tego, czy innego jest, zgodnie z zasadą indeterminizmu, sprawą czystego przypadku, regulowaną tylko stopniem prawdopodobieństwa, przeto powiedzieć możemy, że pomiar danej wielkości, dokonywując wyboru między różnymi możliwościami, w pewnym sensie stwarza stan, który chcemy poznać przez nasz pomiar. Powtarzając pomiar ten wielokrotnie, ustalimy prawdopodobieństwo każdego ze stanów. Do opisanie wyników takiego eksperymentu posługujemy się pojęciem stanu złożonego, t. j. np. mówimy, że atom znajduje się w stanie złożonym, w którym jest $a\%$ stanu A, $b\%$ stanu B i t. d.

Najciekawsze i może najbardziej charakterystyczne dla metody kwantowej jest to, że taki opis stanu atomowego nie ma znaczenia bezwzględnego — lecz jest zależny od rodzaju wielkości fizycznej, której pomiary służą nam do rozróżniania stanów. Przypuśćmy np., że wielkością tą jest pęd elektronu. Zasada nieoznaczoności uczy nas, że interwencja w losy atomu, związana z pomiarem pędu, czyni jednoczesne pomiary położenia zupełnie niemożliwymi. Innymi słowy stan „stworzony” przez pomiar pędu jest ze względu na pomiar położenia zupełnie nieokreślony. Aby uwydatnić w jakim stopniu ten układ pojęć odbiega od wszystkiego, do czego jesteśmy przyzwyczajeni, przenieśmy się na chwilę do dziedziny fizyki klasycznej, np. do termodynamiki. Jak wiadomo stan danej masy gę-

zu określamy, podając jej temperaturę oraz ciśnienie. Cóżby było z termodynamiką, gdybyśmy musieli brać pod uwagę osobno stany charakteryzowane zapomocą temperatury i stany charakteryzowane zapomocą ciśnień, jako odrębne pojęcia fizyczne?

W mechanice atomowej jednak każda wielkość fizyczna ma „swoją” klasę stanów. Wracając do przykładu pędu, przypuśćmy, że opisaliśmy już dokładnie „złożony” stan atomu ze względu na wartości pędu, t. j. podaliśmy statystykę stanów, którym odpowiadają różne wartości pędu. Teraz jeżeli zwrócimy uwagę, zamiast na pęd, na położenie, będziemy musieli całą robotę zacząć odnowa i oczywiście otrzymamy zupełnie inną statystykę stanów.

Widzimy stąd, że przechodząc od jednej wielkości fizycznej do innej, otrzymujemy inny opis atomu; przekształcamy pewien zbiór stanów na inny. Uwaga ta uwydatnia w dostatecznym stopniu nieznaną fizyce klasycznej, aktywny, „operacyjny” charakter pojęcia wielkości.

A chociaż w ramach tego artykułu z konieczności ominąć muszę lub nadmiernie uprościć niektóre ogniwa rozumowania, to jednak, jak sądzę, z dotychczasowych wywodów jasno wynika, że „zwyczajna” lub „zespolona” liczba jest pojęciem zbyt elementarnym, aby mogła reprezentować wielkość fizyczną.

Powiedziałem wyżej, że wyrazem matematycznym wielkości fizycznej jest operator. Dodam teraz, że przedmiotem, na który rozciąga się czynność tego operatora, przedmiotem operowanym jest stan.

Jakkolwiek nie mogę tu udowodnić tego twierdzenia, sądzę, że rozważania poprzedniego ustępu o „stwarzaniu stanów” przez pomiar danej wielkości, o zależności statystyki stanów od jej rodzaju, wreszcie o tem, że każda wielkość ma „swoje” stany, nadają mu w oczach czytelnika charakter prawdy możliwej do

przyjęcia ¹⁾). Jeżeli gotów jest na to się zgodzić, wówczas zrozumienie mistycznego wzoru (1) nie przedstawi mu żadnej nowej trudności. Należy tylko pamiętać o tem, że przez iloczyn operatora p przez operator q rozumiemy operator polegający na zastosowaniu najpierw operacji p , później operacji q . Pomnożyć pęd p przez współrzędną q znaczy: wykonać na stanie (ściślej biorąc na wielkości oznaczającej stan) najpierw czynność p — której natura rachunkowa jest oczywiście wyszczególniona w przepisach mechaniki kwantowej — następnie czynność q , która jest operacją rachunkową innego rodzaju. Otóż okazuje się, że jeżeli dwa te zabiegi wykonywamy raz w pewnej, drugi raz w odwrotnej kolejności i wynik drugi odejmujemy od pierwszego, rezultat ostateczny będzie zupełnie taki sam, jakgdybyśmy poprostu pomnożyli „stan” (wielkość mu odpowiadającą)

przez liczbę $\frac{ih}{2\pi}$

Gmach mechaniki kwantowej upstrzony jest magicznymi napisami o treści absolutnie niezrozumiałej dla przechodniów. Nie podałem tu treści nawet drobnej części tych napisów, ani klucza, któryby umożliwił ich dokładne odczytanie. Nie było to moim celem.

Artykuł swój pisałem dla ogółu przyrodników, zaniepokojonych pogłoskami o „niedozwolonych praktykach“, będących w fizyce na porządku dziennym. Niema w tem żadnej istotnej rewolucji. Poprostu skasowany został pewien przywilej, niewiele prawny ile zwyczajowy. Do funkcji, którą dotąd niemal niepodzielnie sprawowały liczby, dopuszczona została nowa klasa: operatorów fizycznych, ponieważ życie stało się zbyt skomplikowane i dawni funkcjonariusze okazali się zbyt sztywni i zbyt nieporadni, by je opanować.

LILJANA LUBIŃSKA.

CHRONAKSJA I JEJ ZNACZENIE DLA BADANIA POBUDLIWOŚCI.

Organizm żywy znajdujący się w pewnym środowisku *reaguje* na zachodzące w nim zmiany. Zmiany najrozmaitszego rodzaju: mechaniczne, ciepłe, che-

miczne i elektryczne wywołać mogą reakcję organizmu, jeżeli posiadają ilościowo pewne cechy, co zresztą zostanie szczegółowo omówione w dalszej części

¹⁾ Łatwo jednak pokazać, że pojęcie operatora posiada cechy, które czynią je doskonałym matematycznym obrazem wielkości fizycznej. Operator t. zw. linjowy — a takimi właśnie są operatory stosowane w teorii kwantów — przekształca jedną wielkość na inną (lub ich zbiór) tego samego typu. W pewnych przypadkach jednak przekształcenie to sprowadza się do pomnożenia operowanej wielkości przez zwyczajną liczbę. Ma to miejsce wtedy, gdy przekształcona wielkość jest wybrana w pewien określony sposób z całej swojej klasy. Nazwiemy ją „obiektem właściwym” ze względu na dany operator. Operator posiadać może naogół kilka, czasem nawet bardzo wiele „obektów właściwych”. Każdy z nich wskutek zastosowania czynności operatora ulega pomnożeniu przez inną liczbę; a otrzymany w ten sposób zbiór liczb nazywa się zbiorem „wartości właściwych” danego operatora. Innymi słowy, operatory — ogół-

nie biorąc — nie mają własności zwyczajnych liczb, lecz nabierają ich wtedy tylko, gdy „natrafią” na odpowiadające im „obiekty właściwe”.

Analogja z wielkościami fizycznymi jest oczywista. Wielkość fizyczna ma naogół, w myśl zasady nieoznaczoności wartość nieokreśloną — wynik pomiaru jest sprawą czystego przypadku. Określoną wartość przybiera dana wielkość tylko wtedy, gdy badany układ np. atom znajduje się w jednym ze stanów charakterystycznych dla tej wielkości. Poprzednio mówiliśmy, że każda wielkość fizyczna posiada „swoje stany”. W języku teorii kwantów nazywamy je „stanami właściwymi” dla danej wielkości fizycznej.

Jasną jest rzeczą, że istnieje zupełna odpowiedniość między „operatorem” i „obiektem właściwym” z jednej strony, a „wielkością fizyczną” i „stanem właściwym” z drugiej strony.

tego artykułu. Zmianę środowiska, zdolną wywołać reakcję organizmu, nazwiemy podniętą.

Reakcje organizmu jako całości, szczególnie jeżeli chodzi o organizmy wyższe, są skomplikowane i zmienne: jedna i ta sama podnieta stosowana dwa razy wywołać może odmienne jakościowo reakcje. Pozorny ten indeterminizm związany jest z obfitością dróg nerwowych, komplikacją aparatu ruchowego, a przede wszystkim ze zmiennością i różnorodnością stanów fizjologicznych w rozmaitych ośrodkach nerwowych. Dlatego o wiele łatwiej jest zacząć od analizy reakcyj poszczególnych organów. Te ostatnie są prostsze i co ważniejsze, stałe: mięsień podrażniony zawsze się kurczy, gruczoł produkuje wydzielinę, niezależnie od rodzaju podniety która reakcję wywołała. Reakcja charakterystyczna organu nie jest nigdy pasywną zmianą w kierunku działania podniety (aczkolwiek zmiana taka również zawsze zachodzi), jest ona raczej wyzwoleniem działania skomplikowanego, uprzednio w określony sposób zmontowanego mechanizmu.

Zdolność reagowania nazwiemy pobudliwością. Potoczna obserwacja istot żywych wywołuje wrażenie, że skala pobudliwości jest bardzo szeroka, wielkości tej nie umiemy jednak mierzyć bezpośrednio. Umiemy natomiast, teoretycznie przynajmniej, mierzyć wielkość podniet i uważamy, że komórka jest tem pobudliwsza, im słabsza podnieta wystarczy do wywołania jej reakcji charakterystycznej. Pomiar pobudliwości sprowadza się zatem do pomiarów podniet. Z pośród tych ostatnich wielką przewagę praktyczną mają podniety elektryczne, a to z dwóch racji: 1°. Najłatwiej stosunkowo mierzyć je z dużą dokładnością, 2°. Nie wywołują one naogół trwałych zmian ani uszkodzeń w badanych komórkach, co pozwala na powtarzanie pomiarów w warunkach porównywalnych do poprzednich. Manipulowanie podnietami chemicznymi, mechanicznymi i cieplnymi jest pod tym względem o wiele trudniejsze.

Przy rozważaniu skuteczności fizjologicznej podniety elektrycznej, wchodzi w grę trzy wielkości: 1. Natężenie prądu. 2. Czas trwania prądu i 3. Przebieg natężenia prądu w czasie. Dla uproszczenia wykładu będziemy narazie rozważać prądy, które osiągają odrazu lub praktycznie biorąc odrazu swe natężenie maksymalne. Jako przykład takich prądów mogą służyć tak zwane „fale prostokątne”; jest to prąd stały, zapomocą odpowiednich przyrządów nagle przepuszczany i nagle urywany. Prąd taki charakteryzują zatem dwie wielkości: natężenie i czas trwania. Każda z nich odgrywa istotną rolę w wywoływaniu podrażnienia komórek żywych. W pewnych granicach mogą się one wzajem kompensować, to znaczy, że zwiększając natężenie prądu możemy zmniejszać czas jego przechodzenia i odwrotnie. Zależność natężenia podniety od czasu trwania przedstawiona jest na rys. 1.

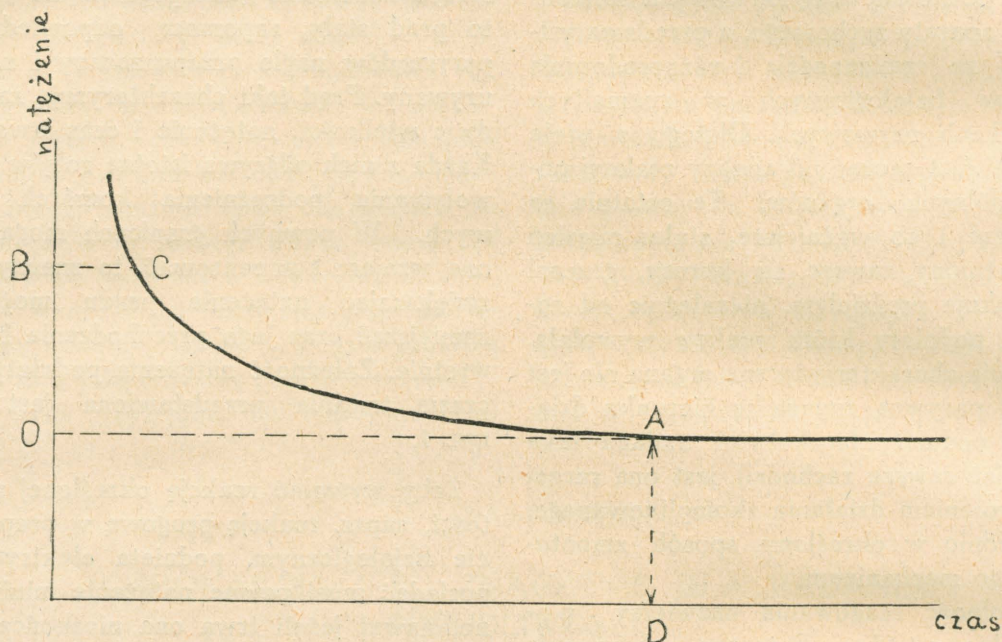
Żeby wywołać reakcję określonej wartości, naprz. reakcję progową w preparacie fizjologicznym, podnieta elektryczna posiadać musi pewne natężenie minimalne, nawet jeżeli trwa ona nieskończenie długo. Natężenie to nazwiemy, zgodnie z propozycją Lapicque'a, reobazą. Prądy o natężeniu niższym od reobazy nie będą podnietami dla danego preparatu, to znaczy, nie wywołają w nim reakcji. Jeżeli natomiast, utrzymując natężenie reobazowe, będziemy stopniowo skracali czas przechodzenia prądu przez preparat, stwierdzimy, że do pewnych wartości skracanie takie nie pociąga za sobą żadnych skutków fizjologicznych. W pewnej jednak chwili prąd staje się zbyt krótkotrwały i reakcja znika. Prąd reobazowy trwający zbyt krótko przestaje być podnietą.

Na rys. 1 linja ciągła przedstawia tę zależność między natężeniem, a czasem przechodzenia prądu, niezbędnego do wywołania reakcji progowej. Widzimy, że dla długich czasów krzywa ta staje się równoległa do osi rzędnych, a dla krót-

kich unosi się zwolna, a potem coraz gwałtowniej ku górze.

