

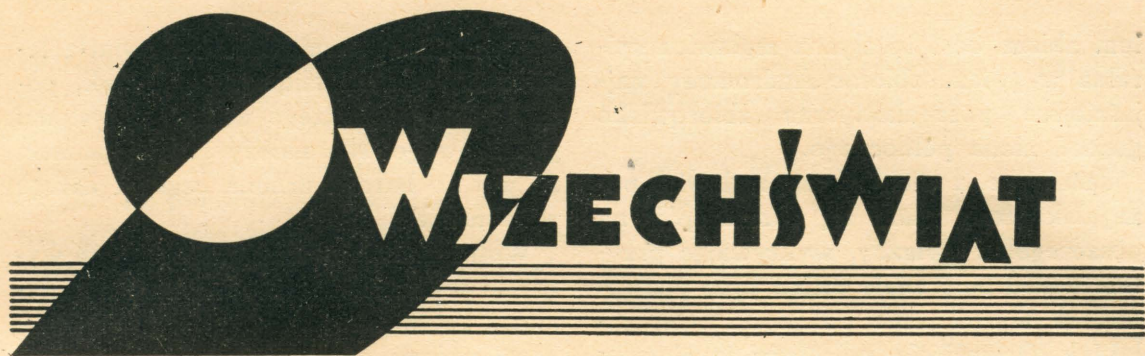


MŁODY DINGO  
Warszawski Ogród Zoologiczny.









## PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO T-WA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Nr. 4 (1707—1708)

Lipiec — Sierpień 1933

---

*Treść zeszytu:* E. Rybka: Rozszerzanie się wszechświata. W. Werner: W pięćdziesiąt rocznicę skroplenia tlenu i azotu przez Z Wróblewskiego i K. Olszewskiego. Kronika naukowa. Nowe aparaty laboratoryjne. Krytyka. Ochrona przyrody. Miscellanea.

---

EUGENJUSZ RYBKA.

### ROZSZERZANIE SIĘ WSZECHŚWIATA.

Wyraz „wszechświat” budzi wrażenie czegoś tak olbrzymiego, że aż prawie niedostępnego dla naszych skończonych umysłów. Nie siląc się więc na razie na dokładne określenie, czym jest wszechświat, zadamy sobie pytanie, jakie są zasadnicze cegiełki, z których wszechświat jest zbudowany. Musimy jednak najpierw oswoić się ze skalą odległościową, jaką mierzyć będziemy zasadnicze komórki wszechświata.

Dla drobnej istoty ludzkiej już rozmiary globu ziemskiego są bardzo duże, aby bowiem objechać glob ziemski dokoła po równiku stracić musimy na podróż przy najszybszej komunikacji lotniczej wiele dni, światło zaś tę drogę, wynoszącą 40.000 km, przeleci w ciągu  $\frac{1}{7}$  sek. — Już jednak na przebycie odległości ze Słońca na Ziemię światło musi stracić przeszło 8 min., do najdalszej zaś planety naszego układu, Plutona, światło słoneczne dociera dopiero po upływie 6 godzin. Średnica

naszego układu planetarnego jest wszakże zupełnie znikomą wobec odległości międzygwiazdowych, najbliższa bowiem gwiazda odległa jest od nas o 4 lata światła, — cały zaś nasz system gwiazdowy<sup>1)</sup>, zawierający około 100 miliardów gwiazd i blisko 100 gromad kulistych<sup>2)</sup>, posiada średnicę rzędu 200.000 lat światła. System ten, noszący nazwę Wielkiej Galaktyki, jest jedną zaledwie cegiełką w budowie wszechświata.

Mnóstwo galaktyk, analogicznych do naszej Wielkiej Galaktyki, wykryły nowoczesne potężne teleskopy. Są to mgławice pozagalaktyczne, wśród których najczęściej przeważa kształt spiralny. Przeważająca większość tych mgławic może być dostrzeżona jedynie zapomocą najpotężniejszych lunet, jedną z nich wszakże możemy z łatwością dostrzec go-

---

1) Wszechświat, 1933, Nr. 2, str. 35—41.

2) „ 1930, Nr. 9.



łem okiem. Jest to słynna mgławica spiralna w gwiazdozbiornie Andromedy, najjaśniejsze pozagalaktyczne zbiorowisko gwiazd nieba północnego.

Jaśniejsze, a więc bliższe, mgławice pozagalaktyczne udało się rozszczepić na poszczególne gwiazdy, wykrywając przytem wśród nich wiele cefeid<sup>3)</sup>, co pozwoliło na wyznaczenie odległości tych galaktyk. Oczywiście, odległości te okazały się olbrzymie. Zaledwie pięć galaktyk leży w odległości mniejszej od miliona lat światła; są to:

|                             |           |                     |
|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Mały Obłok Magellana        | odległy o | 104.000 lat światła |
| Wielki Obłok Magellana      | " "       | 170.000 " "         |
| N. G. C. 4) 6822 (Strzelec) | " "       | 697.000 " "         |
| M. 5) 33 (Trójkąt)          | " "       | 857.000 " "         |
| M. 31 (Andromeda)           | " "       | 896 000 " "         |

14 dalszych galaktyk, u których zdołano wykryć oddzielne gwiazdy, leży w odległościach od miliona do  $6\frac{1}{2}$  milionów lat światła.

Odległości mgławic pozagalaktycznych możemy ocenić innemi jeszcze sposobami. Możemy np. założyć, że gwiazdy Nowe, pojawiające się w tych mgławicach, osiągną w maximum blasku tę samą jasność absolutną, co i Nowe naszej Wielkiej Galaktyki, lub też zakładamy, że najjaśniejsze gwiazdy wszystkich galaktyk posiadają jednakową jasność absolutną. Gdy zaś mgławicy pozagalaktycznej nie możemy rozszczepić na pojedyncze gwiazdy, to odległość jej oceniamy na podstawie założenia, że absolutne całkowite jasności wszystkich mgławic są jednakowe.

Temi sposobami zdołano zapuścić sondę w bezkresy wszechświata, szacując, że  $2\frac{1}{2}$  metrowy teleskop na górze Mount Wilson w Kalifornji odkrywać może mgławice pozagalaktyczne w odległości 140 milionów lat światła. W tym więc promieniu wszechświat dostępny jest dla naszych badań. Z obserwacji i rachunków statystycznych wynika, że wewnątrz kuli

o promieniu 140 milionów lat światła leży około dwóch milionów galaktyk, podobnych do naszego wielkiego systemu gwiazdowego. Nie należy zaś zapominać, że jest to bardzo drobna cząstka całego wszechświata.

Widma mgławic pozagalaktycznych wyraźnie wskazują na to, że mamy do czynienia ze zbiorowiskami gwiazd. Gdy jednak zmierzmy w widmach położenie prążków absorpcyjnych, znajdziemy, że prążki te przesunięte są naogół w stronę czerwonej części widma, przytem przesunięcie jest tem większe, im dalej mgławica jest położona. Wiemy, że według zasady Dopplera - Fizeau prążki w widmach gwiazd przesuwają się ku czerwonemu końcowi widma, gdy gwiazda od nas się oddala, gdy zaś gwiazda się zbliża, prążki przesuwają się ku fioletowemu końcowi widma. Z wielkości tych przesunięć obliczyć możemy prędkość oddalania się lub zbliżania gwiazdy wprost w km/sek.

Pomiary położenia prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych, wykonywane najpierw przez Sliphera w obserwatorium Lowella (Flagstaff) następnie zaś przez Humasona i Pease'a, wykazały, że prędkość oddalania się mgławic pozagalaktycznych jest wprost proporcjonalna do odległości. Np. najjaśniejsza z gromady galaktyk, położonej w gwiazdozbiornie Lwa, odległa o 100 milionów lat światła oddala się od nas z prędkością 19.700 km/sek., położone zaś dalej dwie mgławice w gromadzie galaktyk w Bliźniętach, odległe o 135 milionów lat światła, oddalają się od nas z prędkością 24.000 km/sek.

Oddalanie się mgławic pozagalaktycznych od naszego układu węż wszystkie strony przez długi czas było niezrozumiałe. Nie należy jednak bynajmniej sądzić, aby nasza galaktyka była specjalnie uprzywilejowana wśród innych galaktyk. Wobec zaobserwowanej prędkości radialnej, proporcjonalnej do odległości, prędkość ich względna, obserwowana z jakiegokolwiek galaktyki, będzie miała ten sam

<sup>3)</sup> Wszechświat, Nr. 5 z 1932 r., str. 131—140.

<sup>4)</sup> Skrót katalogu mgławic New General Catalogue.

<sup>5)</sup> Skrót katalogu mgławic Messiera.



charakter, jaki wykazują prędkości radialne mgławic pozagalaktycznych, obserwowane z naszego systemu gwiazdowego. Zachodzi więc tu podobne zjawisko do oddalania się punktów na powierzchni balonu, jednostajnie rozdymanego, i dlatego fakt oddalania się wzajemnego galaktyk z prędkością proporcjonalną do ich odległości wzajemnych, nosi nazwę rozszerzania się wszechświata.

Rozszerzanie się wszechświata jest zjawiskiem tak osobliwym, że niektórym badaczom nasunęła się wątpliwość, czy zaobserwowane przesunięcia prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych powstają rzeczywiście wskutek efektu Dopplera - Fizeau. Wysunięto hipotezy, że przesunięcia prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych wywołane są przez zmniejszenie częstości drgań świetlnych proporcjonalnie do odległości. Zwicky w 1929 r. wyraził przypuszczenie, że kwant światła, przechodząc przez ośrodek materialny traci część swej energii, wskutek czego częstość drgań jego się zmniejsza. Tracona przez kwanty światła energia udzielałaby się cząsteczkom materji, rozsianej w przestrzeni międzygalaktycznej. Hipoteza ta jednak nie zdobyła uznania u teoretyków, którzy skłaniają się do przypuszczenia, że przesunięcia prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych wynikają wskutek rzeczywistego oddalania się wzajemnego galaktyk, to zaś oddalanie jest skutkiem powiększania się promienia wszechświata.

Według bowiem teorii względności wszechświat jest skończony, posiada skończoną objętość i skończoną ilość materji. Już fizykom, starającym się wyjaśniać zjawiska we wszechświecie, pojęcie nieskończenie wielkiego wszechświata, zawierającego nieskończenie wielką ilość materji, sprawiało wiele trudności głównie z powodu istnienia sił nieskończenie wielkich. Również i Einstein napotkał na wielkie trudności, próbując stosować swe wzory do wszechświata nieskończonego. Musiano więc zarzucić hipotezę nieskończoności wszechświata i przyjąć, że wszech-

świat w czterowymiarowym układzie przestrzenno-czasowym jest skończony, jakkolwiek jest nieograniczony.

Nie jest łatwe wyobrazić sobie taki wszechświat, w którym nie ma środka masy, jakkolwiek jest on skończony. W jakiegokolwiek galaktyce byłby umieszczony obserwator, widziałby ze wszystkich stron inne galaktyki, i mimo to cały wszechświat zajmowałby skończoną objętość i zawierałby skończoną ilość materji. Wynika to z krzywizny przestrzeni, której również wyobrazić sobie nie możemy, lecz zupełnie ściśle oddać możemy jej własności fizyczne zapomocą odpowiednich wzorów matematycznych.

Dla lepszego zrozumienia istoty wszechświata skończonego i ograniczonego wyobraźmy sobie, że na powierzchni globu ziemskiego rozmieściliśmy jednostajnie kilka miliardów ludzi. Ludzie ci pokrywać będą powierzchnię skończoną i ilość ich będzie skończona, powierzchnia ta jednak będzie nieograniczona, w jakimkolwiek bowiem kierunku posuwać się będziemy na powierzchni Ziemi, nie natrafimy na ograniczenie tej powierzchni i ruch nasz w pewnym stałym kierunku trwać może wiecznie. — W podobnym stosunku, w jakim stoi dwuwymiarowa powierzchnia do trójwymiarowej przestrzeni, stoi przestrzeń trójwymiarowa do czwórwymiarowego wszechświata. Tak samo więc możemy mówić o krzywiznie przestrzeni, jak mówimy o krzywiznie powierzchni. W tej zakrzywionej przestrzeni promień światła, posuwający się zawsze w tym samym kierunku, wraca po pewnym czasie do tego samego miejsca, skąd wyszedł, nie docierając nigdy do granic przestrzeni. Dlatego też obraz wszechświata jest jednakowy bez względu na to, w której galaktyce będzie umieszczony obserwator.

Teoretycy względności, A. Einstein i W. de Sitter utworzyli dwa modele wszechświata o stałym promieniu. W modelu Einsteina zakłada się, że wszechświat posiada skończony i stały promień  $R$  i jednostajną gęstość. Aby w tym wszechświecie mogły być spełnione ogól-



ne równania grawitacyjne teorii względności, Einstein był zmuszony wprowadzić do swych równań pewną wielkość stałą, którą nazwał stałą kosmologiczną i oznaczył literą  $\lambda$ . Stała ta stoi w ścisłym związku z promieniem krzywizny wszechświata  $R$ :

$$\lambda = \frac{1}{R^2}.$$

W tym jednak statycznym wszechświecie nie mogą istnieć ruchy systematyczne galaktyk takie, jakie zostały wykryte obserwacyjnie. A więc model Einsteina nie wyraża rzeczywistych warunków we wszechświecie.

Na innych założeniach oparty jest model de Sittera. W modelu tym wszechświat jest pusty — bez materji. Promień tego wszechświata jest również stały i jest związany ze stałą kosmologiczną równaniem:

$$\frac{3}{R^2} = \lambda.$$

Gdybyśmy mogli w tym wszechświecie z pewnego oddalonego punktu wysłać promieniowanie świetlne, to widmo tego promieniowania wykazałoby przesunięcie w stronę czerwieni, i prędkość radialna, obliczona z tego przesunięcia, byłaby w przybliżeniu proporcjonalna do odległości. Wprowadzenie jednak galaktyk do tego wszechświata już zakłóci te warunki. Wszechświat nasz bowiem nie jest pusty; w części dostępnej dla naszych badań leży około 2 milionów galaktyk, a każda z nich zawiera dziesiątki lub nawet setki miliardów gwiazd-słońc. Gwiazdy te jednak leżą w tak wielkich odległościach, że gdybyśmy materję w nich zawartą rozsiadali równomiernie w przestrzeni, otrzymalibyśmy gęstość rzędu  $10^{-30}$  względem wody. Jest to gęstość na nasze ziemskie stosunki bardzo mała, około biljona razy mniejsza, niż to osiągamy w t. zw. laboratoryjnej próżni — tej jednak miary nie możemy przykładać do gęstości kosmicznej.

Aby rozstrzygnąć, czy wszechświat uważać należy za „wypełniony” materją,

czy też za „pusty”, musimy porównać rzeczywistą gęstość z przewidzianą przez teorię Einsteińskiego wszechświata statycznego. Ten ostatni bowiem model wyobraża nam wszechświat wypełniony materją, średnią zaś gęstość materji we wszechświecie z łatwością znajdziemy, gdy znany nam będzie promień wszechświata. Ponieważ między prędkością oddalania się galaktyk w modelu de Sittera i promieniem wszechświata istnieje związek, więc z tej zaobserwowanej prędkości możemy obliczyć promień wszechświata. Znając zaś promień, możemy obliczyć, jaką gęstość średnią powinna posiadać materja we wszechświecie, aby wszechświat był statyczny. Okazuje się, że gęstość ta jest zaledwie dwa do trzech razy większa od uzyskanej z obserwacji — a więc wszechświat nie może być uważany za pusty, lecz jest prawie wypełniony materją. Mimo to we wszechświecie tym istnieją systematyczne ruchy oddalania się wzajemnego galaktyk.

Żaden więc z opisanych dwóch modeli wszechświata nie może być uzgodniony z obserwacjami i dopóki oba te modele uważano za jedyne możliwe rozwiązanie zagadnienia budowy wszechświata, nie widziano drogi, jak wybrnąć z trudności. Dopiero gdy zarzucono zasadę niezmiennającego się wszechświata i zgodzono się uważać wszechświat za kroczący ewolucyjnie ze stanu statycznego — wypełnionego materją — do stanu wszechświata pustego — trudności zniknęły. Pierwsze próby na drodze utworzenia modelu niestatycznego wszechświata wykonane były przez Friedmanna w 1922 r., najlepsze zaś rozwiązanie wskazał ks. Lemaitre z Louvain w 1927 r. Statyczny wszechświat Einsteina posiadał stałą gęstość, lecz nie było w nim systematycznego ruchu ekspansji, która uwydatnia się w zaobserwowanych prędkościach radialnych galaktyk. Natomiast w pustym wszechświecie de Sittera istnieje ekspansja, brak w nim jednak materji. Zaślugą Lemaitre'a jest wskazanie, że między temi dwoma stałemi rozwiązaniami-



mi istnieje nieskończenie wiele pośrednich modeli wszechświata, w którym istnieje zarówno ekspansja, jak i materia. Właśnie nasz wszechświat posiada taki charakter. Być może, że rozpoczął swe istnienie jako statyczny wszechświat *Einstaina*, wytrącony jednak został z niewiadomych przyczyn ze stanu równowagi, zaczął rozszerzać się i rozszerzanie to trwać będzie dopóty, dopóki nie będzie osiągnięty stan zbliżony do wszechświata pustego.

Wszechświat jest więc w stanie ewolucji; promień jego bezustannie wzrasta od wartości  $R_0$ , związanej ze stałą kosmologiczną  $\lambda$  wzorem  $\lambda = \frac{1}{R_0^2}$ , do nieskończoności. Wskutek tego rozszerzania się wszechświata galaktyki oddalają się od siebie z prędkością proporcjonalną do wzajemnych odległości, jak to wykazują obserwacje położenia prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych.

Nie możemy w chwili obecnej oszacować promienia wszechświata, gdyż nie wiemy, kiedy ekspansja mogła się rozpocząć. Łatwiej jest ocenić początkowy promień rozszerzającego się wszechświata. Obserwacje astronomiczne dają nam możliwość obliczenia średniej gęstości materii we wszechświecie, stąd zaś *Lemaître* obliczył, że  $R_0 = 900.000.000$  lat światła, podobną zaś wartość na początkowy promień wszechświata (1.200.000.000 lat światła) obliczył *Eddington* na podstawie swej teorii.

*Eddington* jeszcze w 1929 r. rozpoczął badania nad stałością wszechświata *Einstaina*, nie znając zupełnie pracy *Lemaître'a*, opublikowanej w mało dostępnych rocznikach Towarzystwa Naukowego w Brukseli. Gdy *Eddington* zapoznał się z pracą *Lemaître'a*, od razu doszedł do przekonania, że model *Einstaina* wyobraża wszechświat niestały, i jeżeli taki wszechświat był nawet kiedyś w równowadze, to najsłabsze zakłócenie mogło tę równowagę niestałą naruszyć i wszechświat musiał wtedy bądź się rozszerzać, bądź też się kurczyć. Teo-

ria nie przewiduje, czy wszechświat powinien się rozszerzać, czy też kurczyć, jak również, czy te ruchy są możliwe do zaobserwowania w dostępnych dla naszych przyrządów odległościach. Wybrano rozszerzanie się jedynie dlatego, że taki ruch wynika z przesunięć prążków w widmach mgławic pozagalaktycznych.

Z zaobserwowanych prędkości radialnych mgławic wynika, że prędkość ta wzrasta o 500 km/sek. na każdy milion parseków (1 parsek = 3.26 lat światła, jest to odległość, skąd promień orbity Ziemi dokoła Słońca widoczny jest pod kątem 1"). *Eddington* oblicza, że promień wszechświata podwaja się co 1.400.000.000 lat i że za 10 miliardów lat mgławice pozagalaktyczne będą o 10 wielkości gwiazdowych, czyli 10.000 razy słabsze, niż obecnie. Astronomowie tej odległej przyszłości będą musieli rozporządzać bardzo potężnymi środkami optycznymi, jeżeli będą chcieli badać znikające dla ich wzroku galaktyki.

