



WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rs. 8 kwartalnie „ 2
Z przesyłką pocztową: rocznie rs. 10 półrocznie „ 5

Prenumerować można w Redakcyi „Wszechświata”
 i we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą.

Komitet Redakcyjny Wszechświata stanowią Panowie:
 Deike K., Dickstein S., Hoyer H., Jurkiewicz K.,
 Kwieciński Wł., Kramsztyk S., Morozewicz J., Na-
 tanson J., Sztolcman J., Trzebiński W. i Wróblewski W.

Adres Redakcyi: Krakowskie-Przedmieście, Nr 66.

PRAWO WEBERA.

Podjmując dziś kwestyą, która już przed laty trzydziestu prawie zajmowała silnie umysły, nie robimy tego w celu obeznania czytelnika z pytaniem w tej formie, w jakiej zostało ono zadane. Prawo Webera i wyprowadzone z niego wnioski są dawno już wszystkim znane. Szkic niniejszy ma za zadanie z jednej strony wykazać, jak prawo to powstało, następnie zaś jaką posiada ono ważność faktyczną, oraz jakie znaczenie należy mu przypisywać; wskazać nareszcie próby jego uzupełnienia lub nowego uzasadnienia.

I.

Twórcą zarówno prawa Webera jak i dziedziny naukowej, która powstanie swoje zawdzięcza temu prawu psychofizyki jest Gustaw Teodor Fechner, któremu należy przypisać zasługę sformułowania zagadnienia i wyciągnięcia z niego wniosków. Pierwsze doświadczenia jednak robił jeszcze przed

Fechnerem Weber. Pewien pośredni nakłonnec wpływ na powstanie psychofizyki wywarł bez zaprzeczenia także Herbart. Psychofizyka, jak i każda inna wydatniejsza i świeżo powstała gałąź poszukiwań posiada swoją genealogią. Stosunkowo najmniejszą jest zasługa Herbarta. Polega ona na tem tylko, iż swoją dynamiką i statyką duszy oswoił badaczy z myślą, że czucia nasze mogą tak samo podlegać ścisłemu mierzeniu, jak i zjawiska świata zewnętrznego. Badania Webera przedstawiają bezpośredni materiał, na którym oparł swoje rozumowanie Fechner; poznanie więc tego materiału jest koniecznem dla dokładnego zrozumienia i oceny pracy ostatniego. Jeszcze w trzecim dziesiątku lat tego stulecia Weber zadał sobie pytanie—na które postarał się też odpowiedzieć doświadczalnie—o ile słusznem jest ogólnie przyjęte mniemanie, jakobyśmy dostrzegali każdą, najmniejszą nawet zmianę w natężeniu działającej podniety. Fakty znane z akustyki kazały mu się domyślać innego stosunku wrażliwości. Badania swoje prowadził Weber przy pomocy metody „zaledwie dostrzeganych zmian.” Polegała ona na tem, że zwiększał stopniowo i bardzo nieznacznie natężenie działającej podniety, notując stopień natężenia, przy jakim odczuł

została zmiana wrażenia. W taki sposób prowadzone badania dowiodły Weberowi, że zmiana natężenia podniety może być odczuta wtedy dopiero, gdy dosięga pewnej wielkości, równającej się, według Webera, $\frac{1}{10}$ natężenia pierwotnego. W badaniach tych Weber ograniczył się na zmyśle wzrokowym i słuchowym.

W pracach Webera nie znajdujemy żadnej wzmianki, pozwalającej przypuszczać, że myślał on o rozszerzeniu badań i o interpelacji ich kierunku, jaki im nadał Fechner, któremu też należy przyznać całkowitą zasługę inicjatywy. Bez względu na to, jaki sąd wyda krytyka pomysłu Fechnera, musimy przyznać, posiada on zapewnione imię w historii psychologii, którą pchnął na tory doświadczenia.

Teorya Herbarta oswoiła z myślą, że zmiany psychiczne są wielkościami intensywnymi, że czucia nasze, niezmiennając się jakościowo, mogą zmieniać swe natężenie. Fechner nie tylko podziela najzupełniej ten pogląd, lecz uważa go nadto za niepotrzebujący żadnego bliższego dowodzenia. „Wszak mówimy—powiada on w swej Psychofizyce—nie tylko o mniejszem lub większem natężeniu czuć, lecz rozróżniamy także mniejsze lub większe natężenie popędów, mniejsze lub większe napięcie uwagi, mniej lub więcej bujną fantazją, dokładniejszą lub mniej dokładną pamięć, mniejsze lub większe stopnie świadomości.” Później już, broniąc raz jeszcze wyprowadzonych przez siebie twierdzeń, powiada on nawet z pewnem zdziwieniem: „Nie rozumiem, jak mogą niektórzy podawać w wątpliwość możność pomiarów psychofizycznych lub też powątpiewać o fakcie, że stany psychiczne są wielkościami intensywnymi; wszak doświadczenia stwierdziły to tyle już razy!” Niestety, obecnie silniej niż dawniej twierdzić musimy, że Fechner był w błędzie, że doświadczenia nie dowodziły tego, co chciał przez nie dowieść.

Usunąwszy zasadniczą trudność, która niezdatnemi a priori czyniła wszelkie próby, Fechner musiał się zwrócić do praktycznego pytania: w jaki sposób mierzyć?

„Jeżeli zechcemy bezpośrednio porównać natężenie dwu czuć—mówił on—to możemy jedynie tylko określić, które z nich jest intensywniejsze; nigdy jednak nie możemy określić

ile razy jedno czucie jest więcej lub mniej intensywnem od drugiego. Bezpośrednio mierzyć natężenia czuć nie możemy.” To jednak nie stanowi dla Fechnera trudności nie do pokonania.

„Jeżeli zwrócimy uwagę naszą—powiada on dalej—na różnorodne sposoby mierzenia, jakimi posługuje się fizyka, to zauważymy łatwo, że w większości wypadków pomiary te dokonywają się pośrednio: mierzymy wielkość działającej siły—przyspieszeniem przy jednakowych masach, lub wielkością masy przy jednakowym przyspieszeniu. W tak prostym nawet wypadku, jak przy mierzeniu zwykłej długości, musimy posługiwać się środkami pomocniczymi. Analogicznie więc możemy mierzyć natężenie czuć nie tylko bezpośrednio, lecz także i pośrednio. Musimy je mierzyć, mierząc je natężeniem podniety.”

Tak więc pytanie, czy mierzenie da się skutecznie praktycznie, zostało przez Fechnera rozstrzygnięte twierdząco. Pozostawało tylko wynaleźć zależność pomiędzy dwiema różnorodnemi wielkościami: natężeniem czucia i natężeniem podniety. Tutaj posługuje się Fechner bezpośrednio badaniami Webera, uzupełniając je nowem założeniem. Badania Webera wykazały, że spostrzegamy zmianę natężenia podniety wtenczas tylko, lecz i zawsze wtenczas, gdy natężenie to zwiększy się o pewną stosunkowo stałą wielkość. Spostrzeżona podnieta jest czuciem.

Zmiana spostrzeżonej podniety jest jednocześnie zmianą czucia. Przyjawszy, że czucia nasze są wielkościami ciągłemi i przyjmawszy także, że zaledwie dostrzeżona zmiana czucia, którą oznaczył przez $d\gamma$, jest wielkością stałą dla wszelkich zmian, Fechner ułożył formułę:

$$d\gamma = k \frac{d\beta}{\beta}.$$

Tu $d\gamma$ jest zmianą natężenia czucia, $d\beta$ zmianą natężenia podniety, β natężeniem podniety, k współczynnikiem proporcjonalności.

Wyrażony słowami wzór powyższy powiada, że: zmiana natężenia czucia jest proporcjonalną do względnej zmiany natężenia podniety.

Jeżeli wzór ten zcałkujemy, to dojdziemy do formuły, w której wielkość b możemy określić

lić doświadczalnie. Ostatnie równanie przedstawia nam prawo Webera. W sformułowaniu Fechnera brzmi ono: „Wielkość natężenia czucia jest proporcjonalną do logarytmu podniety,—gdy za jednostkę podniety weźmiemy jej natężenie, b , które powoduje zaledwie dostrzeżone czucie.”

Dla poparcia tego twierdzenia Fechner musiał zwrócić się do doświadczeń i posilkować się pewnymi metodami czysto praktycznymi. Pierwsza „zaledwie dostrzeżonych zmian.” Obok niej używał jeszcze metody „średniego błędu” i metody „dokładnych i błędnych spostrzeżeń.”

Badanie przy pomocy metody średniego błędu polega na tem, że badacz każe badanemu tak uregulować natężenie podniety, żeby ona powodowała pewne określone czucie. Badany zawsze prawie popełnia pewien błąd, którego średnia wartość służy za miarę wrażliwości. Metoda dokładnych i błędnych spostrzeżeń polega na tem, że zmieniając nieznacznie lecz zupełnie dowolnie i nieprawidłowo natężenie podniety, notujemy za każdym razem, czy zmiana została spostrzeżona i czy została prawidłowo spostrzeżona.

II.