Jest rzeczą niezmiernie interesującą, że krzywą przedstawioną na rys. 1 znaleziono we wszystkich badanych dotąd obiektach pobudliwych, zarówno w bardzo zróżnicowanych tkankach zwierząt wyższych, jak i u pierwotniaków i roślin. Zmienia się tylko od jednego obiektu do

charakterystyczną dla danego obiektu w określonych warunkach fizjologicznych, zmienia się natomiast ze zmianą stanu fizjologicznego. Dokładne pomiary czasu użytecznego napotykają jednak, jak to zresztą wynika z rysunku 1-go, na duże trudności techniczne: w pobliżu punktu A krzywa spada tak wolno, że drobne nawet błędy w określeniu natężenia spo-



Rys. 1. OA — czas użyteczny, BC — chronaksja, AD — reobaza.

drugiego skala czasu jakiej użyć należy, aby otrzymane krzywe zupełnie się na siebie nakładały. Fakty te wskazują z jednej strony na prawdopodobnie ogólny w swej istocie dla wszystkich komórek żywych proces pobudliwości, z drugiej zaś na rolę, jaką czas odgrywa w tym procesie.

Najkrótszy czas trwania prądu, za którego pomocą otrzymać można reakcję progową przy natężeniu reobazowym, nazywamy czasem użytecznym. Jest to odcinek OA rys. 1-go. Wartość tego odcinka zmienia się wraz z obiektem badanym w bardzo szerokich granicach. Wynosi ona od kilku tysięcznych sekundy dla mięśnia łydkowego żaby do kilkudziesięciu sekund dla chromatoforu skrzętnicy. Czas użyteczny jest wielkością stałą i

wodować mogą duże odchylenia w znalezionej wartości czasu użytecznego. Trudność ta była głównym powodem dla którego L. Lapicque zaproponował jako miarę prędkości pobudzenia nie sam czas użyteczny, lecz wielkość do niego proporcjonalną — *chronaksję*.

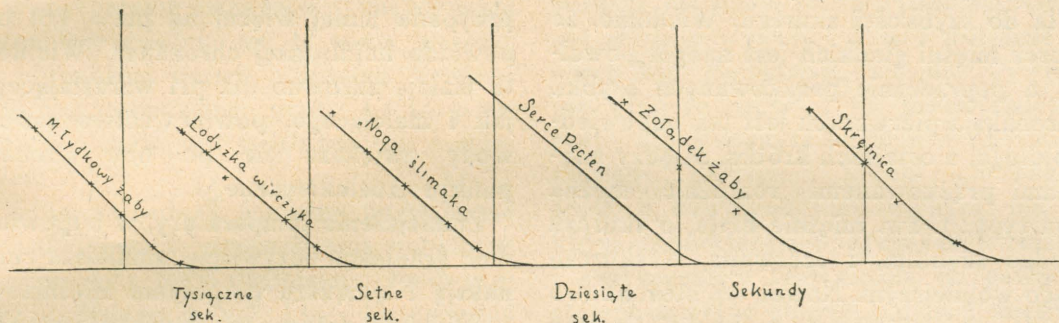
Chronaksja jest to najkrótszy czas trwania prądu (zaczynającego się nagle), zdolnego wywołać reakcję danego obiektu, przy natężeniu dwa razy większem od reobazy. Widzimy, że w okolicach chronaksji spadek krzywej jest dość silny i drobnym błędom w odczytaniu natężenia będą towarzyszyły odpowiednio drobne błędy w określeniu chronaksji. Praktycznie rzecz biorąc, pomiary te odbywają się w następujący sposób: przepuszcza się bardzo długotrwałe dla danej tkanki prą-

dy, znajdując najmniejsze, zdolne wywołać reakcję natężenie. Jest to znalezienie reobazy. Następnie podwaja się znalezione natężenie reobazowe i skraca się czas przepuszczania prądu. Najkrótszy czas przepływania prądu, zdolny przy tem natężeniu wywołać reakcję, to chronaksja.

Wprowadzenie pojęcia chronaksji nie tylko zaznaczyło rolę dotąd nieznaną lub

Otóż pomiary chronaksji, w bardzo szerokich granicach niezależne od warunków doświadczenia, takich jak opór obwodu i t. p. (nie wpływających na zmianę pobudliwości), pozwalają na te pomiary porównawcze.

Badanie chronaksji na różnych obiektach pobudliwych świata zwierzęcego i roślinnego wykazało, że istnieje tu duża



Rys. 2. Natężenie progowe w funkcji czasu dla różnych obiektów pobudliwych. Współrzędne logarytmiczne.

niedocenianą, jaką czas odgrywa w pobudliwości komórek żywych, ale pozwoliło na wykrycie związku między szeregiem faktów fizjologicznych, napozór bardzo różnorodnych.

O ile klasyczne metody badania progu pobudliwości pozwalały, przy zachowaniu pewnych ostrożności, na badanie zmian pobudliwości preparatu w ciągu danego doświadczenia, to nie pozwalały one ani na porównywanie pobudliwości danego preparatu w różnych okresach, ani na porównywanie pobudliwości różnych preparatów. Określanie progu natężenia zależy bowiem od całego szeregu czynników, nie mających nic wspólnego z właściwościami biologicznymi badanego obiektu. Najważniejszym z tych czynników jest opór elektryczny, który zmienia się zależnie od powierzchni zetknięcia elektrod z tkanką, od oporu elektrod i samej tkanki. Jest rzeczą prawie niemożliwą zachowanie tych warunków bez zmiany od jednego doświadczenia do innego, niemożliwe jest zatem porównanie pobudliwości mięśnia żaby na przykład z analogicznym mięśniem ropuchy lub żółwia.

rozpiętość. W granicach obecnie znanych wartość chronaksji oscyluje od 1 do 50.000.

Oto dla przykładu kilka danych:

	Chronaksja, w tysięcznych sekundy
Biceps człowieka	0,1
Mięsień łydkowy żaby	0,3
Mięsień łydkowy ropuchy	0,9
Łodyżka wirczyka	2,0
Kleszcze raka	6,0
Mięsień sercowy żółwia	8,0
Noga ślimaka	10,0
Zwieracz kleszczy kraba	30,0
Serce ślimaka	100,0
Żołądek żaby	1000,0
Moczowód królika	2000,0
Chromatofor skrzętnicy	5000,0

Można przedstawić tę szeroką skalę pobudliwości na jednym wykresie, wprowadzając współrzędne logarytmiczne. Jeżeli na rzędnych będziemy odkładali logarytm dziesiętny czasu trwania prądu, a na odciętych logarytm stosunku natężenia zaobserwowanego do natężenia reobazowego, otrzymamy wykres rys. 2-go, który uzmysławia rozpiętość tych zjawisk.

Wielkość chronaksji charakteryzuje pobudliwość obiektu. Jest ona w związku z szeregiem innych właściwości fizjologicznych i fizyczno - chemicznych, jak kształt i szybkość przewodzenia prądów czynnościowych, szybkość reakcji mięśniowej, zdolność i stopień pęcznienia w różnych roztworach i wiele innych. Jeżeli chodzi o mięśnie, charakterystyczna szybkość pobudliwości jest zawsze równoległa do szybkości skurczu. Wiadomo, że skurcz mięśni gładkich jest naogół powolny, a poprzecznie prążkowanych szybki. Chronaksja pierwszych jest też odpowiednio długa, a ostatnich krótka. Między mięśniami prążkowanymi rozróżnić można dwa typy: t. zw. mięśnie białe, o skurczu bardzo szybkim, i czerwone, o skurczu nieco wolniejszym. Nawet tej, stosunkowo nieznacznej, różnicy w szybkości skurczu odpowiada różnica chronaksyj; chronaksja mięśni białych jest krótsza niż mięśni czerwonych. Mięśnie sercowe zajmują zarówno pod względem szybkości skurczu jak i pobudliwości miejsce pośrednie między mięśniami gładkimi, a prążkowanymi.

O ile dawniej uważano, że zachodzi zasadnicza różnica między pobudliwością mięśni gładkich, wrażliwych na prąd galwaniczny (stały) i prążkowanych, wrażliwych na prąd faradyczny (indukcyjny), o tyle wprowadzenie chronaksji wykazało, że ma się tu do czynienia z różnicą czysto ilościową (wspomniane prądy różnią się przede wszystkim czasem trwania), przyczem istnieją obiekty o cechach pośrednich, tak, że tablica znanych chronaksyj mięśniowych układa się bez większych luk.

Chronaksja według L. Lapicque'a jest właściwością charakterystyczną protoplazmy (niezróżnicowanej). Wartość jej jest zatem stała w granicach jednej komórki. Czynniki, które zakłócają normalną równowagę kompleksów koloidalnych protoplazmy, które zmieniają jej powinowactwo do wody i t. p., zmieniają jednocześnie chronaksję komórki. Tak naprzykład z pośród trucizn kurara, która zwiększa

chronaksję mięśnia, zmniejsza stopień jego pęcznienia, weratryna zaś zmniejsza chronaksję i zwiększa jednocześnie stopień pęcznienia. Podobnie do weratryny działa cholina.

Badania, prowadzone równolegle nad wpływem stężenia jonów wodorowych na chronaksję i na pęcznienie mięśnia, wykazały, że minimum pęcznienia (punkt izoelektryczny koloidów mięśniowych przypada mniej więcej na $\text{pH} = 4,5$) odpowiada najdłuższej chronaksji. Wielkość ta maleje zarówno dla pH wzrastającego, jak i malejącego, powinowactwo zaś do wody zwiększa się po obu stronach punktu izoelektrycznego.

Zmniejszenie temperatury, w odpowiednich granicach oczywiście, zmniejsza chronaksję i zwiększa pęcznienie mięśnia.

Widzimy zatem, że zjawisko jest bardzo ogólne — wszystkie czynniki, zwiększające powinowactwo do wody, zmniejszają chronaksję obiektu i odwrotnie.

Poza umożliwieniem systematycznych badań porównawczych nad pobudliwością istot żywych i nad zmianami pobudliwości pod wpływem różnych czynników zewnętrznych, pojęcie chronaksji pozwoliło na rzecz ważniejszą, mianowicie na analizę funkcjonowania preparatu nerwowo-mięśniowego, a pośrednio też na naszkicowanie ogólnej i, jak dotąd, bardzo owocnej teorii, dotyczącej mechanizmu działalności nerwowej.

Izolowany preparat nerwowo-mięśniowy stanowi, jak wiadomo, kompleks funkcjonalny. Anatomicznie jest to zespół równolegle biegnących włókienek nerwowych, z których każde rozgałęziając się unerwia kilkanaście lub kilkadziesiąt włókienek mięśniowych. Zakończenia nerwowe w każdym włókienku mięśniowym to punkty styczności protoplazm dwóch różnych komórek. Jeżeli chodzi o stronę czynnościową, preparat nerwowo-mięśniowy charakteryzują następujące cechy. Każdy z elementów kompleksu zosobna, a więc zarówno mięsień jak i nerw, jest pobudliwy (reakcją nerwu jest prąd czynnościowy, a mięśnia prąd czynnościowy

i skurcz mechaniczny); poza tem podnie- ta drażniąca nerw wywołuje również re- akcję mięśnia. Dzieje się to dzięki temu, że podrażnienie nerwu, rozchodząc się wzdłuż tego organu aż do zakończeń w mięśniach, staje się z kolei, na pograniczu dwóch protoplazm, podniecią dla włókien- nek mięśniowych i wywołuje ich reakcję. (To samo zresztą zachodzi w organizmie, w warunkach fizjologicznych).

W preparacie nerwowo - mięśniowym chronaksja mięśnia ma tę samą wartość co chronaksja nerwu. Według termino- logii zaproponowanej przez L. Lapi- que'a „nerw jest izochroniczny z mię- śniem”.

Znane są jednak sposoby, pozwalające na zablokowanie przewodzenia nerwowo- mięśniowego, przy zachowaniu życia pre- paratu. Jednym z tych, które historycznie największą odegrały rolę, jest kurara. Trucizny tej używają do zatruwania strzał niektóre plemiona indyjskie Ame- ryki Południowej. Zwierzę rażone strzałą pada bez ruchu na ziemię. Następuje zu- pełny paraliż ruchowy. Preparat nerwo- wo-mięśniowy, zanurzony w roztworze kurary, traci zdolność przewodzenia ner- wowo-mięśniowego, czyli traci tak zwa- ną pobudliwość pośrednią. Sam mięsień zostaje jednak pobudliwy zarówno jak i sam nerw. Jeżeli zanurzyć w roztworze trucizny nie cały preparat, lecz sam nerw tylko, przewodnictwo zostaje zachowane; jeżeli zanurzyć sam mięsień, przewodni- ctwo znika, aczkolwiek podniecia działa- jąca bezpośrednio na mięsień wywołuje skurcz.

Ten zespół zjawisk zrodził teorię na- stępującą: kurara nie zmienia ani pobudli- wości nerwu, ani pobudliwości mięśnia, zatruwa natomiast jakieś ogniwo pośred- nie, znajdujące się na pograniczu tych dwóch organów i dzięki temu uniemożli- wia przewodzenie. Teoria ta, poza wątpli- wościami anatomicznymi¹⁾ które obudzić

musi, nie wytrzymuje próby badania po- budliwości. Prace Lapique'ów wy- kazały, że kurara nie zmienia chronaksji nerwu, zwiększa natomiast, w stopniu za- leżnym od dozy trucizny, chronaksję mię- śnia. Badając równolegle przewodnictwo preparatu nerwowo-mięśniowego i wzrost chronaksji mięśnia, autorzy stwierdzili, że przewodzenie ustaje w chwili, gdy chro- naksja mięśnia osiąga wartość dwa razy większą niż miała przed zatruciem. Głę- bsze zatrucie wywołuje dalsze zwiększenie chronaksji mięśniowej, ale nie wywiera już żadnego wpływu na przewodnictwo preparatu. Zwiększając odpowiednio dozy trucizny otrzymać można chronaksję 10, 20 a nawet 60 razy większą, niż ta, która charakteryzuje preparat normalny i zwiększeniem tem można do pewnego stopnia mierzyć stopień zatrucia mięśnia; z punktu widzenia fizjologii jednak cieka- wa jest ta faza zatrucia, w której zaczyna znikać przewodzenie nerwowo-mięśniowe, czyli, jak wyżej wspomniano, kiedy chronaksja mięśnia osiąga lub trochę prze- kracza podwójną wartość normalną. Inna trucizna, strychnina, zastosowana w du- żych dżach (większych o wiele niż te, które zatruwają ośrodkowy układ nerwo- wy i wywołują charakterystyczne konwul- sje), działa podobnie do kurary: znosi przewodnictwo preparatu (tak zwaną po- budliwość pośrednią), zarówno jednak nerw jak i mięsień reagują, jeżeli zasto- sować podniecie do każdego z tych orga- nów z osobna. Badanie pobudliwości pre- paratu w ten sposób zatrutego wykazuje zmniejszenie się chronaksji nerwu oraz niezmienną, normalną chronaksję mię- śnia. Pobudliwość pośrednia znika, kiedy chronaksja nerwu spada mniej więcej do połowy swej wartości normalnej. Te dwie grupy doświadczeń doprowadziły La- picque'a do następującej konkluzji: przewodnictwo normalne preparatu ner- wowo-mięśniowego istnieje dopóty, do- póki normalny izochronizm nerwu i mięśnia nie jest poważnie zakłócony. Kiedy zakłócenie takie następuje, bądź przez zwiększenie, bądź przez zmniejsze-

¹⁾ Obserwacja mikroskopowa wykazuje bez- pośredni kontakt protoplazmy włókienek nerwo- wych i sarkoplazmy, nie widać tam żadnych for- macyj pośrednich.

nie chronaksji jednego z elementów, następuje dyzjunkcja czynnościowa nerwu i mięśnia, objawiająca się w tem, że podrażnienie wzbudzone w nerwie przestaje być podniecią dla mięśnia, innemi słowy przewodzenie nerwowo - mięśniowe znika. W ciągu dalszych badań nad truciznami, które powodują rozdzielenie czynnościowe nerwu i mięśnia udało się L a p i c q u e'owi wykonać doświadczenie krzyżowe wykazujące słuszość jego poglądu na temat fizjologicznej roli izochronizmu.