*Eddington* bardzo ciekawie powiązał zjawisko rozszerzania się wszechświata z atomem. Zakłada on, że promień normalnego atomu jest ściśle związany z promieniem krzywizny w danym miejscu wszechświata, stanowiąc stały ułamek tego promienia. Ponieważ stała kosmologiczna  $\lambda$ , wyrażająca rozpychające odśrodkowe siły wszechświata, jest równa  $\frac{1}{R_0^2}$ , a więc stała ta również jest związana

z rozmiarami atomu i może być np. znaleziona z równań teorii falowej budowy atomu wodoru. W równaniach tych wy-

stępuje wyrażenie  $\frac{\sqrt{N}}{R_0}$ , gdzie  $N$  oznacza liczbę elektronów lub protonów we wszechświecie. *Eddington* znajduje, że między tem wyrażeniem i stałymi teorii budowy atomu istnieje następująca zależność:

$$\frac{\sqrt{N}}{R} = \frac{m c^2}{e^2},$$

gdzie  $m$ ,  $c$  i  $e$  oznaczają kolejno:  $m$  masę protonu,  $c$  prędkość światła,  $e$  — elemen-



tarny nabój elektryczności. R i N mogą być znalezione niezależnie od siebie z równań teorii statycznego wszechświata Einsteina, znając zaś N, obliczyć możemy całkowitą masę M. wszechświata. W ten sposób Eddington znajduje:

$$R_0 = 1.01 \times 10^{27} \text{ cm } 1.068.000.000 \text{ lat światła}$$

$$M = 2.143 \times 10^{55} \text{ g} = 1.08 \times 10^{23} \text{ mas słońca}$$

$$N = 1.29 \times 10^{79}$$

Wzrost prędkości oddalania się galaktyk, obliczony przez Eddingtona wyłącznie na drodze teoretycznej, wypada równy 528 km/sek, zupełnie zgodnie z wartością uzyskaną na drodze obserwacyjnej.

Piękna teoria Eddingtona została jednak podważona w swych podstawach przez samych twórców teorii względności, Einsteina i de Sittera. Einstein doszedł do wniosku, że, porzucając zasadę wszechświata statycznego, nie jesteśmy zmuszeni do wprowadzania do naszych równań stałej kosmologicznej  $\lambda$ . Stała ta dlatego była wprowadzona do równań Einsteina, że bez niej we wszechświecie statycznym przy dodatniej jednostajnej gęstości powstawało ujemne ciśnienie, co nie zachodzi we wszechświecie niestatycznym. — Jeżeli zaś  $\lambda = 0$ , to cała obszerna teoria Eddingtona traci grunt pod nogami.

O wiele donioślejszy wniosek wyprowadzony został w ubiegłym roku wspólnie przez Einsteina i de Sittera, doszli oni bowiem do przekonania, że nie mamy żadnych obserwacyjnych podstaw do przyjmowania jakiegokolwiek krzywizny przestrzeni, i że jedynymi danymi, które uzyskać możemy z obserwacji, są prędkość ekspansji wszechświata i średnia gęstość materji we wszechświecie. Jeżeli w równaniach teorii względności przyjmujemy krzywiznę przestrzeni, równą zeru, równania te znacząco się upraszczają, również i rozmiary wszechświata dadzą się z łatwością obliczyć. Jesteśmy więc

świadkami radykalnego przewrotu w poglądach na budowę wszechświata, dla astronomów wszakże dogodny jest fakt, że przestrzeń, objęta obserwacyjnymi granicami, może być uważana za euklidesową.

Rozszerzanie się wszechświata wskutek działania w nim sił odpychających nie jest jedyną możliwą teorią, tłumaczącą oddalanie się od nas mgławic pozagalaktycznych. Bardzo ciekawe i proste wyjaśnienie tego obserwacyjnego faktu podane zostało w ubiegłym roku przez astronoma i fizyka angielskiego, Milne'a, który założył, że na początku istnienia wszechświata galaktyki były zebrane w pewnym stosunkowo niewielkim obszarze przestrzeni, poruszając się w rozmaitych kierunkach z różnymi prędkościami. Gdyby kierunki ruchu i prędkości nie były zakłócone, to po upływie dostatecznie długiego czasu najdalej znalazłyby się galaktyki, obdarzone najszybszym ruchem, i oczywiście poruszałyby się obecnie najszybciej.

Badania Milne'a dają wyniki zgodne z teorią względności, wywołały jednak krytykę ze strony Eddingtona, który słusznie zarzuca tej teorii, że rozkład prędkości galaktyk musiałby być sprzeczny z zasadą bezładności, gdyż duże prędkości byłyby szczególnie uprzywilejowane.

Niewątpliwie, teorie rozszerzania się wszechświata ulegną w przyszłości znacznym zmianom, tak samo jak niejedną zmianę przeżyją poglądy nasze na związaną z temi teorjami kosmogonię. Jeder wszakże wniosek o charakterze trwałym wynika z dotychczasowych obserwacji, a mianowicie ten, że wszechświat, tak samo jak i nasz system gwiazdowy, daleki jest od chaosu — czyli że w całym dostępnym dla naszych badań wszechświecie panuje zadziwiająca harmonja, której rąbek za ledwie zdołały odsłonić nasze obserwacje i rozumowania.



WACŁAW WERNER.

W PIĘCDZIESIĄTĄ ROCZNICĘ SKROPLENIA TLENU I AZOTU  
PRZEZ Z. WRÓBLEWSKIEGO I K. OLSZEWSKIEGO.

Dnia 9 kwietnia 1883 r. członek Francuskiej Akademji Nauk, p. Debray, otrzymał depeszę, podpisaną przez dwóch profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego: „Oxygène liquide, complètement liquide, incolore, comme acide carbonique” (Tlen skroplony, zupełnie ciekły, bezbarwny, jak kwas węglowy).

Dnia 9 kwietnia 1933 r. dwaj amerykańscy otrzymali w uniwersytecie w Kalifornji temperaturę, zaledwie o 0,25° wyższą od zera bezwzględnego.

Ściśle 50 lat, zawartych pomiędzy temi dwiema datami, zawiera cały ogrom wysiłków, poniesionych przez fizyków wszystkich niemal krajów cywilizowanych w celu osiągnięcia coraz to niższych temperatur i sprowadzenia tą drogą wszystkich znanych substancyj do stanu najpierw ciekłego, następnie stałego. Te dwie daty to niejako otwarcie i zamknięcie dziejów rozwoju jednego z ważniejszych i ciekawszych zagadnień fizycznych.

Chciałbym w tem wspomnieniu odświeżyć w pamięci słuchaczy te skromne, a doniosłe początki, tem dla nas cenniejsze, że stworzone przez polskich uczonych; chciałbym uprzytomnić te trudności, jakie stawiało techniczne i naukowe opracowanie dziedziny, która dziś wydaje się nam tak prosta.

Jak każdy wielki czyn naukowy, skroplenie tlenu i azotu nie było czemś nieoczekiwanem, lecz stanowiło uwieńczenie długich usiłowań innych badaczy. Nie będę tu powtarzał dobrze znanych dat i nazwisk, zatrzymam się na dwóch bezpośrednich poprzednikach naszych uczonych. Francuz Cailletet i Szwajcar Pictet pierwsi mogli wykorzystać ba-

dania Anglika Andrews a i Holendra van der Waalsa nad warunkami skroplenia gazów, a mianowicie odkrycie przez pierwszego z nich (w roku 1869) temperatury krytycznej oraz stwierdzenie przez drugiego (w r. 1873) ciągłości stanu ciekłego i gazowego.

To też Pictet rozumie zasadniczą możliwość skroplenia t. zw. gazów trwałych, zdaje sobie sprawę z koniecznych do tego warunków, formułuje je wyraźnie i przystępuje do takiego ulepszenia metod dotychczasowych, by pozwoliły je urzeczywistnić. Korzysta więc z pomp, skonstruowanych przez niemieckiego badacza w tej dziedzinie, Natterera, sprzęga je z silnikiem gazowym dla osiągnięcia wysokiego sprężenia gazu, konstruuje przyrządy metalowe zamiast szklanych, by ułatwić ochładzanie jednego ciała przez drugie, wreszcie obmyśla metodę, którą nazwano „kaskadową” i która posłużyła za podstawę wszystkich niemal późniejszych sposobów skraplania gazów. Polega ona na tem, że gaz już skroplony pod wysokiem ciśnieniu, zostaje poddany działaniu pompy ssącej, co obniża jego temperaturę wrzenia tak dalece, że to wystarcza do skroplenia innego gazu, o niższej temperaturze wrzenia. Każdy z gazów w aparaturze Picteta tworzy zamkniętą cyrkulację, jest sprężany w zbiorniku jedną pompą, tam ochładzany środkami zewnętrznymi, wreszcie rozprężany przez drugą pompę.

Cykl Picteta stanowiły 3 gazy: dwutlenek siarki (normalna temperatura wrzenia — 10° C), dwutlenek węgla (n. t. w. — 90° C); trzecim był gaz, poddawany skropleniu, a więc w pierwszym rzędzie tlen. Gaz ten napełniał chłodzoną dwutlenkiem węgla rurę miedzianą; był on wywiązywany podczas doświadczenia

<sup>1)</sup> Referat, wygłoszony dnia 29 maja na posiedzeniu Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego.



przez ogrzewanie chloranu potasowego w retorcie żelaznej, połączonej z rurą. W miarę wywiązywania tlenu wzrastało ciśnienie, mierzone zapomocą umieszczonego u końca rury manometru.

O ile Pictet wykazał dużo pomysłowości w obmyślaniu metod, o tyle niedostateczny okazał się jego krytycyzm w odniesieniu do otrzymanych rezultatów. Spodziewany wynik tak go zasugerował, że stwierdzał skroplenie tam, gdzie było ono conajmniej wątpliwe. Z okoliczności, że ciśnienie w rurze najpierw wzrastało (ponad 500 atm.), a potem nieco opadało i na tym poziomie się ustalało, co mogło być wynikiem stopniowego ochładzania się wywiązanego na gorąco tlenu, wywnioskował, że rura jest wypełniona tlenem ciekłym, a zatkanie się otworu, prawdopodobnie przez zakrzepłe zanieczyszczenia ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), uznał za dowód zestalenia tlenu! Tymczasem dziś znane dane liczbowe wykluczają zestalenie tlenu, a skroplenie stawiają pod znakiem zapytania. Wprawdzie, z danych, dotyczących ciśnienia i domniemanej temperatury wrzenia dwutlenku węgla można wyprowadzić, że temperatura kąpieli wynosiła —  $119,5^\circ$ , t. j. o pół stopnia poniżej temperatury krytycznej tlenu, ale względnie niewielkie odchylenie ciśnienia rzeczywistego od podanej wartości wystarczałoby do uniemożliwienia otrzymania fazy ciekłej, w każdym razie byłaby to ciecz bardzo nietrwała, usuwająca się, w danych warunkach, z pod wszelkiej kontroli badawczej.

Rura z tlenem była zaopatrzona w mały otwór, zamykany zaworem, po którego otwarciu tlen z szumem wytryskał cienkim strumieniem; niewątpliwie ciekły charakter tego strumienia nie dowodził bynajmniej, że tlen był już skroplony w rurze; tlen gazowy, wytryskując w tak niskiej temperaturze i rozprężając się silnie, mógł ochłodzić się do temperatury wrzenia pod normalnem ciśnieniem ( $-183^\circ$ ). Nie ulega więc wątpliwości, że Pictet wytworzył tlen ciekły, lecz jedynie w postaci efemerycznej. Pictet

wie dobrze o ochładzającym działaniu rozprężania, bo wylicza je jako jeden z pięciu „warunków” skroplenia, ale posuwając się dalej w fantastycznej interpretacji faktów, dopatruje się zestalenia centralnej „ośniewająco białej” części strumienia jako skutku tego ochłodzenia; stara się stwierdzić stan stały tej strugi faktem, że odbite od niej światło jest spolaryzowane: to nie jest oczywiście dowodem, gdyż polaryzacja powstaje zarówno na stałych, jak i na ciekłych powierzchniach odbicia.

Taka mało krytyczna interpretacja doświadczeń tłumaczy dobitnie słynne złudzenie, jakiemu uległ Pictet przy powtórzeniu doświadczenia z wodorem; rozpowszechnione mniemanie chemików o metalicznym charakterze wodoru nadało wyraźny kierunek wyobraźni uczonego; zarówno „stalowo niebieska” barwa strumienia rzekomo zestalonego gazu (wynik kondensacji łatwiej skraplających się składników atmosfery, a może i cząstek ciekłego tlenu), jak i trzask „podobny do dźwięku rzucanych na ziemię siekańców” (*le son de grenaille projetée à terre*) stanowią klasyczny przykład tego, jak silnie przewidywanie może wpłynąć na obserwację.

Pictet dokonał pierwszego skroplenia tlenu dnia 22 grudnia 1877 r.; gdy depesza o jego odkryciu doszła do Akademji, w biurku jej spoczywała zamknięta koperta, która zawierała opis równie pomysłnych prób Cailleteta, dokonanych już 24 listopada; Cailletet nie chciał ogłaszać jej wyników przed rozstrzygnięciem losów jego kandydatury do Akademji; po obraniu go w dniu 17 grudnia nic nie stało na przeszkodzie opublikowaniu wielkiego odkrycia i ustaleniu praw pierwszeństwa francuskiego badacza. Cailletet użył rozprężania gazu uprzednio ochłodzonego jako istotnego czynnika w swej metodzie skraplania. Obliczył, według wzoru Poissona, że rozprężanie od 300 do 1 atmosfery powinno ochłodzić gaz o mniej więcej 200 stopni od temperatury wyjściowej, wynoszącej



— 29° C. Gaz był sprężany do tak wysokiego ciśnienia przez wkręcanie silnej śruby do zbiornika z rtęcią, który komunikował się z rurką szklaną, zawierającą gaz badany. Chłodzenie było wykonywane przy pomocy dwutlenku siarki, wrzącego pod ciśnieniem normalnem; prąd powietrza przyspieszał parowanie i miał obniżać temperaturę wrzenia. Metodę wypróbowano w pierw na łatwiejszych do skroplenia gazach: acetylenie, metanie i podtlenku azotu, wreszcie przystąpiono do prób z tlenem: w rurce, zawierającej gaz, powstawała w chwili rozprężenia gęsta mgła, świadcząca o rozpoczęciem skraplaniu; jednak kropel zebranej cieczy oko badacza jeszcze nie dostrzegło.

Tej samej próbie uległ tlenek węgla i azot, który zmętniał po rozprężeniu od temperatury niemal pokojowej, wynoszącej + 13° C! Wreszcie i wodór, który Cailletet poddał badaniu już po domniemanych sukcesach Picteta, utworzył lekką, subtelną mgłę; utworzyły je prawdopodobnie drobne zanieczyszczenia innemi gazami: najniższa temperatura, jaką Cailletet mógłby osiągnąć, gdyby rozprężanie odbywało się w sposób ściśle adiabatyczny, wynosi — 225° C. a więc jest jeszcze o jakie 15 stopni wyższa od temperatury krytycznej wodoru. I tu więc domniemany triumf był złudzeniem, jakich nie szczędziły badaczom niskich temperatur stwarzane przez nich, tak różne od normalnych warunki.

Cailletet powrócił w roku 1882 do prób skraplania tlenu; istotny postęp, jaki osiągnął, polega na zastąpieniu dwutlenku siarki, używanego dotychczas jako materia oziębiająca, przez podtlenek azotu i etylen. Dość dokładnie zmierzone przez Cailleta temperatury normalnego wrzenia tych substancji wynoszą — 90° — 104°. Rurka, zawierająca badany gaz, była chłodzona przez strumień cieczy oziębiającej, wytryskującej ze zbiornika pod ciśnieniem własnej pary; trudno ocenić osiągniętą w ten dość nieokreślony sposób temperaturę; nie musiała być bardzo niska, jeśli tlen, chłodzony przez pod-

tlenek azotu, dał po rozprężeniu od 150 do 1 atm. zaledwie lekką mgłę, a chłodzony etylenem zawrzał wprawdzie w rurce, ale ani na chwilę nie utworzył menisku, któryby świadczył o istnieniu statecznej cieczy. Ten, oczekiwany niecierpliwie przez świat naukowy moment, został zrealizowany w rok później przez krakowskich uczonych.

Inicjatywę dał Zygmunt Wróblewski (1845 — 1888), który objąwszy w r. 1882 katedrę fizyki w Krakowie, przystąpił niezwłocznie, wspólnie z profesorem chemii, Karolem Olszewskim (1846 — 1915), do udoskonalenia metody Cailleteta. Już 9 kwietnia mogli polscy uczeni zawiadomić depeszą Akademię o otrzymaniu tlenu w postaci cieczy, 16-go tegoż miesiąca o skropleniu azotu, a 21-go o skropleniu tlenku węgla. Długo szturmowana pozycja została zdobyta.

Przyrząd, użyty przez Wróblewskiego i Olszewskiego, był wzorowany w zasadniczych linjach na przyrządzie Cailleteta; od francuskiego uczonego przejęto też użycie etylenu, lecz jednocześnie zastosowano sposób Picteta obniżania temperatury wrzenia przez zmniejszanie ciśnienia zapomocą pompy ssącej; przy zredukowaniu ciśnienia do dwudziestu kilku milimetrów rtęci osiągnięto temperaturę — 136° do — 139°, (a więc niższą od temperatury krytycznej tlenu, równej — 119°). Nowym pomysłem, który zapewnił sukces krakowskim badaczom, było utrzymanie skraplanego gazu pod znacznem ciśnieniem, wskutek tego temperatura wrzenia była względnie wysoka. Tak więc tlen, pod ciśnieniem 22 do 26 atm. skraplał się łatwo w temperaturach od — 136° do — 132°, i mógł być pod takim ciśnieniem przechowywany i badany.

Dla azotu i tlenku azotu ta temperatura nie wystarczała; Wróblewski i Olszewski zastosowali tu po raz pierwszy rozprężanie niecałkowite, w danym przypadku od 150 do 50 atm.: ochłodzenie przez rozprężanie wystarczało do skroplenia gazu pod względnie wysokiem



ciśnieniem końcowem. Jednakże azot i tlenek węgla okazały się w tych warunkach cieczami mało trwałymi; ulatniały się w ciągu kilku sekund.

Na tem skończyła się pierwsza faza badań Wróblewskiego i Olszewskiego; zdobyli potężną metodę otrzymywania bardzo niskich temperatur, skroplili najważniejsze z gazów t. zw. trwałych; pozostawało rozszerzyć osiągnięte granice, pokonywać dalsze, jeszcze oporniejsze gazy, badać własności fizyczne otrzymanych cieczy. Kilka najbliższych lat zostało wypełnionych gorączkową pracą obu uczonych, którzy jednak kroczyli po tych drogach oddzielnie, przerwawszy tak świetnie rozpoczętą współpracę.

Z punktu widzenia zastosowania ciekłego tlenu do badania zjawisk fizycznych w niskich temperaturach wielką niedogodność stanowiła konieczność trzymania cieczy pod wysokiem ciśnieniem; tlenu nie można było przelewać z naczynia do naczynia, lecz trzeba było skraplać go bezpośrednio w przyrządzie, przeznaczonym do badania; nawet z grubego szkła sporządzone przyrządy nie zabezpieczały przed eksplozją, co zmuszało tak Wróblewskiego, jak i jego asystentów do pracowania w maskach drucianych na twarzy. Należało wytworzyć jeszcze niższą temperaturę kąpeli, by móc zmniejszyć ciśnienie i uniknąć tak poważnych niedogodności.

