

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rub. 8, kwartalnie rub. 2.

Z przesyłką pocztową: rocznie rub. 10, półrocznie rub. 5.

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

Redaktor Wszechświata przyjmuje ze sprawami redakcyjnymi codziennie od godz. 6 do 8 wiecz. w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: MARSZAŁKOWSKA Nr. 118.

ZWIERZĘTA OLBRZYMIE Z EPOK MINIONYCH.

(Według prof. M. BOULEA¹⁾).

I.

Od najdawniejszych czasów umysł ludzki interesował się wielce pochodzeniem ogromnych kości, jakie tu i owdzie wykopywano z ziemi. Nie umiano jednakże zrozumieć właściwego ich znaczenia: do ostatnich prawie czasów, bo aż do początku ubiegłego stulecia wierzone, że są to kości olbrzymich ludzi, którzy zamieszkiwali ziemię w dawnych czasach, a których my jesteśmy skarłowaciałymi potomkami.

Wzmianki o tem znajdujemy u pisarzy różnych czasów i różnych narodowości. Homer w Iliadzie uskarża się na zmniejszenie się siły i wzrostu u współczesnych mu ludzi. Owidyusz w swych „Przemianach“ przeistacza takich olbrzymów w martwe skały. Swetoniusz opowiada, że cesarz August lubił przyozdabiać domy w swych posiadłościach wiejskich przedmiotami niezwykłymi, któ-

re się odznaczały wielkością, albo też rzadkością, jak „kości olbrzymów i zbroje bohaterów“. Tyberyusz, dowiedziawszy się o znalezieniu w jednej części państwa rzymskiego olbrzymich zębów, posłał tam natychmiast znakomitego geometrę Pulcheryusza, „żeby określił wielkość i kształt twarzy bohaterów“, którzy posiadali takie zęby.

Wzmianek takich możnaby było przytoczyć znacznie więcej z historii starożytnej. Wyrażone w nich poglądy przetrwały przez całe wieki średnie, a nawet znaczną część czasów nowożytnych. Wystarczy tu parę przykładów.

11 stycznia 1713 r. odkryto w Delfinacie (Dauphiné) olbrzymie kości, które stały się przedmiotem licznych sporów wśród współczesnych medyków i chirurgów. Jeden z nich, niejaki Mazurier, nabył je na własność i obwoził po Francji, pokazując z powodzeniem za pieniądze, jako kości Teutobocchusa, króla cymbrów, który wojował z Maryuszem. Spotkanie się w Bordeaux z trupą teatralną Molliërea było zgubnem dla tego pomysłowego lekarza, gdyż nie mógł wytrzymać z nią konkurencji i publiczność przestała się zajmować kośćmi króla Teutobocchusa. Mazurier złożył je na strychu swego domu, gdzie znaleziono

¹⁾ Według odczytu, drukowanego w „Revue générale des Sciences“ nr. 19 z r. 1902.

je następnie, przewieziono do ogrodu zoologicznego w Paryżu (Jardin des Plantes) i określono, jako szczątki mastodonta. Znajdują się one tam i dzisiaj.

W tym samym mniej więcej czasie odkryto w kamieniołomach w Oeningeme (w Szwajcaryi), szkielet kopalny, który lekarz Scheuchzer, jeden ze światlejszych umysłów swego czasu, opisał, jako należący do człowieka współczesnego potopowi (*Homo diluvii testis*), gdy w rzeczywistości był to szkielet olbrzymiej salamandry.

Nie będziemy więcej mnożyć przykładów. Te, któreśmy przytoczyli, wystarczą najzupełniej, aby wykazać, jak wielce obchodziła naszych przodków sprawa pochodzenia tych olbrzymich kości i z jaką naiwnością zapatrywali się na te przypadkowe odkrycia paleontologiczne. I dziś ciekawość jest nie mniejsza co do ich pochodzenia, ale współczesna nauka posiada środki do właściwego jej zaspokojenia.

Od czasu jak wielki Cuvier, twórca paleontologii, odgadł prawdziwą naturę zarówno kości *Teutobocchusa*, jak i szkieletu Scheuchzera, nauka ta zrobiła olbrzymie postępy. Dziś nie poprzestajemy na zbadaniu skamieniałości, odkrytych przypadkowo, lecz prowadzimy prawidłowe poszukiwania, a materiału dostarcza nam nie tylko Europa, jak dawniej, lecz cały obszar kuli ziemskiej. Ze znajdujących oddzielnie kości składamy nieraz z wielkim trudem i wielkimi kosztami całe szkielety, a zręczni i sumienni artyści oddają się specjalnym studjom nad anatomią zwierzęcą, żeby następnie móżdżek odtwarzać ze znalezionych szczątków kopalnych całą postać zwierząt zaginionych.

Dzięki tym wszystkim pracom i odkryciom jesteśmy dziś w możności wyrobić sobie pewne pojęcie o wspaniałym, a częstokroć dziwnym wyglądzie, jaki posiadał świat zwierzęcy ubiegłych epok.

Tutaj zajmiemy się rozpatrzeniem w kolejnym następstwie ich ukazania się najbardziej godnych uwagi olbrzymich zwierząt z tych dawno minionych czasów.

Przyglądając się im w tym porządku, dojrzymy wyższą harmonię tam, gdzie na pierwszy rzut oka zdaje się panować jedynie nieskończona różnorodność. Paleontologia jest nauką historyczną, dążącą do wykazania, że kolejne zmiany w świecie ożywionym powiązane są ze sobą węzłami logicznymi, a rozwój wszystkich organizmów odbywał się według zasady postępu i doskonalenia się.

II.

Przez cały prawie czas trwania okresu paleozoicznego, czyli pierwszorzędownego, najdłuższego, bez wątpienia, ze wszystkich, państwo zwierzęce reprezentowały formy niższe, zwierzęta bezkręgowce, pozbawione szkieletu kostnego. Zaledwie ku końcowi tego okresu ukazują się pierwsze ryby i pierwsze płazy oraz gady. Były to formy przeważnie nie duże i olbrzym tych czasów pierwotnych *Actinodon*, miał długości tylko 1,20 m.

Postęp zarówno pod względem liczebności, jak i rozwoju gatunków następuje dopiero w okresie mezozoicznym (drugorzędownym), przyczem na pierwszy plan wysuwają się tutaj gady, które różnicują się w najrozmaitsze kształty i dobiegają potężnych rozmiarów.

W Europie w najniższych (triasowych) pokładach z tego okresu znaleziono jedynie zagadkowe ślady stóp jakichś zwierząt, jaszczurów żabowatych (*Labyrinthodon*), szkieletów ich atoli nie odzyskano dotychczas.

Znaleziono zato niedawno gady z tych czasów w innych częściach świata. W Afryce południowej w pokładach triasowych z Karoo odkryto szkielet *Pareiasaurusa* (fig. 1), który obecnie znajduje się w Muzeum paleontologicznym w Paryżu. Było to duże zwierzę, na niskich nogach, z potężnymi pazurami, o ogólnym pokroju płazów, ale o cechach mieszanych, gdyż posiadało z jednej strony kręgi dwuwklęsłe, jak ryby, z drugiej zaś niektóre szczegóły w budowie kości ramienia oraz podniebnych zbliżały je do ssących.

Również mieszane cechy przedstawia gad *Cynognathus*, którego szczątki znaleziono tak samo w tryasie z Afryki południowej: czaszka jego sprawia najzupełniej wrażenie czaszki dużego psa albo niedźwiedzia, posiada bowiem zęby zróżnicowane na siekacze, kły i trzonowe, dalej ma ona dwa kłykiec potylicowe, a szczęka dolna zestawia się prawie bezpośrednio z czaszką, tak słabo rozwinięta jest kość kwadratowa. Ale zato tu szczęka dolna składa się nie z jednej kości, jak u ssących, lecz z kilku.

Pierwsze gady z początków okresu mezozoicznego nie imponowały tak dalece rozmiarami; w dalszym atoli jego przebiegu, stworzenia te wysunęły się na pierwszy plan i pod względem liczebności oraz różnorodności gatunków odgrywały w ówczesnym świecie taką rolę jak obecnie ssące.

Wśród gadów mezozoicznych znajdujemy gatunki zarówno morskie, jak i lądowe, a nawet powietrzne, uzdolnione do lotu.