Dobierając odpowiednio trucizny, wywołać można zniesienie izochronizmu zapomocą jednej i ponowne jego zjawienie się zapomocą innej trucizny. Otrzymać to można naprzykład działając na preparat nerwowo-mięśniowy z początku weratryną, następnie strychniną. Pierwsza z tych substancyj zmniejsza chronaksję mięśnia, nie wywierając wpływu na chronaksję nerwu; druga natomiast zmniejsza chronaksję nerwu, nie zmieniając chronaksji mięśniowej. Działanie kolejne obu tych trucizn w odpowiednich dżach wywoła zatem w preparacie obniżenie chronaksji zarówno nerwowej jak i mięśniowej. Jeżeli teoria L a p i c q u e'a jest słuszną, przewodnictwo preparatu, które znika po zatruciu każdą z tych substancyj z osobna, powinno zjawić się, wówczas, gdy preparat poddamy kolejno działaniu obu trucizn. Doświadczenie potwierdziło w zupełności przewidywania L a p i c q u e'a. Dla konkretyzacji podamy szczegóły jednego z takich doświadczeń:

Preparat nerwowo-mięśniowy tylnej łapki żaby (*n. ischiadicus-m. gastrocnemius*), przed zatruciem.

	Chronaksja (w jednostkach dowolnych)
mięsień	9
nerw	10

Zatrucie weratryną. Pobudliwość pośrednia (przewodzenie nerwowo-mięśniowe) znika po kilkunastu minutach. Dodaje się wtedy odpowiednią dżę strychniny. Po pięciu minutach pobudliwość po-

średnia powraca. Pomiary chronaksyj. wykonane w tem stadjum wykazują:

	Chronaksja (w tych samych j jednostkach co poprzednio)
mięsień	4
nerw	4

Wynika stąd, że istotnym warunkiem funkcjonowania preparatu nerwowo-mięśniowego nie jest normalna wartość chronaksji, lecz zgodność chronaksyj nerwu i mięśnia, nawet jeżeli realizuje się ona na poziomie odmiennym niż w preparacie normalnym¹⁾.

Innym sposobem na rozszczepienie spójności fizjologicznej nerwu i mięśnia jest zmęczenie. Wiadomo, że w preparacie, który długo funkcjonował, znika w pewnym momencie pobudliwość pośrednia, mięsień nie kurczy się więcej jeżeli podniecia działa na nerw, reaguje natomiast zupełnie dobrze na podniecia stosowane bezpośrednio. Pomiary pobudliwości wskazują, że chronaksja mięśnia wzrasta stopniowo w miarę postępującego zmęczenia; pobudliwość pośrednia znika, kiedy chronaksja przekroczy podwojoną wartość normalną. Pobudliwość nerwu pozostaje w tych warunkach bez zmiany. Oto szczegóły jednego z doświadczeń:

Ropucha, ośrodki nerwowe zniszczone, krwiobieg zachowany. Chronaksja w tyśiącznych sekundy.

	Chronaksja
Przed zmęceniem	
Mięsień	1,0
Nerw	1,0

200 skurczów maksymalnych, pobudliwość pośrednia znika.

	Chronaksja
Mięsień	3,5

¹⁾ Prócz aparatów, dla których warunkiem funkcjonowania jest izochronizm, istnieją inne, funkcjonujące normalnie w warunkach znacznego heterochronizmu, (nerwy naczynio-ruchowe, nerw błędny i inne). W tych przypadkach jednak, drażnienie nerwu musi być wielokrotne; pojedyncze podrażnienie nie wywołuje reakcji odpowiednich mięśni gładkich. W związku z tem aparaty takie wymagają odmiennych nieco metod analizy i dlatego pominiemy je w tym artykule.

20 minut odpoczynku:

	<i>Chronaksja</i>
Mięsień	1,5
Nerw	1,0

Jeszcze 10 minut odpoczynku:

	<i>Chronaksja</i>
Mięsień	1,0
Nerw	1,0

Orbeli i jego współpracownicy wykazali, że układ współczulny wywiera na zmęczone mięśnie prążkowane wpływ rozpraszający zmęczenie: preparat nerwowo-mięśniowy, doprowadzony przez długotrwałe funkcjonowanie do zupełnego zaniku pobudliwości pośredniej, i znacznego zmniejszenia wysokości skurczu, wykazuje, po drażnieniu odpowiedniego nerwu współczulnego, powrót do normy zarówno wysokości skurczu jak i przewodnictwa nerwowo-mięśniowego. Kiedy na Kongresie Fizjologów w Bostonie Orbeli pokazywał te doświadczenia Lapicque wyraził przypuszczenie, że układ sympatyczny zmniejsza chronaksję mięśni prążkowanych i zaprosił Orbeli'ego, aby w drodze powrotnej wstąpił do Paryża w celu sprawdzenia doświadczalnego tej hipotezy. Doświadczenia wykonane przez L. i M. Lapicque'ów i Orbeli'ego wykazały, że istotnie drażnienie nerwu współczulnego wywołuje znaczne, po pewnym czasie samoistnie przemijające zmniejszenie chronaksji.

Widzimy zatem, że zjawiska zachodzące podczas zmęczenia pod każdym względem przypominają zatrucie kurarą i są jeszcze jednym dowodem, potwierdzającym słuszność teorii funkcjonowania izochronicznego aparatów nerwowo-mięśniowych.

Te fakty stały się punktem wyjścia teorii działalności ośrodkowego układu nerwowego. Oto ogólny szkic tej teorii i głównych przesłanek, na których się opiera. Każda komórka nerwowa ma swoją charakterystyczną chronaksję. Z wielkością tą związana jest i pobudliwość i kształt prądu czynnościowego. Reakcja danej komórki wtedy może wywołać reakcję innej komórki nerwowej, z którą jest w styczności, jeżeli chronaksje ich mają

wartości zbliżone. Jeżeli chronaksje dwóch stykających się neuronów są zbyt różne, reakcja jednego z nich nie wywołuje reakcji sąsiedniego, tak samo jak to zachodzi w preparacie nerwowo-mięśniowym zatrutym kurarą. Otóż jeżeli rozważać będziemy podrażnienie jakiegoś obwodowego nerwu czuciowego, to, doprowadzone do ośrodków, miałoby ono anatomicznie bardzo wielką liczbę dalszych dróg, gdyż każdy neuron czuciowy rozgałęzia się w ośrodkach i jest w styczności z olbrzymią liczbą innych neuronów. W rzeczywistości jednak, prócz przypadków wyjątkowych, reakcja jest naogół zlokalizowana i skoordynowana, ośrodki nerwowe odgrywają rolę zwrotnicze i kierują podrażnienie tylko w pewnych określonych kierunkach, tych mianowicie, według teorii Lapicque'a, w których chronaksja ma tę samą wartość, co w samym neuronie czuciowym. Ponieważ reakcje organizmu są zmienne, należało *à priori* założyć możliwość fizjologicznych zmian chronaksji. Postulat taki był już wysunięty w początkowym szkicu teorii w r. 1907. W 1923 r. Pani M. Lapicque znalazła potwierdzenie doświadczalne tego postulatu: stwierdziła mianowicie, że chronaksja nerwu, zostającego w związku z ośrodkami nerwowymi, jest zmienna i stabilizuje się dopiero po odcięciu nerwu od ośrodków. To doprowadziło do rozróżnienia *chronaksji konstytucyjnej* (ustrojowej), zależnej tylko od fizyczno-chemicznej struktury elementu pobudliwego, i *chronaksji podporządkowania*, wynikającej z wpływu wywieranego przez ośrodki na chronaksję konstytucyjną nerwu. Dobrze złożyło się dla rozwoju zagadnień pobudliwości, że pierwsze prace robione były wyłącznie na preparatach eksplantowanych, a więc o stałej chronaksji, to bowiem umożliwiło wprowadzenie chronaksji jako miary szybkości pobudliwości i ustalenie jej znaczenia.

W ostatnich czasach dokonano szeregu prac, częściowo jeszcze nieogłoszonych, dotyczących zagadnień ośrodkowego układu nerwowego, na które metoda chro-

naksyczna rzuca nowe światło. Dotyczy to spraw koordynacji ruchowej i jej zaniżku pod wpływem alkoholu i morfiny, roli kory półkul mózgowych i mózdzku w regulacji chronaksyj obwodowych i t. p. In-

ne prace poświęcone są badaniu mechanizmu, za którego pomocą ośrodki zmieniają chronaksję konstytucyjną. Analiza tych prac wymagałaby jednak osobnego artykułu.

EDWARD STENZ.

O WIDMIE SŁONECZNEM I POLSKICH PRACACH SPEKTROGRAFICZNYCH NAD MORZEM ŚRÓDZIEMNEM.

Słynny astronom William Herschel, badając w r. 1800 rozkład energii w widmie słonecznym zapomocą termometru o zakopconym zbiorniku, potwierdził fakt, znany już od r. 1775, że energia widma pryzmatycznego nie jest największa w najjaśniejszej, t. j. żółtej jego części, lecz że wzrasta od barwy fioletowej ku czerwonej. Ale prócz tego Herschel odkrył fakt nowy: znalazł mianowicie, że energia widma rośnie dalej poza obrębem widma i tam osiąga maximum, w pewnej odległości od jego krańca. Było to dowodem, że poza promieniami świetlnymi istnieją w widmie jeszcze promienie „ciemne”. Tak oto została odkryta tak dziś bogata w różnorodne promieniowania podczerwona część widma.

Pierwszych kilka dziesiątków lat od czasów Herschela upływa nad badaniem zasadniczych własności nowoodkrytej części widma. Ulepszono metodę obserwacji, zastępując wyczerniony termometr czułym termostosem; zmierzono długości fal tego promieniowania (Fizeau, Foucault) i t. d. Stwierdzono też (Desains), że rozkład energii w widmie jest zmienny i zależy od przezroczystości atmosfery, wysokości Słońca nad horyzontem, oraz że występujące w tem widmie pasma absorpcyjne są identyczne z pasmami absorpcyjnymi pary wodnej. Z kolei Lamański (1872) stwierdza, że pewne dziedziny widma podczerwonego ulegają szczególnie silne-

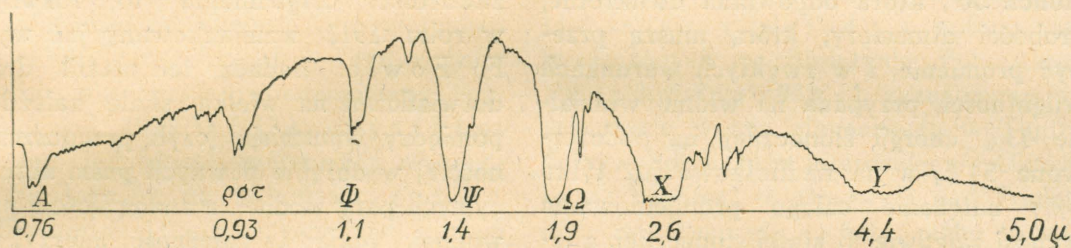
mu pochłanianiu w atmosferze ziemskiej. Były to szerokie pasma absorpcyjne pary wodnej, o których będzie mowa jeszcze niżej.

Rok 1880 tworzy nową epokę w badaniach widma słonecznego, wówczas bowiem Samuel Langley (ur. 1834, † 1906) rozpoczął swe prace spektrobolometryczne w Obserwatorium Astrofizycznym w Waszyngtonie. Dzięki hojnym subsydjom mecenasów amerykańskich mógł Langley zbudować skomplikowaną i kosztowną aparaturę spektrobograficzną, której niejako sercem był czuły bolometr Langley'a. Instalacja ta pozwoliła dokładnie wyznaczyć rozkład energii w widmie widzialnem i podczerwem Słońca, oraz oznaczyć w części podczerwonej (do długości fali 5,3 μ) aż 700 nowych prążków absorpcyjnych, odpowiadających prążkom absorpcyjnym Fraunhofera w części widzialnej. Prócz tego Langley stwierdził, że rozkład energii w widmie ulega w ciągu roku zmianom, mimo dokonywania pomiarów przy jednakowych wysokościach Słońca. Naturalnie pochodziło to stąd, że ilość pary wodnej w atmosferze ulega w ciągu roku znacznym wahaniom (zimną np. atmosfera jest bardzo sucha), dzięki czemu pasma absorpcyjne zmieniają swe natężenie, a krzywa widma energetycznego zmienia swój kształt.

Największą zasługą Langley'a oraz jego następcy, C. Abбота, obecnego dyrektora Obserwatorium Astrofizyczne-

go, i jego współpracowników L. Aldricha i F. Fowle'a, jest zastosowanie spektrolometrii do dokładnego wyznaczenia stałej słonecznej. Obecnie można już twierdzić z dużą dozą pewności, że stała słoneczna, t. j. natężenie całkowitego promieniowania słonecznego poza atmosferą ziemską, wynosi około 1,94 kalorii na cm^2 i minutę. Wartość ta pozwoliła obliczyć temperaturę Słońca na podstawie prawa Stefana - Boltzmann'a; według ostatnich oznaczeń

słonecznej. Liczba 15,500 prążków absorpcyjnych w tem widmie wzrasta do 22 tysięcy, gdyż dochodzą prążki pochodzenia tellurycznego. Przeważnie tworzą one szereg szerokich pasm absorpcyjnych: najsilniejsze z nich należą do pary wodnej i leżą głównie w podczerwieni. Wchodzą tu w grę przede wszystkim pasma, oznaczone literami greckimi ρ (długość fali 0,93 μ), Φ (dł. fali 1,13 μ), Ψ (1,4 μ) i Ω (1,9 μ); ostatnie dwa są tak silne, że promieniowanie w ich obrębie spada pra-



Rys. 1.

wynosi. ona około 5720° w skali bezwzględnej. Badania uczonych amerykańskich wykazały także, że rozkład energii widma słonecznego na krańcach atmosfery ziemskiej jest odmienny od obserwowanego u powierzchni ziemi. Przede wszystkim widmo to nie zawiera pasm absorpcyjnych pary wodnej i gazów atmosferycznych, a tylko liczne, lecz drobne prążki Fraunhofera, które jak wiadomo powstają wskutek pochłaniania w atmosferze samego Słońca. Rozkład jest zatem bardzo równomierny. Poza tem maximum energii tego promieniowania leży w żółtej części widma (w jego normalnej postaci) w okolicy długości fali 0,47 μ . Z energii całego widma przypada na część widzialną (od 0,4 do 0,7 μ) tylko 40%, reszta — na promieniowanie niewidzialne, mianowicie 52% na promieniowanie podczerwone, i 8% na nadfiołkowe.