Wróblewski osiągnął to dwoma sposobami; 1° pary ciekłego etylenu skierowywał ku pompie tak, że omywały naczynie z etylenem i obniżały jego temperaturę; 2° ulepszył próżnię, sprzęgając z sobą dwie pompy; w ten sposób przy ciśnieniu 10 mm. Hg. otrzymał temperaturę — 152°. Teraz mógł zredukować ciśnienie nad całym ciekłym tlenem do jednej atmosfery, a nawet poddawać go ciśnieniom zredukowanym; by zmniejszyć ulatnianie się tlenu, otaczał Wróblewski naczynie z tlenem obszerniejszą próbką, a odstęp pomiędzy ścianami wypełniał również ciekłym tlenem, który oddzielał ciecz w naczyniu wewnętrznym

od zetknięcia z ciekłym etylenem, działającym obecnie ogrzewająco. Inne jeszcze ulepszenia, wprowadzone przez Olszewskiego, pozwalały zbierać dość znaczne ilości skroplonych gazów i utrzymywać je pod normalnem ciśnieniem przez czas, wystarczający do przeprowadzenia badań nad niemi, lub nad oziębianemi przez nie innemi ciałami. Dodatkową trudność stanowiło pokrywanie się naczyń szronem, pochodzącym z zestalenia pary wodnej i dwutlenku węgla; należało otaczać je obszernemi kloszami, zawierającemi środki, pochłaniające te dwa ciała.

Na tle tych trudności można dopiero należycie ocenić doniosłość wprowadzenia przez Dewara doskonale izolujących naczyń o ściankach, zawierających próżnię; bez tych naczyń trudno sobie dziś wyobrazić jakiegokolwiek badania w niskich temperaturach.

Już Pictet starał się wyznaczyć z ilości użytego tlenu gęstość rzekomo otrzymanej cieczy; jeśli istotnie skroplenie nastąpiło w jego doświadczeniach, znaleziona wartość gęstości (0,98) byłaby większa, niż wyznaczona przez Wróblewskiego (0,895) w temperaturze nawet jeszcze niższej (— 130°), ale zato pod mniejszem ciśnieniem (33 zamiast 470 atmosfer); dowodziłoby to dużej ściśliwości ciekłego tlenu — o ileby oczywiście obie wartości nie zawierały błędów.

Cailletet i Hautefeuille (1881) próbowali innej metody: mierzyli gęstość skroplonej mieszaniny dwutlenku węgla (lub podtlenku azotu) z tlenem; uważając ciecz otrzymaną za mieszaninę dwóch ciał ciekłych, z których każde zatrzymuje swoją objętość, obliczyli gęstość ciekłego tlenu, a następnie azotu i wodoru. Wartości były nader chwiejne, silnie zależne od użytej cieczy i od temperatury i naogół, mniej więcej 2 razy mniejsze od rzeczywistych. Wróblewski rozumiał błędy obu metod: Cailletet opierał się na dowolnem przypisywaniu roztworom gazu w cieczy własności mieszaniny dwóch cieczy; metoda Picteta pomija masę



substancji, która pozostała w stanie gazowym, a która może mieć dużą gęstość wobec silnych ciśnień, pod jakimi dotychczasowe pomiary były robione. By ocenić, jaka część masy tlenu pozostaje nieskroplona, Wróblewski napełniał to samo naczynie raz tlenem, a raz podtlenkiem azotu w takich temperaturach, by prężność pary obu substancyj była mniej więcej jednakowa ( $-130^{\circ}$  i  $0^{\circ}$ ); znana gęstość ciekłego podtlenku azotu pozwoliła obliczyć gęstość ciekłego tlenu.

Dotychczas każdy z badaczy wyznaczał gęstość otrzymanej cieczy w dowolnej temperaturze; dopiero Olszewski uporządkował tę sprawę i zaproponował, by gęstość skraplanych w niskich temperaturach substancyj była mierzona w temperaturze normalnego (pod ciśn. 1 atm.) wrzenia. Taka umowa obowiązuje po dziś dzień powszechnie. Do odpowiedniego pomiaru jest niezbędna możliwość otrzymywania cieczy pod ciśnieniem normalnym i jak zobaczymy niebawem, Olszewski posiadał sposób odpowiedni dla ciekłego tlenu i azotu; przy jego pomocy wyznaczył ze znaczną dokładnością gęstości tych ciał: 1,124 dla tlenu, 0,885 dla azotu. Objętość była przytem mierzona bezpośrednio w wycechowanej rurce, masa zmierzona przez zbieranie w gazomierzu ulatniającego się gazu.

Dużo miejsca w pracach obu uczonych zajmują badania zależności prężności par nasyconych od temperatury, (mówiąc inaczej, zależność temperatury skroplenia od ciśnienia), wyznaczanie temperatur wrzenia normalnego, oraz badanie stanu krytycznego. Pomimo prac Andrews'a, Natterera, van der Waalsa, przekonanie o istnieniu temperatury krytycznej nie było bynajmniej powszechne. Jamin w dyskusji nad odkryciem Wróblewskiego i Olszewskiego utrzymuje, że gaz może być skroplony w każdej temperaturze, a znikanie menisku przy ogrzaniu do pewnej temperatury wskazuje tylko na zrównanie gęstości optycznych obu faz, ale nie dowodzi zniknięcia podziału na dwie fazy. To mniema-

nie podtrzymał Ramsay, który twierdzenie takie, wygłosił już w r. 1880.

W celu wyznaczenia elementów krytycznych Wróblewski (1883) skraplał tlen w rurce, zanurzonej w kąpeli z ciekłego etylenu; stopniowo w miarę napływania nowego gazu ze zbiornika, poziom cieczy wznosił się ponad poziom etylenu i dosięgł części rurki, o temperaturze coraz to wyższej; w pewnej chwili, gdy temperatura ta stała się równa krytycznej, menisk zniknął; panujące przy tem ciśnienie było ciśnieniem krytycznym. Dla wyznaczenia temperatury krytycznej obniżał poziom tlenu poniżej poziomu etylenu i podnosił temperaturę wrzenia etylenu przez stopniowe zwiększanie ciśnienia; gdy temperatura doszła do wartości krytycznej tlenu, menisk zniknął. Mimo prymitywnej metody osiągnął Wróblewski wcale dokładne rezultaty ( $-113^{\circ}$  zamiast  $-119^{\circ}$ , ciśnienie 50 atm. zgadza się z nowszymi wyznaczeniami).

W następnym roku Olszewski wyznacza zupełnie poprawne dane dla azotu, obserwując znikanie menisku przy wolnem ogrzewaniu, a w r. 1885 Wróblewski poprawia pomiary dla tlenu, potwierdza wyniki Olszewskiego dla azotu i wyznacza stałe krytyczne dla tlenku węgla.

Obaj uczeni skraplali i poddawali badaniu powietrze; Wróblewski zauważył przytem, że temperatura normalna wrzenia zmienia się stopniowo od  $-191$  do  $-187$ , zbliżając się do temperatury wrzenia czystego tlenu ( $-181,5$ ); zwrócił uwagę, że powietrze jest mieszaniną o zmiennym składzie, i że podnoszenie się temperatury wrzenia świadczy o rosnącej zawartości tlenu. To twierdzenie poparł dowcipnem doświadczeniem, wzorowanym na analogicznem doświadczeniu Cailleteta z mieszaniną powietrza i bezwodnika węglowego. Do powietrza, skroplonego w temperaturze  $-142^{\circ}$  doprowadzał nowe ilości powietrza w stanie gazowym, zwiększając w ten sposób ciśnienie w naczyniu. Przy 40 atm. menisk stał się



niedostrzegalny skutek wyrównania się gęstości cieczy i gazu. Wówczas zaczęto zmniejszać ciśnienie: menisk pojawił się wprawdzie, ale na poziomie wyższym, niż poprzednio, a dopiero w chwilę później ukazał się drugi menisk na wysokości pierwotnej. Oddzielał on od siebie 2 warstwy cieczy najwidoczniej o różnym składzie; istotnie analiza wykazała, że warstwa dolna zawierała objętościowo 21,4% tlenu, a górna tylko 18,2%. Przyczyna jest prosta: skutek łatwiejszej kondensacji tlenu ciecz pierwotna zawierała go więcej, niż normalnie; pozostały gaz był bogatszy w azot i przy powtórnej skropleniu pod wpływem rozprężenia pozostała ciecz zawierająca mniej tlenu.

Główne usiłowania Wróblewskiego i Olszewskiego były, rzecz prosta, skierowane ku osiągnięciu coraz to niższych temperatur. Poważną trudność w ocenianiu wyników w całej tej dziedzinie stanowił brak opracowanej metody mierzenia tak niskich temperatur, w których termometry alkoholowe już zamarzały. Używany przez Cailleta termometr z dwusiarczkiem węgla mógł służyć najwyżej do temperatury jego zamarzania, t. j. do  $-112^{\circ}\text{C}$ . Pictet posługiwał się, do wyznaczania temperatury wrzenia dwutlenku siarki i dwutlenku węgla, wzorem teoretycznym, który sam wyprowadził z praw termodynamiki; uczony szwajcarski przypisywał tym obliczeniom wartość jedynie prowizoryczną, i istotnie tak obliczone temperatury wrzenia znacznie się różnią od wartości, znalezionych empirycznie.

Wróblewski i Olszewski posługiwali się początkowo termometrem wodorowym (Jolly wypożyczył im do tego celu własny, dokładnie wycechowany przyrząd). Olszewski pozostał nadal wierny tej metodzie, natomiast Wróblewski poddał ją krytyce ze względu na możliwości odchylenia się wodoru od praw gazu doskonałego, oraz ze względu na wpływ przestrzeni szkodliwej (pomiędzy bańką termome-

tru a rtęcią w manometrze), w której gaz ma temperaturę różną od mierzonej. W przyrządach Wróblewskiego i Olszewskiego bańka miała z konieczności małe wymiary, wskutek czego wzrastał wpływ przestrzeni szkodliwej, co Wróblewski sprawdził doświadczalnie. To skłoniło go do zastąpienia termometru gazowego przez termoogniwo (miedź — nowe srebro); wyniki cechowania zapomocą termometru Jolly od  $+100^{\circ}$  do  $-130^{\circ}$  zostały ujęte we wzór o 3 wyrazach, który, ekstrapolowany dawał aż do  $-193^{\circ}$  wyniki, nie różniące się od wskazań termometru wodorowego więcej niż o  $0,1^{\circ}$ ; jeśli przyjąć słuszność tego wzoru dla jeszcze niższych temperatur, to, według pomiarów Wróblewskiego, wskazania termometru wodorowego stają się w tym zakresie zbyt niskie, a różnica wynosi do  $10^{\circ}$ . Porównując dane ogłoszone przez Olszewskiego z wynikami późniejszych badaczy, można się przekonać, że Wróblewski miał słuszność, ale nie w tym stopniu, jak przypuszczał: temperatury Olszewskiego poniżej  $-200^{\circ}$  są podane wszystkie za nisko, ale nie więcej, jak o 2 lub 3 stopnie.

Myśl zastosowania termoogniwa do mierzenia b. niskich temperatur przejął od Wróblewskiego Kamerlingh-Onnes w Leydzie; później zastąpił tę metodę termometrem oporowym (platynowym), poraz pierwszy użytym w r. 1896 do mierzenia niskich temperatur przez Witkowskiego w Krakowie.

Wróblewski zwrócił też uwagę na możliwość użycia temperatur wrzenia tlenu i azotu za punkty stałe dla mierzenia temperatur niskich. Jak wiadomo, powszechnie dziś obowiązująca skala temperatur przyjęła temperaturę wrzenia tlenu za punkt stały skali termometrycznej międzynarodowej.

Niskie temperatury osiągnęli nasi uczeni przez wrzenie skroplonego tlenu i azotu pod zmniejszonym ciśnieniem, oraz przez rozprężanie oziębionych gazów.



Wyniki pierwszego sposobu były uzależnione od udoskonalenia działania pomp, które muszą usuwać pary wrzącej cieczy nie tylko dokładnie ale i prędko, by zapobiec ich gromadzeniu się. Najniższe temperatury otrzymał Olszewski za pomocą wrzącego azotu; w r. 1884 zdołał doprowadzić azot do wrzenia pod ciśnieniem normalnym; pierwotnie podana wartość temperatury ( $-213^{\circ}$ ) musiała być później, w r. 1887, podwyższona do  $-195^{\circ}$ . Obniżając ciśnienie do 4 mm. Hg. otrzymał wreszcie  $-225^{\circ}$  (w-g termometru wodorowego; wartość rzeczywista była prawdopodobnie o kilka stopni wyższa).

W tej temperaturze azot jest już w fazie stałej; otrzymanie go w tym stanie było ukoronowaniem długich usiłowań w tym kierunku. Przykład bezwodnika węglowego, który krzepnie przy gwałtownym rozprężaniu, budził nadzieje, że tą drogą dadzą się zestalić i inne gazy. Tlen oparł się próbom Wróblewskiego; osiągnięta temperatura, mierzona termogniwem, wynosiła  $-186^{\circ}$ ; tlen się nie zestalił, ale umieszczony w tej temperaturze azot miał, według świadectwa Wróblewskiego, utworzyć płatki śniegu. Olszewski natychmiast zaprzeczył tej wiadomości, gdyż przekroczył już on w swych doświadczeniach tę temperaturę i nie dostrzegł śladu zestalenia. Trudno dziś się zorientować, w czym tkwi sprzeczność: czy Wróblewski uległ rzeczywiście złudzeniu, czy też temperatura osiągnięta była niższa od podanej, a tylko bezwładność cieplna termogniwa i bezwładność mechaniczna galwanometru nie pozwoliły zanotować najniższej wartości, która z natury rzeczy trwała bardzo krótko. Wróblewski nie podaje wyraźnie wysokości ciśnienia, ale mówi o 150 atm. jako o ciśnieniu, pod którym rozprężał się wodór, którego próby skroplenia opisuje w tej samej rozprawie; rozprężenie od takiego, a nawet znacznie niższego ciśnienia powinno zupełnie wystarczać do osiągnięcia temperatury zestalenia

azotu ( $-210^{\circ}$ ); tlen zestala się trudniej, bo dopiero w  $-219^{\circ}$ , a i tu zamienia się na ciało szkliste, tak trudne do odróżnienia od cieczy, że istnienia jego przez długie czas nie dostrzeżono; odmiana krystaliczna, łatwo dostrzegalna, powstaje dopiero w  $-231^{\circ}$ .

Niewątpliwie zestalenie szeregu ciał osiągnął Olszewski (1884 i 1885), przez silne bardzo zmniejszanie ciśnienia nad cieczą. Wyznaczył też temperatury krzepnięcia tych ciał, a mianowicie: tlenku węgla ( $-211^{\circ}$  w-g Olszewskiego, rzeczywista wartość  $-199^{\circ}$ ) i azotu ( $-214$ , rzeczywiście  $-210$ ), wreszcie metanu i tlenku azotu.

Pozostawał jeden jeszcze gaz znany, opierający się wszelkim wysiłkom badaczy. Zarówno sensacyjne odkrycie Picteta, jak i mgiełka, otrzymana przez Cailleteta przez rozprężenie wodoru, ściśniętego do 300 atm. i ochłodzonego do  $-29^{\circ}$ , muszą być uznane dzisiaj za wynik złudzenia, wobec nader niskiej temperatury krytycznej wodoru, wynoszącej  $-240^{\circ}$ . W przypadku Cailleteta złudzenie było spowodowane prawdopodobnie przez nieznaczne obce przymieszki. Skroplenie wodoru pozostało nadal nęcącym celem.

W r. 1884 Wróblewski zastosował po raz pierwszy ideę Picteta: włączył tlen do cyklu ciał chłodzących i zastosował wrzący tlen do oziębienia wodoru, sprężonego do 100 atm.; w chwili rozprężenia zauważył w rurce z wodorem burzliwe wrzenie, analogiczne do tego, jakie obserwował w swoim czasie Cailletet w tlenie. Tu znów zachodzi niezgodność pomiędzy badaczami krakowskimi, gdyż Olszewski w podobnych warunkach nie otrzymał wspomnianego zjawiska, a zaobserwował je dopiero przy sprężeniu wodoru do 190 atm. Wreszcie, stosując w r. 1884 ochładzanie azotem wrzącym pod niskim ciśnieniem, i rozprężając wodór tylko częściowo, od 160 do 40 atm., zauważył Olszewski na ściankach rurki krople ciekłego wodoru. Możliwość skroplenia wodoru zosta-



ła po raz pierwszy bezsprzecznie udowodniona; trzeba było jednak czekać jeszcze 14 lat, zanim zebrana ciecz pojawi się w rękach angielskiego chemika, Dewara.

Trudności, na jakie natrafiało skroplenie wodoru, skłoniły Wróblewskiego do bliższego zbadania tego gazu, a mianowicie do stwierdzenia, jak odchyła się on od prawa Mariotte'a w niskich temperaturach; wyniki tych pomiarów stały się podstawą dokładnych wiadomości o własnościach wodoru, które doprowadziły wkońcu do zupełnego pokonania opornego gazu. Tego nie doczekał już znakomity badacz. Kreśląc wieczorem krzywe, ujmujące wyniki pomiarów, Wróblewski przewrócił płonącą lampę i zmarł wskutek odniesionych poparzeń. Badania jego prowadzili dalej fizycy krakowscy; najpierw Olszewski, potem Władysław Natanson obliczyli na podstawie odstępstwa wodoru od prawa Boyle'a - Mariotte'a, stwierdzonych przez Wróblewskiego, temperaturę i ciśnienie krytyczne tego gazu; obliczone wartości okazały się nader bliskie rzeczywistych, zmierzonych doświadczalnie w r. 1905 przez Olszewskiego. Badacz ten stwierdził też dla wodoru istnienie punktu inwersji, w którym zjawisko Joule'a - Thomsona z ujemnego staje się dodatnie, t. j. w którym wodór, rozprężany bez wykonywania pracy nie ogrzewa się, jak to ma miejsce w temperaturach wyższych, lecz ochładza się tak jak to czynią inne gazy. Temperaturę inwersji wyznaczył Olszewski na  $-80.5^{\circ}$ , dodatnie zjawisko Joule'a-Thomsona w niskich temperaturach wykorzystał w r. 1898 Anglik Dewar i, zastosowawszy opartą na niem metodę ziębienia, zastosowaną już uprzednio przez Lindego do skraplania powietrza, o-

trzymał wreszcie wodór w postaci trwałej cieczy.

Wróblewski był dobrze świadomy niezmiernej doniosłości czynów naukowych, dokonanych w Krakowie w ciągu kilku zaledwie lat; przewidział trafnie, że ciekłe powietrze stanie się potężnym i powszechnie używanym środkiem oziębiającym; ocenił doniosłość jaką dla nauki ma możliwość badań własności fizycznych ciał w temperaturach nieograniczenie niskich; sam przystąpił do badania oporu elektrycznego metali (miedzi), a na podstawie otrzymanych wyników przewidział możliwość takich warunków, w których opór metalu stanie się zerem, a wraz z nim zniknie wywiązywanie ciepła przez prąd elektryczny. Jedno tylko z jego przewidywań nie sprawdziło się; w r. 1885 pisał: „nie zejdziemy nigdy poniżej temperatur, jakie dają się osiągnąć przy pomocy wrzącego wodoru”.