Dotychczas staraliśmy się podać tylko tę drogę rozumowań, po jakiej kroczył Fechner niedodając ani słowa krytyki. Obecnie musimy raz jeszcze rozpatrzyć wszystkie po kolei założenia, pytając, o ile są one uzasadnione, o ile zaś dowolne. Zatrzymamy się tylko na ważniejszych, pomijając drugorzędne. Do tych ostatnich należy np. założenie, że czucia nasze są wielkościami ciągłymi, t. j. że przejście od jednego stopnia natężenia do innego odbywa się bez przeskoków i wiele innych. Ostatni punkt został w najnowszych czasach zakwestyonowany przez L. Langego ¹⁾.

Zacznijmy kwestyą naszą od drugiego założenia i przyjmując, że czucia nasze są rzeczywiście wielkościami intensywnymi, zapytajmy czy dadzą się one praktycznie mierzyć. Jak widzieliśmy Fechner odpowiedział: tak.

Nie bezpośrednio wszakże lecz pośrednio. Przykłady z fizyki objaśniały znaczenie mierzenia pośredniego. Musimy jednak dodać, że objaśniały je tylko dla Fechnera.

Zmierzyć cośkolwiek oznacza: wyrazić daną wielkość jako równą pewnej jednostce powtórzonej określoną ilość razy. Pytanie więc, czy dana wielkość pozwala się mierzyć, sprowadza się do pytania, czy dla danej wielkości posiadamy, lub możemy wyobrazić sobie pewną jednostkę, następnie zaś, jak jednostkę tę możemy wyrazić: bezpośrednio lub pośrednio. Jednostkę siły np. możemy wyrazić tylko pośrednio, nigdy zaś bezpośrednio. Jeżeli jednak jednostka jakakolwiek jest wielkością pośrednio daną, to analizując ją musimy dojść do jednostki bezpośrednio danej. Analizując rzeczywiście jednostki pośrednie w fizyce, zauważymy łatwo, że wszystkie te jednostki dadzą się wyrazić przy pomocy innych jednostek, które jeżeli nie będą bezpośrednio dane, to będą mniej złożone. Nowe jednostki możemy znów wyrazić przy pomocy jednostek bardziej prostych, aż dojdziemy do jednostek niezłożonych i bezpośrednio danych. Tak np. jednostka siły jest wielkością pośrednią, określamy ją jednak jako zależną od przyspieszenia i masy. Przyspieszenie zaś jest znów określone przez drogę, jaką ciało przebywa i przez czas. Tak więc jednostkę siły możemy wyrazić w jednostkach bezpośrednio danych: czasu, masy i długości. Jeżeli rozpatrzmy wszystkie po kolei wypadki, w których nauki posługują się mierzeniem, to zauważymy, że we wszystkich tych wypadkach wszystkie jednostki miary dadzą się sprowadzić do trzech zasadniczych jednostek—czasu, długości i masy. Jednostka natężenia czucia własności tej nie posiada. Ażeby więc mierzenie natężenia czuć było możliwem, powinna ona być tak samo bezpośrednio daną jak bezpośrednio danymi są czas, długość, masa.

Gdy jednak zapytamy bezpośrednio o jednostkę czucia, to otrzymamy zawsze i od każdego odpowiedź przeczącą. Bezpośredniej jednostki czucia nie posiadamy. To wiedział już Fechner, gdyż każda bezpośrednia obserwacja musi do tego wniosku doprowadzić. Jeżeli rozpatrujemy np. skalę kolorów czerwonych, to możemy powiedzieć mniej lub więcej słusznie, że odcień b jest silniejszy od

¹⁾ Phil. Stud. Tom X.

odcienia *a*. Zechciejmy jednak na skali kolorów wyznaczyć odcień *d* tak, aby on był o tyleż mocniejszym od *c*, o ile *b* jest mocniejszym od *a*, a przekonamy się łatwo, że jest to niemożliwe. Niemożliwe dlatego, że danymi nam są tylko odcienie jako coś całego, my zaś przez żadną abstrakcją nie możemy otrzymać różnicy dwu odcieni. Widzimy kolory, nigdy jednak nie widzimy różnicy natężenia kolorów. Nieposiadając zaś tej różnicy nie możemy jej porównywać ani zwiększać lub zmniejszać.

Inaczej rzecz się ma z jednostkami fizycznymi. Długość, czas, masa są nam zawsze dane jako całości i jako części. Porównując dwie długości, otrzymujemy różnicę ich tak samo konkretnie, jak konkretnymi były porównywane wielkości. Wskutek tego też porównując wielkości fizyczne, nigdy nie jesteśmy w kłopotcie, jeżeli chodzi o określenie, jakie wielkości są równe, a jakie różne. Porównując wielkości psychiczne, musimy poprzednio założyć, jakie jednostki będziemy uważali za równe. Założenie takie zrobił także Fechner, przyjmując, że za ledwie dostrzeżona zmiana natężenia czucia jest zawsze jednakowo wielką, niezależnie od tego natężenia, które będzie się zmieniało. Gdy jednak zmienimy założenie, zmieni się i rezultat pomiarów, jakkolwiek wartości się nie zmieniają. Moglibyśmy więc z tą samą słuszością przypuścić, że tylko te zmiany natężenia czucia należy uważać za równe, które odpowiadają równym przyrostom natężenia podniety. Otrzymane rezultaty byłyby inne od poprzednich, nieprzystając być tak samo słusznymi.

Na zarzuty powyższe, sformułowane w znacznej części przez fizyologa v. Kriesa, odpowiada Wundt, że podczas mierzenia natężenia dwu czuć idzie właściwie o porównanie ich co do możliwości dostrzeżenia i że skonstatowanie faktu, że dwie zmiany w natężeniu czuć są jednakowo spostrzegane, posiada tę samą wartość co i skonstatowanie faktu, że dwie długości są równe.

Odpowiedź ta nie jest, niestety, w stanie zbić uczynionych zarzutów. Jednakowo dostrzeżone zmiany nie są spostrzeżeniem jednakowych zmian w natężeniu. Zmian niezależnie od czuć spostrzegać nie możemy. Spostrzegamy tylko oddzielne czucia. Na

tym, dla każdego łatwym do sprawdzenia, fakcie opiera się nasze rozumowanie, pozostanie ono tak długo niewzruszonym, jak długo fakt będzie niezmiennym. Ponieważ zaś fakt ten jest związany z organizacją ludzką, możemy śmiało przypuszczać, że gdyby nawet, jak to założyliśmy, czucia nasze były wielkościami intensywnymi, to i wtedy nawet nie moglibyśmy ich mierzyć. Nietylko brak nam stałej jednostki, lecz nie możemy jej także nigdy otrzymać. Dotychczas przyjmowaliśmy założenie Fechnera, że czucia nasze są wielkościami intensywnymi za zupełnie słuszne. Czy jest ono jednak takim? I na to pytanie musimy odpowiedzieć przecząco.

Wprawdzie codzienne, lecz też i pobieżne doświadczenie zdaje się przemawiać za przypuszczeniem Fechnera. Mówimy, że lampa pali się jaśniej lub mniej jasno, że otrzymane uderzenie było silniejsze lub mniej silne, słyszany ton jest silniejszym lub słabszym. Czy my jednak oceniamy wtedy natężenie czucia? Odpowiedź na to otrzymamy, jeżeli zechcemy analizować tylko swoje wrażenia, nieuwzględniając powodujących je przyczyn. Dostaniemy ją w duchu przeczącym. Porównajmy wrażenie, jakie otrzymujemy przy uderzeniu słabem z wrażeniem od uderzenia mocnego, a przekonamy się łatwo, że są one zupełnie różnymi. Wspólną jest tylko powodująca je przyczyna—uderzenie. Porównajmy skalę kolorów czerwonych, a zauważymy łatwo, że spostrzegamy każdy odcień zupełnie niezależnie i samodzielnie. Każde czucie jest jakościowo różnem. Na myśl porównywania natężeń odcieni naprowadza nas dopiero skądinąd znany fakt, że przez pomieszanie barwy białej z czerwoną w różnych stosunkach, otrzymamy różne stopnie czerwoności. Porównujemy więc procesy fizyczne, a nie zjawiska psychiczne. Gdybyśmy nie znali faktu fizycznego, nigdy nie doszlibyśmy do wniosku, że oderwane wrażenia są jakościowo temiż samemi i że zmienia się tylko ich wartość ilościowa. Toż samo i z innymi zmysłami. Gdybyśmy nie wiedzieli, że skrzypce z tłumikiem i bez tegoż są nastrojone na ten sam ton, nigdy nie wpadlibyśmy na myśl twierdzić, że otrzymywane wrażenia są jakościowo też same, różnią się tylko ilościowo. We wszystkich tych i tym podobnych wypadkach porównujemy nie natężenie czuć,

lecz natężenie zjawisk fizycznych, utożsamiając je z czuciami. Codzienne powtarzanie błędu zatarło wszelką wrażliwość w tym kierunku, tak że głębszego trzeba zastanowienia się nad sobą, aby mózdz dostrzedz, gdzie jest źródło błędu. Błędów takich, przeniesionych z codziennego życia do psychologii, posiadamy znaczną bardzo ilość i zaledwie bardzo powoli możemy się od nich uwalniać.