Widmo słoneczne, obserwowane „na dnie” atmosfery, po przejściu promieni poprzez całą grubość powłoki powietrznej globu, różni się znacznie od widma pozaziemskiego, odpowiadającego stałej

widma do zera. Prążki Fraunhofera A i B w czerwonej części widma są wywołane absorpcją tlenu atmosferycznego. Wszystkie te pasma są widoczne na krzywej energii widma, otrzymanej przez Langley'a w r. 1901 (rys. 1): silne zagłębienia krzywej odpowiadają pasmom, a drobne zazębienia — prążkom absorpcyjnym. A z o t, stanowiący główny składnik powietrza, nie daje pasm absorpcyjnych, tworzy je natomiast ozon, mimo że jest go w atmosferze tak niewiele. Pasma jego występują w części żółtej pomiędzy 0,53 a 0,63 μ (t. zw. pasma Chappuis), w części nadfiołkowej pomiędzy 0,305 a 0,345 μ (pasma Hugginsa) oraz w dalekiej podczerwieni; poza tem ozon pochłania całkowicie promieniowanie słoneczne poniżej 0,29 μ (pasmo Hartley'a), przez co powoduje nagłe urwanie widma w tem miejscu. Wreszcie pasmo od 2,4 do 3,0 μ , które Langley oznaczył literą X, składa się właściwie z dwóch pasm nałożonych na siebie, z których jedno należy do dwutlenku węgla, a drugie do pary wodnej. Dalsze pasma dwutlenku węgla są tak silne, że

w obrębie od 4,2 do 4,5 μ (pasmo Y) i od 5,3 do 7,0 μ promieniowanie słoneczne spada prawie do zera (ob. rys. 1); znaczy to, że atmosfera ziemską jest dla tych promieni podobnie nieprzezroczysta, jak w obrębie pasm pary wodnej Ψ i Ω . Wreszcie pomiędzy 7 a 12 mikronami obserwuje się jeszcze ślady promieniowania, jednak na fali 12 μ widmo słoneczne kończy się prawie definitywnie.

W związku z występowaniem licznych pasm absorpcyjnych zmienia się też i rozkład energii w widmie. Dla wysokości słońca 30°, która odpowiada dwukrotnej grubości atmosfery, którą muszą przebyć promienie, i w zwykłych warunkach wilgotności, przypada na widmo widzialne 43% energii słonecznej, na podczerwone 54%, a na nadfiołkowe już tylko 3%; natężenie całego promieniowania wynosi zaledwie $\frac{2}{3}$ stałej słonecznej, a jego maximum jest przesunięte ku falom dłuższym i wypada w żółtej części widma w okolicy długości fali 0,6 μ (mowa jest o widmie normalnem, a nie pryzmatycznym). W miarę obniżania się Słońca nad horyzontem długość drogi promieni w atmosferze wzrasta, wskutek czego natężenie promieniowania słabnie, promieni nadfiołkowych szybko ubywa, obraz widma zmienia się, a maximum jego natężenia przesunęło się ku części czerwonej. Dzięki temu tarcza słoneczna przybiera barwę pomarańczową, a o zachodzie czerwoną.

Badania widma słonecznego posunęły naprzód nie tylko naszą wiedzę o składzie chemicznym Słońca, ale także uzupełniły wiadomości o atmosferze ziemskiej. Dzięki obserwacjom tego widma dowiadujemy się, że w wyższych warstwach atmosferycznych zalega warstwa ozonu (O_3), który, jakkolwiek w znikomej ilości, silnie pochłania pewne promienie słoneczne, ogółem 6 do 7%. W warunkach normalnych ciśnienia (760 mm) cała ta warstwa ozonu miałaby zaledwie 3 mm grubości; wyznaczono nawet wysokość nad ziemią, na której znajduje się ozon; waha się ona przeważnie od 40 do 50 km.

Równie ważne wyniki otrzymuje się w dziedzinie badania pasm absorpcyjnych pary wodnej. Para wodna jest najbardziej zmiennym co do ilości składnikiem atmosfery ziemskiej; jej kondensacja powoduje zachmurzenie nieboskłonu i opady, czynniki klimatyczne tak ważne w gospodarce Natury. O ile pomiary wilgotności powietrza nad ziemią nie dają dokładnych danych co do ilości pary w atmosferze, o tyle obserwacje widma słonecznego w podczerwonej jego części pozwalają zupełnie dokładnie oznaczyć jej zawartość. Zagadnienie to rozwiązał w roku 1912 wzmiankowany już wyżej F. Fowle. Badacz ten ustalił drogą doświadczeń na wielką skalę zależność pomiędzy transmisją (czyli przepuszczalnością) w obrębie pewnych pasm absorpcyjnych pary wodnej, a znaną ilością pary wodnej. Mając tę zależność, mierzył następnie wielkość transmisji w widmie słonecznem, otrzymanem zapomocą spektrobografu, dzięki czemu otrzymywał wprost całkowitą zawartość pary wodnej w atmosferze. Fowle oznacza tę ilość pary w mm grubości warstwy wody, która powstała z całkowitego skroplenia się tej pary (t. zw. woda opadalna, „precipitable water”). Okazuje się więc, że w warunkach przeciętnych, w średnich szerokościach geograficznych, ilość wody opadalnej (w) jest liczbowo mniej więcej dwa razy większa, niż liczba, wyrażająca prężność pary wodnej (e) w powietrzu nad ziemią.

$$w = 2 e.$$

Stosunek ten nie jest jednak stały, gdyż zależnie od rozkładu pionowego wilgotności w atmosferze waha się on w dość dużych granicach. Gdybyśmy zatem oznaczali zawartość pary wyłącznie na podstawie tego wzoru i zaobserwowanej prężności pary e , popełnilibyśmy niekiedy poważne błędy, gdyż współczynnik nie jest zawsze równy 2, lecz waha się w szerokim zakresie.

Przyrządy spektralne do badań widma słonecznego były jeszcze do niedawna

mało rozpowszechnione i dlatego obserwacje tego rodzaju, jakkolwiek bardzo ważne z punktu widzenia fizyki Słońca i fizyki atmosfery ziemskiej, są dotychczas bardzo skąpe.

Pewnym surogatem spostrzeżeń widmowych dla celów meteorologicznych były pomiary aktynometryczne poprzez filtry kolorowe. Szkła te przepuszczają tylko pewne określone dziedziny widma i dlatego na podstawie pomiarów aktynometrycznych z filtrami można zgrubszawniać wnioski o zmianach widma słonecznego, zachodzących bądź w czasie, bądź w zależności od klimatu (np. w funkcji szerokości geograficznej). Tego rodzaju właśnie obserwacje promieniowania wykonali w r. 1923 Wł. G o r c z y ń s k i na Oceanie Indyjskim i meteorolog niemiecki F. r. L i n k e na Atlantyku, oraz w r. 1925 autor na Atlantyku, pomiędzy Europą a Argentyną. Wynik tych spostrzeżeń (po których nastąpiły jeszcze dalsze obserwacje okrętowe G o r c z y ń s k i e g o) — był bardzo interesujący, okazało się bowiem, że procent promieniowania czerwonego i podczerwonego maleje ku równikowi, niebieskiego zaś wzrasta. Zmiany te rzucają nieco światła na kwestię zawartości pary wodnej w atmosferze w różnych szerokościach geograficznych; ale metoda jest zbyt prymitywna, aby na jej podstawie można było wysnuć dale idące wnioski.

Toteż G o r c z y ń s k i, dążąc do sprecyzowania metody obserwacji, przystąpił w r. 1924 do konstrukcji prostego spektrografu, któryby zapomocą skromnych środków instrumentalnych pozwolił otrzymywać w ogólnych zarysach rozkład energii w widmie słonecznym. Opisu tego przyrządu nie będziemy podawali, gdyż opiszemy go w oddzielnej notatce. Poświęcimy natomiast nieco uwagi pracom obserwacyjnym, które zapomocą tego przyrządu zostały wykonane nad Morzem Śródziemnym.

Pierwsze próbne rejestracje spektrograficzne przeprowadził G o r c z y ń s k i w oazie Ouargla na Saharze z początkiem

r. 1926, dłuższą zaś serję pomiarów systematycznych zorganizował w miejscowości El Ariana pod Tunisem. Serja ta, złożona z 330 spektrogramów, obejmuje okres od maja 1926 do końca lutego 1927 r. (148 dni obserwacyjnych). Dla wszystkich krzywych rozkładu energii została wyznaczona wielkość transmisji atmosferycznej w obrębie dwóch pasm podczerwonych pary wodnej, które specjalnie nadają się do tego rodzaju poszukiwań, mianowicie w pasmach ρ (0,93 μ) i Φ (1,13 μ). Nie wchodząc w bliższe szczegóły (które zostały podane w komunikatach G o r c z y ń s k i e g o i autora, zamieszczonych w Biuletynie Pol. Akad. Um. z kwietnia 1932 r.), zaznaczymy, że rejestracje widma słonecznego w Tunizji dały wynik bardzo interesujący. Okazało się bowiem, że atmosfera nad Tunizją jest stale znacznie suchsza, niżby to wypadało z dość dużej wilgotności, obserwowanej bezpośrednio nad ziemią. Inne mi słowy Tunisu, zwłaszcza w lecie, jest „łaźnią“ tylko przy samej powierzchni ziemi, gdyż po nad nią unosi się atmosfera bardzo sucha. Dzięki temu i natężenie promieniowania słonecznego jest znacznie większe, niż w szerokościach środkowych. To właśnie jest cechą „afrykańskiego Słońca“, które mimo wysokiej temperatury powietrza i znacznej w związku z tem wilgotności, piecze niemiłosiernie.

W latach 1931/32 wykonał autor niniejszego szereg zdjęć spektrograficznych aparaturą G o r c z y ń s k i e g o w Montpellier i Nicei. Francja południowa, a zwłaszcza Riviera, nadają się specjalnie do tego rodzaju poszukiwań ze względu na wyjątkowe w Europie warunki atmosferyczne pod względem zachmurzenia: w Nicei wypada 2615 godzin ze słońcem rocznie, podczas gdy np. w Warszawie — zaledwie 1660 godzin. W Montpellier przyrząd znajdował się na wieży na zachodnim skraju miasta, w Nicei zaś — w laboratorium aktynometrycznym G o r c z y ń s k i e g o, w dzielnicy willowej Caras. Ogółem autor zebrał w okresie prze-

szło 8-miesięcznym około 290 spektrogramów w ciągu 95 dni obserwacyjnych. Tematem pracy było wyznaczenie transmisji atmosferycznej w wyżej wspomnianych już pasmach absorpcyjnych pary wodnej, i na jej podstawie, całkowitej zawartości pary wodnej w atmosferze. Rys. 2 przedstawia jedną z krzywych rozkładu energii w widmie, otrzymaną w Montpellier. Zaznaczają się w niej wszystkie ważniejsze

szczególnymi długościami fal nie są równe. Jeżeli temu widmu nadać postać normalną o stałych odstępach dł. fal, to maximum przesuwa się do części żółtej.

Spostrzeżenia (których wyniki autor ogłosił w Biuletynie Pol. Akad. Um. w kwietniu 1932 r.) stwierdzają, że w Montpellier, latem, ilość pary wodnej w powietrzu jest normalna: stosunek „wody opadającej” do prężności pary wynosił

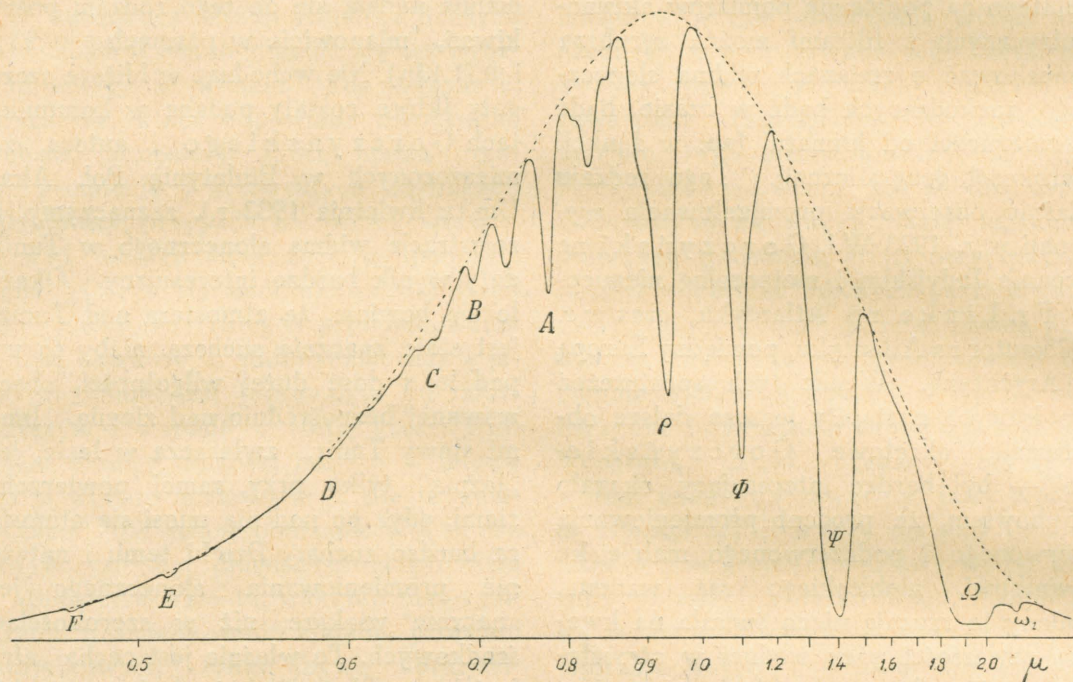


Fig. 2.

pasma absorpcyjne w części widzialnej i podczerwonej w zakresie do 2 μ , w którym działa spektrograf (dalszej podczerwieni szkło nie przepuszcza). Nie występują natomiast drobne prążki absorpcyjne w postaci zazębień, jakie widoczne są na krzywych Langley'a i Abbota, gdyż czystość widma, otrzymanego zapomocą tego spektrografu, nie jest daleko posunięta. Widać także, że maximum energii widma przypada w części podczerwonej w okolicy 0,95 μ (podobnie jak to zaobserwowował Herschel). Dzieje się to dlatego, że w tym przypadku mamy do czynienia z widmem pryzmatycznym, w którym odstęp między po-

około 2. W Nicei natomiast, gdzie obserwacje obejmują okres zimowy i wiosenny (od końca października do końca marca) stosunek ten spadał do 1; oznacza to, że nad Riwierą atmosfera jest dwa razy suchsza, niżby to wypadło z wilgotności, obserwowanej nad ziemią. Jest więc pewna analogja z wynikami, które otrzymał G o r c z y ń s k i dla Tunisu.