Do najdawniej i najlepiej poznanych gadów wodnych należą tak zwane smoki morskie: rybojaszczury (*Ichthyosaurus*) i węzójaszczury (*Plesiosaurus*). Zamieszkiwały one morze epoki liasowej, która nastąpiła bezpośrednio po tryasie. Przedstawiały zaś dziwną mieszaninę cech anatomicznych.

Cuvier w ten sposób wyraził się o nich: „rybojaszczury posiadały pysk delfina, zęby krokodyla, głowę i mostek jaszczurki, nogi wielorybów, ale w ilości dwu par, a nie jednej, kręgi wreszcie—

rybie; węzójaszczury miały również nogi wielorybie, głowę jaszczurki i długą węzową szyję... były to, może, zwierzęta, najbardziej oddalające się od znanych typów ze wszystkich mieszkańców pierwotnego świata“.

W ostatnich latach znaleziono całkowite szkielety rybojaszczurów i węzójaszczurów z doskonale zachowanymi odciskami skóry tak, że obecnie można dokładnie odtworzyć zarysy ich ciała oraz kształty płetw.

Dosięgały one 10 m długości, a były groźnymi mięsożercami. Zdobycz nie łatwo mogła ujść ich wzroku, gady te bowiem posiadały wielkie i potężnie zbudowane oczy, które pozwalały im dostrzedz ofiary zarówno zblizka, jak i zdaleka, które umiały doskonale wysledzić je wśród ciemności nocnych, jakie panują w głębinach morza. Osobliwość tych oczu stanowiły płytki kostne, podpierające twardówkę.

Rybojaszczury były, praw-

dopodobnie, zwierzętami żyworodnymi, znajdowano bowiem niejednokrotnie małe w ich jamie brzusznej. Możliwą zaś jest rzeczą, że zarówno one jak i węzójaszczury pochodziły od gadów lądowych, które przystosowały się do życia wodnego tak jak dzisiejsze foki wśród ssących.

Również drapieżne, ale jeszcze groźniejsze, bo większe, przekraczające nieraz 20 m długości, były *Mososauria* tak nazwane dla tego, że pierwszy okaz zbadany przez Cuviera, znaleziony został na brzegach Mozy. Z kształtu przypominały one nieco węże, ale miały dwie

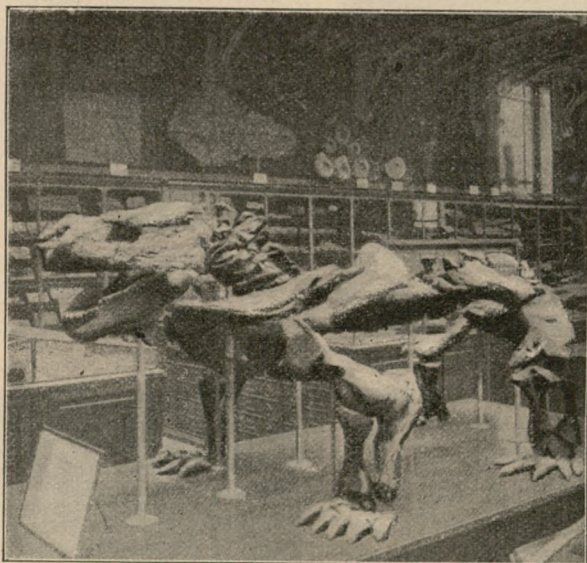


Fig. 1. Szkielet *Pareiasaurusa*.

pary kończyn płetwowych i potężne drapieżne uzębienie. Szczególniej liczne szkielety tych gadów znaleziono w Ameryce: prof. Marsh opowiada, że w jednym miejscu znalazł szczątki 1400 okazów Mososauria.

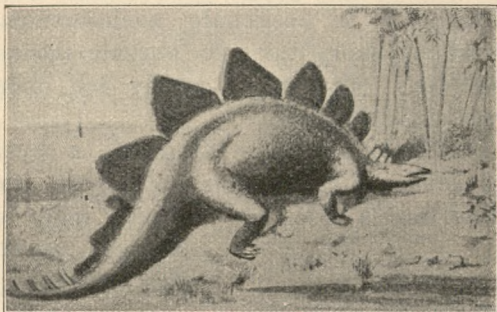


Fig. 2. Stegosaurus.

Gady lądowe z okresu mezozoicznego były bardziej jeszcze dziwaczniejsze od wodnych; nadano im nazwę dinosaurów (Dinosauria), co znaczy strasznych jaszczurów, strasznych smoków.

Nie wszystkie zresztą były istotnie straszne, bo gdy jedne osiągały prawdziwie imponującej długości 20 a nawet 30 m, inne nie były wcale większe od lisa, a niektóre zaledwie dorównywały kotowi; gdy jedne miały obyczaje drapieżne, inne były łagodnymi, roślinożernymi stworzeniami. Niektóre miały równomiernie rozwinięte obie pary kończyn, większość atoli posiadała przednie kończyny mniej lub więcej skrócone i chodziła tylko na tylnych; niektóre skakały nawet, jak kangury dzisiejsze. Ogólną zaś cechą wszystkich dinosaurów było ich mniej lub więcej wyraźne pokrewieństwo z ptakami, tak że należy je uważać za formy przejściowe od gadów do ptaków. Szczególnie wybitnie widać to pokrewieństwo w budowie miednicy i kończyn tylnych: miednica jest silnie wydłużona, co jest właściwością ptaków i nie spotyka się u innych gadów; kręgi krzyżowe występują w większej liczbie, niż u gadów i są ze sobą zrośnięte i t. p.

Ameryka szczególnie obfituje w dinosaury. Znany paleontolog Marsh, który

zajmował się bardzo starannie zbadaniem tej grupy, odróżnia wśród nich aż 7 rzędów; jeden z nich liczy 14 rodzajów, każdy zaś obejmuje mniejszą lub większą liczbę gatunków.

Z dinosaurów, chodzących na 4 nogach wspomniemy tu najpierw Brontosaurusa, czyli smoka grzmiącego. Miał on około 16 m długości i 20 tonn wagi, potężny ogon, długą cienką szyję i śmiesznie cienką głowę; na nogach posiadał rodzaj kopyt, karmił się roślinami, a całą broń jego stanowił wyłącznie olbrzymi wzrost.

Jeszcze większym od niego był również roślinożerny i bezbronny Atlantosaurus, który osiągał 25 m długości. Zato Stegosaurus (fig. 2), mniejszy (10 m), a również roślinożerny gad, miał wzdłuż grzbietu potężny grzebień z ogromnych płytek kostnych, który stanowił dlań znakomitą ochronę od napastników. Pysk jego uzbrojony był rogowym dziobem, jak u ptaków.

Europa posiadała także swoje dinosaury. Klasycznym miejscem ich znajdowania się jest Bernissart w Belgii, skąd

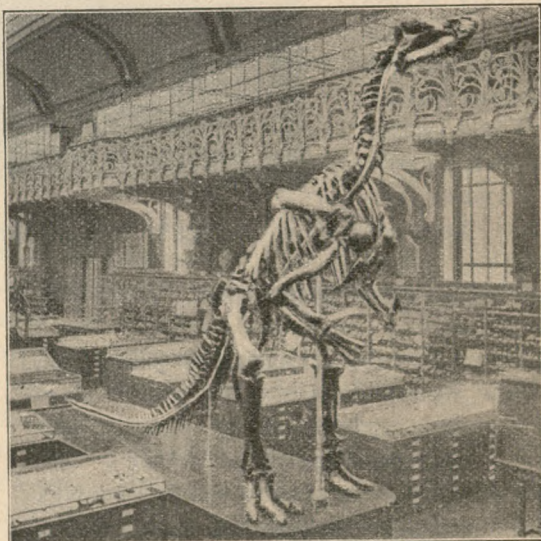


Fig. 3. Szkielet iguanodona.

wydobyto kilka całkowitych szkieletów iguanodonów (fig. 3). Zwierzęta te osiągały 5 m wysokości, miały krótkie kończyny przednie, które mogły służyć jedynie jako organ chwytny lub do

obrony, chodziły zaś wyłącznie na tylnych, nadzwyczaj silnie rozwiniętych i potężnych. Do podpierania się służył im nie mniej silny ogon. Iguanodony karmiły się również roślinami.

Wszystkie te smoki roślinożerne posiadały olbrzymie ilości zębów; u jednego z nich paleontolog amerykański Cope naliczył w jednej tylko szczęce 2072 zęby; wszystkie te zęby były najzupełniej jednakowe.