Nietylko odkrycie nieznanego podówcza helu zaprzeczyło temu twierdzeniu; ani wrzenie pod niskim ciśnieniem, ani rozprężanie adiabatyczne nie wyczerpują środków obniżania temperatury. Najnowszy triumf w tym kierunku, otrzymanie temperatury jednej czwartej stopnia skali bezwzględnej, nauka zawdzięcza spożytkowaniu zupełnie odrębnej, dziedziny zjawisk. Zarówno wspomniani już Amerykanie Giauque i MacDougall, jak i Holendrzy de Haas, Wiersma i Kramers, którzy w parę tygodni później osiągnęli w Londynie taką samą niską temperaturę, oparli się na zmianach cieplnych, jakich doznają niektóre ciała silnie paramagnetyczne w chwili wzbudzenia i niweczenia w nich pól magnetycznych.

Chybione proroctwo Wróblewskiego ostrzega, że wyraz „nigdy” nie powinien być nigdy stosowany, gdy chodzi o przewidywanie dalszego rozwoju nauki.



## KRONIKA NAUKOWA.

## BADANIA CHEMICZNE NAD WITAMINEM C.

Z pośród wszystkich dotychczas bliżej poznanych witaminów, witamin przeciwskorbutowy oznaczony literą C, przysparzał najwięcej trudności przy badaniach nad strukturą chemiczną. Jakkolwiek witamin ten, którego brak powoduje schorzenie zwane skorbutem albo gnilem, występuje stosunkowo obficie w pomarańczach, cytrynach i zielonych częściach roślin, otrzymanie czystych preparatów tego witaminu jest wysoce utrudnione z powodu wielkiej jego wrażliwości na działanie wyższej temperatury, oraz tlenu atmosferycznego. To też mimo rozlicznych, oddawna przeprowadzonych prób, dopiero w ostatnich czasach udało się otrzymać witamin w czystym krystalicznym stanie i poznać jego chemiczną strukturę.

Przed kilkoma laty biochemik węgierski A. Szent-Györgyi wyosobnił z nadnercz zwierzęcych i z soku pomarańczy krystaliczną substancję, mającą właściwości kwasu, o budowie cząsteczki zbliżonej do struktury najpospolitszych cukrów, należących do grupy heksoz. Substancji tej nazwanej *kwasem heksuronowym*, przypisywał Szent-Györgyi wielkie znaczenie w przebiegu procesów utleniania w żyjących tkankach, uważając ją za przenośnik tlenu. Kwas heksuronowy bardzo łatwo utlenia się, jak również bardzo łatwo oddaje zpowrotem związany tlen. Niezależnie od badań Szent-Györgyiego, stwierdzono już dawno, że istnieje ścisła zależność między zawartością witaminu C (oznaczoną na podstawie eksperymentów na zwierzętach) w różnych produktach roślinnych, a zawartością w tych produktach substancji, okazujących wielkie zdolności redukcyjne, łatwo ulegających utlenieniu. Nasuwało się przypuszczenie, że sam witamin C jest taką łatwo wiążącą tlen substancją i że możliwy jest związek między tym witaminem a kwasem heksuronowym. Przypuszczenie to okazało się słuszne, gdyż przekonano się, że czysty kwas heksuronowy posiada właściwości biologiczne witaminu C i w dawce dziennej 1 mg usuwa skorbut u morskich świnek (Szent-Györgyi, Nature 130, 576, 1932).

Według wszelkiego prawdopodobieństwa kwas heksuronowy Szent-Györgyiego, zwany obecnie *kwasem askorbinowym*, jest identyczny z witaminem C. W ostatnich miesiącach ukazało się kilka prac, pozwalających zorientować się w szczegółach chemicznej struktury kwasu askorbinowego (Cox, Hirst, Reynolds, Nature 130, 888, 1932; P. Karren i współpracownicy, Bioch. Zeitschr. 258, 4, 1933; Micheli i Kraft, Zeitschr. f. physiol. Ch. 215, 215, 1933). Kwas askorbinowy ma wzór  $C_6H_8O_6$ ; łatwo ulega utle-

nieniu, ale pod wpływem łagodnych czynników redukcyjnych zamienia się łatwo w produkt pierwotny o charakterze witaminu. Otrzymano w czystym stanie cały szereg pochodnych kwasu askorbinowego, jak również przeprowadzono jego częściowy rozkład i na tej podstawie można ustalić wzór strukturalny jego cząsteczki. Poszczególni badacze różnią się jednak między sobą w tym zakresie. Według Karrera cząsteczka kwasu askorbinowego zbudowana jest z prostego łańcucha węgla, natomiast zdaniem Michela i Krafta szkielet cząsteczki stanowi układ pierścieniowy, zbudowany z 4 atomów węgla i atomu tlenu. Bez względu na to, czyj wzór okaże się słuszny, względna prostota budowy tej substancji pozwala rokować duże nadzieje na otrzymanie witaminu C drogą syntezy laboratoryjnej.

Za tem, że kwas askorbinowy jest identyczny z witaminem C przemawia szczególnie fakt, że kwas ten, otrzymany z różnych źródeł (nadnercza zwierzęce, soki roślinne), okazuje identyczne właściwości biologiczne, oraz, że obficie występujący w nadnerczach kwas askorbinowy znika w tym organie podczas skorbutu. Uderzająca jest wysoka dawka lecznicza tego witaminu w porównaniu z dawkami leczniczymi innych witaminów.

CH<sub>2</sub>OH

CHOH

CO

CH<sub>2</sub>

CO

COOH

HOHC CO

HOH<sub>2</sub>C—CH CH—COOH

O

Wzór kwasu askorbinowego  
według Michela i Krafta.

Wzór kwasu askorbinowego  
według Karrera;

B. S

## PRÓBY SZTUCZNEGO OGRZEWANIA ULA.

Bardenbacher zaproponował ogrzewać na wiosnę ule zapomocą pieca elektrycznego, aby zmusić królową do wcześniejszego rozpoczęcia czynności składania jaj. Dzięki temu liczebność mieszkalców ula wzrosłaby wcześniej i gdy tylko nastąpi sprzyjająca pora roku, ul byłby w całej pełni gotów do podjęcia pracy przez pszczoły-zbiieraczki. Próbę tę podjęli Speyer i Glameyer (Arch. Bienenkunde 13, 1932, str. 76). Przeprowadzili oni badania porównawcze nad dwoma ulami, ogrzewanymi w okresie od połowy marca do końca kwietnia, i z dwoma nieogrzewanymi. Wynik był dość niespodziewany. W ulach ogrze-



wanych temperatura wnętrza mimo wszystko utrzymuje się na poziomie, niższym od optimum, co zachodzi najprawdopodobniej dzięki aktywnej regulacji ciepłoty przez robotnice. Ten stan rzeczy pozostaje niezmienny przez cały okres, gdy temperatura zewnętrzna jest niższa od 15°. Jak wiadomo, w tych warunkach robotnice nie wylatują z ula i nie mogą dostarczać larwom pokarmu w postaci świeżego pyłku kwiatowego, wobec czego próba nie dała spodziewanych wyników. Nie można pobudzić pszczoły do przedwczesnej działalności, skoro warunki, panujące na zewnątrz, nie sprzyjają jej. Fakt ten raz jeszcze wskazuje na istnienie w ulu subtelnej mechanizmu termoregulacyjnego, ściśle skoordynowanego z istotnymi potrzebami społeczności pszczelej (por. „Wszechświat”, 1930, str. 156).

jd.

### LOKALIZACJA SŁUCHU U RYB.

Jeszcze nie tak dawno twierdzono powszechnie, że ryby są głuche i dopiero nowsze badania eksperymentalne dowiodły, iż ryby nie tylko słyszą, ale mogą także dość dobrze różnicować tony i kojarzyć je z innymi bodźcami. Wśród tych badań zasługują na wyróżnienie prace wybitnego zoologa monachijskiego, Frischa, ze względu na precyzję metody i obszerny krytycznie zestawiony materiał doświadczalny. Wyniki 10-letnich prac nad tem zagadnieniem zostały niedawno ogłoszone (K. Frisch i H. Stetter, Z. vergl. Physiol. t. 17, 1932, str. 686). Liczne rysunki anatomiczne i mikrofotografie wskazują, iż autorzy przedewszystkiem gruntownie wystudjowali budowę anatomiczną aparatu usznego strzebli, która była ich obiektem doświadczalnym. Pod mikroskopem binokularnym, z użyciem specjalnej techniki narkozy i oddychania, usuwano systematycznie poszczególne części błędnika i badano następnie zachowanie się rybek. Przytem zapomocą bardzo małego bora dentystycznego świdrowano w czaszce otwory, oczyszczano je starannie z okruszków kości i przez te otwory operowano błędnik, posługując się miniaturowymi haczykami i pincetkami. Po dokonanej operacji otwór w kości przykrywano warstwą wazeliny.

Usunięcie mieszk (utriculus) i górnej części przewodów łukowatych pociąga za sobą tylko zakłócenie równowagi zwierzęcia, które pływa w jakimkolwiek przypadkowym położeniu, często brzuchem do góry. Jednak po pewnym czasie rybki nauczyły się zastępować brak narządów równowagi przez orientację optyczną, dzięki której zdołały utrzymywać się w położeniu normalnym. W każdym razie strzeble osłepione, jak w większości doświadczeń Frischa, nie odzyskiwały już normalnej równowagi ciała. Mimo to operowane rybki dały się równie dobrze nauczyć rozróżniania tonów, jak osobniki normalne. Inne części labiryntu,

mianowicie *lagena* i woreczek (*sacculus*) nie mają nic wspólnego z funkcją utrzymywania równowagi i pozbawione ich rybki pływają zupełnie normalnie. Ale tracą one zdolność reagowania na tony. Dźwięki o częstości 100 do 6000 drgań na sekundę (co odpowiada normalnym granicom słuchu strzebli) nie wywołują u nich żadnej reakcji. Reagują jednak na dźwięki niższe, których odczuwanie zachodzi bez współudziału błędnika. Narządem recepcyjnym jest w tym przypadku linja boczna ryby. Narząd ten udaje się wyeliminować przez przecięcie wszystkich prowadzących do niego nerwów tułowia, względnie przez wypalanie tych punktów, w których włókienka nerwowe są zbyt drobne, aby je można było operować. Z podobnych doświadczeń wynika, iż tony niskie, do 16 drgań na sekundę, są odczuwane przez zmysł dotyku, zlokalizowany w skórze zwierzęcia, której zdolność pod tym względem odpowiada mniej więcej wrażliwości skóry ludzkiej. Gdy idzie o wyróżnianie wysokości tonów, ucho człowieka jest od 15 do 100 razy czulsze od jego skóry, natomiast u strzebli wrażliwość skóry nie jest mniejsza od wrażliwości błędnika. Mała ostrość słuchu ryb tłumaczy się prawdopodobnie brakiem w ich aparacie usznym błony podstawowej. Usunięcie pęcherza pławnego osłabia słuch strzebli, która posiada połączenie kostne pomiędzy błędnikiem i pęcherzem, działającym na podobieństwo rezonatora.

Grantowne te badania dowodzą, iż zdolność słyszenia jest zlokalizowana u strzebli w *lagena* i *sacculus*.

jd.

### OSOBLIWY PRZYPADEK REGENERACJI.

Badacz japoński O k a d a Y ō podaje w serii prac ciekawy przypadek rozrodu bezpłciowego i regeneracji u ukwiała wybrzeży japońskich, *Boloceroidea* (Bull. biol. France et Belg. 66, 1932, str. 164). Rozród bezpłciowy polega tu na powstawaniu pączków na czułkach zwierzęcia. Czulek posiada u swojej nasady mięsień zwieracz, którego skurcz może spowodować autotomię czułka po silnym podrażnieniu. Poniżej zwieracza znajduje się przegroda poprzeczna, zamykająca jamę wewnętrzną czułka. Na powstających pączkach wyrastają nowe czułki, przytem przyszły otwór ustny pączka tworzy się w punkcie, w którym pączek łączy się z czułkiem osobnika macierzystego, co jest u jamochłonów zjawiskiem zupełnie wyjątkowym. Normalnie otwór ustny powstaje zawsze na biegunie przeciwnym (distalnym). Podeszwa pączka różnicuje się wcześnie, ale otwór ustny przeżywa się dopiero po oddzieleniu się młodocianego osobnika od ciała matki. W związku z tym szczególnym sposobem mnożenia się, czułki *Boloceroidea* posiadają bardzo wysoką zdolność regeneracyjną: amputowany czulek może wytworzyć cał-



kowitego ukwiała. W procesie tym ważną rolę odgrywa przegroda u nasady czułka, która zamyka jamę czułka, utrzymując napięcie jego ścianek (turgor).

jd.

## RZĘSKI I SYSTEM LINIJ SREBRZĄCYCH SIĘ

W ósmym tomie „Ergebnisse der Biologie” w bardzo obszernym artykule monograficznym B. M. Klein zajmuje się ruchem rzęskowym w świecie zwierzęcym wogóle, a pierwotniaków w szczególności, omawiając drobiazgowo aparat rzęskowy, jego budowę, charakter w poszczególnych grupach i rodzaj działania u pierwotniaków. W związku z urzuceniem nie pomija oczywiście systemu linii srebrzących się (Silberliniensystem), któremu jak wiadomo przypisuje naogół charakter systemu nerwowego (patrz Wszechświat 1931, str. 206), tem bardziej, że odnajduje się go także w komórkach rzęskowych tkankowców.

Zastanawiając się w pierwszym rzędzie nad lokomocyjnym charakterem aparatu rzęskowego, ustala związek filogenetyczny między pseudopodjami, undulipodjami i rzęskami wraz z ich pochodniami, włoskami, szczecinkami, haczykami i t. p. Wskazuje, że póki komórka ma wygląd bezkształtny, ameboidalny, nie ograniczony ściśle zróżnicowaną osłoną, błoną, czy pellikulą, tak długo nie obserwujemy żadnych specyficznych organellów kurczliwych, prócz jednorodnej plazmy, której niespolaryzowane cząsteczki są zdolne do rozlewnych ruchów we wszystkich kierunkach.

Z chwilą wytworzenia się pellikuli ruch ameboidalny komórki staje się niemożliwy, a jednocześnie istniejąca potrzeba ruchu decyduje o zjawieniu się organellów ruchowych w postaci wici, biczów, włosków, wreszcie rzęsk. Bicie i rzęski w zasadzie z punktu widzenia morfologicznego są twórami podobnemi, a w przeciwieństwie do pseudopodjów określają się przez stały kształt i trwałość. Nie wyklucza to jednak faktu, że pseudopodja poprzez lobopodja, filopodja i axopodja stają się właśnie rzęskami, a w miarę przekształceń morfologicznych zmieniają także swój charakter funkcyjny. Ich ruch z powolnego i płynnego staje się szybki, drgający lub wahadłowy, poza tem cechuje go synchroniczność, co wraz z przystosowaniem się odpowiedniego aparatu motorycznego decyduje o przejściu od ruchu nieuporządkowanego do uporządkowanego, jakim jest bezsprzecznie ruch rzęskowy.

Każda jednostka aparatu rzęskowego składa się z 3 członów: z rzęski właściwej, ciała podstawowego wraz z ciałkami pobocznymi, oraz z korzonka rzęskowego, przenikającego nieraz bardzo głęboko do wnętrza komórki.

W każdej rzęsce z kolei wyróżniamy: 1) Nić osiową w postaci włókienka euplazmatycznego o charakterze szkieletowym, które, odpowiadając morfologicznie axopodium, występuje bardzo wyraźnie w rzęskach tkankowców jak np. u *Anodonta* i *Pteropoda*. W zasadzie włókno osiowe jest splecione z kilku cieńszych włókienek i spełniając rolę sprężynki osiowej jest, jak się okazało, bardzo odporne.

2) Włókno osiowe na całej swej długości, z wyjątkiem ośrodkowej części końcowej, jest okryte osłonką plazmatyczną, stanowiącą właściwy element kurczliwy rzęski. Jego budowa nie została dotąd bliżej określona, chociaż poszczególni badacze znajdowali tutaj struktury siateczkowe lub włókienkowate. Odnacza się ta osłonka zdolnością do podwójnego łamania światła. Bliższe badania Gray'a wykazały, że plazma wspomnianej osłonki (kinoplazma) pod wpływem pewnych bodźców chemicznych zachowuje się zupełnie jak substancja mięśniowa tkankowców, co do pewnego stopnia wiąże te organelle pierwotniaków z mięśniami wielokomórkowców.

3) Trzecim elementem rzęski jest tak zwany wrażenioc odbiorczy komponent, tworzący kuleczkę czy guziczek na zakończeniu włókna osiowego.

Fundamentem rzęski jest ziarenkowate ciało podstawowe, silnie załamujące światło. Często odnajdujemy więcej niż jedno ciało, zazwyczaj trzy, ale tylko z jednym jest w takich przypadkach związane włókno osiowe.

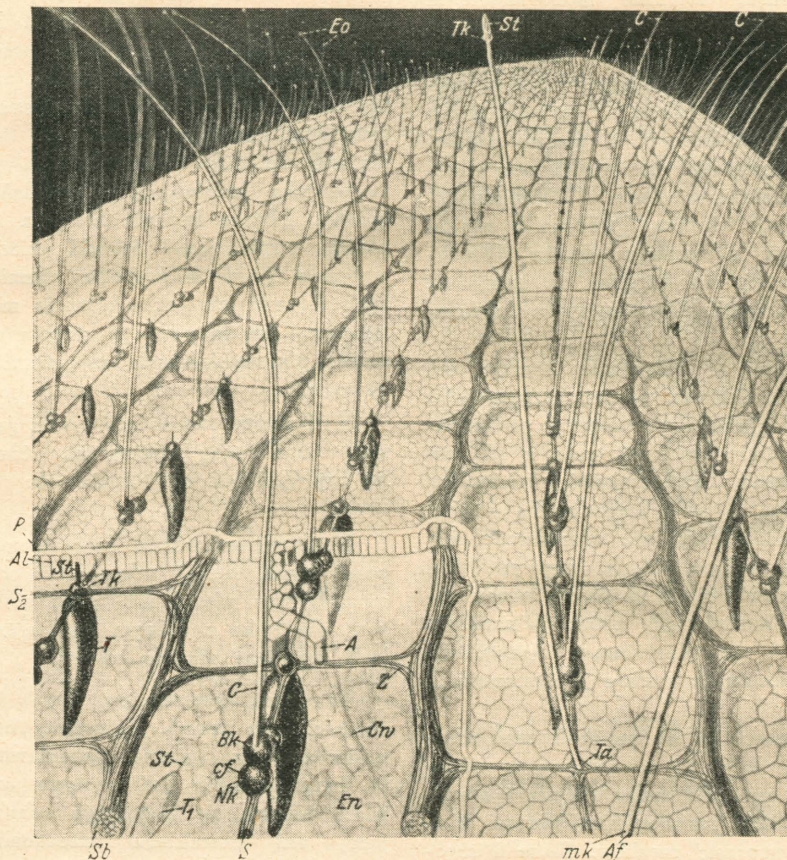
Na temat powstawania tych ciałek mamy obecnie kilka teorii. Najnowsza teoria Kleina stwierdza, że ziarna podstawowe powstają w skrzyżowaniach linii systemu srebrzącego się, gdzie odbywa się kumulacja substancji, nie mającej ani charakteru mitochondrialnego, ani chromidialnego; autor przypisuje ciałkom podstawowym charakter neuroidalny. Byłyby to węzły, w których bodźce przyjmowane ze świata zewnętrznego przez zakończenie wrażenioc odbiorcze rzęski, ulegałyby przeróbce na motoryczne, jak to się dzieje w prostym łuku odruchowym, określony zaś stan pobudzenia przez linie srebrzące się zostawałby przenoszony na inne ciała podstawowe.