Zjawisko to jest niewątpliwie wywołane przez cyrkulację atmosferyczną: w obszarach tych panuje zazwyczaj wyż barometryczny, dzięki czemu powstają prądy od górnych warstw atmosferycznych ku dołowi, które niosą zimne suche masy powietrza. Natomiast nad ziemią, tuż nad

brzegiem ciepłego zbiornika wody, jakim jest Morze Śródziemne, wilgotność jest stosunkowo duża.

Porównanie widm, otrzymanych w Nici, ze zmianami stanu pogody, doprowadziło do dalszych ciekawych wniosków. Oto ze spostrzeżeń naszych wynika, że na jakieś 2 dni przed zbliżającym się okresem niepogody transmisja atmosferyczna w pasmach pary wodnej zaczyna wyraźnie maleć. Zjawisko to jest tak uderzające, że w krajach silnie usłonecznionych, jak Riviera, północna Afryka i inn., możnaby je zastosować do celów przewidywania nadciągających okresów niepogody, o ile dalsze obserwacje potwierdziłyby występowanie tej prawidłowości.

Prócz badań nad rolą pary wodnej w widmie słonecznym prowadzone były w temże Montpellier prace nad wyzyskaniem widma słonecznego do wyznaczania ilości ozonu w wyższych warstwach atmosfery. Są to prace A. Ike-Duninowskiego, który w latach 1929—31 dokonywał spostrzeżeń zapomocą tegoż spektrografu Górczyńskiego, wprowadzając pewne zmiany i ulepszenia kon-

strukcyjne. Badania Duninowskiego wykazały, że ilość ozonu można również oznaczać metodą Cabannes'a, korzystając z krzywej rozkładu energii w części widzialnej widma (zwłaszcza w pasmach Chappuis), która-to metoda, jakkolwiek mniej dokładna od metody fotograficznej w dziedzinie ultrafioletu, ma jednak swe walory dzięki łatwości i szybkości obserwacji i opracowania wyników. Spostrzeżenia Duninowskiego dają na warstwę ozonu ten sam rząd wielkości, co np. zdjęcia widmowe w ultrafiolecie Dobson'a, otrzymane w Oxfordzie.

W Polsce badania widma słonecznego nie były dotąd prowadzone. Nie znaczy to jednak, aby brakło usiłowań w kierunku ich zorganizowania. Na przeszkodzie stawał dotychczas brak funduszy oraz trudności w stworzeniu kooperacji odpowiednich czynników. Szkoda jest tem większa, że właśnie rok 1932/33 jest rokiem Międzynarodowej Współpracy Meteorologicznej. Sprawa jest jednak na dobrej drodze i prace spektrograficzne w chwili obecnej są już rozpoczynane w Zakopanem i w Warszawie.

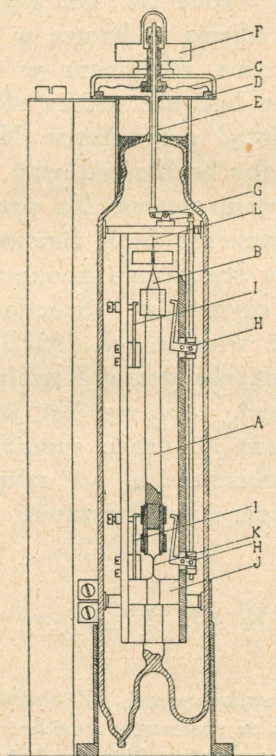
KRONIKA NAUKOWA.

NOWA METODA WYZNACZANIA PRZYSPIESZENIA SIŁY CIĘŻKOŚCI.

F. Holweck i ksiądz Lejay obmyślili już przed kilku laty nową metodę wyznaczania przyspieszenia siły ciężkości. Metodę tę realizowali w przyrządach, które stopniowo doprowadzili do coraz wyższej doskonałości. Przyspieszenie siły ciężkości, oznaczane pospolicie literą „g”, jest wielkością pierwszorzędного znaczenia dla geofizyki i geologii praktycznej. Mapy grawimetryczne muszą być sporządzone z dokładnością rzędu kilku dziesięciomilionowych, to znaczy, że błąd wyznaczenia g nie powinien przekraczać kilku dziesiątych miligala (g jest zbliżone do 1000 galów — 10^6 miligalów). Klasyczna metoda wyznaczenia „g” oparta jest na użyciu wahadła. Okres wahań musi być przytem wyznaczony z dokładnością wyżej wymienioną. Jest to trudne lecz możliwe do osiągnięcia w obserwatoriach astronomicznych, pracowniach geograficznych i t. p.; trudności wzrastają jednak wielokrotnie, gdy chodzi o sporządze-

nie mapy grawimetrycznej. Z charakteru takiej pracy wynika, że obserwator musi być zaopatrzony w narzędzia przenośne, które w każdym miejscu powinny nadawać się do użycia, bez potrzeby uciekania się do urządzeń lokalnych. Metoda klasyczna jest uciążliwa, gdyż zarówno wahadła, jak i precyzyjne chronometry niezbędne do wyznaczania okresu z dokładnością do 10^{-7} wymagają bardzo wielkiej ostrożności w przenoszeniu z miejsca na miejsce. Pomysł Holwecka i Lejaya polega w istocie na połączeniu precyzyjnego chronometru i wahadła w jednym stosunkowo prostym, niewielkim, łatwo przenośnym przyrządzie. Przyrząd ten można opisać jako wahadło odwrócone, oscylujące w próżni. Wahadło odwrócone znajduje się oczywiście w stanie równowagi chwiejnej, możemy jednak równowagę tę utrwalić, opierając wahadło, zamiast na łożyskach osi obrotu, na pionowo obsadzonej sprężynie. Odchylone od położenia pionowego wahadło wykonywać będzie wahanía. Zauważymy, że o powrót do pierwotnego położenia dba tylko sprężyna, natomiast moment siły

ciężkości skierowany jest ku zwiększeniu odchylenia. Im bardziej działanie sprężyste przeważa nad działaniem ciężaru, tem równowaga jest trwalsza, okres wahań zaś krótszy. Odwrotnie, jeżeli dobieramy sprężynę tak słabą, że oba przeciwne sobie działania są niemal równej mocy, wówczas wahania stają się bardzo powolne, okres ich natomiast w wysokim stopniu zależy od drobnych zmian jednego lub drugiego czynnika. Takie układy, zwane astatycznymi, bywają często używane w fizyce do bardzo subtelnych pomiarów; np. słynny asta-



Przyrząd Holwecka-Lejay'a do wyznaczania przyspieszenia siły ciężkości.

tyczny galwanometr Paschena. W istocie jest rzeczą zrozumiałą, że drobne zmiany jakiejś wielkości łatwiej jest wykrywać, gdy wielkość tę „równoważymy” niemal dokładnie, tak iż obserwowane działania zależą nie od samej wielkości, lecz tylko od jej wahań. Jednak nieodzownym warunkiem poprawnego stosowania tej metody jest bezwzględna stałość zarówno czynnika kompensującego, jak i tych czynników pobocznych, od których zależy działanie wielkości badanej. W zagadnieniu Holwecka - Lejay'a warunki te sprowadzają się 1) do idealnej stałości modułu elastycznego sprężyny, 2) do niezmienności kształtu geometrycznego wahadła (działanie siły ciężkości jest zależne od tego kształtu). Twórcy metody

czynią im zadość, wyrabiając wahadło z kwarcu, sprężynę zaś z elinwaru — gdyż zarówno rozszerzalność cieplna jak i współczynnik temperatury sprężystości elinwaru są znikomo małe. Przyrząd Holwecka i Lejay'a przedstawiony jest na rys., ale nie jest to najnowszy jego model. należy bowiem zaznaczyć, że autorowie niezmordowanie go udoskonalają. Na rys. A jest pałeczką kwarcową, odgrywającą rolę wahadła, K jest sprężynką z elinwaru, H — urządzeniem do unieruchomienia przyrządu podczas podróży. Całość umieszczona jest w rurce szklanej, z której wypompowano bardzo starannie powietrze i inne gazy, przez co osiągnięto bardzo powolne zanikanie wahań; ich amplituda pozostaje w czasie pomiaru niemal niezmienna. Model najnowszy posiada okres wahań 6.35 sek., który może być zmierzony z bardzo wielką dokładnością, np. do 1/10.000 zapomocą dosyć prymitywnego chronometru.

Jak już wspomniałem, grawimetria wymaga w wyznaczaniu g daleko większej dokładności w celu wykrywania różnic rzędu 1/1000.000, ale wielkie wartości metody Holweck-Lejay polegają na tem, że dzięki zasadzie astatyzmu, zmiany g tego rzędu wielkości zmieniają okres wahań o ułamek zgorą 100 razy większy, a zatem w sposób łatwo dostępny obserwacji. W ciągu roku ubiegłego Holweck i Lejay wykonali zapomocą tego przyrządu cały szereg pomiarów, składających się na mapę grawimetryczną niektórych departamentów Francji. Wyniki ich są tak dokładne, że zdaniem dyrektora Instytutu Geofizyki w Paryżu, p. Maurain, metoda Holwecka - Lejay wysuwa się na pierwsze miejsce wśród sposobów sporządzania map grawimetrycznych, gdyż jest dogodna w użyciu, pozwala na dokonanie wielkiej liczby pomiarów w ciągu krótkiego czasu i jest mniej kosztowna od metod dawniej używanych.

L. W.

POCHODZENIE METEORÓW.

Zagadnienie pochodzenia meteorów nie zostało jeszcze całkowicie wyjaśnione. Niewątpliwie, część meteorów powstaje z rozpadu komet, zaobserwowane fakty jednak zdają się wskazywać, że przeważająca liczba meteorów pochodzi z dziedzin międzygwiazdowych.

Do takiego wniosku dochodzi znany obserwator niemiecki C. Hoffmeister, który w 1930 roku zebrał cenny materiał, tyżący się zjawisk meteorów w okolicach zwrotnikowych. Obserwacje były wykonane na morzu Karibskim i zawierają wyniki naogół 71 godzin obserwacyjnych. Hoffmeister z obserwacji swych znajduje, że średnia heliocentryczna prędkość meteorów jest 2.90

razy większa od prędkości kołowej, przyczem uwzględniona została siła przyciągająca Ziemi i wpływ naszej atmosfery. Znalaziona przez Hoffmeistera prędkość jest hiperboliczna i jej wielkość wskazuje, że większość meteorów jest pochodzenia międzygwiazdowego. Okazało się przytem, że średnia prędkość meteorów w pierwszym półroczu jest 3.20 razy większa od prędkości kołowej, w drugim zaś — tylko 2.03 razy. Różnica jest tak wielka, że nie da się wyjaśnić przez wpływ meteorów pochodzenia kometarnego.

Hoffmeister wyciąga z tych faktów wniosek, że założenie równomiernego rozkładu kierunków, skąd dochodzą do nas meteory, nie może być spełnione. Nasuwa się więc hipoteza, że meteory jako całość posiadają kierunek prądu niezależny od ruchu Słońca. Prąd ten uwydatnia się przez liczniejsze występowanie meteorów na półkuli, której biegun położony jest w pobliżu gwiazdozbiorów Byka i Bliźniat, niż na półkuli przeciwległej. Badania Hoffmeistera zdają się wskazywać, że istnieje związek między kierunkiem prądu meteorów i ciemnymi mgławicami, położonymi w Byku i Wężowniku (Ophiuchus). Stwierdzenie faktu, że meteory i komety pochodzą z kosmicznych zbiorowisk ciemnej materji, posiadałoby bardzo doniosłe znaczenie dla nauki.

(Die Sterne 1932, str. 32 — 33).

E. R.

ODCHYLENIE PROMIENI ŚWIATŁA W POLU GRAWITACYJNEM SŁOŃCA.

Z teorii względności wynika, że promienie światła, przechodzące w pobliżu gwiazd, ulegają zakrzywieniu w ich polu grawitacyjnem. A więc gwiazdy obserwowane podczas całkowitego zaćmienia słonecznego przy Słońcu, powinny się wydawać odchylone od swych normalnych położań. Odchylenie, przewidziane przez teorię wynosi $D = \frac{1''.75}{r}$ gdzie r jest odległością kątową gwiazdy od środka Słońca, liczoną w promieniach słonecznych. Dla $r = 1$, to jest dla promienia świetlnego, styczego do Słońca, odchylenie to wynosi $1''.75$.

Tego rzędu odchylenie zostało zaobserwowane podczas zaćmień całkowitych Słońca w 1919 r. i 1922 r., natomiast w 1929 r. niemieccy astronomowie, Freundlich, Klüber i Brunn znaleźli, że odchylenie promieni gwiazd w polu grawitacyjnem należałoby raczej przedstawić wzorem $D = \frac{2''.24}{r}$. Wyniki, uzyskane przez powyższych astronomów wywołały ożywioną dyskusję z tego względu, że ponowne przeliczenie pomiarów odchylenia gwiazd w 1919 r. i 1922 r. zdawało się wykazywać również na znacznie większe odchylenie, niż to przewidywała teoria względności.

Przeciwko wynikom Freundlicha, Klübera i Brunn wysunięto jednak poważne zarzuty, że pomiary ich nie były wolne od błędów systematycznych. Błędy te wynikały przede wszystkim z nierównomiernego rozkładu gwiazd, których 13 zmierzono ze wschodniej strony tarczy Słońca, a tylko 5 — z zachodniej. Krytyczna dyskusja wyników ekspedycji potsdamskiej z 1929 r. opublikowana została w roku ubiegłym przez H. Ludendorffa, dyrektora Obserwatorium Astronomicznego w Potsdamie. Ludendorff znajduje, że wyniki wyżej wspomnianych obserwatorów są obarczone błędem systematycznym we współrzędnej x (z zachodu na wschód), który wynosi około $0''.18$. W przypadku, jeżeli błąd współrzędnej x jest jednakowy dla całej kliszy i wynosi $+ 0''.18$, odchylenie promieni gwiazd przy tarczy Słońca redukuje się do $1''.96$; jeżeli zaś przyjmiemy, że błąd systematyczny wynosi na wschodniej połowie kliszy $+ 0''.18$, a na zachodniej — $0''.18$, to wspomniane odchylenie wyniesie $2''.03$. W obu przypadkach otrzymujemy wyniki bardziej zbliżone do teoretycznych, niż to uzyskali Freundlich, Klüber i Brunn. Znacznie różniące się wyniki, uzyskane na podstawie jednego i tego samego materiału obserwacyjnego, świadczą, że dalecy jeszcze jesteśmy od znajomości metody, któraby pozwoliła nam wyznaczyć z dostateczną dokładnością wielkość odchylenia światła w polu grawitacyjnem Słońca, i że na podstawie dotychczasowych wyników nie możemy orzec, czy zaobserwowane odchylenie zgadza się z przewidzianem przez teorię, czy też jest od niego większe.