(CDN)

B. Dyakowski.

ST. KOPCZYŃSKI.

ŻYCIE MOWY.

(Dokończenie).

Niesłychanie zajmującą i ciekawą jest sprawa powstania mowy ludzkiej. Rozwiązanie tego zagadnienia zaprzętało umysł człowieka przez szereg wieków. Długi czas widział on w mowie ludzkiej pierwiastek boski, tajemniczy, wierzył w zaklęcia magiczne, słowa sakramentalne. Już jednak i w starożytności obok dziecinnych zapatrywań na tę kwestyę, spotykamy poglądy, odpowiadające w zupełności naszym. Heraklit uważa wyrazy za cienie przedmiotów, w których odbijają się one, jak liście, drzewa, skały odzwierciedlają się w kryształowej tafli wód. Według Epikura i Demokryta ludzie, urabiając mowę swą, szli bezwiednie za głosem natury; w końcu zaś ukształtowali ją po porozumieniu się między sobą. Lukrecyusz, wielki poeta i filozof, dowodził, że istnieje analogia zasadnicza w środkach wyrażania uczuć u człowieka i zwierząt i że mowa ludzka rozwinęła się powoli i stopniowo wskutek usiłowań i prac całych pokoleń. Właściwe jednak światło na początki mowy rzuciły dopiero badania uczonych wieku 18 i 19, zajmujących się językoznawstwem porównawczem i wygłoszona przez wielkiego biologa genialna teoria rozwoju.

Badania filologów i lingwistów nad rozwojem języków, nad ich wzajemnymi stosunkami wykazały, że wszystkie istniejące dziś bogate, z urobieniem literackim języki powstały stopniowo z daleko prostszych narzeczy drogą rozwoju naturalnego, że dziś jeszcze istnieją w różnych częściach świata plemiona z nadzwyczaj ubogą mową, w której poniekąd odzwierciedlają się warunki naszej mowy pierwotnej, Kiedy większy pisarz nowoczesny używa w swych pracach kilkunastu tysięcy wyrazów (Goethe np. używał 20 000 wyrazów, Szekspir 15 000), człowiek z wyższem wykształceniem używa ich 3 do 4-ch tysięcy, a słownik wielu ludów dzikich lub nieukształconego człowieka nie przewyższa kilkuset wyrazów. Według Lubbocka niektóre plemiona amerykańskie nie posiadają wyrazu na oznaczenie pojęcia „kochać”. Buszmani nie posiadają w swoim języku imion własnych; liczą tylko do dwu, o większej liczbie mówią „wiele”. Niektóre plemiona brazylijskie nie posiadają wyrazów na oznaczenie pojęć: kolor, dźwięk, płeć, duch i t. p. A kilka plemion zamieszkujących wyspę Ceylon posiada tylko wyrazy, potrzebne do określenia przedmiotów, najbardziej uderzających w oczy, przytem często uciekają się do dziwnych omówień. Taylor twierdzi, że u wielu ludów, posiadających szczupły zapas słów, porozumienie się bez gestykulacji jest niemożliwe. Chcąc rozmówić się ze sobą w nocy, zapalają ogniska. Nawet podkład fizyologiczny mowy u wielu ludów jest znacznie uboższy, niż u nas: Badania lingwistów wykazały, że niektóre plemiona Afryki nie posiadają w swym alfabecie spółgłoski *r*, mieszkańcy Polinezyi nie mają w swoim narzeczu spółgłoski *s*, peruwiańczycy nie wymawiają sześciu liter naszego alfabetu i nie posiadają w swym języku żadnej spółgłoski złożonej. Nadzwyczaj ubogim w dźwięki mowy jest lud w Nowej Zelandyi, który nie wymawia 12 głosek alfabetu naszego.

Badania nad pokrewieństwem i urabianiem się języków wykazały, że tysiąc

ich z górą, jakie dziś są odróżniane, można sprowadzić do szczupłej liczby kilkudziesięciu rodzin, pomiędzy którymi trudno wynaleźć jakiegokolwiek podobieństwo. Dociekania filologów nad jedną mową pierwotną, z której rozwinęłyby się inne, choć nie doprowadziły do zamierzonego celu, przyniosły jednak ogromną korzyść, wyświetlając wiele zawiłych kwestyj, dotyczących rozwoju umysłowego ludzkości. W mowie ludów, w różnych jej warstwach, niby w pokładach ziemi czytać można historię danego plemienia: jest to żywa kronika paleontologiczna, opłacająca czytelnikowi sowicie za jej przestudyowanie.

Z badań tych wynika, że pierwotne języki nie posiadały żadnych form gramatycznych, spajających oddzielne wyrazy i zdania. Język pierwotny nie różnił tego, [co dziś nazywamy częścią mowy. Każdy wyraz zawierał pierwiastkowo znaczenie zdania, sądu; przypominał on najniższe twory zwierzęce, które będąc pojedynczemi komórkami, stanowią jednocześnie całe organizmy. Dopiero z tej niezróżnicowanej protoplazmy w ciągu wieków stopniowej ewolucji rozwinęły się wszystkie „części mowy“.

Dziś jeszcze istnieje cały szereg języków, które nie posiadają żadnych form gramatycznych, konjugacji i deklinacji.

Uczeni filologowie dzielą wszystkie języki na trzy wielkie grupy: Pierwszą grupę stanowią języki, składające się z wyrazów jednosylabowych; w językach tych niema części mowy, a stosunki gramatyczne odtwarza odpowiednia intonacja, z jaką te wyrazy się wymawiają, i to lub inne umiejscowienie wyrazu w zdaniu. Za przykład takiego języka służyć może język chiński. Są to t. zw. języki odosobniające.

Do drugiej grupy należą t. zw. języki zlepiające (aglutynacyjne); w nich mamy do czynienia z wyrazami wielozgłoskowemi, w których pierwiastki zlały się z wyrazami, oznaczającemi stosunek między nimi. Za wzór takich języków służyć mogą turecki i węgierski.

Wreszcie najdoskonalszą grupę języ-

kową stanowią t. zw. języki fleksyjne, w których stosunek między wyrazami oznaczają zmiany w samych wyrazach. Deklinacje i konjugacje cieniują w wysokim stopniu znaczenie wyrazów.

Istnienie współczesne dość wysoko rozwiniętych języków pierwszej i drugiej grupy nie świadczy bynajmniej przeciwko temu, że ostatnia grupa przeszła w swym rozwoju pierwsze dwie fazy, jak nie świadczy przeciw rozwojowi istot wyżej uorganizowanych z twórców jednokomórkowych wielką liczbą obecnie istniejących pierwotniaków.

Według badań uczonych języki nazywać możemy organizmami naturalnymi, które niezależnie od woli człowieka rozwijają się, rozrastają, starzeją wreszcie i umierają wedle pewnych praw określonych. Studyjąc języki, obserwować w nich można cały szereg zjawisk, noszących zwykle miano życia.

I języki, niby organizmy żyjące, staczają między sobą walkę o byt: wędrowniki narodów, podboje, małżeństwa mieszane wpływają na zmianę języka; formy przejściowe znikają, jedno narzecze rozpowszechnia się kosztem drugiego, niektóre nawet wymierają zupełnie.

Najwięcej jednak badania filologów przyczyniły się do wyświecenia zajmującego nas zagadnienia przez to, że wykazały mniej lub więcej ściśle znaczenie i charakter pierwiastków językowych. Okazało się bowiem, że jak liście powstają z gałęzi, gałęzie z pnia, pień z korzeni, tak wszystkie najrozmaitsze wyrazy danego języka lub danych grup językowych sprowadzić się dadzą do t. zw. pierwiastków, które według jednych badaczy mogą być „ogółoceniami z powłok jądrami całej rodziny słów“, według innych „wyrazami archaicznymi“, lub „czcionkami fonetycznymi“.