Pozostaje jednak jedno jeszcze pytanie: co oznaczają badania, jak wytłumaczyć faktyczne rezultaty doświadczeń? Tej strony pytania małego zresztą znaczenia użył między innymi Fechner na poparcie swojej teorii. Co może znaczyć krytyka teoretyczna wobec faktu i co tysiące rozumowań na temat o niemożliwości mierzenia stanów psychicznych, wobec istniejących rezultatów. Jeżeli jednak teoretycznie dochodzimy do wniosku, że zjawisko nie jest możliwym, to należy nam krytycznie rozpatrywać rezultaty badań, aby przekonać się, czy dają one to, co się im przypisuje. Przypatrzmy się i my praktycznym metodom badania.

Jak już zaznaczyliśmy, główną metodą badań Fechnera posilkował się już Weber pomimo, że nie mierzył on natężenia czuć. Metoda dawała więc zawsze też same rezultaty, rezultatom tym inne tylko nadawano znaczenie. Jeżeli jednak zechcemy określić, o czym pozwalają wnioskować badania przy pomocy powyżej zaznaczonych metod, to odpowiedź będzie: o wrażliwości badanego indywiduum.

Jeżeli przy pomocy metody zaledwie dostrzeżonych zmian, zmieniać będziemy siłę natężenia podniety dopóty, aż zmiana ta zostanie zauważoną; lub jeżeli przy pomocy metody średniego błędu obserwujemy niedokładności, jakie popełnia badany, normując natężenie podniety; lub jeżeli na koniec przy pomocy metody dokładnych i błędnych spostrzeżeń notować będziemy prawidłowo lub błędnie zauważone zmiany natężenia podniety; — we wszystkich tych wypadkach mierzymy wrażliwość osobnika. Mierzymy, jak wrażliwym jest on na pewien rodzaj podniety, jakim zmianom podlega jego wrażliwość pod wpływem tych lub innych zewnętrznych warunków.

Nazywając badania nad wrażliwością indy-

widuum mierzeniem natężenia czuć, Fechner niedokładnie ocenił rezultaty badań i nadał im znaczenie, jakiego one wcale nie posiadały.

III.

Gdy pierwsze upojenie minęło i gdy zaczęto się krytyczniej zapatrywać na badania psychologiczne, ukazały się także próby nowego formułowania prawa Webera. Jedna grupa uczonych, przyjmując teoretyczne założenie Fechnera, dowodziła, że sformułowanie prawa jest niedokładne, że ściślej daje się ono wyrazić przy pomocy innego wzoru. Do tych badaczy należy, między innymi, Merkel, który całym szeregiem prac, zakończonych w ostatnich dopiero miesiącach, starał się nanowo ugruntować psychofizykę. Praca ta jest, naszym zdaniem, tak samo bez wartości, jak bez wartości jest formuła podana przez Fechnera. L. Lange, przyjmując, że prawo Webera jest niesłusznym, poszukuje przyczyny w tem, że przypuszcza, jakoby czucia były wielkościami intensywnymi, nie ciągłymi. Najciekawszą jest bez wątpienia praca Münsterberga. Münsterberg wychodzi z tego samego założenia, do jakiego i my doszliśmy, mianowicie, że czucia nasze są wielkościami jakościowo różnymi i dlatego nie mogą podlegać mierzeniu; jeden jednak widzi on wyjątek, ten zaś stanowi tak zwane czucia mięśniowe. Nazwą tą określa psychologia te rodzaje czuć, które powodowane są drażnieniem nerwów czuciowych, biorących swój początek w mięśniach. Badania wykazały już, że czucia te odgrywają nadzwyczaj poważną rolę w życiu psychicznym, być zaś może, że pierwszorzędną. Czucia te towarzyszą każdemu wrażeniu, jakie otrzymujemy przy pomocy jednego z pięciu zmysłów zwykłych. Przy otrzymywaniu wrażeń wzrokowych kurczą się pewne mięśnie regulujące aparat akomodacyjny, toż samo przy wrażeniach słuchowych i t. d. Münsterberg przypuszcza, że czucia te są wszystkie jakościowo jednakowe, posiadają przytem tę własność, że czas ich trwania jest zależnym od natężenia podniety, działającej na pewien organ zmysłowy. Jeżeli więc oko poddajemy działaniu silniejszego światła, wówczas odpowiednie skurcze mięśni trwają dłużej,

powodując dłużej trwające czucie mięśniowe. Czas trwania czucia mięśniowego jest, według Münsterberga, miarą napięcia podniety. Czas ten pozwala nam oceniać napięcie czucia. Jako wniosek ze swej teorii wyprowadza Münsterberg pogląd, że powinniśmy mieć możność porównywania napięcia nie tylko czuć jednego lecz i różnych zmysłów.

Jeżeli pominiemy wszelkie inne zarzuty, których podnosić tutaj ze względu na ich specjalność nie możemy, to zdaje się, że ostatni wniosek, zupełnie zresztą konsekwentny, przekonywa dostatecznie o tem, że teoria Münsterberga jest błędną. Pytanie, ile razy słodycz ciastka jest słodsza od zielonego koloru, jest dla każdego tak widocznie niedorzeczne, że śmiało musimy twierdzić: przesłanki, które umożliwiają zadanie tego pytania, muszą być błędne.

Jeżeli śledzić będziemy obecną literaturę psychologiczną, to zauważymy łatwo, że prawo Webera powoli traci na znaczeniu. Pierwotnie przedmiot ogólnego zajęcia, jest ono obecnie przedmiotem krytyki.

Dr W. Heinrich.

Krańce temperatury.

Zwykły sposób formułowania praw fizycznych i chemicznych nie uwzględnia często w dostatecznym stopniu warunków, w jakich prawa te wykryte zostały. Doświadczenie z jednej strony poprzedza odkrycie prawa, z drugiej, gdy prawo jest już ogłoszone, sprawdza je i ostatecznie rozstrzyga o jego wartości. Gdy jednak doświadczenie odbywa się zawsze w określonych i mniej lub więcej ograniczonych warunkach, prawa formułowane są zwykle w sposób bezwzględny. Weźmy dla przykładu prawo Boylea i Mariottea: objętości gazów są odwrotnie proporcjonalne do ciśnienia (w temperaturze stałej). Prawo to w tej ogólnej i najczęściej przytaczanej formie jest niesłuszne; doświadczenie potwierdza je nie dla wszystkich ga-

zów, lecz tylko dla kilku, jak azot, wodór, tlen i nie dla wszystkich ciśnień, lecz tylko dla tych, które niezbyt się różnią od ciśnienia jednej atmosfery. Właściwy zakres prawa Boylea wskazano dopiero wtedy, gdy rozwój techniki doświadczeń pozwolił badać wiele gazów i to pod ciśnieniem od 0,7 mm do 3000 atm. Rezultatem tych badań były wzory van der Waalsa i Clausiusa, które uczą nas również i o związku między objętością a ciśnieniem, lecz w granicach daleko szerszych, bo od $\frac{1}{1000}$ do 3000 atm. Gdybyśmy rozporządzali dokładniejszymi środkami, gdybyśmy mogli mierzyć np. 30000 lub 300000 atmosfer, prawa te zapewne okazałyby się nieścisłymi w równym stopniu jak prawo Boylea.

Temperatura jest jedną z wielkości, najczęściej spotykanych w fizyce. Mamy wzory ogólne, wskazujące zależność ciśnienia, objętości, ciepła właściwego i t. d. od temperatury. W jakich jednak granicach obraca się nasza doświadczalna znajomość temperatury? Odpowiedź na to pytanie ważna jest dlatego, że zarazem wykaże nam, jakie granice wyznaczyć trzeba dla słuszności wzorów, o których mówiliśmy.

Do niedawna jeszcze wiadomości nasze w tym kierunku były bardzo ograniczone. I dziś nawet w pracowniach średnio zamożnych otrzymanie znacznego zimna lub gorąca jest rzeczą niedostępną, gdyż i jedno i drugie wymaga kosztownych przyrządów specjalnych. To też znaczna większość „praw” doświadczalnie sprawdzoną została w zakresie nieprzechodzącym 300°, najczęściej od -50° do +250°. Rozszerzalność ciał, zależność ciepła właściwego od temperatury, wpływ temperatury na szybkość i przebieg reakcyj w tych właśnie warunkach były badane, gdyż są to granice, w których wykonanie doświadczenia nie przedstawia zbyt wielkich trudności. W ostatnich jednak czasach, o czem nieraz w kronice naukowej czytelnicy Wszechświata znajdowali wzmianki, nasza znajomość krańców temperatury znacznie wzrosła. Dwaj uczeni francuscy, posługując się wynalezionymi lub udoskonalonymi przez siebie metodami, poświęcili się badaniu tych nieznanych krain i aczkolwiek doświadczenia ich jeszcze dalekie są końca, wykryli już mnóstwo nowych i nieoczekiwanych faktów,

z którymi liczyć się trzeba. Były profesor uniwersytetu genewskiego Raul Pictet prowadzi badania w temperaturach bliskich już absolutnego zera, bo dochodzących do -200° , H. Moissan zaś zajmuje się zjawiskami chemicznymi, które się odbywają w 2000 i więcej stopni ciepła.