E. R.

SŁABE KRÓTKOOKRESOWE CEFEIDY W SĄSIEDZTWIE GROMAD KULISTYCH.

W sąsiedztwie gromad kulistych M. 53 i N. G. C. 5466¹⁾ astronom niemiecki, Beade, znalazł liczne słabe cefeidy krótkookresowe²⁾, które okazały się tak znacznie odległe od tych gromad, że przynależność ich do powyższych skupień wydaje się wątpliwa. Cefeidy te znajdują się ponadto w tak wielkiej odległości od głównej płaszczyzny Drogi Mlecznej, że praktycznie położone są w dziedzinach przestrzeni, pozbawionych gwiazd. Ostatnio Beade wykrył w okolicy gromady N. G. C. 4147 pięć gwiazd zmiennych, których odległości zawarte są w granicach od 41 000 do 88 000 lat światła. Najbliższa z tych zmiennych odległa jest od gromady o $25'$, co odpowiada odległości linowej 475 lat światła. Ponieważ średnica gro-

¹⁾ skróty oznaczają katalogi Messiera i New General Catalogue Dreyera.

²⁾ patrz Wszechświat 1932, Nr. 5, str. 131—140.

mady N. G. C. 4147 wynosi tylko 90 lat światła, więc wspomniana gwiazda leży w odległości od gromady przewyższającej przeszło 10-krotnie promień tej gromady. Pozostałe gwiazdy leżą znacznie dalej od gromady i nie mogą być uważane za związane z nią fizycznie.

E. R.

TERMOL.

(Dwunitrofenol 1—2—4).

Związek powodujący zwiększenie spalań komórkowych.

Punktem wyjścia pracy, która doprowadziła do wykrycia niesłychanie ciekawych własności fizjologicznych tego ciała, było następujące zagadnienie higieny przemysłowej. Podczas wojny francuskie fabryki chemiczne zaczęły produkować dwunitrofenol dla prochowni. Zupełnie nieoczekiwanie występować zaczęły wśród robotników wypadki zatrucia, przeważnie śmiertelne. Na 10.000 tonn wyprodukowanego dwunitrofenolu umierało 16 robotników. Zjawisko to było do pewnego stopnia niespodzianką, gdyż uprzednio produkowano wielkie ilości kwasu pikrynowego (trójnitrofenolu) i nie stwierdzono wśród personelu wypadków zatrucia. Doprowadziło to do przekonania, że nitrofenole nie są bardzo szkodliwe.

Pomimo, że opinia ta okazała się błędna uznano, że nie można przerywać produkcji dwunitrofenolu i zwrócono się do André Mayera, profesora Collège de France o znalezienie wyjścia z tej sytuacji. Mayer i jego współpracownicy rzeczywiście znaleźli sposób zabezpieczenia przed zatruciem robotników zatrudnionych w tej produkcji. Poza tem badania ich doprowadziły do bardzo ciekawych wyników czysto naukowych ogłoszonych ostatnio w szeregu prac¹⁾.

„W krótkim czasie udało mi się sprowadzić śmiertelność wśród robotników z 16, na 10.000 tonn wyprodukowanego dwunitrofenolu, do 0.” — mówił z dumą André Mayer na jednym z ostatnich kongresów „Association des Physiologistes de la langue française”. (Możliwości fizjologów są jednak w tym kierunku dosyć ograniczone, gdyż ów zanik śmiertelności nie dotyczy bynajmniej dalszej roli dwunitrofenolu na polach walki).

Zapobieganie zatruciom w przemyśle oparte jest na następującym fakcie. Dwunitrofenol, a raczej produkty redukcji tego ciała przenikają do moczu zanim stężenie ich w organizmie jest dostateczne, aby wywołać zatrucie. Opracowano więc metodę bardzo czułą, pozwalającą na stwierdzenie obecności tych ciał w moczu, zorganizowano od-

powiednią obsługę chemiczną w fabrykach i co rano przed przystąpieniem do pracy bada się moc robotników. Ci, którzy wykazują ślady związków fenolowych nie przystępują do pracy. Metoda ta okazała się w praktyce dostateczna i zupełnie skuteczna — mimo masowej produkcji, wypadki śmierci już się w tym przemyśle nie powtarzały.

Badając doświadczalnie mechanizm zatrucia dwunitrofenolem, Mayer i jego współpracownicy doszli do następujących wyników.

Dwunitrofenol 1—2—4 powoduje zatrucie u wszystkich zwierząt zbadanych, a więc, poza człowiekiem, u psa, konia, królika, gołębia, żółwia i żaby. Doza bezwzględnie śmiertelna to $\frac{1}{20}$ grama na kg. wagi żywej. Często jednak dozy o wiele mniejsze są już śmiertelne. Śmierć następuje niezależnie od drogi jaką trucizna dostała się do organizmu. Autorzy podawali dwunitrofenol 1—2—4 dożylnie, podskórnie, przez drogi oddechowe i przez przewód pokarmowy z jednakowym wynikiem.

Objawy zatrucia u wszystkich zwierząt ciepłokrwistych są mniej więcej jednakowe. Ilustruje je następujący opis przebiegu zatrucia u psa. Po zastrzyku lub zjedzeniu dwunitrofenolu 1—2—4, zwierzę ślania się, po kilku minutach kładzie się, oddychanie jest przyspieszone, pysk otwarty i język wywieszony. Bardzo często następują wymioty, które po pewnym czasie ustają. Oddychanie staje się coraz częstsze i urywane. Może dojść do 300 oddechów na minutę. Zwierzę jest niespokojne, rozciąga się na kamiennej posadzce, jeżeli mu podsunąć wodę, pije chciwie. Potem, nagle oddech się zwalnia i po kilku głębokich wdechach ustaje. Serce zatrzymuje się prawie jednocześnie z oddychaniem. Zwierzę umiera i natychmiast następuje *rigor mortis*. Najcharakterystyczniejszy symptom zatrucia u psa, przyspieszenie oddychania, ma wyraźne cechy polypnoe termicznego. Pies nie posiada gruczołów potowych i polypnoe jest dla niego tem, czem poty dla człowieka: środkiem zwiększenia emisji cieplnej. Przyczyną obserwowanej reakcji oddechowej byłoby zatem podniesienie się temperatury zwierzęcia. Rzeczywiście, mierząc temperaturę psa od chwili zatrucia, stwierdzamy, że podnosi się ona gwałtownie i bardzo znacznie przechodząc w ciągu jednej godziny od 38° do 42°, 43° a nawet 45° w chwili śmierci. To znaczne podniesienie się temperatury jest cechą charakterystyczną zatrucia dwunitrofenolem 1—2—4 u wszystkich zwierząt ciepłokrwistych. Jak wiadomo wzrost temperatury wywołuje u zwierząt tej grupy reakcje regulacyjne polegające na zwiększeniu emisji cieplnej. (U konia, podobnie jak u człowieka, następuje przy tem zatruciu rozszerzenie naczyń skórnych, obfite poty i t. p.). W przypadkach zatrucia dozą śmiertelną, zwiększenie wydzielania ciepła jest niedostateczne, aby zapobiec wzrostowi temperatury. Ta ostatnia przybiera wartości, w których normalne życie zwierząt ciepłokrwistych staje się niemożliwe.

¹⁾ „Annales de Physiol. et de Physicochimie Biol. VIII, 1932 Magne, Mayer i Plantefol, Guerbet, Guerbet i Mayer, Georgescu, Plantefol, Mayer i Vlès.

Czem wywołany jest wzrost temperatury? Badania Magne'a, Mayera i Plantefola wykazały u zwierząt zatrutych znaczny wzrost zużycia tlenu i wydalania dwutlenku węgla. Dla zilustrowania natężenia tego zjawiska podamy konkretny przykład jednego z charakterystycznych doświadczeń: pies u którego normalne zużycie tlenu wynosiło trochę mniej niż 100 cm³ na minutę, w pół godziny po zastrzyku dwunitrofenolu zużywał 1200 cm³ tlenu na tę samą jednostkę czasu. Temu ogromnemu wzrostowi utlenienia towarzyszy odpowiednie zwiększenie ilości wydzielonego ciepła: z 2½ kaloryj na kg żywej wagi i na godzinę, produkcja ciepła po zatruciu doszła do 30 kal. na kg wagi żywej i na godzinę. Widzimy więc, że cechą charakterystyczną i zasadniczą dla zatrucia dwunitrofenolu jest *zwiększenie spalań organicznych*.

Dalszym punktem badań autorów było wykrycie mechanizmu zaobserwowanego zjawiska. Możliwość przypuszczać, że dwunitrofenol wpływa na ośrodek nerwowy regulacji cieplnej, bądź hamując emisję ciepła, bądź pobudzając działalność ośrodka produkcji cieplnej. Fakty zdają się jednak obalać obie te hipotezy.

1^o. Emisja ciepła u zwierząt zatrutych dwunitrofenolem 1—2—4 istnieje i jest bardzo intensywna: polypność, poty, rozszerzenie naczyń skórnych. Co więcej, jeżeli sztucznie zwiększymy emisję ciepłą, np. zapomocą zimnych kąpiei, w ten sposób, że zdołamy utrzymać temperaturę normalną, wzrost spalań komórkowych jest niemniejszy, niż bez tych zabiegów.

2^o. Wzrost spalań następuje również u zwierząt w stanie narkozy i u zwierząt o przeciętnym rdzeniu pacierzowym.

3^o. Wreszcie obserwujemy analogiczne zwiększenie spalań u zwierząt zimnokrwistych, a więc nie posiadających ośrodka nerwowego termoregulującego.

Zmiana natężenia wymiany oddechowej jest zatem sprawą obwodową. Nie towarzyszy jej przytem zwiększenie pracy mięśniowej, gdyż jak już wspominaliśmy wzrost oksydacji po zatruciu dwunitrofenolem stwierdzamy również u zwierząt uśpionych a także u zwierząt zatrutych kurarą, a zatem w stanie zupełnego spoczynku mięśniowego.

Zwiększenie spalania obserwujemy także w organach eksplantowanych, jeżeli do płynu odżywczego dodamy odpowiednią dawkę dwunitrofenolu.

Najcharakterystyczniejsza zmiana chemiczna w organizmach lub organach zatrutych, to szybkie zmniejszenie się i znikanie glikogenu. Zapasy tłuszczowe tkanek nie ulegają zmianie. Cukry zatem wydają się głównym i bezpośrednim paliwem w oksydacjach wywołanych przez dwunitrofenol.

Niezmiernie ciekawy jest fakt, że wpływ tego związku na dorosłe komórki roślin (u roślin wyższych i grzybów) jest analogiczny do wpływu na komórki zwierzęce. W doświadczeniach Plantefola największe natężenie spalania u *Sterigmatocy-*

stis nigra po zatruciu było 4½ raza większe niż natężenie normalne. Wpływ dwunitrofenolu na oddychanie u tych grzybów przejawia się zresztą jedynie w płynie odżywcym ubogim. W płynie odżywcym bogatym w składniki pokarmowe zaobserwować można, przeciwnie, zmniejszenie wymiany oddechowej. Zmniejszenie to odpowiada zatrzymaniu wzrostu, spowodowanemu przez tenże dwunitrofenol.

Wszystkie te fakty doprowadziły autorów do wniosku, że mają do czynienia ze związkiem *pobudzającym bezpośrednio spalania komórkowe* i dla zaznaczenia tych ciekawych własności farmakologicznych zaproponowali nazwę *termol* dla dwunitrofenolu 1—2—4.

Należy zaznaczyć, że z pomiędzy wszystkich nitrofenolów badanych przez autorów, te jedynie które posiadają grupę NO₂ w pozycji para powodują zwiększenie spalań.

L.

AUKSYNA, HORMON WZROSTOWY ROŚLIN.

W ostatnich latach, w całym szeregu pracowni naukowych przeprowadzane są badania nad substancjami chemicznymi, produkowanymi przez ustroje jednokomórkowe i tkanki roślinne, mogącemi odgrywać dla tych organizmów rolę swoich aktywatorów pewnych procesów fizjologicznych. Świeżo ukazały się prace eksperymentalne, na których podstawie twierdzić można, że po raz pierwszy udało się dokładniej scharakteryzować pierwszy hormon roślinny, substancję wytwarzaną przez roślinne komórki i pobudzającą wzrost roślin.

Już dawno istniało przypuszczenie, że wzrost kielkującej rośliny pobudzany jest przez jakąś substancję chemiczną, produkowaną w koniuszku rozwijającego się liścienia i stamtąd przenikającą ku jego podstawie. W r. 1928 botanik F. A. Went w Utrechcie przeprowadził w tym zakresie badania, z których wynikało, że substancja ta jest niezbędna dla wzrostu liścienia i, że zjawiska fototropizmu są spowodowane nierównomiernym rozmieszczeniem tej substancji w różnych częściach liścienia, a co za tem idzie, nierównomiernym rozrostem tych części. Went przekonał się, że substancja wzrostowa może dyfundować z odciętych koniuszków liścienia do płytek agaru i gromadzić się w agarze w większych ilościach. Drobna kostka agaru, napojonego substancją wzrostową, umieszczona jednostronnie na naciętym liścieniu owsa, powoduje szybszy wzrost tej strony liścienia, z którą substancja wzrostowa się styka, w następstwie czego liścień ulega skrzywieniu. Tę ilość czynnika wzrostowego, która powoduje skrzywienie liścienia o 10°, nazwano jednostką substancji wzrostowej.

Przekonano się, że substancja wzrostowa produkowana jest nie tylko przez koniuszki rozwija-

jących się liścieni, ale można ją otrzymać również z hodowli grzybków lub bakteryj. Ilości uzyskiwane z tych źródeł były jednak zbyt nikłe, aby można było przeprowadzić badania własności fizycznych i chemicznych substancji wzrostowej. Sytuacja zmieniła się zasadniczo, gdy stwierdzono, że substancja wzrostowa występuje bardzo obficie w moczu ludzkim. F. Kögl w Utrechcie, którego ostatnie badania (Zeitschr. f. physiol. Chemie, 214, 241, 1933; 216, 31, 1933); doprowadziły do niezmiernie ciekawych wyników, oblicza, że dla otrzymania jednego grama czystej substancji wzrostowej trzeba przerobić 500 litrów moczu ludzkiego; tę samą ilość można uzyskać z 10 miliardów koniusek liścieni kukurydzy, albo z 25,000 litrów hodowli *bacterium coli*, albo z 30,000 kg drożdży. Posługując się tem bogatym źródłem, jakim jest mocz ludzki, otrzymał Kögl substancję wzrostową w postaci krystalicznej i nadał jej nazwę *auksyny*.