Liczba tych pierwiastków w każdym najbogatszym języku da się wyrazić trzema cyframi. Język chiński posiada ich 500, sanskryt, z którego powstały niemal wszystkie języki indoeuropejskie, według Maksa Müllera liczy ich 121. Co do ich natury, to uczeni do dziś jeszcze prowadzą gorące spory i dysku-

sye. Większość jednak badaczy widzi w nich uogólnienia najniższego stopnia, dotyczące nazw czynności lub przedmiotów; wszyscy zgadzają się na to, że o ile rozwój języka uważać będziemy za wskaźnik rozwoju umysłowego danej grupy ludzi, to pierwiastki przenoszą nas w epokę nadzwyczaj ograniczonego myślenia i bądź co bądź stanowią znakomity dowód, w jaki sposób człowiek formował wyrazy. Znaczna bowiem liczba tych pierwiastków oznaczających rzecz, czynność, lub stan uczuciowy człowieka ze wszystkich wyrażen najlepiej w dźwięku swoim ideę o nich odtwarza. Właściwą jednak ocenę tych zapatrywań dała nam dopiero teoria rozwoju.

Kiedy w połowie zeszłego stulecia Darwin wypowiedział genialną myśl, że cała mnogość jestestw, pokrywających ziemię naszą, powstała nie wskutek doraźnych, bezpośrednich aktów twórczych, lecz drogą powolnego stopniowego przeobrażania się i rozwoju, że człowiek, ów pan i król stworzenia, zajmuje jedynie najwyższy szczebel w wysokiej drabinie istot żyjących, z wielu stron posypały się gorące protesty i zarzuty. Najpoważniejszymi z nich zdawały się być te, które dotyczyły mowy człowieka. Mowę uważano za twierdzą dla zwolenników ewolucji niemożliwą do zdobycia. Pojmowali to dobrze zarówno twórcy genialnej teorii, jak i jego zwolennicy, i poczęli ze wszech stron gromadzić materiały dowodowy dla poparcia i uzasadnienia tez swoich. Przedewszystkiem wyzyskano prace etnografów, lingwistów i filologów nad językami ludów, stojących na najniższych szczeblach kultury, wykazano całą prostotę ich budowy, odzwierciedlającą ubóstwo ich myśli, głównie jednak badacze zwrócili uwagę na rozwój stopniowy umysłowości u zwierząt, na sposoby, w jakie niżej uorganizowane istoty wyrażają swe myśli i uczucia. Już Darwin w badaniach swych wykazał, że wyraz uczuć u człowieka i u zwierząt w bardzo wielu przypadkach jest jednaki, że śmiech, płacz, rumieniec, dalej tak urozmaicoua mimika twarzy, gestykulowanie rękoma, wzru-

szanie ramionami stanowią t. zw. ruchy ekspresyjne, które w ciągu długiego szeregu tysiącleci rozwinęły się z prostszych i pierwotniejszych ruchów ekspresyjnych, właściwych zwierzętom. Syczenie, plwanie, warczenie, krzyk, chrząkanie, gruchanie, stroszenie się piór, jeżenie się włosów i t. p. służą niemniej do wyrażania różnych stanów uczuć zwierzęcia. Przedstawiają one w wielu razach znakomity środek obrony i często odpowiadają celowi: krzyk przestrachu przywołuje matkę, krzyk wściekłości odstrasza nieprzyjaciela, odciąganie warg dolnych i obnażanie kłów, co dzisiaj i człowiek czyni w stanie wściekłości i gniewu.

U człowieka te ruchy ekspresyjne najwyższy swój wyraz znalazły w mowie. Gdy ruchy ekspresyjne, jak płacz, śmiech i t. p. służą przeważnie do wyrażania afektów, ruchy mowy służą do wyrażania tej niezliczonej liczby czuć, obrazów i wyobrażeń, jakie stanowią treść myślenia. Lecz rozwinęła się mowa nasza według wszelkiego prawdopodobieństwa z tonów czyli krzyków, i z giestów. Język tonów i giestów był językiem pierwotnym człowieka, służył do wzajemnego porozumienia się, przytem tony tak były zespolone z gestami, że bez nich początkowo nie miały żadnego znaczenia. Ze znaków gestykulacyjnych przypuszczalnie rozwinęły się formy gramatyczne. Znaczenie gestykulacji i mimiki dla mowy ludów, będących na niskim poziomie umysłowym, było ogromne. I dziś jeszcze osoby, nie znające wzajemnie mowy, uciekają się do tego języka giestów, który jest przedewszystkiem mową głuchoniemych. Że mowa giestów jest bardzo uboga, że nie pozwala wyrażać pojęć oderwanych i w ten sposób ogranicza bardzo rozwój umysłowy upośledzonego przez naturę człowieka, jest rzeczą jasną. Bo doprawdy, czyż choć jedną stronicę dzieł Kanta udałoby nam się przetłumaczyć na język giestów! Badania uczonych nad t. zw. „znakowaniem“ u zwierząt, zwłaszcza obdarzonych większą inteligencją: pszczoł, mrówek, psów i t. p., wykazały, że ten sposób wzajemnego porozumiewania się

jest u nich wysoko rozwinięty. Wspomnę choćby o znanym powszechnie fakcie, kiedy pies lub kot, chcąc wskazać nam miejsce katastrofy, pociągają nas za odzież. Dużo odpowiednich przykładów przytacza w swych znakomitych pracach uczony angielski Romanes. Czy jednak zwierzę uświadamia sobie, że dany znak służy mu jako symbol do porozumiewania się z towarzyszami, tego twierdzić nie możemy.

Emisja głosu, krzyki, jako wyraz przeróżnych stanów uczuciowych, jest wspólny człowiekowi i zwierzętom. Nie raz kojarzy się on ściśle z mimiką i gestykulacją. Człowiek np. wyraża uczucie bólu zarówno przez jęki, jak i przez jednoczesne krzywienie się twarzy, radość przez śmiech i podskoki. Podkład fizjologiczny do wydawania krzyków również w świecie zwierzęcym jest bardzo podobny do tego, jaki posiada człowiek. Że ten sposób, a nie inny, drogą wiekowej ewolucji rozwinął się w środek wzajemnego porozumiewania się między ludźmi, fakt ten także znaleźć może objaśnienie. Głos posiada pod tym względem dużo widocznych zalet. Przewszystkiem użytkowywa on mechanizm, który do innych celów nie jest zdolny, i pozwala na swobodne korzystanie z innych narządów, a zwłaszcza z rąk. Dalej, najmniejsze różnice głosu dostępne są zmysłowi słuchu z odległości, z której ruchy stają się niewidzialnymi.

W jaki jednak sposób z beładnych krzyków i tonów rozwinęła się członkowania i śpiewna mowa, na to pytanie rzecz prosta odpowiedź dać nie tak łatwo. Wyrazy, niestety, nie mogą nam opowiedzieć historii własnych narodzin. Uczeni, badając tę kwestyę, przewszystkiem zwrócili uwagę na te zwierzęta, u których organ głosu najbardziej jest rozwinięty, a następnie na to, czy w tym chaosie beładnych krzyków i tonów zwierzęcych dadzą się uchwycić jakieś reguły i prawa. Prof. Häcker z Jeny w wydanej niedawno rozprawie przedstawia wyniki dwudziestoletnich swych badań nad podkładem anatomicznym i biologicznym głosu ptaków śpie-

wających. Dowodzi on, w jaki sposób monotonne krzyki i nawoływania ptaków rozwinęły się stopniowo w precyzyjną melodię i tony śpiewne, jakie znaczenie w tym względzie miał dobór płciowy, chęć samców przypodobania się samicom, utrwalenie znaków rozpoznawania się wzajemnego w tym samym gatunku lub dwu odmiennych płci i t. d. Istnieje dużo zajmujących badań nad ptakami gadającymi, u których poraz pierwszy w świecie zwierzęcym spotykamy zdolność członkowania, artykułowania dźwięków. Być może, gdyby owe ptaki gadające posiadały inteligencją psów, lub małp, powiedziałyby nam bardzo dużo. Badano wielokrotnie język najinteligentniejszych małp; przekonano się o bogactwie i urozmaiconych sposobach, jakimi wyrażają one swe myśli i uczucia. Kilka lat temu pewien badacz amerykański osiedlił się w lasach, by za pomocą fonografów studyować język tych zwierząt i przekonał się, że posiadają one specjalne dźwięki na wyrażenie przeróżnych swych stanów uczuciowych, że, odtworzając sztucznie te dźwięki, można wywoływać w tych zwierzętach odpowiednie stany uczuciowe.

Niektóre zwierzęta posiadają w wysokim stopniu dar naśladowania innych, w celu wabienia ofiar. Hyena podobno do złudzenia umie naśladować krzyk jagnięcia.