Laboratorium Picteta zostało założone przed czterema laty w Berlinie i służy wyłącznie do doświadczeń w niskich temperaturach. Wogóle dla uzyskania znacznego zimna posiadamy trzy środki: mieszaniny oziębiające, adiabatyczne rozszerzanie gazów ¹⁾, parowanie łatwo lotnych cieczy. Z tych trzech sposobów najkorzystniejszym w zastosowaniu na wielką skalę okazał się środek trzeci. Samo oziębianie rozłożone jest na trzy stadya: w każdym stadium używa się innego płynu. Dla osiągnięcia temperatury do -80° służy tak zwana ciecz Picteta, t. j. płynna mieszanina bezwodnika węglanego (CO_2) i siarkawego (SO_2). Odpowiednie pompy ściskają i skraplają te gazy; poddając płyn skroplony parowaniu do rezerwoaru, z którego poprzednio usunięto powietrze, osiągamy 80° poniżej zera. W rezerwoarze, gdzie paruje płyn Picteta, umieszczona jest komora do doświadczeń w kształcie cylindra miedzianego, wysokiego na $1\frac{1}{2} m$ i walec stalowy, wypełniony tlenkiem azotu (N_2O). Nowa pompa ściska i skrapla oziębiony tlenek azotu, który mamy zatem do rozporządzenia, jako płyn o temperaturze wrzenia -70° . Poddając go parowaniu w próżni, powodujemy w nowym rezerwoarze oziębiecie do -130 , -140 stopni. W tym rezerwoarze znów pomieszczoną jest komora do doświadczeń i walec wypełniony powietrzem. Te dwie pierwsze części aparatu (z płynem Picteta i z tlenkiem azotu) działają automatycznie i bez przerwy. Trzecia i ostatnia część przyrządu składa się z walca, z którego powietrze, skroplone w temperaturze -130° ,

paruje w próżni i daje oziębienie do -200° . Tej tak niskiej temperatury nie udało się jeszcze Pictetowi utrzymać stale i niezmiennie, tak jak pierwsze dwa stadya. Trudności doświadczenia, które przewyżczać trzeba, są bardzo znaczne. Uszczelnienia tłoków muszą być jaknajdokładniejsze, aby możliwie największą próżnię uzyskać i utrzymać. Ta niezbędna doskonałość i złożoność maszyn czyni instalacją laboratorium rzeczą bardzo kosztowną: urządzenie laboratorium Picteta pochłonęło przeszło sto tysięcy marek.

Do mierzenia niskich temperatur Pictet posługuje się termometrem wodorowym, pod nieznacznym ciśnieniem około $\frac{1}{2}$ atmosfery; używa również termometrów alkoholowych, sprawdzając je jaknajczęściej z gazowym.

Rezultaty badań w nowym laboratorium nie dały długo na siebie czekać. Zaraz na wstępie swych doświadczeń Pictet zauważył ciekawe zjawisko. Szukając odpowiedniego zabezpieczenia dla swych oziębiaczy, otaczał je mniej lub więcej grubemi powłokami bawełny, sukna, trocin, piasku, siana i innych ciał, w tym celu używanych. O skuteczności tych powłok łatwo sądzić można z szybkości, z jaką oziębiacz się ogrzewa: im lepiej on jest zasłonięty od wpływów zewnętrznych, tem wolniej odbywa się wyrównanie temperatury między oziębiaczem a otoczeniem. Dość więc w jednakowych odstępach czasu notować temperaturę, którą wewnątrz oziębiacza termometr wskazuje, a gdy wykreślimy krzywą, wskazującą zależność temperatury od czasu ogrzewania, kształt jej sądzić nam pozwoli o wartości użytych środków ochronnych. Wykonawszy te doświadczenia, Pictet dostrzegł, że poniżej -70° powłoki zabezpieczające nie wywierają żadnego działania: ciała ogrzewają się z jednakową szybkością bez względu na to, czy otoczone są korkiem, watą, piaskiem, czy też nie. Ogrzewanie to jest przytem nader szybkie, daleko szybsze niż przy wyższych temperaturach i niż tego wymaga „prawo” Newtona, że szybkość ogrzewania jest proporcjonalną do różnicy temperatur. Prawo to zatem w tych warunkach wcale się nie stwierdza. Dopiero powyżej -70° można zauważyć pewien wpływ powłok, chociaż działanie ich nie znajduje się wtedy w żadnym związku z ich

¹⁾ Adiabatycznym rozszerzaniem gazów nazywamy takie, podczas którego między rozszarżającym się gazem a otoczeniem nie następuje w żadnym kierunku wymiana ciepła. W praktyce warunek ten jest dostatecznie zrealizowany, jeżeli rozszerzanie odbywa się z dość znaczną szybkością.

grubością: około -70° powłoki dziesięciocentymetrowe chronią również dobrze, czyli raczej równie źle, jak pięćdziesięciocentymetrowe. Grubość powłok zaczyna mieć dopiero pewne znaczenie około -20° . Ogrzewanie oziębiacza następuje wskutek promieniowania otaczających go zewsząd przedmiotów cieplejszych. Przeważna liczba ciał w zwykłej temperaturze pochłania mniejszą lub większą część promieni ciepłikowych (jest termicznie nieprzezroczystą) i na tem polega działanie osłon, zabezpieczających przyrządy od zmian temperatury. Są jednak ciała, jak np. sól kamienna, które już w zwykłej temperaturze są przezroczyste dla ciepła, i gdybyśmy warstwą soli obłożyli oziębiacz, to ogrzewałby się równie szybko jak wtedy, gdyby go pozostawiono bez osłony całkiem. Gdy zatem poniżej -70° żadne powłoki działania nie wywierają i biegu ogrzewania zwolnić nie mogą, pozostaje nam tylko wnioskować, że dla promieni ciepłikowych poniżej -70° ciała te są termicznie przezroczyste i prawie całkowicie przez siebie je przepuszczają. Przezroczystość termiczna ciał poniżej -70° jest koniecznym wnioskiem przytoczonych wyżej doświadczeń Picteta; Pictet stara się go poprzeć bardzo wątpliwej wartości roztrząsaniem teoretycznymi ruchu mechanicznego, który on uważa za ciepło. Wniosek ten doświadczalny jest jednak całkowicie niezależny od takich lub innych poglądów na istotę tego, co zmysłom i przyrządom naszym przejawia się jako ciepło.

Przezroczystość termiczna wszystkich ciał poniżej -70° powoduje poważne zmiany w zjawisku, które przedtem zdawało się dostatecznie zbadanem, mianowicie w zjawisku krzepnięcia. Przypadek prawie doprowadził Picteta do wykrycia tych anomalij. Pierwsze doświadczenia, które wprowadziły go na trop odkrycia, były wykonane nad chloroformem, którego temperaturę krzepnięcia zwykłymi sposobami z całą ścisłością na -69° przedtem był określił. Rzeczywiście, powtarzając doświadczenie w małym dwulitrowym oziębiaczu, ochłodzonym do -130° za pomocą pomp z tlenkiem azotu, Pictet stwierdzał zawsze, że chloroform krzepnie w chwili, gdy termometr wskazuje -69° . Chcąc otrzymać odrazu chloroform w znaczniejszej ilości, Pictet spróbował go krystalizować

w znacznie większym oziębiaczu, którego temperatura wynosiła -81° . Można było przypuszczać z wszelką pewnością, że chloroform w temperaturze o 10 stopni niższej od tylokrotnie obserwowanej temperatury krzepnięcia natychmiast się skryształizuje. Tymczasem, chociaż termometr zanurzony w chloroformie wskazywał -80° , ciało to pozostało płynnem. Przypuszczając, że ma do czynienia z powszedniem dość zjawiskiem przechłodzenia ¹⁾, Pictet wrzucił do płynu kilka kryształów, przedtem otrzymanych w małym oziębiaczu. Jakież było jednak jego zdziwienie, skoro kryształy chloroformu, krzepnącego zda się przy -69° , stopniały w płynnym chloroformie o -81° . Wielokrotnie powtarzane próby stwierdziły rzeczywistość zjawiska, które początkowo zaliczyć chciano na karb pomyłek lub też zanieczyszczeń chloroformu. Przypadek również zwrócił uwagę Picteta na jeszcze jedno nader ciekawe zjawisko. Jeżeli rurkę, w której wśród kryształów i płynnego chloroformu termometr wskazuje -80° , wystawić na działanie promieni słonecznych, to temperatura bez względu na obecność niestopionych kryształów wznosi się nawet do -30 . Gdy rurkę usunięto od promieni, kryształy powoli stopniały i temperatura opadła znów aż do -77° .