Poza opisanymi elementami rzęskowymi mamy jeszcze do czynienia z przedłużeniem dośrodkowym rzęski w postaci t. zw. korzonka rzęskowego. Są to twory rozmaitej długości, niejednokrotnie zbiegające się w jednym punkcie plazmy, tworząc rodzaj węzła, spotykanego zarówno u pierwotniaków jak u tkankowców w komórkach rzęskowych. Niektórzy nawet, jak Rees, przypisują temu węzłowi rolę aparatu neuromotorycznego. Niezależnie od znaczenia korzonków możemy je podzielić na dłuższe i krótsze.



sze, łączące się lub nie we wnętrzu komórki. Ich powstawanie, ani budowa nie są dostatecznie wyjaśnione, aczkolwiek są one utworzone niewątpliwie z jakiejś substancji podwójnie łamiącej światło; przypisują im właściwości kurczliwe (Benda, Simroth), nerwowe (Apathy, Metalnikoff), pokarmowe (Engelmann, Kolacew), strukturalno pomocnicze (Pe-

Ponieważ zazwyczaj rzęski tworzą na powierzchni komórki płaszcz rzęskowy, ruchy poszczególnych rzęsek muszą być skoordynowane. Koordynacja zaś sprowadza się do 1) współzależności, czyli podporządkowania autonomi pojedynczego elementu zbiorowości, 2) do przeprowadzania ruchu od jednego elementu rzęskowego do drugiego.



Schemat systemu linii srebrzących się u *Paramecium*. Sb—wiązka włókien srebrzących się, Bk, Nk — ciała podstawowe rzęsek, T—trichocysty w plazmie, Ta—trichocysty wyrzeczne, C—rzęski (Klein).

ters). Jedynie pierwszy pogląd podziela w całej rozciągłości Klein, nie wykluczając jednak możliwości charakteru nerwowego i odżywczego.

Rzęski nie czerpią energii z całego ciała, lecz wytwarzają ją sobie niejako na własny rachunek, o czym świadczy fakt, że nawet po odcięciu ich od ciała podstawowego jeszcze przez czas stosunkowo długi zachowują one swoje właściwości ruchowe. Działając przeciw jako efektory, nie przestają być również receptorami, przyjmującymi bodźce świata zewnętrznego, co szczególnie wyraziście występuje w nabłonkach zmysłowych tkankowców; obie te funkcje mogą spełniać jednocześnie lub oddzielnie.

Z koordynacją jest związany kierunek, synchronizm i metachronizm ruchów w szeregach rzęskowych, które mogą podlegać zmianom i daleko posuniętej regulacji, przejawiającej się szczególnie wyraziście w czasie podziału i konjugacji.

Cały szereg przykładów wskazuje, że podrażnienie jednej rzęski zespołu zostaje natychmiast, z różnemi dla rozmaitych gatunków szybkościami, przekazywane pozostałym rzęskom. Samo przekazywanie nie odbywa się drogą czysto mechaniczną nazewnątrz systemu przez wzajemne podrażnienie rzęsek lub ruch środowiska, lecz drogą wewnętrzną.



Charakter przewodzenia i sposób reagowania na narkotyki wskazuje, że przeprowadzanie bodźca ruchowego ma zarówno u tkankowców jak i pierwotniaków charakter nerwowy, a jak u wielokomórkowców w tym celu różnicują się odpowiednie drogi nerwowe, tak samo mogą się one różnicować u pierwotniaków.

Już w 1880 Engelmann opisał u *Stylo-nychia* system nici, przenikających od podstaw szczeci do wnętrza plazmy, którym przypisał charakter nerwowy. W 1903 Neresheimer mówi wyraźnie o neurophanach u *Stentor* i *Spirostomum*, Schuberg zaś w 1905 opisał u *Paramacium* i *Frontonia* włókienkowate zróżnicowania, przebiegające tuż pod pellikulą i wiążące ciała podstawowe rząsek, co według niego miało tłumaczyć przyczyny koordynacyjnego charakteru ruchu rząsek. W roku 1926 Dierks opisując te same twory u *Stentor*, nazywa już je neuroidami. W tym samym roku, całkiem niezależnie od siebie, Gelei, Klein i inni opisują włókienkowate ektoplazmatyczne twory, które poprzez ciała podstawowe wiążą z sobą poszczególne rząski. Włókna te, występujące podłużnie i poprzecznie, nazywa Klein z racji stosowanego do ich wykrycia srebrzenia systemem linii srebrzących się.

Odtąd wszystkich badaczy w tej dziedzinie można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej należą ci, którzy wspomniany system wykrywają tylko na powierzchni pierwotniaków (subpellikularnie); należą tu przede wszystkim Neresheimer, Schuberg, Dierks, Gelei, Klein i inni. Do drugiej grupy zaliczamy tych, którzy charakter neuroidalny przypisują korzonkom rząskowym i stwierdzają istnienie w miejscu ich zetknięć aparatu neuromotorycznego, więc Sharp, Yocom, Taylor, Rees i inni. Podobnie jak u pierwotniaków, poszczególni badacze wyróżniają w komórkach rząskowych ekto i entoplazmatyczny system nerwowy.

W zasadzie system linii srebrzących się sprowadza się do sieci włókienek, pokrywających całą subpellikularną powierzchnię ciała komórkowego. Tam zaś gdzie mamy do czynienia z równoległym ustawieniem szeregów rząskowych, między temi szeregami najwyraźniej szeregowo grupują się linie systemu, łączą się z sobą poprzecznymi daleko cieńszymi włókienkami. Ciała podstawowe i trichocysty, leżące między pęczkami włókien, byłyby jednak włączone do systemu przez międzybieżne linie, wiążące je z sobą. U poszczególnych gatunków przebieg wszystkich wspomnianych linii jest odrębny, naogół zgodny z ogólnym morfologicznym planem budowy i może odgrywać rolę w systematyce.

System podobny odnajdujemy także w komórkach rząskowych tkankowców, nie tylko w oddzielnych komórkach, ale jako sieć łączącą zespoły komórek danej grupy.

Na specjalną uwagę zasługuje fakt, że w okresie konjugacji następuje wzrost systemów obu partnerów, stąd oba osobniki zachowują się, jak pierwotniak pojedynczy. W czasie podziału zaś system linii srebrzących się pierwszy podlega podziałowi, wyznaczając naprzykład miejsce uformowania się przyszłego cytostomu osobnika potomnego, oraz wyznaczając miejsce przyszłych ciałek podstawowych.

Od tego więc systemu zależy własność koordynacji ruchu rząskowego oraz zdolność przyjmowania bodźców świata zewnętrznego.

Klein zwalcza stanowisko tych oponentów, którzy w całym systemie dopatrują się tylko morfologicznie zróżnicowanej struktury pomocniczo-skieletowej, wskazuje na delikatność całego systemu i brak wszelkich cech, jakie charakteryzują system szkieletowy; naodwrot zaś system wysrebrzony posiada wszystkie cechy systemu nerwowego.

M. Ch.

#### NOWE FAKTY Z OPTYKI METALI.

W odróżnieniu od izolatorów metale odznaczają się wielką nieprzezroczystością. Światło nie przenika, ogólnie biorąc nawet przez bardzo cienkie warstwy metaliczne, a dzieje się to wskutek współdziałania dwu czynników: 1) odbijania się światła od powierzchni metalu, 2) pochłaniania przez metal światła, które dostało się do jego wnętrza. To ostatnie zjawisko tłumaczy teoria elektromagnetyczna światła przemianą energii świetlnej w energię kinetyczną swobodnych elektronów metali, t. j. w ostatecznej instancji w ciepło.

Przypominamy krótko, że z punktu widzenia wspomnianej teorii istotą światła są niezmiennie szybkie drgania pól elektrycznych i magnetycznych; źródłem zaś absorpcji światła w metalach jest wzbudzenie drgań elektronów, t. j. przekazywanie elektronom energii świetlnej. Również i w izolatorach mechanizm absorpcji jest w zasadzie podobny; zasadnicza różnica między obu przypadkami polega na tem, że w izolatorach elektron jest związany (z atomem, jonem, lub cząsteczką) i wskutek tego zdolny jest do pochłaniania energii świetlnej tylko w wąskich obszarach widma, t. zw. prążkach absorpcyjnych, którym odpowiada częstość drgań własnych elektronu (rezonans). I w metalu mamy do czynienia, obok elektronów swobodnych, nadających mu przewodnictwo elektryczne, również z elektronami związanymi; zatem również i metale posiadają prążki (raczej pasma) absorpcyjne; poza tem jednak silna absorpcja zachodzi w całej rozciągłości widma świetlnego.

Tak przynajmniej sądzono dotychczas. Ale oto znany optyk amerykański R. W. Wood, eksperymentator z bożej łaski, którego intuicji i pomysłowości nauka zawdzięcza bardzo wiele, dokonał odkrycia, które obala częściowo ostatnie twierdze-



nie powyższego ustępu. Wykazał on, że istnieje rozległa klasa przypadków, w których metale mają własności optyczne izolatorów. Mianowicie cienkie warstwy metali alkalicznych: sodu i potasu otrzymane przez kondensację ich pary na ścianie chłodzonej w cieplem powietrzu, są przezroczyste dla promieni nadfioletowych w bardzo znacznym obszarze widma, rozciągającym się od 3000 do 1860 Å. Grubość tych warstw jest rzędu kilku długości fal światła (t. j. rzędu 1 mikrona); są one tak dalece nieprzezroczyste dla zwykłego światła, że nawet słońca po przez nie nie widać. Natomiast promienie nadfioletowe przenikają przez nie z łatwością, zwłaszcza w przypadku fal krótszych od 2700 Å, gdyż powyżej tej granicy potas i sód odbijają przeszło 75% padającego na nie światła.

Wspomniana własność warstewek sodu i potasu (a także innych metali alkalicznych) pozwoliła Woodowi na przeprowadzenie szeregu badań zupełnie analogicznych do tych jakie wykonać można nad cienkimi warstwami ciał przezroczystych. Tak więc w nadfioletowym świetle monochromatycznym otrzymał on piękne prążki interferencyjne, aż do 5-go rzędu. (Prążki te powstają wskutek interferencji między światłem odbitem wprost, a światłem przepuszczonym i odbitem od powierzchni „tylnej”). Dalej Wood przekonał się, że światło polaryzuje się przez odbicie zupełnie według praw optyki ciał przezroczystych. W szczególności istnieje „kąt polaryzacji” — (któremu odpowiada całkowite spolaryzowanie światła odbitego). Kąt ten w przypadku potasu wynosi 37°. Istnieje znany związek między tym kątem a współczynnikiem załamania  $n$ . Wyliczamy  $n = 0,75$ . Ponieważ współczynnik jest mniejszy od jedności, musi występować całkowite odbicie. W istocie Wood stwierdził, że promienie nadfioletowe padające pod kątem większym, niż 50°, ulegają całkowitemu odbiciu.

Jest oczywiste, że opisane tu ciekawe fakty nie mogą być wytłumaczone przez „klasyczną” optykę metali, gdyż nie wskazuje ona żadnej przyczyny, dla której swobodne elektrony miałyby być pozbawione zdolności pochłaniania energii promieni nadfioletowych. Należy oczekiwać, że i w tym przypadku, jak w wielu innych, teoria kwantowa okaże się sprawniejsza od klasycznej.

L. W.

#### RADJOAKTYWNOŚĆ PIERWIASTKÓW ZWYKŁYCH.

Oddawna znany jest fakt, że oprócz pierwiastków najcięższych (U, Th) istnieją również dwa odosobnione pierwiastki radioaktywne, rubid i potas. To nasuwało przypuszczenie, że właściwie pierwiastków radioaktywnych jest daleko więcej; z powodu tylko słabej być może radioaktywności z jednej strony, oraz z powodu braku bardziej

czułych metod z drugiej trudno jest wykryć radioaktywność pierwiastka zwykłego.

Ostatnio G. Hevesy i M. Pahl<sup>1)</sup> donieśli, że udało im się stwierdzić promieniotwórczość samarium, pierwiastka, należącego jak wiadomo, do grupy pierwiastków ziem rzadkich.

Okazało się mianowicie, że aktywność tlenku samarium wynosi jedną trzecią aktywności grubej warstwy chlorku potasu o tej samej powierzchni. Twierdzą oni, że aktywności nie można przypisać obecności znanych jakichś pierwiastków radioaktywnych. Wypływa to z faktu, że wszelkie próby usunięcia aktywności przez strącanie barem, ołowiem, cyrkonem i t. d. zawiodły. Natężenie promieniowania tego — jak wykazały pomiary — spada do połowy swej wartości pierwotnej w przypadku ekranów glinowych grubości 1,3 μ. Badania przeprowadzone metodą Geigera i Klemperera okazały, że promieniowanie samarium jest typu α. Bliskie sąsiedztwo samarium (numer atomowy = 62) z pierwiastkiem przypuszczalnie rzadko spotykanym 61 mogłoby nasunąć podejrzenie, że właściwie ten ostatni jako drobna domieszka do samarium, wywołuje ową odkrytą przez Hevesy'ego i Pahl'a aktywność. Są bowiem pewne podstawy do przypuszczeń, że pierwiastki występujące w przyrodzie w ilościach bardzo nikłych są pierwiastkami radioaktywnymi. Jednakże w tym konkretnym przypadku fakty zdają się temu zaprzeczać: próbki samarium otrzymane z różnych źródeł wykazują bowiem jedną i tę samą aktywność promieniotwórczą.

Dalsze swe prace<sup>1)</sup> poświęcili oni sprawie wyznaczenia zasięgu. Aparatura składała się z licznika Geigera-Müllera, którego rurka zewnętrzna była gęsto podziurkowana. Współosiowo z nią umieszczony był miedziany cylinder, którego wewnętrzne ścianki pokryte były tlenkiem samaru. Cała ta aparatura była próżniowo odizolowana od otoczenia, tak, że wewnątrz niej można było dowolnie zmieniać ciśnienie. Stąd znając wartość ciśnienia powietrza oraz odległość pomiędzy warstwą tlenku samaru, a podziurkowaną cylindryczną ścianką licznika, można było wyznaczyć zasięg badanych cząstek α. Sprawność działania samej aparatury została skontrolowana zapomocą polonu, którego zasięg tą metodą zmierzony dawał wartość 3,90, podczas gdy dotychczasowe wyniki ustaliły 3,86.

Otóż Hevesy i Pahl tą drogą znaleźli, że zasięg promieniowania α samaru pod ciśnieniem powietrza w temp. 15°C wynosi 1,13 cm.

O fakcie, że w danym przypadku mamy do czynienia z promieniowaniem α nie zaś z jakimś innym, przekonać nas może następujące doświadczenie. Zapomocą blaszek ekranowych sprawdzamy zasięg polonu aż do wartości 1,1 cm. W tych

<sup>1)</sup> Nature 130 (846), 1932.

<sup>1)</sup> Nature 131 (434) 1933.



dopiero warunkach porównujemy wielkości odchyleń elektrometru, otrzymane przy liczeniu cząstek  $\alpha$  w obu przypadkach, raz dla polonu, drugi raz dla samaru. Gdyby bowiem samar nie był  $\alpha$  promieniotwórczy (tak jak polon), wówczas wielkości wychyleń w obu razach byłyby różne.

Na podstawie tych pomiarów wyznaczyć możemy okres rozpadu do połowy. Należy bowiem znać tylko liczbę cząstek wyemitowanych w ciągu określonego czasu przez badane ciało radioaktywne, o pewnej określonej masie.

Tak więc dla samaru znaleźli oni, że 1 g samaru emituje 75  $\alpha$ /sek. Z tego wynika, że okres rozpadu w przypadku samaru wynosi  $1,2 \cdot 10^{12}$  lat.

Jak wiemy, niektóre minerały zawierają w swym wnętrzu wpryski radioaktywne, przez co wytwarzają się zabarwione pierścienie o mikroskopijnych średnicach, t. zw. hala pleochroiczne.

Już w roku 1922 J. Oly zwrócił uwagę na pewne pleochroiczne hala o bardzo krótkich zasięgach, które przypisywał jakiemuś nieznanemu promieniom radioaktywnemu. W cztery lata później Iimori i Yoshimura odkryli w biotycie japońskim zasięgi odpowiadające 1,2 cm oraz 2,1 cm powietrza.

Otóż Hevesy i Pahl przypuszczają, że zasiegi mniejszy należy do wprysków samaru.

Podobne poszukiwania aktywności, prowadzone nad innymi pierwiastkami ziem rzadkich, nie dały rezultatu pozytywnego. Lantan, neodym, pierwiastki o numerze atomowym 61 oraz 69, okazały wprawdzie względnie dużą aktywność. Bliższe jednak badania dowiodły, że aktywność tę należy przypisać istnieniu znanych nam już pierwiastków radioaktywnych.

W sprawie aktywności pierwiastków zwykłych ukazały się ostatnio bardzo ciekawe prace nad promieniotwórczością berylu. Lange i Raitt odkryli, że beryl ma się wyróżniać  $\alpha$  — aktywnością o zasięgu 1 cm oraz o okresie rozpadu  $10^{14}$  lat.

Zagadnienie to jest z punktu widzenia teoretycznego bardzo ważne. Naogół bowiem radioaktywność cechuje pierwiastki ciężkie, tymczasem miałby istnieć pierwiastek, należący do najlżejszych, podlegający samorzutnej dezintegracji.

Oddawna minerały berylu wzbudziły powszechne zainteresowanie dużą zawartością helu, co usiłowano tłumaczyć domieszkami krótkotrwałych substancji emitujących promieniowanie  $\alpha$ , które wskutek tego wytwarzały hel w minerale. Takie tłumaczenie nie było zadowalające, toteż możliwość aktywności berylu była dość częstym przedmiotem dyskusji specjalistów.

Zagadnieniem tem zajął się w ślad za Langem i Raittem na nowo też Rayleigh<sup>1)</sup>.

Pomiary powtórzone elektroskopem rzeczywście wykazały istnienie pewnej promieniotwórczo-

ści w berylu. Znalazona w ten sposób wartość aktywności wynosi  $1,47 \cdot 10^7 \alpha$  — cząstek na rok z 1 gr. minerału.

Jeśli przyjąć, że cały hel jest pochodzenia radioaktywnego, czas, w którego ciągu zachodził proces jego akumulacji, powinienby wynosić przeszło  $5,43 \cdot 10^{10}$  lat. To jednak stoi w rażącej sprzeczności z otrzymanymi wartościami wieku ziemi, które uzyskaliśmy na podstawie stosunku zawartości ołowiu do uranu w minerałach uranowych (rzędu  $2 \cdot 10^9$  lat).

Fakt ten więc przemawia raczej za tem, że w każdym bądź razie nie cały hel zawarty w berylu uważać należy za produkt pochodzenia radioaktywnego. Z tego też względu należy uważać kwestję istnienia aktywności berylu za wcale jeszcze nie przesadzoną.

Na zakończenie warto wspomnieć, że istnieją pewne względy natury niejako teoretycznej, przemawiające mimo wszystko za istnieniem takiej promieniotwórczości.

Pomiary Bainbridge'a podają na ciężar atomowy berylu wartość 9,0155. Jeśli dalej przyjmiemy, że jądro berylowe składa się z dwóch helionów i jednego protonu, wówczas łączna masa tego układu wyniesie 9,01210. Stąd więc widzimy, że jądro berylu posiadające pewien nadmiar energii może ulec samorzutnej dezintegracji.