Z badań Kögla wynika, że auksyna jest kwasem o wzorze chemicznym $C_{18}H_{32}O_5$. Cząsteczka jej zbudowana jest z jednego układu pierścieniowego i długiego łańcucha atomów węgla, w którym występują 3 grupy alkoholowe. 1 gr czystej auksyny odpowiada 50 miliardom jednostek substancji wzrostowej, t. zn. że 1/50,000,000 mg czyli 1/50,000 γ odpowiednio zastosowana powoduje skrzywienie liścienia owsa o 10°. Najprawdopodobniej auksyna występująca w moczu ludzkim jest identyczna z auksyną, produkowaną przez komórki roślinne.

B. S

NOWE DANE W SPRAWIE DETERMINACJI PŁCI U BONELLIA.

Jak wiemy obecnie, szereg różnych substancji może spowodować rozwój obojętnych płciowo larw *Bonellia viridis* bądź w kierunku samczym, bądź samicy (por. „Wszechświat”, 1932, str. 88). Według Baltzera silny wpływ maskulinizujący wywierają ekstrakty z trąby i jelita dorosłej samicy. Według Herbsta podobne jest działanie tak prostych czynników, jak głodzenie larw, oraz dodawanie do wody morskiej kwasu solnego lub węglowego. W nowszej pracy (Naturwiss, 1932, str. 375) podaje Herbst, że dodatek nieznacznych ilości soli miedziowych do naturalnej lub sztucznej wody morskiej jest energicznym czynnikiem maskulinizującym. Najwyższy odsetek samców, otrzymanych tą metodą z larw obojętnych, sięga 96%.

Nowe szczegóły w sprawie rozwoju samców *Bonellia* komunikuje Baltzer (Rev. suisse Zool. 39, 1932, str. 281). W przypadku normalnym samce powstają z tych larw, które osiadają na trąbie dorosłej samicy. Jednak występuje pewien odsetek samców także w kulturach larw, oddzielonych od samicy i nie poddawanych żadnym zabiegom eksperymentalnym. Ukazują się one bardzo póź-

no, liczebność ich wynosi około 5%. Maskulinizacja jest tu dość nierównomierna w różnych częściach ciała i niezupełna. Występowanie takich „spóźnionych samców” dowodzi, zdaniem Baltzera, że determinacja płci u *Bonellia* nie jest zależna li tylko od czynników zewnętrznych, lecz w znacznym stopniu uwarunkowana jest czynnikami genetycznymi. Przemawia za tem także fakt, że nawet gdy larwy obojętne mają sposobność do osiadania na trąbie, znaczna ich część rozwija się w kierunku samicy. Ponieważ samce „genetyczne”, czyli spóźnione, nie osiągają pełni rozwoju normalnego samca, należy wnosić, iż czynniki genetyczne same przez się nie wystarczają do zupełnej maskulinizacji. Autor przeprowadza porównanie pomiędzy determinacją płci u *Bonellia*, a partenogenezą sztuczną. W obu przypadkach efekt może zależeć od wielkiej różnorodności czynników, które wszystkie uruchamiają pewien gotowy mechanizm.

jd.

CHROMOZOMY PŁCIOWE CZŁOWIEKA.

Liczba chromozomów człowieka jest dotychczas sporna. Rozstrzygnięcie tej kwestji ma bardzo ważne znaczenie zarówno dla biologji jak i antropogenetyki, a jak ostatnio stwierdzono, i dla pewnych kwestji patologicznych. To też badania w tym kierunku są prowadzone oddawna, lecz napotyka ją na wielkie trudności z tego powodu, że liczba chromozomów u człowieka jest bardzo duża. Pozytywne wyniki tych badań datują się dopiero od roku 1912, kiedy Winiwarter określił liczbę chromozomów żeńskich na 48, męskich na 47. Liczba chromozomów żeńskich została określona definitywnie, co do chromozomów męskich jednak do tej pory istnieją duże sprzeczności i to zarówno co do ich liczby, jak i co do tego, które z nich należy uważać za chromozomy płciowe. I tak Winiwarter, Oguma i Kihara określają liczbę na 47, amerykańscy cytologowie zaś — Evans, Painter oraz Evans i Swezy — na 48. Formułka płci dla kobiety brzmi więc XX, dla mężczyzny według pierwszej grupy badaczy brzmiałaby XO, według drugiej XY. Co do kwestji, który chromozom należy uważać za chromozom płciowy, to Winiwarter uważa za takowy chromozom największy, nieparzysty, Oguma sądzi, że chromozom X może być różnej wielkości w zależności od rasy i twierdzi, że u Japończyków jest to chromozom największy, u Belgów jest nim drugi z kolei co do wielkości. Amerykańscy cytologowie zaś są zdania, że chromozomy płciowe tworzą parę chromozomów różnych co do wielkości: Y jest chromozomem najmniejszym, X nieco większym. Są to według nich twory pałeczkowate, lub mające kształt nasienia fasoli. Pierwsza grupa badaczy uważa natomiast, że X ma kształt litery U lub V. W ostatnich czasach dwaj badacze rosyjscy Shiwa go

i Andres podjęli tę kwestję i obliczali chromozomy spermatogenezy na materiale otrzymanym drogą operacyjną z trzech mężczyzn rasy białej, będących w sile wieku. Z obliczeń ich wynika, że w płycie równikowej podczas metafazy podziału spermatogonij istnieje 48 chromozomów, które dają się ułożyć w pary według wielkości i kształtu, z wyjątkiem jednej pary heterochromozomów, którą stanowi jeden chromozom najmniejszy, drugi nieco większy. Jeszcze wyraźniej daje się to stwierdzić podczas pierwszego podziału redukcyjnego spermatocytów, kiedy wszystkie chromozomy są ułożone parami, tak jak to widać na załączonej figurze.

Par tych jest 24 i każda z nich składa się z dwóch chromozomów równej wielkości i jednakowego kształtu, a tylko jedną parę stanowią dwa chromozomy niejednakowe: jeden z nich jest chro-



mozomem najmniejszym, drugi — dwa do trzech razy od niego większym. Jest to para chromozomów, oznaczona na figurze literami X i Y. Są to właśnie chromozomy płciowe.

Tak więc autorowie cytowani potwierdzają zdanie badaczy amerykańskich, że liczba chromozomów męskich wynosi, tak samo jak żeńskich, 48, lecz para chromozomów płciowych nie składa się, jak u kobiety, z dwóch chromozomów jednakowych, lecz z różniących się między sobą wielkością i kształtem. Formułka płci dla mężczyzny brzmiałaby więc XY, a więc tak samo, jak dla większości zwierząt ssących.

Poza tem Shiwago i Andres występują przeciwko istnieniu różnic rasowych w składzie chromozomów człowieka, opierając się na zgodności wyników swoich badań, wykonanych na przedstawicielach rasy białej, a wyników prac amerykańskich badaczy, wykonanych zarówno na przedstawicielach rasy białej jak i czarnej.

B. K.

ROLA ODDECHOWA BARWNIKA BAKTERYJ.

Liczne drobnoustroje wytwarzają rozmaite barwniki (białe, żółte, zielone, czerwone, fioletowe, brunatne). Sądzone, że naogół nie posiadają one wyraźnej roli fizjologicznej, nie biorą udziału w przemianie tlenowej drobnoustrojów. Zdolność

barwnikotwórczą wykorzystano do celów systematyki, opierając na tej zdolności wyosobnienie w samodzielną jednostkę niektórych gatunków drobnoustrojów (*b. prodigiosum*, *b. pyocyaneum*, *b. violaceum*, gronkowce, pakietowce i inne).

Ostatnio dokonane spostrzeżenia zdają się wskazywać na rolę barwników drobnoustrojowych w procesach oddechowych. Friedheim (Journ. of exper. Med. 1931, t. 54, str. 207) stwierdził wpływ barwnika *b. pyocyaneum* (pał. ropy błękitnej) na przemianę tlenową. Działanie barwnika — pyocyaniny — w tym przypadku ma charakter katalityczny. *B. pyocyaneum*, hodowany w warunkach uniemożliwiających wytwarzanie barwnika, rósł nieomal jako beztlenowiec, zużywając minimalną ilość tlenu (iloczyn oddechowy 0—0,1); dodanie do zawiesiny pyocyaniny krystalicznej podnosi o 2.400% intensywność oddychania. Podobne działanie barwnika daje się stwierdzić tylko na bakterjach, znajdujących się w środowisku pozbawionem substancji odżywczych.

Jak wykazały dalsze spostrzeżenia Friedheima (Compt. rend. Soc. Biol. T. 110, str. 353, 1932), w przemianie oddechowej również udział bierze barwnik innego drobnoustroju barwnikotwórczego — *B. violaceum*. Jest to pałeczka saprofityczna, spotykana w wodzie, ruchliwa, wytwarzająca barwnik i obficie rosnąca na niektórych podłożach. Barwnik jest ściśle związany z ciałem komórki drobnoustrojowej, nie rozpuszcza się w wodzie. Barwnik łatwo rozpuszcza się w acetonie, alkoholu etylowym i metylowym, glicerynie, eterze; słabo rozpuszcza się w chloroformie i benzolu. Działanie zasad i gotowanie przekształca barwnik w odmianę żółtą, rozpuszczalną. Światło szybko odbarwia barwnik rozpuszczony w rozpuszczalnikach, nie działa natomiast na barwnik, związany z komórkami drobnoustrojowymi.

Do spostrzeżeń autor stosował barwnik, otrzymany przez rozpuszczenie w acetonie, wyparowanie i przemycie wodą. Działanie barwnika na oddychanie badano mierząc równolegle oddychanie zawiesiny *b. violaceum* z dodatkiem barwnika rozpuszczonego lub bez niego. Zużycie tlenu określono metodą manometryczną Barcroft - Warburga. Barwnik rozpuszczano w glicerynie i dodawano do zawiesiny. Koncentracja gliceryny w zawieszynie stanowiło 6,6%, koncentracja barwnika — 1:20.000.

B. violaceum w podłożu zawierającym fosforany i pozbawionem substancji odżywczych wykazuje wyraźne pochłanianie tlenu. Dodanie 6,6% gliceryny nie wpływa na szybkość pochłaniania tlenu, natomiast dodanie rozpuszczonego w glicerynie barwnika fioletowego podnosi intensywność oddychania o 234%. Kontrole wykazały, że roztwór barwnika w glicerynie sam tlenu nie pochłania. To wzmożenie pochłaniania najwybitniej zaczyna się w ciągu pierwszych 10—20', później obniża się powoli.

Rozważając mechanizm tego działania barwnika, należy mieć na względzie, że barwnik fioletowy bardzo łatwo ulega redukcji, przekształcając się w odmianę bezbarwną, pod działaniem takich czynników jak wodór w obecności paladu koloidalnego. Utlenienie odbarwionego barwnika na powietrzu nie występuje nawet przy pomocy intensywnych odczynników utleniających. Nie można, jak dotąd, twierdzić, że barwnik fioletowy jest dobrym katalizatorem procesu utlenienia.

W wyniku spostrzeżeń podanych stwierdzić

można, że barwnik *b. violaceum* zasadniczo, co do swego działania fizjologicznego, zachowuje się jak pyocyana — przyspiesza utlenianie substancji wchodzących w skład ciała komórki bakteryjnej, przedewszystkiem w warunkach, kiedy drobnoustroje w środowisku pozbawionem substancji odżywczych zmuszone są żywić się substancjami wewnątrz własnych komórek.

Podane fakty stanowią zaledwie zapoczątkowanie spostrzeżeń nad rolą fizjologiczną barwników drobnoustrojowych.

A. Ł.

OCHRONA PRZYRODY.

WYSTAWA OCHRONY PRZYRODY W GIMN. PAŃSTW. IM. EMILJI PLATER W WARSZAWIE.

Dzięki staraniom Kółka Przyrodniczego uczennic gimn. im. Emilji Plater w Warszawie oraz nauczycielki przyrody p. Łukasiewicz, a przy poparciu dyrekcji gimnazjum otwarta została dnia 10 kwietnia b. r. w gmachu gimnazjum przy ul. Mazowieckiej, wystawa Ochrony Przyrody.

Otwarcia dokonała wizytator p. Szeinbokówna, zachęcając w gorących słowach młodzież do propagowania idei ochrony przyrody i wyrażając radość z powodu energicznej działalności Kółka Przyrodniczego. Następnie w imieniu Kółka powitała zaproszonych gości, nauczycielstwo i licznie zebrane uczennice gimnazjum przewodnicząca Kółka, ucz. kl. 8 p. Irena Szeinbokówna, poczem przemawiała dyrektorka gimnazjum p. Majkowska i w imieniu Ligi Ochrony przyrody p. M. Sokołowski. Wystawa obejmuje szereg działów, jak np. Parki Narodowe i Rezerваты, ochrona rzadkich roślin i zwierząt, modele karmników i skrzynek dla ptaków i t. p. Mile uderza brak wypchanych modeli, ptaków lub zasuszonych roślin — zostało to zastąpione przez szereg rysunków i obrazów niezwykle starannie wykonanych przez członkinie Kół-

ka. W ten sposób zapobiega się niszczeniu flory i fauny przez zbieranie okazów roślin i ptaków do zbiorów przyrodniczych; najlepszym zaś dowodem, że okazy tego rodzaju mogą być z powodzeniem zastąpione przez rysunki, jest wspomniana wystawa.

Otwarcie wystawy zbiegło się z uroczystością 10-lecia powstania Kółka Przyrodniczego, które założone z inicjatywy uczennic, a w pierwszym rzędzie z inicjatywy p. Ostaszewskiej b. długoletniej przewodniczącej Kółka, rozwija ożywioną działalność wśród młodzieży. Kółko wydaje własne czasopismo p. t. „Przyrodniczka”, którego szereg egzemplarzy można było oglądać na wystawie. Kontakt między Kółkiem a jego członkiniami nie ustaje z chwilą ukończenia gimnazjum lecz utrzymuje się w dalszym ciągu — np. w otwarciu wystawy wzięło udział wiele dawnych maturzystek gimnazjum.

Placówce tego rodzaju należy życzyć jak najpomyślniejszego rozwoju na przyszłość. Miejemy nadzieję, że piękna inicjatywa Kółka Przyrodniczego przy gimn. państw. im. E. Plater w Warszawie posłuży jako przykład dla innych szkół i stowarzyszeń młodzieży, i że w roku przyszłym będziemy mogli zwiedzić nie jedną, lecz dziesiątki szkolnych wystaw Ochrony Przyrody.

M. Zajczkowski.

K R Y T Y K A.

Ochrona Przyrody. Organ Państw. Rady Ochrony Przyrody. Rocznik 12. Warszawa 1932, str. 190, ryc. 50, tabl. IV.

Część I. Artykuły.