Gdzie leży przyczyna tych zjawisk, tak odmiennych od zwykłych, opisywanych przez podręczniki fizyki? Pictet upatruje ją w przejrzystości termicznej płynu (w danym wypadku chloroformu) w niskiej temperaturze. Gdy ciało jakie krzepnie przy zwykłej temperaturze i gdy wtedy zarówno utworzony kryształ, jak i płyn krzepnący nie przepuszczają ciepła promienistego, promienie ciepła, wydzielające się przy krzepnięciu, są odrazu pochłonięte w płynie i podnoszą jego temperaturę do najwyższej granicy, przy której jeszcze krystalizacja jest możliwą. Jak wiadomo też, płyny krzepnące zachowują swą stałą, niezmienną temperaturę bez względu

¹⁾ Przechłodzeniem nazywamy zjawisko, że ciało pozostawać może w stanie płynnym poniżej punktu krzepnięcia. Zetknięcie płynu przechłodzonego z najdrobniejszym kryształkiem tegoż lub izomorficznego z niem ciała stałego natychmiast wywołuje skrzepnięcie.

na temperaturę zimniejszego otoczenia. Różnica tych dwu temperatur (otoczenia i ciała krzepnącego) wpływa jedynie na szybkość krystalizacji. Odmienne się jednak rzecz ma z płynami, które w mniejszym lub większym stopniu przepuszczają ciepło promieniste, a zatem, z płynami, oziębionymi poniżej -70° . Różnica między temperaturą krzepnięcia i temperaturą otoczenia wystąpi wtedy na plan pierwszy; stała temperatura — właściwa temperatura krzepnięcia — istnieć będzie tylko w punkcie, gdzie kryształ styka się z krzepnącym płynem, w miarę zaś jak będziemy termometr przesuwali w płynie, wskazywać on będzie temperatury coraz wyższe, gdyż promienie ciepła, wychodzące z punktu krzepnącego, w pewnej części pochłonięte zostają i to tem więcej, im grubsza warstwę płynu przejść muszą. Oczywiście, że temperatura płynu krzepnącego zależeć będzie od ilości wydzielanych promieni ciepła, ilość ta zaś jest proporcjonalną do szybkości krzepnięcia. Że zaś ciało tem prędzej krzepnie, im temperatura otoczenia jest niższą, musimy się spodziewać, że im zimniejsze jest otoczenie, w którym ciało krzepnie, tem wyższą temperaturę wskazywać będzie płyn krzepnący. Te wywody zupełnie objaśniają dostrzeżone przy krystalizacji chloroformu anomalie. Temperatura -69° , którą za temperaturę krzepnięcia przyjęto, była oczywiście zbyt wysoką, gdyż była to temperatura płynu, który krzepnął w otoczeniu, oziębionem do -130° . Rzeczywista temperatura krzepnięcia, ta, którą obserwować można tam, gdzie kryształ krzepnący styka się z płynem, jest nie tylko niższa od -69° , ale nawet od -81° , skoro i w tej temperaturze chloroform nie krzepnął, a kryształy, wrzucone do płynu, w nim się roztopiły. Właściwą temperaturę krzepnięcia dopiero oznaczyć wypada. Termiczna przezroczystość w niskiej temperaturze objaśnia również zachowanie rurek z chloroformem pod działaniem promieni słonecznych. Gdy wystawimy rurkę na światło słoneczne, promienie przejdą bez trudu przez kryształy i płyn i mogą ogrzać bezpośrednio kulkę termometru do -30° nawet, nie topiąc wcale kryształów, które spotkały na swej drodze. Usunąwszy rurkę od promieni, spostrzeżemy, że temperatura znów od razu opadnie, nie

dochodząc jednak do dawnej liczby, gdyż część ciepła została pochłonięta przez kulkę termometru.

(Dok. nast.).

Ludwik Bruner.

OWADY KOPALNE z okresu węglowego.

Według Karola BRONGNIARTA ¹⁾.

Jeszcze przed 60-ciu laty wyobrażano sobie, że owady pojawiły się na ziemi stosunkowo w nowszym okresie geologicznym. Ślady ich znajdowano w pokładach drugo i trzeciorzędowych, a odkrycia te czynione w Europie pozwalały przypuszczać, że są to owady zupełnie podobne do istniejących obecnie. Sprawdzono tylko, że znalezione owady kopalne nie zbliżają się do gatunków żyjących dzisiaj w Europie, ale raczej do gatunków zamieszkujących gorące strefy kuli ziemskiej, potwierdzając tym sposobem wyniki badań nad roślinami kopalniami. W r. 1833 znaleziono odcisk skrzydła owadu w bryłce rudy żelaznej z pokładów węglowych w Coalbrook Dale, którą Wiktor Audouin pokazywał na zjeździe przyrodników w Bonn. Owad ten kopalny uważany zrazu za siatkoskrzydły (Neuroptera) z rodzaju *Corydalis*, został później zaliczony do prostoskrzydłych (*Orthoptera*) pod nazwą *Gryllacis Brongniarti*. Uczony przyrodnik amerykański, S. H. Scudder, utworzył później dla tego owadu rodzaj *Lithosialis*, ale zdaje się, że należałoby go zaliczyć raczej do rodzaju *Lithomantes*,

¹⁾ D-r Karol Brongniart, asystent Muzeum historyi naturalnej. — *Insecte fossile du terrain houiller* (La Nature, n-r 636, 1885 r.). — *Les insectes fossiles de l'époque carbonifère* (La Nature, n-r 1137, 1895 r.). — *Les insectes fossiles des temps primaires* (La Nature, n-r 1142 i 1147, 1895 r.).

utworzonego już przez H. Woodwarda i uważać za pokrewny naszemu jętkom.

W r. 1839 Brulli ogłosił ciekawą rozprawę p. t. „O pomocy jaką badanie owadów kopalnych może przynieść geologii.” Uważał on owady kopalne za prawie zupełnie identyczne z naszymi owadami. W r. 1842, a więc w lat 9 po odkryciu uczynionem w Anglii, Germar opisał cztery owady prostoskrzydłe (Orthoptera) z rodziny karaluchów (Blattidae), pochodzące z pokładów węglowych. W jedenaście lat później Goldenberg opisał niektóre odciski znalezione w pokładach węglowych w Sarrebrück.

W r. 1864 ukazały się prace Oswalda Heera, w 1865 Dohrna, w 1867 Coemansa i van Benedena. Odkrycia były rzadkie, ale dowodziły niezbicie istnienia owadów już w formacji węglowej i różnorodności grup.

Od r. 1868 coraz liczniejsze spotykamy prace nad tym ciekawym przedmiotem, który zajmuje w tym czasie Scuddera, Goldenberga, Preudhoma de Borre, Geinitza i Woodwarda. W zagłębiu węglowym Francji nie znaleziono jednak do owego czasu żadnych odcisków.

Dopiero w r. 1878 p. Fayol, ówczesny inżynier przy kopalniach w Commentry (Allier), później dyrektor generalny towarzystwa Commentry Fourchambault, przysłał p. Karolowi Brongniart wspaniały odcisk owadu kopalnego, który tenże opisał pod nazwą *Protophasma Dumasii* z powodu podobieństwa tego owadu do żyjącego obecnie rodzaju *Phasma*.

Odkrycie to pociągnęło za sobą inne, które pozwoliły poznać dokładniej i szczegółowiej faunę entomologiczną tego okresu, a w roku 1885 Scudder w Ameryce a p. Brongniart we Francji ogłosili wszystkie swoje spostrzeżenia nad tym przedmiotem.

Scudder streszczał poczynione dotąd odkrycia i opisywał nowe formy znalezione w Ameryce, p. Brongniart zaś, w ogłaszanych przez siebie studiach nad owadami znalezionymi w Commentry, wskazywał nowe typy i ustanawiał tymczasową klasyfikację.

Scudder opisuje znaczną liczbę gatunków przedstawionych przez odciski bardzo źle zachowane. Należy się wdzięczność temu niestrudzonemu badaczowi, za zapoznanie z ma-

teryalami, którymi rozporządzał i umiał z nich skorzystać.

Okazy z Commentry lepiej zachowane pozwoliły dokładniej poznać pokrewieństwo tych owadów. Badania nad nimi długie i trudne zostały uwieńczone pomyślnymi wynikami, które p. Brongniart ogłosił w dziele p. t. „Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une étude sur la nervation des ailes des insectes.” 1894 r.

P. K. Brongniart zbadał i porównał ze sobą około 1500 okazów, odtworzył z odróżnionych odcisków formy owadów współczesnych roślinom, które wytworzyły węgiel kamienny. Są niezbite dowody istnienia wielu gatunków owadów w okresie węglowym, które dają się rozdzielić na 4 grupy (rzędy): siatkoskrzydłych (Neuroptera), (właściwie prosiatnic [Pseudo-Neuroptera]), skoczogonów (Thysanura), prostoskrzydłych (Orthoptera) i równoskrzydłych (Homoptera). Scudder chciał podzielić owady kopalne odpowiednio do podziału owadów dzisiejszych, ale to tylko utrudniłoby klasyfikację. Owady okresu węglowego nie mogą należeć właściwie do żadnej z istniejących obecnie rodzin, choć z wieloma są ściśle związane.

Opisywano kilkakrotnie odciski owadów tęgopokrywych (Coleoptera), ale zawsze okazało się w końcu, że były to odciski pajaków lub ziarn roślinnych.

Przyjrzyjmy się naprzód siatkoskrzydłym (Neuroptera). Czem są dzisiejsze siatkoskrzydłe? Zdania co do tego nie zgadzają się. Jedni zaliczają do nich owady odbywające przemiany zupełne, których gąsienica różni się od owadu dojrzałego i przechodzi przez stan poczwarki. Do takich należą: zabarwieńcowate (Sialidae), wielbłądkowate (Rhaphididae), mrówkolwy (Myrmeleonidae), wojsilkowate (Panorpidae), chróścikowate (Phryganidae). Są to siatkoskrzydłe (Neuroptera) właściwe. Każdy zapewne zna lejki robione przez mrówkolwa w piasku. Na dnie tych lejków siedzą gąsienice, jajowate, o głowie uzbrojonej potężnymi żuwaczkami, czekając cierpliwie na zdobycz wpadającą do lejka. We właściwym czasie gąsienice kryją się w miejscu, gdzie żyły, w kolistę oprzędę, zrzucając skórę i przechodzą w poczwarki, z których wylatują owady o delikatnych siat-

kowatych skrzydłach, podobne trochę do ważek.