J. O. S.

## TEMPERATURY GWIAZD WOLFA - RAYETA I NOWYCH.

Gwiazdy klasy O, z emisyjnymi prążkami, nazywane niekiedy gwiazdami Wolfa-Rayeta od nazwisk ich odkrywców, są najgorętsze wśród gwiazd. Widmo ich zawiera szerokie pasma emisyjne helu i węgla, barwa ich zaś mimo bardzo wysokiej temperatury jest żółtawa. Z powodu tej barwy wyznaczenie temperatury gwiazd Wolfa-Rayeta oraz innych gwiazd klasy O i B jest dość trudne. Najlepsze wyniki osiągamy, stosując teorię jonizacji.

W ubiegym roku astronom kanadyjski Beals zastosował do oceny temperatur niektórych gwiazd Wolfa-Rayeta i Nowych teorię Zanstry powstawania prążków emisyjnych w widmach mgławic planetarnych. Gwiazdy klasy O są ściśle związane z temi mgławicami, wszystkie bowiem gwiazdy centralne mgławic planetarnych zaliczamy do tej klasy widmowej. Zanstra tłumaczy emisyjne prążki w widmie mgławic planetarnych przez promieniowanie wtórne, wywołane jonizacją gazu, tworzącego mgławicę, wskutek intensywnego promieniowania centralnej gwiazdy. W zastosowaniu tej teorii do gorących gwiazd typu Wolfa-Rayeta przyjmujemy, że gwiazda wysyła promieniowanie ultrafioletowe o zbyt krótkiej fali, abyśmy je mogli zaobserwować. Pro-

<sup>1)</sup> Nature 131 (724) 1933.



mieniowanie to jonizuje atomy w gazach, otaczających gwiazdę, wskutek zaś wtórnego łączenia się elektronów z jonami powstaje jasne widmo absorpcyjne. Z natężenia zaobserwowanych jasnych prążków w porównaniu z natężeniem widma ciągłego, można oszacować ilość promieniowania ultrafioletowego, wywołującego świecenie atmosfery gwiazdy, zakładając, że całe to promieniowanie, względnie określony jego ułamek, wywołuje jonizację. Przyjmując następnie, jak to zwykle czynimy, że gwiazda promieniuje jako doskonały radiator, możemy obliczyć minimalną temperaturę powierzchniową gwiazdy.

Beals zastosował powyższą teorię do gwiazd typu Wolfa-Rayeta i Nowych. Te ostatnie dlatego łącznie są rozpatrywane z gwiazdami klasy O, ponieważ widmo ich po upływie kilku lat od wybuchu maksymalnego blasku jest zazwyczaj takie same jak u gwiazd Wolfa-Rayeta. Beals znajduje bardzo wysokie wartości na temperaturę gwiazd Wolfa-Rayeta od 55 000° do 75 000°.

Wysoka ta temperatura jest zapewne właściwością i innych gwiazd klasy O, nie wykazujących prążków emisyjnych; gwiazdy prawdopodobnie są stosunkowo niewielkich rozmiarów, ponieważ zaś ich masy są bardzo duże wobec wielkiej jasności, więc ich gęstości są również bardzo duże.

E. R.

#### WIDMO KORONY.

Korona słoneczna wykazuje w swem widmie jasne prążki emisyjne, których pochodzenia przez długie lata nie umiano wytłumaczyć. Przypisywano je hipotetycznemu pierwiastkowi — „coronium”, lecz pierwiastek ten nie znalazł miejsca w periodycznym układzie pierwiastków. Analogiczna trudność zachodziła przy interpretacji widma mgławic gazowych, wykazującego również jasne prążki o nieznanym pochodzeniu. Widmo mgławic gazowych zostało przed kilku laty całkowicie wyjaśnione przez Bowena, który wykazał, że prążki hipotetycznego „nebulium” wywołane są przez jonizowane atomy tlenu i azotu w specjalnym stanie pobudzenia.

W ubiegłym roku T. J. de Bruin znalazł, że najsilniejsze prążki korony słonecznej, o długościach fal  $\lambda$  6776,  $\lambda$  6704,  $\lambda$  6374 i  $\lambda$  5303 wywołane są przez tlen obojętny w stanie metalicznym. Tego samego pochodzenia jest również prążek zielony  $\lambda$  5577 w widmie zorzy polarnej.

E. R.

#### SPEKTROGRAF SŁONECZNY WŁ. GORCZYŃSKIEGO.

Na posiedzeniu Polskiej Akademii Umiejętności z kwietnia 1932 r. została przedstawiona praca Wł. Gorczyńskiego o badaniach widma słonecznego w Tunisie, w której znajdujemy także

opis skonstruowanego przezeń spektrografu słonecznego.

Do niedawna jeszcze posługiwano się w badaniach widma słonecznego prawie wyłącznie spektrolometrem, zbudowanym w swoim czasie przez Langley'a i ulepszonym znacznie przez jego następców Abbota i Fowle'a. Spektrolometr

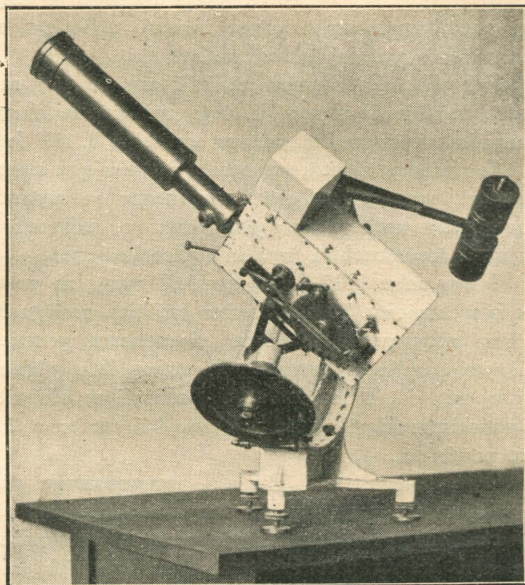


Fig. 1. Spektrograf.

jest aparaturą dość kłopotliwą, a przytem bardzo kosztowną i dlatego w Europie nie znalazł zastosowania poza Poczdamem. Gorczyński powziął myśl zbudowania spektrografu, którego konstrukcja byłaby o tyle prosta, że pozwoliłaby bez większego trudu otrzymywać rozkład energii promieniowania zarówno w podczerwonej jak i w widzialnej części widma. Projekt ten został urzeczywistniony w r. 1925.

Spektrograf słoneczny Gorczyńskiego składa się z dwóch głównych części: z właściwego spektrografu (fig. 1), umieszczonego paralaktycznie i poruszanego zapomocą mechanizmu zegarowego, oraz z części rejestrującej, umieszczonej w ciemni fotograficznej. Spektrograf jest urządzony w sposób nieco uproszczony, mianowicie zamiast dwóch pryzmatów i dwóch zwierciadeł wklęsłych jest użyty tylko jeden pryzmat i jedno zwierciadło, a tę samą dyspersję otrzymuje się przez dwukrotne przepuszczenie wiązki promieni przez pryzmat. Uproszczenie to ma pewne ujemne strony, mianowicie trudno jest uniknąć odbić wewnętrznych w pryzmacie, ale wielką zaletą tego spektrografu są jego stosunkowo niewielkie wymiary, co pozwala na umieszczenie ekwatorialnie przyrządu.

Pryzmat spektrografu ma kąt łamiący 60° i jest wycięty z flintu, odznaczającego się względnie du-



żą przepuszczalnością dla promieni podczerwonych. Co do receptora promieniowania, to może nim być albo mały termostos linjowy Moll'a, albo też tegoż termoelement próżniowy. Ostatni wymaga koncentrowania promieni na spojeniu przy pomocy odpowiedniego systemu soczewek, przypominających obiektyw mikroskopowy. System taki zo-

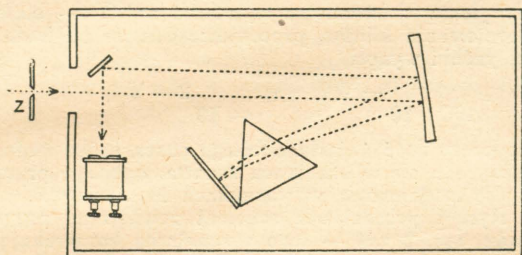


Fig. 2.

stał zastosowany przez A. Ike Duninowskiego w jego badaniach nad ozonem.

Bieg promieni w spektrografie jest następujący. Zapomocą dużej soczewki koncentruje się promienie słoneczne na zewnętrznej szczelinie spektrografu która znajduje się w jednym z ognisk wklęsłego zwierciadła (fig. 2). Po przejściu przez szczelinę promienie padają na to zwierciadło, poczem w postaci wiązki prawie równoległej padają na pryzmat, gdzie ulegają rozszczepieniu. Za pryzmatem jest umieszczone zwierciadło płaskie, od którego odbijają się rozszczepione już promienie i ponownie przechodzą przez pryzmat, poczem znowu padają na zwierciadło wklęsłe, które je ostatecznie skupia na szczelinie termostosu wzgl. termoożniwa.

Pryzmat jest umieszczony na obracalnym stolczku w ten sposób, że obrót jego powoduje przesuwanie się widma przed szczeliną receptora, tak że poszczególne wąskie dziedziny widma słonecznego dostają się do receptora, wzbudzając słabsze lub silniejsze termoprądy.

Obrót pryzmatu dokonywa się zapomocą mechanizmu zegarowego, który puszcza się w ruch z chwilą rozpoczęcia zdejmowania widma energetycznego słońca. Drugi mechanizm zegarowy, znacznie silniejszy, jest umieszczony u podstawy spektrografu i służy do obracania kamery spektrogra-

ficznej wraz z pozornym ruchem słońca. Naturalnie spektrograf jest ustawiony w ten sposób, że jedna jego oś obrotu jest równoległa do osi ziemskiej, druga zaś jest względem niej prostopadła. Pierwsza oś zostaje ustawiona pod kątem szerokości geograficznej danej miejscowości, kamerę zaś nastawia się na odpowiednią deklinację słońca w tym czasie.

Jednocześnie z puszczeniem w ruch obu zegarów spektrografu uruchamia się aparat rejestrujący w ciemni. Jest to obracający się w skrzynce bęben z napiętym nań papierem fotograficznym. Obok umieszczony galwanometr rzuca poprzez szczelinę skrzynki promień z lampy. Galwanometr ten jest połączony zapomocą przewodników z termostosem wzgl. termoelementem spektrografu. Gdy więc przed szczeliną termostosu defiluje widmo słoneczne, galwanometr wychyla się odpowiednio do energii widma. W ten sposób zostaje na papierze fotograficznym wyświetlona krzywa rozkładu energii w widmie, którą otrzymuje się po wywołaniu papieru (rys. 3).

Czas zdejmowania podczerwonej lub widzialnej części widma słonecznego zapomocą tego spektrografu wynosi około 4 minut, obie części widma ra-

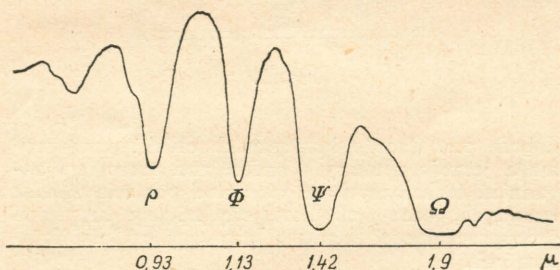


Fig. 3.

zem wymagają około 7 minut. Dzięki właściwościom optycznym pryzmatu spektrograf może rejestrować jeszcze promieniowanie podczerwone o długości fali  $2\mu$ .

Spektrograf Gorczyńskiego był używany do badań widma słonecznego na Saharze, w Tunisie, w południowej Francji oraz w Meksyku. Przyrząd jest wyrabiany przez zakłady J. Richard w Paryżu.

E. S.

## NOWE APARATY LABORATORYJNE.

### ZASTOSOWANIE KOMÓRKI FOTOELEKTRYCZNEJ DO KOLORYMETRII.

Fotometrowanie zapomocą komórki fotoelektrycznej znajduje coraz częstsze zastosowanie w miarę doskonalenia komórek i postępów techniki pomiarowej. Przed kilku laty w pismach specjalnych cukrowniczych, w kilku krajach jednocześnie,

opisano sacharymetr (polarymetr do oznaczania zawartości sacharozy w roztworach cukru) „objektywny”, polegający na zastosowaniu fotokomórki i galwanometru do wyznaczania kąta analizatora, odpowiadającego największemu zaciemnieniu pola widzenia. Ponieważ w pracy z polarymetrem posilkujemy się zazwyczaj światłem jednobarwnym, techniczne rozwiązanie takiego polarymetru nie na-



stręczało tylu trudności, co skonstruowanie kolorymetru obiektywnego.

Jak wiadomo, fotokomórka stosowana jest między innymi do badań spektrofotometrycznych nad ciałami stałymi i cieciami, przy czym pomiary takie są uskuteczniane bez uciekania się do nastawiania przy pomocy wzroku. Metoda ta posiada niewątpliwe zalety, zwłaszcza dla oznaczeń w niebieskiej części widma. Jednakże skonstruowanie

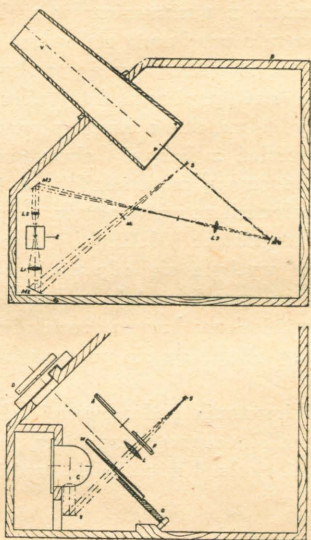


Fig. 1.

dobrze pracującego kolorymetru obiektywnego wymaga jeszcze dłuższych badań nad szeregiem zagadnień technicznych, a więc nad postacią filtrów barwnych, oraz nad korelacją między krzywymi przepuszczalności filtrów a krzywymi czułości fotokomórek.

Istnieje wszakże pewien szczególny przypadek, gdy wystarczają przybliżone dane dla obu krzywych, aby uzyskać zupełnie pewne wyniki przy oznaczaniu barwy: chodzi tu o ważną w technice dziedzinę substancji prawie białych. Okazało się, że jeżeli stosować trzy odpowiednio dobrane filtry o wielkim obszarze przepuszczalności, współczynniki odbicia lub przepuszczalności względem bieli wzorcowej, oznaczone dla trzech odpowiednich części widma, charakteryzują daną prawie białą barwę o tyle dokładnie, że sposób ten znajduje rozległe zastosowanie w przemyśle, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy czułość oka ludzkiego nie wystarcza do rozróżniania ważnych w przemyśle różnic barw. Przyrząd, służący do tego celu, wyraża pod nazwą blankometru firma Adam Hilger Ltd., w Londynie.

Przyrząd ten pozwala na mierzenie, bez uciekania się do sądu wzrokowego, ilości światła z różnych części widma, odbitych od próbki badanej oraz od wzorcowej powierzchni białej w identycznych warunkach. Światło odbite pada na fotokomórkę raz z powierzchni badanej po przebyciu dwóch stałych klinów fotometrycznych, drugi zaś raz z wzorcowej powierzchni białej (tlenek magnezu) po przebyciu dwóch klinów nastawialnych, które umożliwiają osiągnięcie w obu przypadkach jednakowych odchyłań elektrometru sprzężonego z fotokomórką. Położenie zerowe klinów nastawialnych otrzymuje się przez stosowanie w analogiczny sposób dwóch wzorcowych powierzchni białych.

Jeśli znana jest stała stopniowania klinów, można wyznaczyć stosunek natężeń światła odbitego od obu powierzchni, skoro przecież dla równych natężeń mamy równe odchylenia elektrometru. Na drodze światła umieszczone są filtry barwne, dające ściśle określoną przepuszczalność, co umożliwia wykonywanie pomiarów ze światłem czerwonym, zielonym, niebieskim i białym.

Jeśli  $\alpha$  oznacza położenie zerowe klinów nastawialnych,  $\beta$  — dowolne ich położenie, dla którego odchylenia elektrometru są równe zaś  $Y$  — stałą stopniowania klinów, procentowe odbicie od badanej próbki wynosi

$$100 \cdot 10^{-\frac{Y(\beta - \alpha)}{2 - Y(\beta - \alpha)}} = 10$$

przyczem ilość światła odbitego przez próbę badaną wyraża się w odsetkach światła, odbitego przez płytkę magnezjową w warunkach identycznych.

Rys. 1 przedstawia schemat zewnętrzny przyrządu, rys. 2 zaś — jego wewnętrzną konstrukcję. Światło z lampy punktowej Pointolite S dzieli się zapomocą odpowiedniej przesłony na dwie wiązki, z których jedna służy do oświetlania próbki, a druga — elektrometru. Pierwsza wiązka przechodzi przez filtr  $F$  i przez soczewkę zbierającą  $L$ , a po przejściu przez parę klinów fotometrycznych  $W$  pada przy  $X$  pod kątem  $45^\circ$  na próbkę. Okienko fotokomórki  $C$  jest umieszczone prostopadle nad próbką, która wraz z wzorcem białym (magnezja na szarym glinie) znajduje się na podstawie przesuwalnej tam i zpowrotem pod komórką, dzięki czemu światło może padać dowolnie na powierzchnię wzorcową lub na badaną. Do wózka, na którym znajduje się ta podstawa, przymocowane są dwie

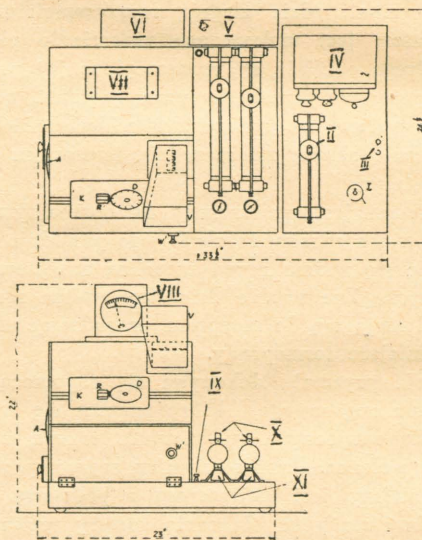


Fig. 2. I — wyłącznik główny, II — regulacja napięcia lampy, III — sieć, IV — opornik i wyłącznik lampy, V — bateria 60-woltowa, VI — dwie baterie 120-woltowe, VII i VIII — woltmetr, IX — zacisk do uziemienia, X — oporniki - precyzery, XI — oporniki mniej dokładne.

pary klinów fotometrycznych, a mianowicie jedna para klinów stałych i jedna para klinów nastawialnych, przyczem obie pary umieszczone są obok siebie w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny rysunku 1. Próbkę badaną umieszcza się pod parą klinów nastawialnych. Cały wózek jest połączony



z częścią K, przesuwalną z zewnątrz przyrządu. Na płycie K znajduje się bęben D z podziałką, służący do nastawiania klinów, przyciem całkowi- te obroty są notowane na obrotomierzu R.

Druga wiązka światła z lampy Pointolite ulega dwukrotnemu odbiciu w zwierciadłach  $M_1$  i  $M_2$  i przechodzi przez elektrometr Lindemanna E. Układ optyczny, uwidoczniiony na rys. 1, rzuca obraz igły elektrometru na skalę P ze szkła matowego, osłoniętą przed światłem zewnętrznym za pomocą poczernionej rury V. Ponieważ skutek powiększenia ruchu igły przez układ  $L_2$ ,  $M_3$ ,  $L_3$  i  $M_4$  wychylenia wychodzą często poza skalę P, utrzymuje się igłę w obrębie skali zapomocą śruby W.

Potencjały płytek elektrometru reguluje się zapomocą dwóch oporników mniej dokładnych i dwóch oporników — precyzerów. W ten sposób można dowolnie zmieniać czułość przyrządu. Do utrzymywania stałego napięcia w lampie Pointolite służy dodatkowy opornik regulujący.

Filtry znajdują się na kole A, występującem z lewej strony pudła przyrządu i dającym się łatwo obracać.