Jan Sokołowski: *Czy bocian w Polsce wymiera?*

Alarmujące głosy prasy zagranicznej o zmniejszaniu się ilości bocianów skłoniły autora do systematycznych badań nad ich pojawieniem się w Poznaniu, które doprowadziły go do pociesającego wyniku, że stan bocianów w tej części Polski wcale się nie zmniejsza. Jest to tem ważniejsze, że Poznańskie leży bliżej zachodniego kresu występowania tego ptaka.

Włodzimierz Kulmatycki: *W sprawie zachowania jesiota w rzekach polskich.*

Przedmiotem ochrony przyrody jest jesiota zachodni, gatunek obecnie już wymierający, skutkiem czego zmniejszają się i jego połowy w wodach Europy Zach., a także w Zatoce Gdańskiej i w ujściu Wisły, gdzie nie mają już obecnie nawet gospodarczego znaczenia. Jesiotry pojawiają

się przy ujściu Wisły w marcu, główny okres ich pojawu wypada na kwiecień i maj, poczem wybitnie się zmniejsza. Na podstawie spostrzeżeń nad czasem wstępowania jesiota do Wisły proponuje autor przesunąć dotychczasowy okres ochrony z 15. VII.—31. VIII. na okres 1. VI.—31. VII. jako bardziej celowy, gdyż zabezpieczający ochronę okazów ciągnących dopiero na tarło, a nie wracających już z niego. Również polecenia godna byłaby akcja zakupu złowionych jesiotów i sztucznego zapładniania ikry w specjalnych „punktach jesiotowych”. Akcja powinny kierować naukowe zakłady rybne.

Przyczyny zaniku jesiota nie są jeszcze dostatecznie wyjaśnione. Między innymi odgrywa na pewno rolę regulacja i zanieczyszczanie rzek.

Stanisław Żarnecki: *Zarybianie rzek łososiem i trocią z punktu widzenia ochrony tych ryb.*

Stan obu tych gatunków ryb z rodziny łososiowatych zmniejsza się w dorzeczu Wisły, wskutek zanieczyszczeń wód ściekami fabryk i miast, regulacji rzek, budowli wodnych, kłusownictwa rybne-

go, braku odpowiednich prawnych przepisów ochronnych w b. zaborze rosyjskim i na terenie Gdańska i coraz niekorzystniejsze stosunki hydrologiczne w rzekach górskich (powodzie — posuchy). Na tem tle nabiera tem większego znaczenia sprawa akcji zarybiania w dorzeczu Wisły, którą autor pokrótce opisuje, a której dwa ośrodki są w Nowym Targu i Nowym Sączu.

Jarosław Urbański: *Godne ochrony gatunki i zespoły mięczaków województwa poznańskiego.*

Oprócz omawianych w dotychczasowej literaturze ochraniarskiej gatunków występujących tylko na bardzo małym terenie, lub też w kilku zaledwie miejscach, istnieje jeszcze szereg gatunków w niektórych okolicach wprawdzie rozpowszechnionych, w innych jednak rzadkich. Autor wylicza te rzadkości „regionalne” odnośnie do województwa poznańskiego i proponuje dla nich rezerwy.

Adam Wodziec: *Utworzenie rezerwatów w Puszczykowie i Ludwikowie pod Poznaniem.*

Istniejące już rezerwy częściowe w Ludwikowie i Puszczykowie powinny być powiększone o sąsiadujące z niemi niektóre obszary leśne. Należy też stworzyć podstawy finansowe dla istnienia i rozwoju rezerwatów z dochodów przedsiębiorstw na terenie rezerwatów, i ze świadczeń miast i gmin okolicznych.

Szymon Wierdak: *O ochronę skał gipsowych i otaczającej je halawy w Międzyzdrojach.*

W pobliżu wsi Międzyzdroje k. Halicza znajduje się malownicza grupa skał gipsowych, o wielkiej wartości botanicznej. Mamy tu szereg zespołów jak turzycy niskiej, ostnicy włosowej, zespół naskalny, zespół turzycy górskiej i zespół zarośli. Skały te należy zabezpieczyć przed eksploatacją kamienia i przed wypasem bydła.

Roman Kuntze: *Notatka o faunie wzgórza pod Międzyzdrojami w okolicy Halicza.*

Na tle opisanych przez S. Wierdaka zbiorowisk roślinnych skał pod Międzyzdrojami opisuje autor ich faunę.

Henryk Świdziński: *Projekt rezerwatu „Prądków” pod Krosnem.*

Znany piękny zabytek z grupy skał wraz z otaczającym lasem jest zagrożony eksploatacją. Należy go wykupić z rąk kilku prywatnych właścicieli i stworzyć rezerwat.

Mieczysław Klimaszewski: *„Grzyby skalne” na pogórze karpackiem między Rabą a Duncajem.*

Autor opisuje kamienie - grzyby w Zegartowicach i w Bukowcu pochodzenia młodego polodowcowego erozyjno - denudacyjnego.

Walery Łoziński: *Zabytek gleby w Dańdówce koło Sosnowca.*

Ochrona zabytków glebowych napotyka na tę zasadniczą trudność, że gleba w odkrywkach szybko niszczy i tylko wyjątkowo może się trwale zachować w pierwotnej formie. Do tych nielicznych przypadków zaliczyć można np. utwory glebowe, pochodzące z osadów wód gruntowych (rudzy darniowe, osady węglanowe). Utwory te świadczą o wyższym ongiś poziomie wód gruntowych i jako takie są zabytkami przyrody. Jednym z nich jest płat piaskowca glebowego w Dańdówce k. Sosnowca.

Jan Czarnocki: *Mniej znane zabytki geologiczne Gór Świętokrzyskich.*

Autor wylicza 25 zabytków, jaskiń, profilów, starych robót, skał i gołoborzy.

Amalia Głowińska: *Materiały do inwentarza zabytkowych głazów narzutowych w Polsce.*

Wykaz jest pierwszym z zamierzonej przez Państwową Radę Ochrony Przyrody serii i zawiera 65 pozycji, co jest zaledwie 19.3% z liczby gła-

zów zasługujących na ochronę. Wykaz ułożony jest województwami i powiatami.

Adam Wodziec: *Ochrona przyrody nową gałęzią wiedzy.*

Za przykładem niektórych pisarzy - ochraniających zagranicznych roztrząsa autor widoki rozwoju ochrony przyrody jako osobnej wiedzy i możliwości powstania następujących jej gałęzi:

1. Fizjocenoptyka — nauka o równowadze w przyrodzie.

2. Fizjofilaktyka — wiedza o ochronie przyrody.

3. Fizjoplastyka — sztuka kształtowania przyrody.

4. Fizjodynamika — nauka o wpływach przyrody na człowieka.

5. Fizjigiena — dział higieny odnoszący się do obcowania z przyrodą.

6. Fizjoterapeutyka — wiedza leczenia czynnikami przyrody.

7. Fizetyka — dział etyki o zasadach postępowania wobec przyrody.

8. Fizagogika — dział pedagogii dotyczący kształcenia stosunku do przyrody.

9. Fizeugenika — dział eugeniki zajmujący się zagadnieniem hodowli człowieka, któryby żył w harmonii z przyrodą.

Część II.

Organizacja międzynarodowa ochrony przyrody.

M. Siedlecki: *Ochrona wielorybów a wielorybnictwo.*

M. Siedlecki: *Sprawa nowelizacji konwencji o ochronie ptaków pożytecznych dla rolnictwa zawartej w Paryżu w r. 1902.*

M. Siedlecki: *Sprawy pozostające w związku z ochroną przyrody, poruszone na posiedzeniu Międzynarodowej Rady Badań Morza w Kopenhadze, w czerwcu 1932 r.*

J. Grochmalicki: *Sprawozdanie z Walnego Zebrania Polskiego Oddziału Międzynarodowego Towarzystwa Ochrony Żubra w dn. 10.V.1932. w Poznaniu.*

M. Sokołowski: *Ochrona przyrody na Kongresie Międzynarodowego Związku Leśnych Zakładów Badawczych.*

W. K.: *Postępy w organizacji Międzynarodowego Biura Ochrony Przyrody w Brukseli.*

Część III.

Ochrona przyrody zagranicą.

Szereg wiadomości o postęпах ochrony przyrody w Austrii, Czechosłowacji, Francji, w szczególności o parkach natury, o stanie ochrony rzadszych zwierząt, o ustawodawstwie i t. d.

Część IV.

Urzędowa.

Nowe zarządzenia władz różnych instytucji, dotyczące ochrony przyrody.

Sprawozdanie z XIV. Zjazdu P. R. O. P. 1932.

Część V.

Korespondencje.

W. Korsak: *W sprawie utworzenia „Parku Natury” w Puszczy Rudnickiej p. Wilnem.*

Park powinien obejmować wszystkie formy krajobrazowe: lasy, rojsty, błota i jeziora, t. j. około 22.000 ha, na co złożyłyby się częściowo dobra państwowe, częściowo prywatne, uzyskane drogą wymiany lub wykupu.

W. Kulesza: *Wspomnienia godne zakątki leśne na krańcach Puszczy Sandomierskiej.*

F. Luder: *Roślinność torfowiskowa nad Jeziołem Białym w Augustowskim.*

B. Pustoła: *O faunie torfowisk Pustelnia i Ole w powiecie święciańskim.*

B. Hryniewicz: *Walka o las Wawerski pod Warszawą.*

I. J. Karpiński: *Z Białowieskiego Parku Narodowego.*

Część VI.

Wiadomości bieżące.

1. Nekrologi W. Lichtarowicza i ks. dr. J. Kozronkiewicza.

2. Postępy organizacji ochrony przyrody.

3. Ochrona przyrody: Parki Narodowe w Tatrach i Pieninach. Rezerваты. Ochrona Roślin. Gatunki endemiczne. Ochrona zwierząt. Ochrona ptaków. Zabytkowe skały i głązy narzutowe.

Niszczenie przyrody.

Odczyty. 85 odczytów, 5 odczytów przez radio, 2 odczyty zagranicą. Wystawy. Sprawozdania z 3 wystaw.

Literatura i głosy prasy.

M. S.

M I S C E L L A N E A.

ś. P. JULJA SOKÓLSKA - SZCZYRKOWA.

Dnia 6 maja b. r. zmarła w Warszawie dr. fil. Julja Sokólska-Szczyrkowa, st. asystentka Politechniki Lwowskiej i autorka szeregu wybitnych prac zoologicznych. Niespodziewana śmierć tej niezmordowanej pracowniczki naukowej nie tylko okryła żałobą polską cytologię, dziedzinę największych ułomowań Zmarłej, ale przez szczególne motywy Jej tragicznego kroku żywo poruszyła całą opinię publiczną.

Julja Sokólska urodziła się w roku 1893, do szkół średnich uczęszczała w Radomiu, poczem po uzyskaniu świadectwa dojrzałości studiowała nauki przyrodnicze na uniwersytecie we Lwowie i Krakowie. Będąc naturą bardzo żywą i wrażliwą na sprawy narodowe, Sokólska jeszcze jako studentka bierze czynny udział w organizacjach niepodległościowych, a w latach wojny światowej w Legjonach polskich, przyczem za swe zasługi zwłaszcza w służbie łącznikowej odznaczona zostaje Krzyżem Niepodległości z mieczami. Rozpoczęte przed wojną studia przyrodnicze ukończyła we Lwowie, specjalizując się w pracowni zoologicznej uniwersytetu im. Jana Kazimierza pod kierunkiem Jana Hirschlera w dziedzinie cytologii bezkręgowców. W roku 1919 została asystentką zakładu zoologicznego wydziału rolniczo-lasowego politechniki lwowskiej. Na tem stanowisku pozostała aż do ostatniej chwili swego tak pełnego entuzjazmu dla wysiłków badawczych życia. Pierwsze swe lata asystentury poświęca Sokólska na pracę organizacyjno - dydaktyczną w Zakładzie, który odziedziczył w stanie zupełnego chaosu pomoce naukowe i zbiory zoologiczne po dawnej szkole lasowej oraz b. akademii rolniczej w Dublanach. Cytologja, a zwłaszcza zagadnienie struktur komórkowych u pajaków, kosarzy i osłonnic były przedmiotem Jej studiów, które wprowadziły nazwisko ś. p. Sokólskiej do piśmiennictwa światowego. Praca naukowa i obowiązki zakładowe wypełniały Jej całe istnienie, toteż pracowała z zupełnym zaparciem się siebie. Śmierć porwała Ją w najlepszym rozkwicie sił badawczych, a stratę ś. p. Sokólskiej - Szczyrkowej

odczuwają szczególnie boleśnie ci, którzy mogli poznać głębokość Jej duszy i prawosć Jej charakteru.

Cześć Jej pamięci.

P. S.

DO ILUSTRACJI TYTUŁOWEJ.

Archaeopteryx, ptak z końca okresu jurajskiego, znaleziony w r. 1877 w wapieniu litograficznym w Eichstätt, w Bawarii, należy do najciekawszych zwierząt kopalnych. Mając zasadnicze rysy organizacji ptaków, a w szczególności ich typowe upierzenie, wykazuje on jednocześnie liczne cechy właściwe gadom, jako to: zamiast dzioba, szczęki uzbrojone licznymi zębami, skrzydła z trzema swobodnymi, funkcjonalnymi palcami, opatrzonymi pazurami, długi, jaszczurowaty ogon, złożony z 20 kręgów i t. p. Wiąże on zatem dwa dzisiaj wyraźnie odgraniczone szerepy zwierząt kręgowych.

Na pierwszy ślad tego prapłata natrafiono w r. 1861, kiedy znalezione zostało w Solnhofen, w Bawarii, pióro kopalne. Nieznanego ptaka, do którego pióro to należało, nazwano *Archaeopteryx lithographica*. W dwa lata później znaleziono w tym samym łomie wapienia litograficznego szkielet osobnika z wyraźnymi odciskami piór, lecz pozbawiony głowy i o kościach nieco rozrzuconych. Zatrzymano dlań nazwę ustanowioną poprzednio. Okaz został nabyty za cenę 600 funtów szterlingów przez Brytyjskie Muzeum Historji Naturalnej w Londynie.

W r. 1877 odkryto drugiego osobnika, w warstwach tego samego wieku, w niedalekiej od Solnhofen miejscowości Eichstätt. Egzeplarz ten, który został opisany pod nazwą *Archaeopteryx Siemensi* — a który przedstawia nasze zdjęcie — jest o wiele pełniejszy od poprzedniego, w szkieletcie jego nie brak żadnej zasadniczej części, głowa z uźbionym ryjem oraz palce skrzydeł są pięknie zachowane. Okaz został nabyty przez Muzeum Uniwersytetu Berlińskiego za 20.000 marek. Nowsze badania wiaśniały, że okaz berliński o tyle różni się od londyńskiego, że zasługuje na wyróżnienie jako rodzaj, a przynajmniej podrodzaj odrębny. Nadano mu nazwę *Archaeornis*.

K.