Gąsienica chróścika (*Phryganea*) żyje w wodzie i ma postać grubego, białego, miękiego waleczka, a dla osłony przed innymi owadami lub rybami otacza się pochwą z kawałczków drzewa, liści, z kamyczków lub nawet drobniutkich muszelek.

Wysształcony owad zbliża się do niektórych łuskoskrzydłych (*Lepidoptera*). Skrzydła ma pokryte łuskami lub włosami, nogi, a szczególnie części pyszczka przypominają bardzo mole. Z siatkoskrzydłymi (*Neuroptera*) niektórzy łączą w jeden rząd prosiatnice (*Pseudo-Neuroptera*). Są to owady, odbywające przemiany niezupełne, których gąsienice, wychodząc z jaj, są podobne do rodziców i dorastając nie przechodzą przez stan poczwarki. Do tej kategorii należą: widelnicowate (*Perlidae*), jętki (*Ephemeridae*) i ważkowate (*Libellulidae*). Według innych uczonych prosiatnice bardziej się zbliżają do prostoskrzydłych (*Orthoptera*) niż do właściwych siatkoskrzydłych (*Neuroptera*), czyli że ważki, jętki i widelnicowate bliższe są szarańczy, świerszcza, modliszki aniżeli zabarwieńcowatych, mrówkolwów, chróścików.

P. Brongniart nie podziela tego przekonania i sądzi, że siatkoskrzydło (*Neuroptera*) właściwe nie istniały w okresie węglowym, a tylko prosiatnice (*Pseudo-Neuroptera*) według jednych, a *Neuroptera pseudo-Orthoptera* według p. Brongniarta, i miały wówczas licznych przedstawicieli, dochodzących często do olbrzymich rozmiarów, gdyż niektóre z nich miały po 70 cm szerokości z rozłożonymi skrzydłami (siągu).

Kilka rodzin zbliżało się do ważek i widelnicowatych, nie można ich jednak za jedno uważać; wszystkie gatunki tych rodzin dziś już wcale nie istnieją i nie napotkano ich ani w warstwach drugorzędowych ani w trzeciorzędowych.

Autor musiał klasyfikować wszystkie okazy, a niedokładności odcisków utrudniały mu wielce zadanie.

Żeby rozklasyfikować owady kopalne trzeba było badać użyłkowanie skrzydeł u owadów żyjących, bo przeważnie skrzydła pozostały odciski, a wiadomo, że układ i użyłkowanie skrzydeł stanowią po części podstawę klasyfikacji. Trzeba było utworzyć na-

zwy gatunków, rodzin, a te nazwy greckie określają często charakter owadów.

Przyjrzyjmy się owadom najbardziej zbliżonym do dzisiejszych jętek (*Ephemeridae*). Któż nie zna tych delikatnych owadów o wysmukłym odwłoku i przejrzystych skrzydłach? Mają one wogóle po dwie pary skrzydeł—przednią, dobrze rozwiniętą, większą i tylną daleko mniejszą, często zupełnie zanikającą. Owady te są niewielkie; siąg ich wynosi do 5 cm. Gąsienice jętek żyją w wodzie i daleko dłużej niż dorosłe owady, które nie istnieją dłużej niż dzień jeden.

Zbliżone do jętek owady okresu węglowego są znacznie większe; siąg ich wynosi 6, 10, 15, 20, 30 do 50 cm. A mimo to nie są to jeszcze największe owady tego okresu. Do

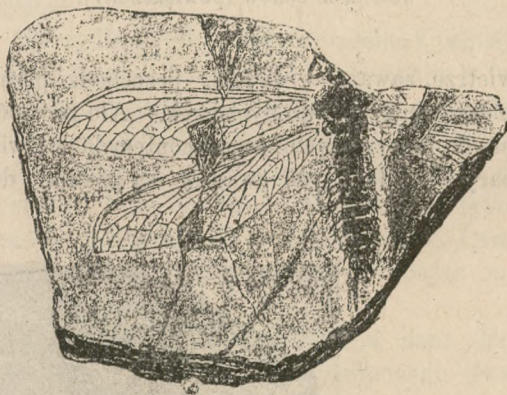


Fig. 1. Owad kopalny z rodziny *Megasecoptera* 2/3 naturalnej wielkości.

Megasecopterydae (owady ze skrzydłami o wielkich komórkach) p. Brongniart zaliczył owady duże o ciele wydłużonym, o wyraźnych trzech częściach tułowia, mające na bokach przedkarcza blaszki ostro zakończone, skrzydła o podłużnym użyłkowaniu, nogi średniej długości, a głowę dość dużą i oczy wypukłe, zaokrąglone lub wydłużone; odwłok walcowaty i wogóle zakończony dwiema nitkami, złożonymi z wielu stawów, jak u jętek. Niekiedy na bokach pierścieni odwłoka widać blaszki z rozgałęziającymi się w nich dychawkami. Blaszki te uważać można za skrzela dychawkowe (fig. 2, str. 476).

Owady, jak wiadomo, oddychają zapomocą dychawek, rurek rozgałęzionych po całym ciele i otwierających się nazewnątrz przez

otwory oddechowe czyli przetchlinki. Owady wodne, jak gąsienice jętek, nie posiadają przetchlinek, ale łuski na bokach odwłoka, w których się rozgałęziają dychawki. Po-

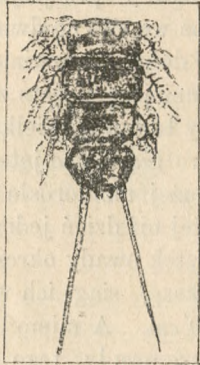


Fig. 2. Koniec odwłoka ze skrzelami dychawkowatymi z boków (powiększony).

wietrze, zawarte w wodzie, przechodzi przez blaszki lub łuski do dychawek. Ale powróćmy do opisywanych Megasecopterydae. Dwie pary skrzydeł tych owadów są podobne do

mi, wogóle o liniach falistych dość prawidłowych. Skrzydła były błoniaste, przezryste, lub jakby zadymione, przyczem między żyłkami pozostawały miejsca okrągłe, przezryste. Siąg skrzydeł tych owadów wynosił 6—16 cm. Fig. 3 przedstawia odcisk *Mischoptera nigra*, należącego do tej właśnie rodziny, $\frac{2}{3}$ naturalnej wielkości. Do Megasecopterydae p. Brongniart zalicza 8 rodzajów z 14 gatunkami. Z pomiędzy nich wymienimy: *Corydaloides Scudderi*, zasługującego na uwagę z powodu blaszek skrzeldychawkowych na bokach odwłoka.

Jak już wspomnieliśmy, za wyjątkiem *Pteronarcys*, tylko pewne gąsienice wodne posiadają skrzela dychawkowate. Nasz okaz kopalny jest już owadem dorosłym, a mimo to posiada takie skrzela.

Drugą rodzinę *Protephemeridae* stanowią owady mniejsze, choć podobne do poprzednich. Siąg ich wynosi 5 do 9 cm. Skrzydła podobne do siebie, prawie równej długości, nie zwężają się u podstawy jak skrzydła poprzedzającej rodziny. Żyłki są znacznie silniej rozgałęzione, a żyłeczki poprzeczne

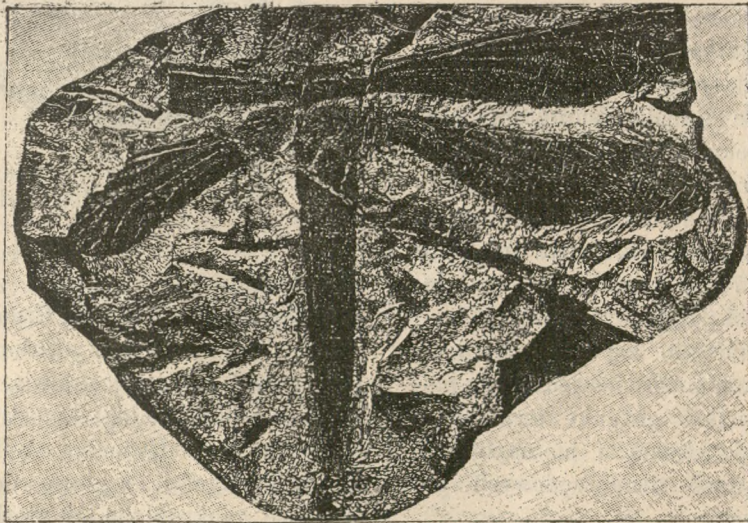


Fig. 3. Odcisk owadu *Mischoptera nigra* w $\frac{2}{3}$ wielkości naturalnej.

siebie, wydłużone, zwężone u podstawy, jak u wojsilkowatych (*Panorpidae*), rozszerzone ku środkowi, zmniejszające się i wygięte w tył na końcu, jak u *Corydalis*. Żyłki są mało rozgałęzione, dość oddalone między sobą i połączone zrzadka nitkami poprzeczne-

liczniejsze. Głowa jest mała, zaokrąglona, oczy wypukłe, kuliste. Śródkarcze i zakarcze są szerokie, zaokrąglone, a przedkarcze, krótsze i węższe, posiada u niektórych gatunków wyrostki, jak się zdaje szczątki skrzydeł. Jestto ciekawy wypadek, spoty-

kany u wielu gatunków różnych innych rodzin. Szczątki skrzydeł na przedkarczu wskazują, że w pewnym okresie, poprzedzającym okres węglowy, owady te miały po trzy pary skrzydeł. Już w okresie drugorzędowym nie spotykamy nawet szczątków skrzydeł na przedkarczu. Odwłok *Protephemeridae* jest dość gruby, złożony z dziewięciu wyraźnych pierścieni, na bokach których spotykamy często blaszkowate, ostro zakończone wyrostki, podobne do skrzeli dychawkowych niektórych gąsienic jętek i naszych *Corydaloidae*.