I u człowieka pierwotna mowa dźwięków posiadała znaczenie wyłącznie odruchowe. Przeróżne stany uczuciowe za pomocą istniejącego już narządu głosowego znajdowały swój wyraz w tonach i dźwiękach, z których powoli, stopniowo, w ciągu całego szeregu tysiącleci rozwinęła się zdolność członkowania czyli artykułowania samogłosek i spółgłosek, mająca za podstawę fizjologiczną—przerwę w dźwiękach głosowych. Takie jest największe uogólnienie t. zw. teorii wykrzyknikowej powstawania mowy. Uczeni, między innymi zwłaszcza Romanes, dobitnie zaznaczają, że zdolność człowieka artykułowania czyli członkowania dźwięków jest wytworem względnie bardzo późnym, że

inteligencya jego rozwinęła się znacznie zapomocą gestów, tonów, że w zaraniu istnienia człowieka, jako gatunku, musiał istnieć t. zw. Homo alalus, człowiek niemy, który żył gromadnie, mógł wyrażać zapomocą gestykulacji i dźwięków głosowych swe stany uczuciowe, swe myśli i wyobrażenia. Z tych dźwięków głosowych, które były poniekąd wyrazami zdaniowemi, rozwinęła się stopniowo mowa członkowana.

Oprócz wykrzykników, które, przedstawiając odruchy fizyologiczne, zostawały w bezpośrednim związku z odbieranemi wrażeniami, człowiek, idąc za swym popędem naśladowczym, wydawał inne głosy, stanowiące pierwociny wyrazów, mianowicie, starał się naśladować dźwięki, słyszane w naturze. Ta teoria t. zw. onomatopei, czyli naśladowania dźwięków, nie powinna być brana zbyt szeroko. Lecz nie ulega wątpliwości, że przez bliższą analizę pierwiastków wyrazowych, zwłaszcza dotyczących nazw zwierząt, przekonywamy się, że bardzo wiele z nich w swem brzmieniu doskonale odtwarza już to szmery, towarzyszące pewnym zjawiskom w naturze, już to dźwięki, wydawane przez zwierzęta.

Badacze języka i psychologowie w ostatnich czasach skierowali swą uwagę na rozwój mowy dziecka; sądzili oni, że jak embryolog odczytuje dzieje morfologiczne gatunku w skrócie, dostarczonem przez rozwój osobnika, czyli podobnie jak ontogenia odtwarza filogenię, tak i w rozwoju mowy dziecka uda się odczytać rozwój mowy w rasie. Z niesłychanie zajmujących obserwacji, dokonywanych przez tych badaczy najczęściej nad własnymi dziećmi, nad tymi małymi lingwistami, jak ich nazywa Sully, wynika, że rozwój mowy u dziecka poniekąd przedstawia analogią z rozwojem mowy u człowieka pierwotnego.

Dziecko, jak wiemy, przychodzi na świat z krzykiem, który jedni nazywają „śpiewem tryumfalnym wciąż trwającego życia“, inni „jękiem i skargą na męki i cierpienia życiowe“, a który właściwie jest odruchem, spowodowanym przez

zmianę warunków otoczenia dziecka. Wkrótce jednak zauważyć można pewne zróżnicowanie w krzyku dziecka. Głos jego inaczej brzmi, kiedy dziecku głód dokucza, inaczej gdy mu się pić chce, lub gdy mu zimno. Doświadczona matka z brzmienia głosu poznaje z pewnością, co dokucza jej skarbowi i odpowiednio do tego zaspakaja jego życzenia. Dziecko początkowo własnego krzyku zapewne nie słyszy. Jednak dla wyrażenia swych pierwotnych potrzeb znajduje gotowy mechanizm, który wywołuje taki efekt, że żądania jego są zaspakajane. Dalej poczyną ono modyfikować swoje dźwięki głosowe w celu uzyskania zadowolenia swych potrzeb. I tu właśnie widzimy najpierwotniejsze zespolenie różnych ośrodków czuciowych w mózgu z ośrodkiem ruchowym mowy. Tu leżą pierwociny rozwoju mowy.

Krzyk następnie przechodzi w bełkotanie. W okresie tym dziecko tworzy nieskończoną liczbę głosek, które badaczów mowy wprost w podziw wprawiają, następnie wydaje spółgłoski, zaczyna zwykle od wargowych i wykazuje dążność do zdwajania sylab. Nie jest to jednak mowa we właściwym znaczeniu tego wyrazu. Jest to poniekąd przygotowanie do odtwarzania słyszanych dźwięków i wyrazów.

Dziecko słyszy tysiące słów, wymawianych w jego obecności, lecz dopiero stopniowo nabywa zdolności rozróżniania nie tylko grubych dźwięków akustycznych, lecz i delikatnych różnic dźwięków mowy. Stopniowo uczy się ono rozumieć słyszane wyrazy, kojarzy je z przedmiotem, lub okolicznością, która wywołuje jego powtarzanie. Powoli podniety słuchowe wywołują obrazy wzrokowe i naodwrot, rozwijają się ośrodki mowy. Rozumiejąc dźwięki wyrazów, wymawianych przez inne osoby, dziecko nie potrafi ich jeszcze używać. Powoli uczy się ono łączyć oddzielne dźwięki z właściwą czynnością głosu, potrzebną do ich wydawania. Dziecko powtarza słyszane wyrazy bezpośrednio lub w podobnych okolicznościach. w jakich je słyszało poprzednio, łączy poję-

cia z wyrazami i wstępuje w okres mowy samodzielnej, niesłychanie naiwnej i jednocześnie niesłychanie interesującej. Podobieństwo pierwszego okresu mowy dziecka do mowy człowieka pierwotnego polega głównie na braku wszelkich form gramatycznych, na używaniu wyrazów, oznaczających zdania całe i na szerokiem zastosowaniu analogii. Poza-tem jednak, ponieważ dziecko żyje w środowisku, gdzie istnieje już gotowa gramatyka form językowych, gdzie istnieje tradycja mowy, te fazy pierwotne w rozwoju zostały znacznie skrócone w porównaniu z takimiż fazami, jakie według badań przechodziła rasa ludzka.

Na pytanie, czy dziecko łatwiej uczy się mowy ojczystej niż obcej, odpowiedzieć musimy przecząco. Dziecko przychodzi na świat z gotowym mechanizmem artykulacyjnym, ze zdolnością do mowy członkowanej, bez względu na to, pod jaką postacią będzie mu ona podawana z zewnątrz. A ukochanie mowy ojczystej, ukochanie przyrodzonego drgnięcia warg własnych, które nawet dzieci czynić może bohaterami chwili, zależy od tradycji mowy, od tej treści, jaką nam ona podaje, i od kojarzenia jej brzmienia z najdroższymi dla nas wspomnieniami.

* * *

Jeżeli teraz jeszcze uprzytomnimy sobie, z jak nikłych początków rozwinęła się mowa ludzka, jak stopniowo i powoli z chaotycznych krzyków, uzupełnianych gestami, kształtowała się niewyczerpana skarbnica wyrazów, które najzawilszą myśl, najsubtelniejsze uczucie, najlotniejszy utwór fantazyi oddać są zdolne, to staniemy przed tem zjawiskiem pełni podziwu i namaszczenia. Czem jest dziś zwłaszcza słowo, jak potężnem jest jego działanie na duszę ludzką, zbyt cennymby było dowodzić. Na drodze jednak powolnej ewolucyi, ciąglego urabiania się języka w każdej rasie, w każdym narodzie zjawiają się genjusze, mocarze myśli i słowa, którzy rozwój mowy danego narodu na szybsze posuwają tory. Grają oni wtedy na du-

szach współziomków, nad którymi rząd i panowanie zdobywają, niby na strunach lutni swojej. wyśpiewują i wypowiadają wszystko, co zechcą i jak zechcą. Słowa ich to grzmia jak piorun, to dźwięczą jak harfa eolska, to jęczą jak rozbijałe w powietrzu dzwony pogrzebowe, a ci, co ich mowy słuchają, bezwiednie dążąc usiłują coraz wyżej ku ideałom ludzkości.

JAMES DEWAR.

HISTORIA ZIMNA I ZERA ABSOLUTNEGO.

Streszczenie mowy wygłoszonej na otwarciu zjazdu British Association w Belfaście w r. 1902.

(Ciąg dalszy).