Przyrząd ten może być zaopatrzony w urządzenie dodatkowe, pozwalające na ocenę względnego połysku badanej substancji. W celu zabezpieczenia przed wpływami elektrostatycznymi (wilgotna atmosfera pracowni chemicznych!) osłona aparatu w jego częściach ważniejszych jest uziemiona.

F. L.

## K R Y T Y K A.

Leopold Infeld. *Nowe Drogi Fizyki*. Warszawa. Nakładem „Mathesis Polskiej”, str. 284, 3 plan., 28 fig.

Szybkie tempo rozwoju fizyki współczesnej sprawia, że ludzi coraz bardziej interesują jej zagadnienia oraz zdobycze, osiągnięte w ciągu lat ostatnich. Pojawi się w pismach codziennych jakaś wzmianka o sensacyjnym okryciu, pojawi się gdzieś w tygodniku od czasu do czasu jakiś sporadyczny artykuł. A wszystko to razem wzięwszy sprawia na inteligentnym czytelniku pewne niepokojące wrażenie, że coś poza nim dzieje się ciekawego, o czym on prawie zupełnie nie wie: istnieje jakaś teoria kwantów, jakaś budowa materji, dezintegracja, indeterminizm. Każda więc książka o uporządkowanym materiale naukowym, ukazująca się na rynku księgarskim, będzie cennym nabytkiem dla tych wszystkich, dla których książki w językach obcych są nieprzystępne.

To też z wielkiem uznaniem powitać należy wysiłek autora, który zadał sobie trud, ażeby w formie naogół przystępnej i lekkiej wyłożyć szereg nowszych zagadnień, związanych z budową atomu.

Na treść książki składa się sześć rozdziałów. Z tych pierwszy oraz połowa drugiego — to niejako wstęp poświęcony klasycznemu zagadnieniu fizyki, przeważnie z ubiegłego wieku; reszta rozdziałów, jak materia, jądro atomowe, promieniowanie a materia, nowa mechanika kwantowa — to wykład popularny fizyki współczesnej za okres 20 lat.

Poziom wykładu nie jest równy. Bezsprzecznie najłatwiej wypadła „optyka”. Czytając rozdziały omawiające Bohrowską teorię widm, która już poniekąd zeszyła z areny, każdy mimowoli zadziwi się: a jednak ona tyle zjawisk tłumaczy, tyle przewidziała. Że zaś podczas czytania powstaje taka refleksja w umyśle czytelnika, dobrze świadczy o samym wykładzie.

Zato wykład mechaniki kwantowej jest stanowczo za trudny. Jest rzeczą bardzo mało prawdopodobną, ażeby czytelnik — któremu autor ze względu na brak przygotowania matematycznego prze- myca różne wzory rachunkowe — zdołał zrozumieć, że „problem mechaniki kwantowej polega na wyznaczeniu z jej równań (analogicznych do równań optyki fizycznej) pewnych funkcji, które nazwiemy funkcjami Schrödingera”. Wprawdzie autor zastrzega się: „zadowolimy się stwierdzeniem tego faktu”. Ale dla czytelnika, myślę, to na jedno wychodzi.

Podobnie rzecz się ma z następnym ustępem p. t. „śladowi Heisenberga”.

„...Matematycy znają już oddawna wielkości, dla których  $a \times b$  jest odmienne od  $b \times a$ . Nie znajdowały one jednak zastosowania w fizyce... Wielkości dla których  $a \times b = b \times a$  nazywamy wielkościami c. Wielkości dla których  $a \times b \neq b \times a$  nazywamy wielkościami q. W fizyce klasycznej posługujemy się tylko wielkościami c, natomiast w nowej mechanice kwantowej wielkościami q.

„... Czy w mechanice kwantowej interwenjuje teoria kwantów? Wskażemy w jaki sposób wkra- cza i tutaj stała Plancka. Jeżeli bowiem  $a \times b$  nie jest równe  $b \times a$ , w takim razie  $a \times b - b \times a$  nie jest równe zeru!

Ile wynosi ta różnica? Jest ona proporcjonalna do stałej Plancka h!”.

Należy się liczyć z tem, że czytelnik z tych wywodów niewiele wyniesie korzyści: niewiele zrozumie, albo, co gorsza, będzie mu się wydawało, że wszystko rozumiał. Przyczynia się do tego może pewna sugestia ze strony autora, który we wstępie zaznacza, że książka nie wymaga „od czytelnika żadnego niemal przygotowania”.

Innego rodzaju zarzuty możnaby było też postawić wykładowi fizyki jądra. Bardzo często oświeślenie zagadnień nie jest, że tak powiem, „up to date”. Autor np. pisze: „elektrony i protony są temi elementarnymi ziarnami, z których zbudowany jest świat cały (str. 68), albo „stąd wniosek, że izotop litu posiada jądro o następującej budowie: jądro litu = cząst.  $\alpha$  + 3 protony + elektrony (str. 181)”. Jednak już po odkryciu neutronu wszystkie te przypuszczenia uległy gruntownej rewizji. Wcale nie wiemy, czy naprawdę jądra wodorowe należy uważać za pramaterję, z której została utkana reszta materji. Następnie, skąd pewność, że np. w jądrze istnieją elektrony? Przecież stojąc na gruncie faktów, o „budowie” jądra nic prawie nie wiemy. Nawet więcej, bo wątplić należy, czy wogóle można mówić o budowie jądra w tej formie, w jakiej mówimy o budowie atomu.

Są to bezsprzeczne niedociągnięcia, które jednak są — że tak się wyrażę — odpowiednio zrekomensowane. Tak więc spotykamy tu opisy odkryć dokonanych zupełnie niedawno temu, jak np. ustępy o neutronie, o doświadczeniach Cockrofta i Waltona nad rozbięciem berylu, a nawet znajdujemy tu wzmiankę o elektronie dodatnim.

Autor może zbyt mało uwzględnił stronę doświadczalną. Wprawdzie we wstępie mówi wręcz, że nie będzie podawał „szczegółów doświadcza-



nych". Jak przekonuje nas jednak tekst, autor wogóle unika opisów doświadczalnych. Wyraźnie bardziej obchodzą go dociekania filozoficzne fizyki, aniżeli same eksperymenty, które do tych dociekań prowadzą.

Książka przez to zyskała może w pewnej mierze na lekkości, ale zato straciła na gruntowności. Podany np. został opis modelu atomu, ale nie został podany opis doświadczeń nad rozproszeniem cząstek  $\alpha$  przez materię. Ale te przecież doświadczenia doprowadziły Rutherforda do znanej powszechnie koncepcji atomu, jako mikrokosmowego systemu słonecznego. Nie znając tych prac czytelnik napróżno będzie się starał zrozumieć, dlaczego fizycy wynaleźli taką a nie inną koncepcję naukową. Podobnie też w przypadku neutronów: strona doświadczalna została zignorowana, i t. d. Ma się wrażenie, że autorowi więcej zależy na „samej prawdzie”, niż na „drodze do prawdy”.

Ale są to, w gruncie rzeczy, usterki, których przeciętny czytelnik — zajęty opanowaniem samej treści — nawet nie spostrzeże.

Reasumując wszystko musimy stwierdzić, że popularny i żywy wykład, ciekawy dobór treści, szereg naprawdę oryginalnie pomyślanych porównań (np. kwanty — do monet różnowalutowych) niewątpliwie wpłynie na to, że książeczka ta znajdzie sobie szerokie rzesze czytelników tak wśród ludzi dojrzałych, jak i wśród starszej młodzieży szkolnej.

Ruchliwemu wydawnictwu „Mathesis Polskiej” należą się wyrazy uznania za wysoki poziom wydawnictw tak pod względem samej treści, jak i formy zewnętrznej.

J. O. Stellman.

William Beebe. *W głębinach oceanu*. 166 str., 29 całostronicowych ilustracji. Przekład Z. Chelmońskiego. Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa. Bez daty.

„Czytelnicy! Chcę wam koniecznie dać jedną radę. Niech każdy z was zanim umrze zdobędzie sobie w jakikolwiek sposób — pożycz, ukradnie, kupi lub sporządzi sam odpowiedni przyrząd, aby móc własnymi oczami ujrzeć ten nowy świat. Książki, akwarja, czółna ze szklanym dnem tak się mają do podobnej wycieczki, jak rozkład jazdy do samej podróży lub jak wyschnięty i zakurzony koral na półeczce w salonie do tych niewypowiedzianych, niepodobnych nawet do wyobrażenia sobie w fantazji, krain wspaniałości i cudów życia i barw które istnieją obok nas, na tej samej planecie — ziemi”. Te słowa autora najlepiej może charakteryzują jego książkę. Nie znajdziemy w niej żadnego systematycznego opisu życia w nurtach oceanu, żadnych głębszych zagadnień biologicznych, wogóle książka jest niezmiernie daleka od wszelkiej „uczoności”. Beebe opisuje w niej zwierzęta raf koralowych u wybrzeży Haiti, chciałby oddać słowami nieziemskie wrażenia, jakich doznaje nurek na widok kształtów i barw podwodnego życia. Mowa ludzka jest na to zbyt uboga, nie kształtowała się zresztą na świecie podmorskim. Ponad opisem czytelnik wyczuwa jednak to niewysłowione piękno, chwilami książka robi wprost niezwykle wrażenie zapatrzeniem się autora w abstrakcyjne piękno, wobec którego milnie wszelkie dociekanie, a pozostaje tylko ekstatyczna kontemplacja. „Mam oczy tak przesycone barwami, że jeszcze nieraz brak mi słów do wyrażenia przeżytych wrażeń. Konieczny byłby nowy specjalny słownik a zwłaszcza nowe przymiotniki, aby móc opisywać prawdziwe obrazy i barwy głębin mórz. Woda łągodzi wszelkie jaskrawości

i w pastelowej perspektywie zmiekcza i łączy wszelkie barwy w subtelną harmonję odcieni”. „Jakaś feeryczna, niematerialna ryba błękitno-zielono-purpurowa ukazuje się nagle w oddali... zjawia się tuż przy szybkach hełmu i szepcze swe bezgłośnie oh! oh! Chcieć ująć ją — to to samo, co pragnąć uchwycić promień słońca w powietrzu... Gdy leży rozkosznie, kołysząc się lekko w wodzie, zaczynam liczyć kolory jej łusek i przerywam na czternastym, gdyż poruszyła się nieco i wszystkie barwy i odcienie zmieniły się zupełnie”. „Idę ku pałacowi koralowemu, widniejącemu w oddali, i czynię nowe czarodziejstwa. Jest on cały nad wyraz delikatnego koloru różowego w małe plamki pomarańczowe. Nachyliam się bliżej ku niemu, aby przyjrzeć się dokładniej tym plamkom, gdy nagle w jednej chwili wszystkie jego barwy znikają. Pierzaste główki roślin-stworzeń z włoskami czułków, pokrywającymi całe ich ciała, błyskawicznie wciągnęły się w swe pochewki, i widzę, że ta barwa pomarańczowa była jedynie refleksem, a cały koral w istocie jest barwy łososiowej. Przesunąłem ręką po jego powierzchni w mgnieniu oka miliony drobniutkich polipów zniknęły w ich kamiennym schronieniu i koral ostаточно ukazał się w pięknej barwie kości słoniowej”. „Atmosfera zdumiewających zjawisk, niezwykłego czarnoksiężstwa, nie dających się ująć w słowa cudownych tajemniczych przemian barw stanowi zasadniczą cechę tego świata podwodnego i winna przesiąkać każdy opis lub obraz, który czerpał z niego natchnienie”.

Nie jest rzeczą łatwą podać treść książki. Nie ma w niej wcale „fabuły”, nie ma nawet określonego planu. Poprostu jest to szereg luźnych obrazków, związanych z sobą jedynie morzem. A nawet i to nie jest ściśle, bowiem prócz szkiców z życia na rafach koralowych znajdujemy w książce Beebe'a malowniczy opis lotu aeroplanem nad Haiti, oraz dwa rozdziały, poświęcone ptakom. Mówiąc nawiasem, jeden z tych ostatnich, przedstawiający obyczaje kolibrów, zawiera ustępy najbardziej fascynujące z całej książki. Naprawdę trudno jest pisać o książce amerykańskiego autora. Chyba tyle tylko powiedzieć można, że jest czarująca.

Liczne fotografie, zdobiące książkę, zostały wykonane na miejscu. Pozbawione barw, często niewyraźne, dają one nader słabe pojęcie o rzeczywistości. Chęć wykonania wszystkich zdjęć na samym miejscu obserwacji zadaje gwałt technice fotograficznej, która nie jest przystosowana do warunków świetlnych, panujących na głębokości kilkunastu metrów pod powierzchnią morza. O wiele lepszy efekt możnaby uzyskać, rezygnując z wierności i fotografując zwierzęta w płaskich akwariach ze szkła szlifowanego. Niestety, cuda natury wymagają inscenizacji.

Parę słów należy się przekładowi polskiemu. Niezrozumiałe jest, dlaczego tłumacz nadał książce tytuł: *W głębinach oceanu*. Nie upoważnia do tego ani tytuł oryginalny (*Beneath Tropic Seas*), ani treść, gdyż kilkanaście metrów głębokości nie stanowi jeszcze głębi oceanicznej i autor nie porusza wcale zagadnień prawdziwie głębinowych. Wogóle w wielu miejscach przekład grzeszy nieścisłością, usterkami stylistycznymi, niezbyt szczęśliwie dobranymi zwrotami i t. p. O larwach kraba mówi się np., że „głowa i klatka piersiowa (?) ich jest olbrzymia; składa się ona głównie z dwóch długich kołców i pary potwornych oczu” (str. 49). Larwy kraba nie mogą mieć klatki piersiowej, klatka zaś piersiowa nie może składać się z oczu. „Jajeczka morskie” „z jakąś bezmyślną zapamiętałością pływają we



wszystkie strony" (str. 50). Widłonogi, Copepoda, zaliczone zostały „do rodziny Trichocorixa reticulata" (str. 58), co stanowi zupełne pomieszanie pojęć systematycznych. Zachwy, Ascidia, zaliczone do mięczaków (str. 80), rozgwieżdżone tłumacz nazywa „anemonem" (str. 48) i t. d. Trudno jest także zgodzić się z tłumaczem, gdy wyszukuje on dziwacznych nazw, w rodzaju „rurówek", „trzymonawa", „chytrochwyta", „niedopletwiaka", „szkaradnicy" i t. p. dla zwierząt, które z natury rzeczy nazwy polskiej nie posiadają. Lepiej było poprzestać na nazwach łacińskich. Styl przekładu nie jest wolny od usterek. Mówi się o zębach, po-

ruszanych „zapomocą półtora do dwóch metrów silnych mięśni" (str. 21), jakkolwiek siły mięśni nie mierzy się metrami. Meduzy nie mogą być „ludożercze" (str. 23). „Wierchołek otwierał się powoli, tak jak na zwolnionym filmie rozwijający się kwiat" (str. 47). Tłumacz miał zapewne na myśli film przyspieszony. „Jednego z ostatnich dni mego pobytu na rafie Lamentyńskiej czas był przykry" (str. 131). Są to istotnie przykre przeoczenia w przekładzie, któremu naogół nie można odmówić walorów literackich.

J. Dembowski.

## OCHRONA PRZYRODY.

### SZWAJCARSKIE MUZEUM ALPEJSKIE W BERNIE.

W czasie tegorocznej wycieczki do Szwajcarii zwiedziłem muzeum alpejskie w Bernie. Zwiedzenie jego jest godne polecenia dla każdego, ze względu na wielką różnorodność zbiorów, pomieszczonych w uderzająco skromnym lokalu, składającym się z klatki schodowej i dwu sal, mniejszej i większej.

#### Klatka schodowa.

Po ścianach rozmieszczone są przedmioty rynsztunku turystycznego, widoki z Alp, szkice topograficzne Imfelda, panorama z Rote Fluh (akwarela J. Jörgensena), Matterhorn (pędzla Comptona) i panorama Mont Blanc z Mont Buet (kartografa Kümmerly'ego). O liczności poszczególnych akcyj Szwajcarskiego Klubu Alpejskiego (S.A.C.) poucza grafikon, podający prócz tego rozmieszczenie schronisk Klubu. Jako początek tworzącego się w muzeum oddziału gospodarki halnej mamy obrazy różnych ras alpejskich krów i kóz i ich rozmieszczenia. Co do rynsztunku turystycznego znajdujemy przedewszystkiem pouczający zbiór wszelkich modeli czekanów, raków, karpli i wiązań narciarskich od najstarszych modeli do najnowszych. Na osobną uwagę zasługują komplety ofiarowane przez pracownię kowalskie, ilustrujące poszczególne fazy wyrobu czekana i raków.

#### Mała sala.

*Stosunki geologiczne* Alp ilustrowane są przez szereg map i profilów, obrazów przedstawiających zjawiska wietrzenia, denudacji, tworzenia się dolin. Uzupełnieniem tego jest zbiór petrograficzny, zawierający typowe skały i ich przemiany pod wpływem ciśnienia górotwórczego, wietrzenia i t. d.

*Wiadomości o lodowcach* czerpie zwiedzający z map przedstawiających ilości opadów i granice wiecznych śniegów z rysunków i fotografii różnych typów lodowców i form terenowych przez nie wyrzeźbionych i z zestawień ilustrujących wahnięcia wielkości lodowców w XIX w. Dla uzupełnienia wielkości lodowców w epoce lodowej podana jest wielka fotografia lodowca Malaspina z Alaski.

#### Wielka sala.

W wielkich szafach na środku sali oglądamy naprzód przedmioty z zakresu *ratownictwa*. A więc wykupowanie kompletne górskiej stacji ratunkowej, materiał ratunkowy hotelu górskiego, ekwipunek ratowniczy dla mniejszych i większych towarzystw udających się w góry, wszystko z odpowiednimi opisami i fotografiami, objaśniającymi użycie sprzętu ratowniczego. Dalsze szafy zajęte są przez okazy *świata zwierzęcego*, przedstawiają-

ce m. i. wybitniej w górach występujące różnice w zabarwieniu futra letniego i zimowego, różne odmiany i rasy lokalne ssaków i ptaków. O postępie ochrony zwierzyny poucza mapa rezerwatów zwierzęcych w Alpach Szwajcarskich. Na osobną uwagę zasługuje piękny *zbiór motyli*, ułożony grupami nie systematycznymi, ale geograficzno-zwierzęcymi. Mamy tu więc grupy:

- 1) gatunków alpejskich, które nie występują na dalekiej północy, ale które można napotkać i w innych górach;
- 2) gatunków alpejskich, występujących na północy;
- 3) gatunków niżowych i z pogórza;
- 4) gatunków niżowych i odpowiadających im alpejskich;
- 5) gatunków przywiązanych do ściśle określonych gatunków roślin alpejskich i ograniczonych stąd do miejsc występowania tychże roślin.
- 6) gatunków południowo-alpejskich, należących do fauny śródziemnomorskiej.

W *zbiorze minerałów* zwraca uwagę odrazu grupa wielkich czarnych kryształów górskich. Minerale nie są również ułożone wedle systemu chemicznego, lecz wedle skał w jakich występują, co dla laika - turysty jest okolicznością ułatwiającą znacznie lepsze zorientowanie się w zbiorze. Mamy więc minerały wchodzące w skład np. granitu, gnejsu, łupków krystalicznych. Jest też mały zbiór ważniejszych rud występujących w Alpach. Największą jednak bezsprzecznie sensacją muzeum są liczne *mapy plastyczne*, z których wielkością i wykonaniem wyróżniają się mapy plastyczne grupy Säntis prof. Heima i Jungfrau, Simona. Pierwsza uchodzi słusznie za szczyt techniki w tym kierunku. W podziałce 1:5000 przedstawia typową grupę wapienną Alp i jej niezwykle ciekawą i zawiłą tektonikę i pod tym względem stanowi nieporównany przedmiot nauczania. Tę samą wartość w dziedzinie nauki o lodowcach posiada olbrzymia mapa plastyczna grupy Jungfrau w skali 1:10000 mogącą oddać ogromne usługi alpinistom pragnącym zapoznać się z ukształtowaniem terenu z rozmieszczeniem lodowców i z przebiegiem szlaków alpinistycznych.