Owady te różnią się od dzisiejszych jętek dobrze rozwiniętymi dwiema parami skrzydeł i szczątkami trzeciej pary na przedkarczu. Dzisiejsze zaś jętki mają zaledwie pierwszą



Fig. 4. Owad kopalny z rodziny *Platypteryidae*, $\frac{1}{2}$ wielkości naturalnej.

parę skrzydeł silnie rozwiniętą drugą zaś znacznie słabiej.

P. Scudder odnalazł w pokładach dewońskich Nowego Brunświku podobne gatunki i opisał je. Ciekawym jest fakt, że jętki można zaliczyć do najdawniejszych owadów, gdyż pomimo znacznych różnic zachowały swój typ do dnia dzisiejszego.

Do rodziny *Protephemerydów* zaliczają 5 rodzajów, z których dwa dewońskie i 1 węglowy opisany przez Scuddera, a 2 węglowe przez p. Brongniarta opisane. Rodzaje te rozpadają się na 11 gatunków. Prócz tego zbliżają się do jętek *Platypteryidae* (o szerokich skrzydłach) i *Stenodictyopteryidae* (o delikatnej siatce na skrzydłach). *Platypteryidae* można zaliczyć do najciekawszych owa-

dów z okresu węglowego. Są to wogóle wielkie siatkoskrzydłe, z których najmniejsze mają 9 cm siagu, a niektóre 36—60 cm. Rodzina ta nie ma już dziś przedstawicieli, a najbliższa jest jętek, od których się jednak różni żyłkowaniem skrzydeł i rozwiniętą drugą, a raczej trzecią parą skrzydeł, bo i te owady posiadały szczątki skrzydeł na przedkarczu (fig. 4). Na nieszczęście zachowały się jedynie odciski skrzydeł. Na niewielu tylko okazach widzimy odcisnięte całe ciało pękate, o dużej głowie, krótkich kanciastych nogach i dwu włosach na końcu odwłoka. Szczątki skrzydeł na przedkarczu miały żyłki połączone delikatną siatką. Skrzydła śródkarcza i zakarcza są duże, zwężone ku tyłowi, a kiedyś zapewne były świetnie zabarwione, o czym świadczą piękne i różnorodne wzory, oznaczające stosunek tonów barwnych.

Skrzydła bywały zapewne ciemne z jaśniejszymi pasami lub plamami. Można by w tej rodzinie utworzyć kilka poddziałów ze względu na różność siatki skrzydeł, obfitość lub brak żyłeczek poprzecznych, prawidłowość i nieład w ich ułożeniu. Wymienimy tylko nazwy tych poddziałów: *Spilapteridae*, *Lampropteridae*, *Dictyopteridae*, niewdając się w szczegóły.

Fig. 5 (str. 478) przedstawia nam *Homioptera Woodwardi*, zmniejszonego dwa-nastę razy.

Czwartą rodzinę stanowią *Stenodictyopteryidae* o delikatnej siatce skrzydeł, niemające już dziś przedstawicieli, a zbliżone do dzisiejszych jętek. Ciało ich jest grube, głowa mała, śródkarcze i zakarcze są szersze od przedkarcza, posiadającego szczątki skrzydeł większe niż spotykane u *Protephemeridae* i *Platypteryidae*. Skrzydła śródkarcza i zakarcza mają kształt i użyłkowanie jednakowe. Żyłki są mało rozgałęzione, bardzo pooddalane od siebie i połączone bardzo delikatną i prawidłowo ułożoną siateczką. Nogi są krótkie i grube. Odwłok szeroki, dość długi z blaszkami skrzelo-dychawkowymi na każdym pierścieniu. Na ostatnim są dwa haczyki ku sobie zagięte. Przed odkryciami w Commentry znano już tę ciekawą rodzinę. Goldenberg opisywał odciski szczątkówskrzydeł pod różnymi nazwami, a Scudder zapoznał nas z gatunkiem amerykańskim, ale

rozporządzając tylko częściowymi odciskami nie mogli zdać sobie sprawy ze stosunku tych owadów do innych. Rodzina Stenodictyoperidae zawiera sześć rodzajów z 25 gatunkami.

(Libellulidae), a jeszcze prędzej tych, tak licznych w okresie jurajskim, których piękne odciski znaleziono w Solenhofen, w Bawaryi. Protodonatae dochodziły często olbrzymich rozmiarów, a jeden gatunek (Meganeura

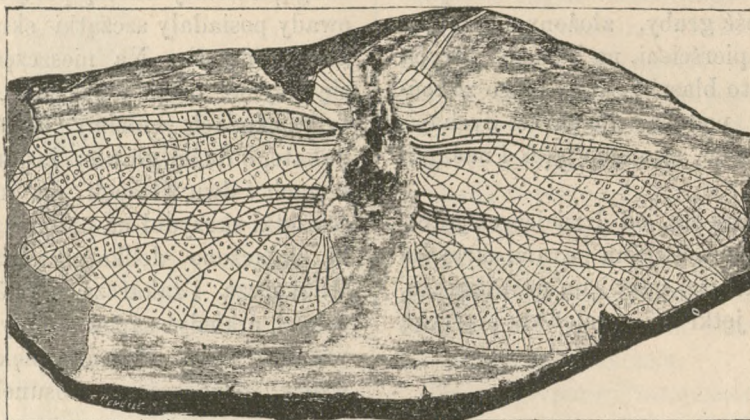


Fig. 5. Homioiptera Woodwardi, $\frac{1}{12}$ wielkości naturalnej.

Poznaliśmy dotąd bardzo ciekawe gatunki, należące do owadów Pseudo-Orthoptera, a pozostające w pewnym związku z jętkami (Ephemerae).

Monyi), dochodził 70 cm siągu (fig. 6). Mniejsze owady miały po 30,20 lub 15 cm.

Były to więc istne olbrzymy w porównaniu do dzisiejszych ważek (Libellulidae).

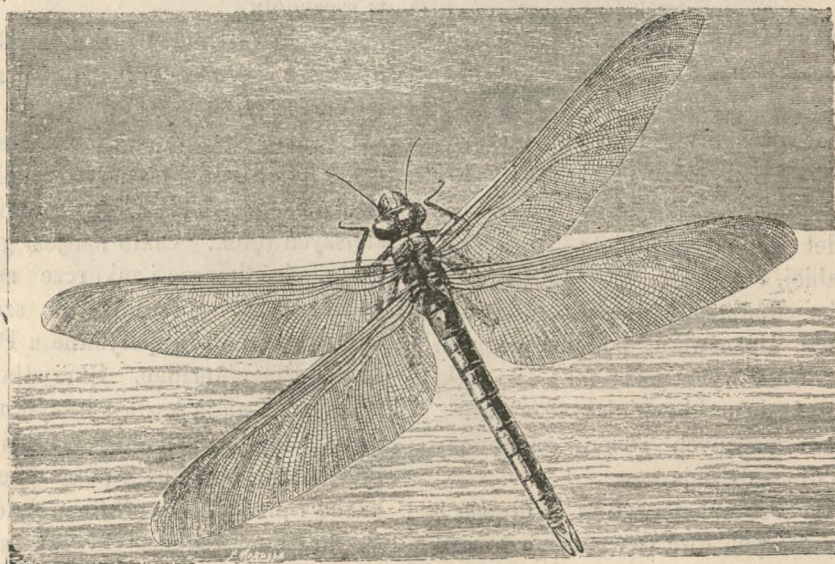


Fig. 6. Meganeura Monyi. 8 razy zmniejszony ($\frac{1}{8}$ nat. wielk.; restaurowany).