Cała sprawa zupełnie inną przyjęła postać z chwilą, gdy lord Kelvin, po oznaczeniu mechanicznego równownika ciepła przez Joulea, zwrócił uwagę na wielkie zasady podane w dziele Carnota i zastosował je do metody absolutnej mierzenia temperatury, metody niezależnej od własności jakiegokolwiek poszczególnej substancyi. Zasada głosi, że maszyna doskonała wyda jednakową ilość pracy w każdej części skali termometrycznej, jeżeli różnica w temperaturze źródła ciepła i chłodnicy wyraża jeden stopień według tejże skali. Przyjmując te same punkty stałe, co i w termometrze stustopniowym, i dzieląc przestrzeń między niemi na sto nowych stopni, przekonano się, że zarówno na tej przestrzeni, jak i w innych częściach skali dostępnych doświadczalnie, nowe stopnie ledwie o minimalne ilości różniły się od podziałek termometru powietrznego Regnaulta. Zero nowej skali oznaczono na tej zasadzie, że gdy temperatura chłodnicy będzie zero, wydajność doskonałej maszyny będzie równą równownikowi mechanicznemu dostarczonego ciepła. Stąd obliczono, że zero leżeć będzie o 273 stopnie poniżej temperatury zamarzania wody, wynik zgodny z wypro-

wadzonym na podstawie badania własności gazów. Wielki postęp stanowi wykazanie zapomocą praw termodynamiki, że nie tylko zero temperatury istnieje, lecz nawet, że musi ono leżeć o 273° poniżej punktu zamarzania. Ponieważ nikt nie kuśił się o podkopanie podstawy teoretycznej i doświadczalnej, na której opiera się skala termodynamiczna lorda Kelvina, należy uznać za zasadniczy fakt naukowy istnienie określonego zera temperatury.

W roztrząsaniach powyższych chemicy opracowali teoretycznie temperatury, do których doświadczalnie nawet zbliżyć się nie mogli. Cullon, nauczyciel Blacka, nauczył, jak obniżyć temperaturę zapomocą parowania ciał lotnych, jak eter, pod działaniem pompy powietrznej, późniejsze zaś doświadczenia Leolie i Wollastona rozszerzyły tę samą zasadę. Davy i Faraday wyczerpali większość rozporządzalnych podówczas środków, skraplając mniej lotne gazy, a jednocześnie Davy zwrócił uwagę, że dałyby się one zużytkować do wytwarzania większego zimna drogą szybkiej ich zamiany powrotnej w stan gazowy. Chemików wszakże zatrzymywał brak jakiegoś potężnego i dostępnego czynnika, któryby wytwarzał temperatury znacznie niższe od już osiągniętych. Brakowi temu zaradził Thilorier, który w r. 1835 otrzymał ciekły dwutlenek węgla w znacznych ilościach, a później odkrył szczęśliwie, że ciecz ta skutkiem szybkiego parowania może zamarzać w śnieg. Faraday niebawem wyzyskał ten nowy i potężny czynnik; zmniejszając ciśnienie, obniżył temperaturę wrzenia z -78° do -110° C, i do roku 1844 w tej niskiej temperaturze i ciśnieniu skroplono wszystkie gazy, wyjąwszy trzy elementarne: wodór, azot, tlen, i trzy złożone: tlenek węgla, gaz błotny i acetylen. W dwadzieścia pięć lat po pracach Faradaya Andrews próbował zmienić stan nieskroplonych przedtem gazów, stosując wyższe ciśnienia niż poprzednicy. Badania te potwierdziły dawniejsze doświadczenia Natterera i wykazały, że z wzrastającym ciśnieniem gazy stają się

proporcjonalnie mniej ściśliwe. Jednocześnie Regnault i Magnus dokonali swych ścisłych badań nad prawami Boylea i Gay-Lussaca, a Joule i Kelvin w roku 1862 ogłosili szereg nader doniosłych doświadczeń nad „działaniem termicznym cieczy w ruchu“ i z działania termicznego gazów przechodzących pod ciśnieniem przez porowate przegrody wyciągnęli poważne dane do studyów nad wzajemnem oddziaływaniem cząsteczek gazu. Nikt wszelako nie starał się wystudyować zachowania się jakiego gazu, dającego się skraplać, w różnych temperaturach. Uczynił to w roku 1869 Andrews, którego odczyt o „ciągłości gazowego i ciekłego stanów materii“ stanowi epokę w nauce. Andrews dostrzegł, że w ciekłym dwutlenku węgla, ogrzany powyżej 31° , niknie wyraźnie wklęsła powierzchnia, która uprzednio stanowiła granicę między cieczą a gazem, całą zaś przestrzeń zajmuje płyn jednolity, w którym w razie szybkiego zmniejszenia ciśnienia lub też obniżenia temperatury! ukazują się szczególne ruchliwe prążki, spowodowane znacznymi lokalnymi różnicami gęstości. Powyżej 31° C nawet pod ciśnieniem 400 atmosfer nie można wywołać rozpadu na dwa odrębne stany materii. Tę właśnie temperaturę, która stanowi granicę skraplania się gazów, Andrews nazwał krytyczną, wykazał, że jest ona stałą i właściwą dla każdego poszczególnego ciała, i że odpowiada jej zawsze pewne stałe oznaczone ciśnienie. Tak Andrews określił dwie stałe, temperaturę i ciśnienie krytyczne, które za punkt wyjścia dla dalszych badań posłużyły, i dowiódł doświadczalnie, że „stan ciekły i gazowy są to tylko dwa różne stadya jednego stanu materii i materia może przechodzić z jednego w drugi drogą ciągłej przemiany“.

Po świetnych badaniach Andrewsa liczni badacze, z van der Waalsem, Willardem Gibbsem, Amagatem na czele, zwrócili się ku teoretycznemu roztrząsaniu poruszonych przezeń kwestyj. Punktem wyjścia było studyum van der Waalsa „o ciągłości stanów gazowego

i ciekłego“, wydane w r. 1873, a pełne nowych i doniosłych idei, które okazały się nader pomocnymi w badaniach doświadczalnych i kierowały trudnym zadaniem skroplenia najoporniejszych gazów.

Jednym z największych tryumfów teorii van der Waalsa jest fakt, że wartości dla stałych krytycznych i punktu wrzenia wodoru, przez Wróblewskiego teoretycznie wyprowadzone z zachowania się tego gazu w temperaturach znacznie od krytycznej wyższych, są nader zbliżone do osiągniętych doświadczalnie.

Śmiało twierdzić możemy, że gdyby odkryto choćby w małych ilościach gaz nawet cztery razy bardziej od wodoru lotny, po zbadaniu jego własności w niskich temperaturach obliczylibyśmy mogli najważniejsze jego cechy w stanie ciekłym, choćby nawet otrzymanie cieczy było praktycznie niemożliwym. Chyba tylko cykl Carnota był równie owocnym dla odłamku wiedzy, badającego ciągłość materii, jak teoria van der Waalsa. Dzięki Andrewsowi, van der Waalsowi i innym teoria znacznie wyprzedziła doświadczenie. Moglibyśmy obliczać i przepowiadać pewne prostsze cechy charakterystyczne ciekłego tlenu, wodoru lub azotu, nawet ze znacznym przybliżeniem, zanimelibyśmy otrzymali którykolwiek z tych gazów w stanie ciekłym i sprawdzili teorię doświadczalnie. Najbardziej drażniącym było to, że jakkolwiek chemik ufa zasadniczym podstawom swej teorii, pewien jest jednakże, że w miarę zbliżania się do zera absolutnego pozna zjawiska, które wywołają zmianę i udoskonalenie formuł, które zupełnie ściśle odpowiadały znanym poprzednio faktom.

Jak przed laty siedemdziesięciu chemicy oczekiwali jakiego środka do osiągnięcia temperatury o 110 stopni poniżej punktu topliwości lodu, tak przed dziesięciu laty szukaliśmy środków, aby o 100 stopni poniżej się posunąć. Trudności wszakże wzrastają raczej w stosunku geometrycznym niż arytmetycznym; uprzytomnimy je sobie, zwracając

uwagę, że utrzymanie powietrza ciekłego w atmosferze zwykłego laboratorium byłoby analogicznym usiłowaniami skroplenia pary wodnej w temperaturze białego żaru zapomocą narzędzi i w otoczeniu mającemu równie wysoką temperaturę. Najważniejszym było nie wytworzenie zimna, lecz zachowanie go, gdyż w zwykłych warunkach znika ono pod działaniem znacznie cieplejszego otoczenia. Zwykłe opakowania ze złych przewodników ciepła na nic się nie zdały, gdyż są nieprzezroczyste i niedogodne.