Bogate zbiory rozmieszczone są też na ścianach sali i tuż pod nimi. Dla łatwości ich omówienia przejdziemy je po kolei.

Na ścianie zwracającej ku południowi mamy *dział schronisk*. Liczne rysunki, fotografie i modele przedstawiają rozwój wysokogórskiego schroniska od prostej koleby pod głazem otoczonej murem z kamieni, do najnowszych typów schronisk drewnianych i murowanych.

*Dział antropogeograficzny* przedstawia historię człowieka w Alpach, drogi handlowe przez prze-



łącze i doliny, najrozmaitsze typy domów mieszkalnych w różnych okolicach Alp, strojów, starych przedmiotów turystycznych i t. d.

Na ścianie zachodniej mamy przedewszystkiem przedstawioną *roślinność Alp* i to wyłącznie przy pomocy barwnych tablic, rysunków, fotografii i wykresów. Suszonych okazów niema wcale. Podobnie jak świat zwierzęcy, tak i roślinny przedstawiony jest tu grupami geograficznymi i edaficznymi. Pokazana jest zmiana zbiorowisk roślinnych w miarę wznoszenia się nad poziom morza i na różnych siedliskach<sup>1)</sup>. Wielki osobny rysunek przedstawia wielopostaciowość kosówki wedle Schrötera. Mammy dalej album drzew alpejskich wraz z ich różnymi formami wzrostowymi, spowodowanymi przez działanie wiatru i ogryzanie przez bydło, dalej mapę górnej granicy lasu Imhofa w Alpach Szwajcarskich, i mapę rozmieszczenia różnych elementów geograficzno-roślinnych w Alpach. Na tej samej ścianie mamy dalej *dział malarstwa alpejskiego i panoram*, dający pojęcie o rozwoju tych gałęzi sztuki od XVI w. po dobę obecną.

Ściana wschodnia wielkiej sali zajęta jest przez *alpejską kartografię*. Uwagę zwiedzającego zwracają tu szczególnie stare mapy perspektywiczne przedstawiające góry w sposób tak charakterystyczny dla ówczesnej kartografii, w postaci łańcuchów pagórków, z winietami i obrazkami po rożach.

Szereg map ilustruje rozwój kartografii aż do najnowszych czasów. Osobno zgrupowane są mapy turystyczne, przy których wydaniu zasłużył się znacznie Szwajcarski Klub Alpejski.

Opuszczając muzeum wynosi się niezatarte wrażenie wielkiego bogactwa i celowości w ułożeniu eksponatów przy tak uderzającym braku miejsca. Przechodząc muzeum widzi się też jak najdalej idące poparcie tej instytucji przez całe społeczeństwo. Dary i depozyty, nieraz bardzo cenne, osób prywatnych, oraz różnych instytucji publicznych, świadczą o powszechnem zrozumieniu wielkiej wartości muzeum. Mimowoli przychodzi mi myśl nasze piękne Muzeum Tatrzańskie, które nie-

stety nie jest w tem szczęśliwym położeniu. Walczące z wielkim brakiem środków finansowych, nie ma czynnego poparcia ze strony społeczeństwa. Nasi liczni przyrodnicy i etnografowie pracujący w Tatrach i korzystający nieraz z pomocy udzielonej im przez Muzeum, powinni odwdziżyć mu się przez obfitsze niż dotychczas zasilanie i porządkowanie zbiorów Muzeum.

Poszczególne działy naszego Muzeum są tak nierównomiernie rozwinięte! Podczas gdy np. dział zoologiczny i geologiczny są wcale bogate, dział botaniczny jest uderzająco ubogi, choć przecież botaników w Tatrach czynnych i prac geobotanicznych i socjologicznych na obszarze Tatr zrobionych mamy na szczęście bardzo wiele. A gdzież jest zdawałoby się podstawowy dział w górskim muzeum — dział taternicki? Przecież niewątpliwie w prywatnem posiadaniu naszych taterników i miłośników Tatr są liczne mapy i przedmioty dawnego rysztunku tatrzańskiego. Czy nie powinny znaleźć się jak najrychlej w Muzeum? A gdzież dział ochrony przyrody tatrzańskiej? Przecież tych kilku tablic za szkłem wiszących w sieni nie można nazwać działem.

Rozumiemy wszyscy, że trudno w dzisiejszych czasach oglądać się wyłącznie na pomoc państwową. Społeczeństwo ze swej strony powinno poprzeć Muzeum i to nie tylko przez odwdziżanie go, ale i czynnie. Instytucje naukowe i kulturalne, towarzystwa turystyczne i narciarskie, zarządy lasów i urzędy państwowe mające w swem posiadaniu cenne dane statystyczne, dotyczące gospodarki pasterskiej i leśnej w Tatrach, wreszcie wszyscy badacze, artyści, taternicy, narciarze i miłośnicy Tatr, pracujący i związani w jakiś sposób z Tatrami — wszyscy ci powinni żywiej niż dotychczas pomóc Muzeum, czy to przez subwencje, czy też przez dary jako to zbiory, mapy, wykresy, tablice, fotografie, obrazy i t. p. przedmioty, które mogłyby urozmaicić i wzbogacić Muzeum. Jeden człowiek, choćby tak niezmordowany jak obecny dyrektor Muzeum nie jest w stanie podołać tak wielorakim zadaniom, jakimi są walka z trudnościami finansowymi, i kompletowanie całych nowych działów.

M. S.

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

KILKA SŁÓW O TOWARZYSTWIE DLA POPIERANIA NAUK IM. CES. WILHELMA („KAISER WILHELM - GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN“).

W chwili, gdy z racji ogólnego kryzysu ekonomicznego również i nauka polska gorsze, niż kiedykolwiek, przeżywa czasy, warto wspomnieć o wielkiej organizacji naszego zachodniego sąsiada, która pomimo kataklizmów gospodarczo-politycznych wyrosła w potężną instytucję naukową, niezmiernie cenną zarówno dla nauki czystej, jak i dla nauk stosowanych, a która pracuje ku chlubie i pożytkowi narodu, państwa i całego cywilizowanego świata.

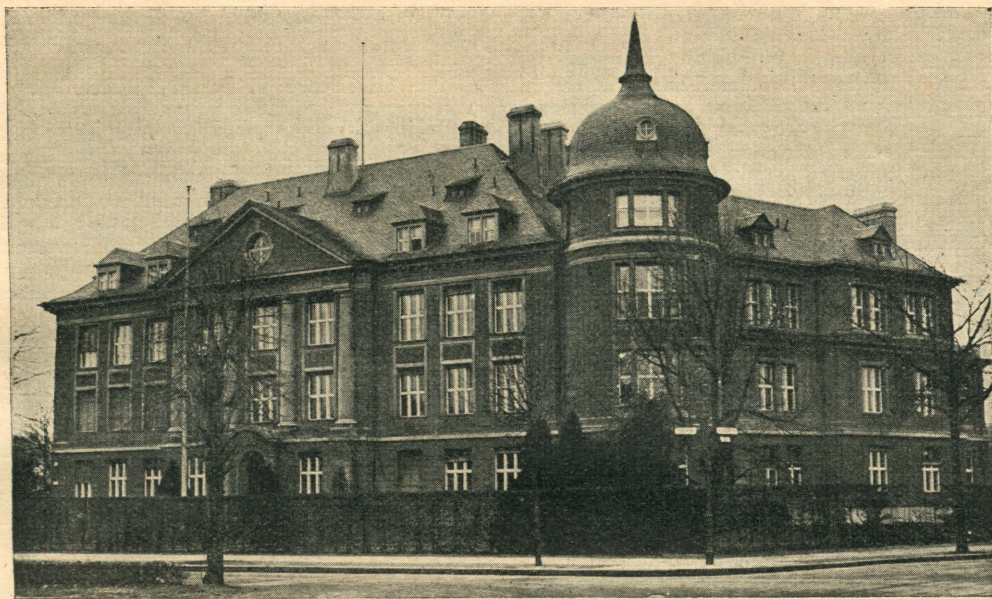
Towarzystwo dla Popierania Nauk im. ces. Wilhelma („Kaiser Wilhelm - Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“) zostało założone w styczniu 1911 roku, w stuletnią rocznicę po-

wstania uniwersytetu w Berlinie. Blisko 200 osób, reprezentujących niemieckie koła gospodarcze, stworzyło wtedy pod protektorem ówczesnego panującego związek, którego celem było popieranie nauki, przedewszystkiem przez zakładanie i utrzymywanie przyrodniczych instytutów badawczych. W kilka dni zebrano 15 milionów marek, jako podstawę majątku towarzystwa, ponadto zagwarantowano w formie udziałów członków roczny dochód przewyższający 100,000 marek. (Roczny udział członkowski wynosi przynajmniej 250 marek, w przypadku osób prawnych, związków, towarzystw przynajmniej 500 marek). Wreszcie odrazu poczęto zgłaszać osobne fundacje na budowę poszczególnych instytutów. 7 Instytutów naukowych stworzono przed Wielką Wojną, 8 powstało podczas Wojny, obecnie towarzystwo utrzymuje aż 33 instytuty naukowo - badawcze<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Podobnie jak to widzimy w naszym Muzeum Tatrzańskim.

<sup>1)</sup> Te i inne dane zaczerpnąłem ze sprawozdań „K. Wilhelm - Gesellschaft“, m. i. z artykułu generalnego dyrektora towarzystwa Fr. Gluma (Minerva - Zeitschrift, IV. Jahrg).





Instytut chemiczny w Berlin - Dahlem, należący do „K. Wilhelm - Ges.”.

Jakież są przyczyny tego rozwoju towarzystwa i takiej ofiarności publicznej na cele nauki? Warstwatami nauki w Niemczech, tak jak gdzieindziej, były i są przedewszystkiem pracownice uniwersytetów i innych wyższych uczelni. Gdy jednak na przełomie ubiegłego i bieżącego stulecia do szkół wyższych napłynęły niewiedzione (dotychczas fałangi studujących, zrodziła się usprawiedliwiona obawa, że ucierpi na tem nauka. Z jednej strony pracownicy naukowcy zostali przeciążeni pracą dydaktyczną, z drugiej strony pracownice uniwersyteckie z natury rzeczy przedewszystkiem musiały być dostosowane do potrzeb uczących się, a nie do potrzeb corazto nowych rozwijających się gałęzi wiedzy. Ale nietylko ze strony uczonych dążono do stworzenia lepszych warunków dalszego rozwoju nauki, przedewszystkiem nauk przyrodniczych, wymagających specjalnych laboratoriów, lecz dążenia te zostały zrozumiane także przez sfery gospodarcze, których przedsiębiorstwa i ich rozwój w tak znacznym stopniu zależą od podniet, jakie im dają nauki przyrodnicze i techniczne. Nie bez wpływu na sprawę powstania „K. Wilhelm - Gesellschaft” była też podrażniona duma Niemiec i chęć rywalizacji z narodami, które już przed niemi stworzyły u siebie wielkie naukowe fundacje i instytuty badawcze. Przypominamy tu tylko instytuty Carnégiego i Rockefellera w Stanach Zjednoczonych A. P., instytuty Pasteura we Francji i jej koloniach, instytut Nobla w Szwecji.

Po wojnie powstała ściślejsza współpraca między „K. Wilhelm - Gesellschaft”, a rządami Rzeszy i Prus, która odzwierciedla się z jednej strony w dużej pomocy finansowej ze strony rządów, a z drugiej strony w prawie nominacji przez rządy 20 senatorów towarzystwa na ogólną ich liczbę 44. Senat jest po ogólnem zebraniu członków najwyższą z kolei władzą towarzystwa. Do senatu, z którego łona zostaje wybrany zarząd towarzystwa, należą wybitni przedstawiciele nauki, m. in. kierownicy i naukowcy współpracownicy instytutów, oraz przedstawiciele świata politycznego i gospo-

darczego. Rządy wspierają finansowo — co godne jest podkreślenia — przedewszystkiem te instytuty, które są poświęcone czystej nauce, podczas gdy fundusze prywatne, pochodzące przeważnie z kół gospodarczych, zasilają instytuty służące naukom stosowanym, jakoteż pokrywają koszt ogólnego zarządu.

Jeśli chodzi o wewnętrzną organizację poszczególnych instytutów, panuje ogólna tendencja do redukcji wszelkiej biurokracji. W instytutach, służących naukom stosowanym, dyrektorowi podlegają kierownicy oddziałów i asystenci, w instytutach czysto teoretycznych, o ile reprezentowanych jest w nich kilka pokrewnych nauk, kierownicy oddziałów są sobie równorzędni, przyczem jeden z nich spełnia równocześnie funkcje dyrektora. W wyborze kierunku i metod pracy, jakoteż doborze asystentów nie są kierownicy oddziałów zupełnie krępowani, a przy doborzeniu nowych naukowych współpracowników kieruje się towarzystwo zasadą powoływania ludzi, nie zaś obsadzania osieroconych placówek, t. zn. że towarzystwo nie waha się zwinąć zupełnie jakiegokolwiek placówki po ustąpieniu danego badacza. „K. Wilhelm - Gesellschaft” daje powołanym przez siebie uczonym nietylko wszelką możliwość swobodnej pracy naukowej, ale nie krępuje ich stosunku do uniwersytetów. Ci, których nie pociągają zajęcia dydaktyczne, mogą być powołani przez towarzystwo na stałe, inni nie tracą kontaktu ze szkołami wyższymi, wykładając w nich jako profesorzy honorowi lub nadzwyczajni, inni wreszcie po paru latach pracy w instytutach towarzystwa powracają do pracowni uniwersyteckich. Zresztą z natury rzeczy kontakt pomiędzy uniwersytetami a towarzystwem jest dość żywy. W pewnych przypadkach powołuje „K. Wilhelm - Gesellschaft” uczonych zagranicznych, a rok rocznie liczni badacze zza granicy pracują w poszczególnych instytutach przez krótszy lub dłuższy okres czasu w charakterze gości. W tym ostatnim przypadku wystarczy listowne porozumienie się z kierownikiem odpowiedniego oddziału, względnie instytutu. Ostatnio, wskutek kryzysu ekonomicznego, goście,



pracujący w instytutach „K. Wilhelm-Gesellschaft”, byli obowiązani do płacenia taksy laboratoryjnej w wysokości 50 marek miesięcznie.

Największe skupienie instytutów towarzystwa znajduje się w Berlin - Dahlem. Znajduje się tu instytut biologiczny, instytut do badań fizjologii komórki, instytut antropologiczny, instytut biochemiczny, instytut chemiczny, instytut do chemii fizycznej i elektrochemii, instytut eksperymentalnej terapii, instytut entomologiczny i inne. W Dahlem też znajduje się duży dom klubowy dla członków, pracowników instytutów i gości pracujących w nich chwilowo. Dom ten, t. zw. „Harnack - Haus” (od nazwiska pierwszego prezydenta towarzystwa i jednego z jego inicjatorów) zaopatrzony jest w duże sale odczytowe, sale restauracyjne i pokoje mieszkalne; w otaczającym go ogrodzie są place tenisowe i bieżnia lekkoatletyczna. Jeśli wspomniemy jeszcze o takich placówkach „K. Wilhelm - Gesellschaft”, jak instytut badań lekarskich w Heidelbergu, instytut fizjologii pracy w Dortmundzie, instytut badań mózgu w Berlin - Buch, psychiatryczny instytut w Monachjum, zakład hydrobiologiczny w Plön, alpejska stacja biologiczna w Lunz am See (prowadzona wspólnie z Wiedeńską Akademią Umiejętności), stacja zoologiczna w Rovigno, będąca obecnie pod wspólnym włosko - niemieckim zarządem, stacja badania przelotów ptaków w Rossiten, instytut fizyczny w Berlinie, zakład aerodynamiczny w Getyndze, instytut badania i wykorzystania siły wodnej w Monachjum, instytuty badania węgla w Mülheim i Wrocławiu, instytuty badania metali w Düsseldorfie i w Berlin - Lichterfelde, instytut badania skóry w Dreźnie, instytut hodowli roślin w Müncheberg, dwa instytuty prawnicze oraz instytut historii Niemiec w Berlinie, poświęcona historii sztuki „Bibliotheca Hertziana” w Rzymie, to ten spis, daleki zresztą od zestawienia wszystkich naukowych placówek towarzystwa, da nam pojęcie o ogromie i zasięgu podejmowanych w nich badań. W zakładach tych, wolni od troski o byt, pracują wybitni uczeni, niejednokrotnie laureaci nagrody Nobla, korzystając z dużej pomocy technicznej; obok nich pracują tu rzesze gości zagranicznych, prace i wszelkie poczynania towarzystwa cieszą się poparciem nie tylko rządu Rzeszy, rządów poszczególnych krajów i zarządów gmin, ale też poparciem całego społeczeństwa, wszystkich partii politycznych (przynajmniej doniedawna),

począwszy od narodowych socjalistów, a skończywszy na komunistach.

K. Sembrat.

#### ODCZYTY J. D. COCKCROFTA.

Polskie Towarzystwo Fizyczne dąży stale do ożywienia stosunków między fizyką polską a obcą i w tym celu co pewien czas zaprasza wybitnych uczonych zagranicznych w celu wygłaszania referatów. Dotąd odbyło się sześć takich wizyt. Najliczniej reprezentowana była Francja; w roku 1926 odwiedził Warszawę słynny teoretyk p. Langevin, w roku 1928 F. Holweck, zasłużony na polu promieni Röntgena o wielkiej długości fali i ich stosowaniu w biologii, w r. 1929 — J. Trillat, znany z badań nad strukturą krystaliczną związków organicznych. W r. 1930 P. Pringsheim z Berlina mówił o pracach swoich i swego instytutu z dziedziny spektroskopii, w r. 1931 W. H. Keesom, dyrektor laboratorium niskich temperatur w Leydzie zobrazował działalność tego jedynego w swoim rodzaju instytutu. Wszyscy ci uczeni reprezentowali pracownie, z którymi już poprzednio łączyły polską fizykę bliższe więzy, gdyż niektórzy nasi uczeni przeprowadzali w nich dłuższe studia. Do tej samej kategorii należy świeżo odbyta wizyta p. Cockcrofta, jednego z współpracowników Cavendish Laboratory w Cambridge, którego kierownikiem, jak wiadomo jest Rutherford.

Wizyta ta wzbudziła bardzo wielkie zainteresowanie, ponieważ właśnie w ostatnim roku działalność tego laboratorium ożywiła się znacznie (sztuczna dezintegracja zapomocą szybkich protonów, odkrycie neutronów i elektronów dodatnich). Odkrycia te referowane były na łamach „Wszechświata”. P. Cockcroft bawił w Warszawie od 21 do 23 maja. Dnia 22 maja wygłosił w Towarzystwie Fizycznym dwa referaty w języku francuskim: jeden o swoich pracach, dotyczących dezintegracji pierwiastków, drugi o całokształcie działalności Cavendish Laboratory.

P. Cockcroft zwiedził szczegółowo nasze laboratorium fizyczne; polscy fizycy zajmujący się fizyką jądra mieli sposobność zdobycia wielu cennych informacji, dotyczących techniki eksperymentalnej stosowanej w tej nowej a tak płodnej dziedzinie.

K. N.