Przejdziemy teraz z kolei do owadów, które można ugrupować w dwie rodziny: Protodonatae i Protoperlidae. Protodonatae mogą być uważane za przodków naszych ważek

Do rodziny tej należy kilka rodzajów. Przyjrzyjmy się jednemu z nich, mianowicie rodzajowi Meganeura. Rodzaj ten posiada głowę dużą, opatrzoną olbrzymimi szczeka-

mi o ostrych zębach. Oczy są wielkie, zaokrąglone. Śródkarcze i zakarcze są równej wielkości i wyraźnie od siebie oddzielone, nogi silne, wydłużone, rowkowane, ozdobione rzędami sztywnych włosów. Udo i goleń każdej nogi są jednakowej wielkości. Trzecia para nóg jest dłuższa od innych. Dwie pierwsze pary są, wskutek krótkości przedkarcza, zbliżone do siebie i skierowane ku przodowi, jak to widzimy u ważek. Długość skrzydeł jest 5 lub 6 razy większa od ich szerokości, a użytkowanie przypomina bardzo ułożenie żyłek u naszych ważek. Do rodzaju *Meganeura* należą dwa gatunki: *Meganeura Monyi*, największy ze znanych owadów, po którym pozostały jedynie odciski skrzydeł i tułowia, oraz mniejszy: *Meganeura Selysii*, po którym pozostały odciski prawie całego ciała. P. Karol Brongniart zbliżył *Meganeura Monyi* do owadu, którego odcisk bez skrzydeł opisał w r. 1882 pod nazwą *Titanophasma Fayoli*. Wszystkie okoliczności nasuwają przypuszczenie, że *Titanophasma* należy do rodzaju *Meganeura*. Odcisk *Titanophasma* ma 28 cm długości i jest prawie w odpowiednim stosunku do skrzydeł *Meganeura Monyi*.

Do tej samej rodziny należą także *Protogryon Audouini* i *Campyloptera Eatonii* z *Commentry*, *Brodia priscotincta*, opisany przez Scuddera, a wreszcie *Ephemerites Rumkerti*, z którym nas zapoznał Seinitz. Ostatnią rodziną z rzędu *Pseudo-Orthopterae* jest rodzina *Protoperlidae*, po której, niestety, pozostały tylko odciski skrzydeł. Niektóre z tych owadów mają 13 cm siągu, niektóre tylko 3 cm.

Jak u naszych widelnicowatych (*Perlidae*) skrzydła są wąskie u podstawy i rozszerzają się ku brzegom. Cztery gatunki pochodzą z *Commentry*, a piąty był opisany przez Klivera.

Takie są *Neuroptera Pseudo-Orthoptera* okresu węglowego. Ze wspomnianych czterdziestu jeden rodzajów $\frac{1}{3}$ część jest nowych, a z 80-u gatunków 62 są nowoopisane. Owady te zbliżają się do jętek (*Ephemera*), ważek (*Libellula*) i widelnicowatych (*Perlidae*), które ulegają przemianom niepełnym i których gasienice żyją w wodzie.

(Dok. nast.).

A. Ś.

KRONIKA NAUKOWA.

— **Z elektrodów węglowych łuku Volty** powstaje pewna nieznaczna ilość tlenku węgla, jak tego dowodzą badania p. Gréhanta. Jeżeli lampka łukowa oświetla salę o małych wymiarach, jak to się dzieje np. w ciasnych izbach, gdzie stoją maszyny wytwarzające elektryczność, to wydzielanie się tego trującego gazu może wywołać u robotników zaburzenia dość poważne. Istotnie obserwowano już tego rodzaju wypadki, którym zapobiedz można tylko przez energiczne wentylowanie, uprowadzające natychmiast produkty spalania się węgla.

M. Fl.

— **Nowa teoria snu.** Ostatnie odkrycia Golgiego i Ramona y Cajala, którzy dowiedli, że komórki nerwowe jedynie stykają się wzajemnie swymi wyrostkami, lecz że te ostatnie bynajmniej jedne w drugie bezpośrednio nie przechodzą, już teraz powołały do życia szereg nowych hipotez co do mechanizmu pewnych zjawisk fizjologicznych oraz patogenetyzmu niektórych chorób. W 1894 roku Lépine wygłosił hipotezę, że zaburzenia nerwowe w sferze czuciowej i ruchowej histeryków są skutkiem niedostatecznego stykania się wyrostków komórek nerwowych. Wypowiedział on również pogląd, że sen jest spowodowany przez skracanie się wyrostków komórek kory mózgowej, tak, że komórki w ten sposób zostają izolowane. Teoria ta tłumaczy nam szybkość z jaką przechodzimy ze stanu czuwania do snu; zgadza się ona również z przyjętymi obecnie poglądami chemicznymi, podług których kurczenie się wyrostków zależy od zmian chemicznych w protoplazmie komórki. W ostatnich czasach M. Duval sformułował, w tych samych niemal słowach, histologiczną teorię snu, lecz oparł ją na ogólniejszych podstawach. Z początku autor czyni uwagę, że to, co nazywamy ośrodkiem odruchowym nie jest komórką, lecz punktem zetknięcia się wyrostków komórek nerwowych. Każdy czynnik, który wywiera wpływ na drodze odruchowej, działa nie na komórkę samą, lecz na jej wyrostki. Można powiedzieć, że czynniki powyższe działają na zakończenia wyrostków komórki tak samo, jak np. kurara działa na obwodowe zakończenia nerwów: jedne czynniki, jak związki bromu, działają uspakajająco na układ nerwowy przez to, że przerywają komunikację pomiędzy komórkami nerwowymi, inne, jak strychnina, wzmacniają tę komunikację i przez to podniecają układ nerwowy. Przyzwyczajenie, wprawa, wychowanie wreszcie sprawdzają taki rozwój rozgałęzień wyrostków nerwowych, że stykanie się wzajemne komórek może

zachodzić nader szybko; w taki sposób dałyby się objaśnić niektóre czynności automatyczne. Lecz zachodzi kwestya, jak się odbywa to stykanie wyrostków komórek, jak się one zbliżają lub oddalają od siebie? Duval przypuszcza, że zależy to od ameboidalnych ruchów wyrostków komórkowych; pod wpływem pewnych czynników mogą się one zbliżać do siebie, stykać się ściślej na większej przestrzeni. Do czynników takich należy alkohol, sprowadzający silne podniecenie, lub umożliwiający większe niż zwykle natężenie pracy umysłowej. Podczas snu komórka nerwowa, zdaniem autora, znajduje się w spoczynku i jest wtedy, podobnie jak ameba, jeśli się tak wyrazić można, skulona; wyrostki jej są skurczone. Jeżeli u śpiącego człowieka podrażnimy zlekka stopę, to, skoro podrażnienie to dojdzie do wyrostków komórki nerwowej, te ostatnie wydłużą się, zetkną z innymi, nastąpi odruch. Gdy podrażnienie to będzie silniejsze, wyrostki wydłużą się bardziej, nastąpi nie tylko odruch, lecz i przebudzenie. Duval przypomina wreszcie, że dawniej już Azoulay znalazł przy ogólnym para-

liżu z osłabieniem umysłem zanik wyrostków w niektórych komórkach nerwowych.

(Rev. scientif.).

Mps.

— **Bakterye kopalne.** P. Renault, który wykazał obecność *Bacillus butyricus* w pokładach formacji węglowej, znalazł znów dwa nowe gatunki *Micrococcus* (*M. Guinardi* i *M. hymenophagus*) w górnych ogniwach tej samej formacji; a inną bakterją (*Bacillus vorax*)—w dolnych pokładach (Kulm). Krzemienie z tej formacji (z Esnot i Regny) zawierają liczne okazy tego lasecznika 12—15 mm długie i 2 mm szerokie. Obok *B. vorax* w tych samych pokładach znajdują się także okazy *M. Guinardi*. W ten sposób są to najstarsze z odkrytych dotąd bakterij kopalnych.

(La Nature).

B. D.

Buletyn meteorologiczny

za tydzień od 17 do 23 lipca 1895 r.

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

Dzień	Barometr 700 mm +			Temperatura w st. C.					Wilg. śr.	Kierunek wiatru Szybkość w metrach na sekundę	Suma opadu	U w a g i.
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
17 S.	50,9	50,9	51,0	16,4	20,4	17,9	22,2	12,5	53	W ⁵ , W ⁵ , O	—	
18 C.	51,5	50,7	49,9	14,4	21,6	19,0	23,1	11,6	50	O, O, E ²	—	
19 P.	49,8	48,6	46,9	19,1	25,8	21,7	26,0	13,7	47	SE ⁵ , SE ⁷ , S ³	—	
20 S.	45,9	47,0	48,9	19,5	19,7	17,4	23,8	16,3	82	SE ³ , W ³ , NE ³	8,2	☒ I-szy grzmot o 10 ⁵⁵ a. m.
21 N.	49,0	47,9	47,0	17,2	24,2	21,4	25,5	14,7	61	SW ⁵ , SW ⁷ , SW ⁵	0,0	● krótkotr. o 4 ⁰⁰ p. m.
22 P.	46,1	46,4	46,7	24,0	21,6	20,6	29,0	18,3	72	S ⁷ , W ³ , O	1,4	● w nocy.
23 W.	46,0	48,0	49,7	17,9	18,8	18,2	22,0	17,0	83	NW ³ , W ³ , W ³	7,7	● w ciągu dnia kilkakr.
Średnia	48,4			18,3					64		17,3	

T R E Ś Ć. Prawo Webera, przez d-ra W. Heinricha. — Krańce temperatury, przez Ludwika Brunera. — Owady kopalne z okresu węglowego. Według Karola Brongniarta; przez A. Ś. — Kronika naukowa. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca A. Ślósarski.

Redaktor Br. Znatowicz.