W roku 1892 wpadło mi na myśl, że urządzenia przed dwudziesty już laty do kalorymétrów stosowane a na badaniach Dulonga i Petita nad promieniowaniem oparte, mogą równie dobrze zabezpieczać ciała zimne od ogrzewania się, jak ogrzane — od stygnięcia. Spróbowałem tedy przechowywać gazy w naczyniach o podwójnych ścianach, między którymi wytworzono możliwie najdokładniej próżnię. Z doświadczeń wynikło, że powietrze ciekłe parowało pięć razy wolniej, niż w podobnym naczyniu, z którego nie wypompowano powietrza, gdyż wypompowanie zmniejszyło znacznie przenoszenie ciepła przez gaz drogą konwekcyi. W dodatku naczynie takie można zabezpieczyć również od ciepła promienistego, srebrząc grubo ścianki wewnętrzne; zmniejsza to dopływ ciepła do jednej szóstej ilości pierwotnej. Razem próżnia i posrebrzanie zmniejszają dopływ ciepła do trzech procentów ilości pierwotnej. Takie naczynia są tem lepsze, im doskonalszą jest osiągnięta próżnia, a zimno jest jednym z najlepszych środków do jej osiągnięcia. Należy tylko wypełnić przestrzeń, w której próżnię otrzymać zamierzamy, jaką łatwo skraplającą się parą i zamrozić ją następnie w zbiorniczku, połączonym z naczyniem i łatwo dającym się odeń odłączyć. Zaletę tej metody stanowi możliwość obchodzenia się bez pompy powietrznej, a teoretycznie niema granic dla stopnia otrzymanej próżni. Działanie jest bardzo szybkie, gdy używamy pary wodnej, rtęci lub benzolu, a powietrza ciekłego jako oziębiacza. Gdy zaś mamy do czynienia

z ciałem równie lotnem jak wodór, nie ma potrzeby napełniać naczynia parą, gdyż samo powietrze zastępuje wówczas jej miejsce. Wodór ciekły, zbierany w naczyniu o podwójnych ścianach, między którymi znajduje się powietrze, zamraża je natychmiast i wytwarza nader doskonałą próżnię. Gdybyśmy zaś mogli zbierać ciecz wracając w temp. 5 stopni skali absolutnej, kolistą przestrzeń między ściankami naczynia moglibyśmy napełnić wodorem, który zamarzlby i pozostawił próżnię. Naczynia o podwójnych ścianach robią się rozmaite, a są one tem pożyteczniejsze, im z niższymi temperaturami mamy do czynienia; są one w powszechnem użyciu; przewieziono w nich ciekłe powietrze w poprzek Ameryki.

We wczesnych doświadczeniach Picteta i Cailleteta otrzymywano oziębienie zapomocą nagłego rozszerzania oziębionego i zgęszczonego uprzednio gazu; Pictet wytwarzał prąd gazu, wypuszczając go z naczynia, Cailletet natomiast—bardzo szybkie adiabatyczne rozszerzanie w mocnej rurze szklanej. Żaden z tych sposobów nie dawał możliwości otrzymania gazów w stanie ciekłym, lecz obadwa dawały nader cenne wskazówki częściowego skroplenia gazów, uwidocznione przez tworzenie się nikłej mgły. Linde zauważył, że kombinacja prądu silnie zgęszczonego gazu z regeneratywnem oziębieniem tegoż musi doprowadzić do skroplenia; udało mu się istotnie zbudować maszynę, na tej właśnie zasadzie opartą i wytwarzającą powietrze ciekłe nawet do przemysłowego użytku.

Podstawę maszyny Lindego stanowi zjawisko Kelvina i Joulea. Badacze ci wykazali, że skutkiem przyciągania molekularnego temperatura gazów przechodzących pod ciśnieniem przez porowate przegrody lub maleńkie otwory, obniża się zależnie od różnicy ciśnień i w stosunku odwrotnym do drugiej potęgi temperatury absolutnej, tak że wobec jednakowej różnicy ciśnień spadek temperatury jest tem większy, im temperatura jest niższą. Wodór był jedynym gazem,

który nie wykazywał oziębienia w warunkach powyższych, przyczyną zaś tej anomalii jest, że dla każdego gazu istnieje stała temperatura, w której zjawisko Kelvina i Joulea zostaje odwrócone: w temperaturach wyższych następuje ogrzewanie, w niższych oziębienie gazu. Według van der Waalsa temperatura, w której zachodzi odwrócenie, jest $6\frac{3}{4}$ raza wyższej od krytycznej. Skuteczność systemu Lindego polega na operowaniu bardzo zgęszczonymi gazami w temperaturze niższej od tej, w której zachodzi odwrócenie zjawiska Kelvina i Joulea, i temperatura ta zastępuje poniekąd krytyczną, która jest decydującą, gdy drogą zwykłą skraplamy gazy bezpośrednio stosując specjalne ciekłe czynniki oziębające. Obadwa te systemy dają dobre wyniki, gdy stosujemy je w pewnych temperaturach, lecz granica, w jakiej temperatura może się wahać, jest znacznie szerszą w razie stosowania metody Lindego. Inaczej ma się rzecz wszakże, gdy zamiast otrzymywać oziębienie skutkiem pracy wewnętrznej, wykonywanej przez przyciąganie cząsteczek gazu, zmuszamy gazy zgęszczone do wykonywania pracy zewnętrznej, jak w znanych naczyniach powietrznych Kirka i Colemana. Obadwaj ci wynalazcy zaznaczali, że, dopóki krążący gaz się nie skropi, obniżenie temperatury, jakie dać może podobna maszyna, nie zna granicy. Teoretycznie jest to zrozumiałem, że maszyny podobne mogą utrzymywać bardzo niskie temperatury, i to przy nieznacznym nakładzie pracy, lecz praktyczne trudności są bardzo wielkie. Maszyna Colemana przez całe godziny dostarczała powietrza o temp. -83° , lecz dalej posunąć się Coleman nie potrafił. Niedawno p. Claude w Paryżu udało się tak skutecznie działać z podobną maszyną, że otrzymał litr ciekłego powietrza na godzinę i konia parowego, zużytego na pędzenie maszyny. Wydajność ta jest dwa razy wyższa od wydajności maszyny Lindego, a nie mamy powodów wątpić, że z czasem nastąpią dalsze udoskonalenia. Niewątpliwie wszakże w niedalekiej przyszłości najekonomicz-

niej wytwarzać będziemy ciekłe powietrze i wodór zapomocą maszyn wytwarzających zimno skutkiem wykonywania pracy mechanicznej.

Otrzymanie powietrza ciekłego zapomocą metod powyższych, było szczególnie ważnem i ciekawem dla fizyka z tego powodu, że dawało ono środki, umożliwiające rozwiązanie znacznie trudniejszego zadania—skroplenia wodoru, i wzniecało nadzieję, że wodór ciekły da się zastosować do skraplania ciał jeszcze bardziej lotnych, pomijając już, że skroplenie wodoru jest nader ważnym krokiem na drodze zbliżania się do zera absolutnego. Wodór był tem ciekawszy, że z badania jego własności i stosunków chemicznych wyłonił się pogląd, że w stanie ciekłym lub gazowym wykaże on cechy metali. Przekonanie, że wodór jest prawdopodobnie członkiem grupy metali stało się prawie powszechnem, szczególnie po pięknym odkryciu Grahama, że pallad może pochłaniać kilkaset objętości wodoru zachowując przytem swój połysk i ogólne cechy metalu. Tylko mój wybitny poprzednik, prof. Odling innego był zdania. W „Podręczniku chemii“ wydanym w 1861 roku, zaznacza on, że wodór tworzy równie liczne, ważne i typowe związki chlorowcowe jak zasadowe; stąd wniosek, że jest to pierwiastek z istoty swej neutralny lub przejściowy i że nie należy spodziewać się, aby wodór ciekły lub stały posiadał cechy metaliczne.

Ta szczególna przepowiednia sprawdziła się w trzydzieści siedem lat później. Inne ciekawe przypuszczenie zrobił Dumas w liście do Picteta, mówiąc, że najbardziej do wodoru zbliżonym metalem jest magnez i że prawdopodobnie obadwa pierwiastki posiadają jednakową objętość atomową.

Później w roku 1872 Newlands układając pierwiastki w peryodyczne grupy, uważał wodór za najniższego członka rodziny chlorowców; Mendeleeff w późniejszej swej klasyfikacji pomieścił wodór w grupie metali alkalicznych, Johnstone Stoney zaś łączy go z metalami ziem alkalicznych i z magnezem.

Z tej różnicy zdań wynika niemożność wyciągnięcia wniosków ostatecznych co do własności fizycznych wodoru ciekłego lub stałego, a jedynym środkiem do osiągnięcia prawdy było prowadzić w dalszym ciągu badania nad niskimi temperaturami dopóki nie udadzą się starania skroplenia wodoru. Ostatecznie w roku 1898 udało mi się to.

Wodór ciekły dostarczył istotnie znakomitej ilustracji do powszechnie znanej prawdy, że żadne teoretyczne przewidywania, choćby pozornie przez analogią uzasadnione, nie mogą być ostatecznie uznane, dopóki doświadczenia ich nie potwierdzą. Wodór ciekły jest bezbarwny, przezroczysty i posiada nader ciekawe własności. Posiada on wyraźnie określoną granicę, jest łatwo widzialny, ruchliwy, zważywszy, że jego napięcie powierzchniowe wynosi zaledwie jedną trzydziestą piątą napięcia wody, a jedną piątą—powietrza ciekłego. Ciecz ta nie przewodzi elektryczności i jest pewnie zlekka diamagnetyczna. W porównaniu z taką ilością powietrza ciekłego wymaga on pięć razy mniej ciepła do wyparowania; ciepło natomiast właściwe jest dziesięć razy większe, niż powietrza ciekłego, a pięć razy—niż wody. Godnym uwagi jest współczynnik rozszerzalności cieczy, prawie dziesięć razy większy niż gazu; jest to najłżejsza ciecz znana, czternaście razy lżejsza od wody; najłżejszą zaś poprzednio znaną cieczą był ciekły gaz błotny, sześć razy od ciekłego wodoru gęstszy. Jedyne ciało stałe, jakie pływa w wodrze ciekłym—to rdzeń bżowy. Ciekły wodór jest najzimniejszym znanym dotychczas ciałem: pod ciśnieniem atmosfery wre on w temp. —252,5°, czyli 20,5 stopni absolutnych. Temperaturą krytyczną jest 29° absolutnych, a prężność krytyczna—zaledwie 15 atmosfer. Para wodoru wznosząca się z cieczy jest prawie tak gęsta jak powietrze—czternaście razy gęstsza niż wodór w zwykłej temperaturze. Zmniejszenie ciśnienia przez wypompowanie obniża temperaturę do —258°; w razie dalszego wypompowywania temperatura spada do —260°, t. j. do 13° absolutnych.

Można otrzymać również wodór w postaci przezroczystego lodu topniejącego w 15° absolutnych pod ciśnieniem 55 mm, i jedenaście razy lżejszego od wody. Wszystkie znane dotychczas ciała gazowe, za jednym tylko wyjątkiem, zamieniają się w ciała stałe w takiej temperaturze; wodór więc ciekły wprowadza badacza w świat ciał stałych. Wybitną jest różnica między tym nowym środkiem oziębiającym a powietrzem ciekłym. Wyjęcie waty, którą zatykamy otwór naczynia o podwójnych ściankach napełnionego wodorem ciekłym, wywołuje miniaturową śnieżycę powietrza stałego, które zamarza natychmiast za zatkanieniem z parą, która się z cieczy unosi. Zmarznięte powietrze nagromadza się na dnie naczynia w postaci białego śniegu. Zwykła próbowka, zanurzona w wodrze ciekłym, napełnia się niebawem powietrzem w stanie stałym, a za wyjęciem daje się obserwować zjawisko podwójne: w próbowce topi się powietrze stałe, natomiast nazewnątrz na ściankach próbowki skrapla się powietrze atmosferyczne.

Kłaczek waty, napojony wodorem ciekłym, jest przyciągany przez magnes, zdawałoby się przeto, że wodór ciekły posiada własności magnetyczne; w rzeczywistości jest wszakże inaczej: nie wodór to i nie wata są przyciągane, lecz tlen powietrza, który jest ciałem magnetycznym, a który pod wpływem niezmiernego zimna obmarza na wacie.

Potężna zdolność skraplająca wodoru ciekłego daje nam możliwość otrzymywania nader dokładnej próżni. Gdy na krótko choćby zanurzymy koniec zalutowanej rurki szklanej napełnionej powietrzem do wodoru ciekłego, powietrze niebawem zamarza na jej dnie, w wyższych zaś częściach wcale już prawie niema cząsteczek gazu; próżnia jest tak dokładna, że elektryczność wyładowuje się przezeń tylko z największą trudnością.

(CDN)

Streścił J. L.

KRONIKA NAUKOWA.

— **Złoto w meteorytach.** Na jednym z ostatnich zebrań Kr. Towarzystwa w Nowej Galii południowej Liverst przedstawił kawaleczki mikroskopijne giętkiego metalu żółtego, nierozpuszczalnego w kwasie azotowym, a posiadającego własności złota, wyciągnięte z meteorytów australijskich i europejskich. Znajdowanie się złota w meteorytach pomimo względów kosmogonicznych jest ciekawe i stąd, że część złota rozsianego w skorupie ziemskiej niezawodnie jest w takim razie pochodzenia kosmicznego i przywędrowała z przestrzeni międzyplanetarnych wraz z temi tysiącami tonn meteorytów i pyłu kosmicznego, które co rok spadają na ziemię.

(Rev. Sc.).

J. S.

— **Heliotropizm kryształów.** Godne uwagi zjawisko wpływu światła słonecznego na krystalizacją obserwował Raikow. Poddawał on sublimacji kwas benzoesowy, kamforę, naftalin i jod w naczyniach zamkniętych, których pewne miejsca wystawione były na światło słoneczne. Ciała te już w temperaturze zwykłej łatwo parują; w miejscach najbardziej oświetlonych z kwasu benzoesowego po paru dniach, a z kamfory po kilku minutach utworzył się sublimat z kryształów. Podając o tem w Prometeusie upatruje tu heliotropizm na światło kryształów, powiadając, że „światło słoneczne tedy zła się działać na sublimujące się ciało w taki sposób, że następuje przyciąganie cząstek będących w postaci pary“ i chce mieć analogią z heliotropizmem roślin, a nawet widzi, że zjawisko to nie jest pozbawione znaczenia „dla wyjaśnienia niektórych zjawisk z życia organicznego“. Tłumaczenie takie wygląda nietylko na bezpodstawne, ale przesadne co do rzeczy i tonu. Niema żadnej podstawy do upatrywania, by cząsteczki ciała parującego zbiegały się do oświetlonego miejsca naczynia, jak rój much do okna, i tu grupowały się w kryształy, wskutek niemożliwości dążenia dalej (?). Raczej należałoby przypuszczać, że w miejscach oświetlonych skroplona para ciał sublimujących się otrzymuje impuls do krystalizacji, gdy w innych miejscach tego bodźca jest pozbawiona. Takim bodźcem może być nietylko światło słoneczne.

J. S.

ROZMAITOŚCI.

— **Jubileusz Listera.** Jeden z ostatnich numerów British Medical Journal poświęcony jest wyłącznie znakomitemu chirurgowi angielskiemu, lordowi Listerowi. W r. b. sędziwy uczoney uczczony zostanie obchodem jubileuszowym z powodu pięćdziesięciolecia prac swych na polu medycyny. Wspomnia-

ne czasopismo przytacza wiele ciekawych a nieznanych dotychczas szczegółów z historii stosowania poraz pierwszy przez Listera środków antyseptycznych, które zreformowało całą medycynę współczesną, ratując zarazem mnóstwo istnień ludzkich.

J. T.

— **Oryginalna pracownia fizyologiczna.** Na jesieni r. b. kierownik stacji chemicznej departamentu rolnictwa w Stanach Zjednoczonych ma otworzyć pracownię, w której na specjalnie w tym celu dobranych ludziach, cieszących się możliwie najlepszym zdrowiem, czynione będą próby nad działaniem różnych substancji, wchodzących jako domieszki do używanych w handlu produktów spożywczych. „Pacyenci“ dobierani będą z pomiędzy ochotników, bądź z osób służących w departamencie rolnictwa, bądź z pomiędzy wychowalców kolegium Waszyngtona. Każdy z nich będzie obowiązany do jedzenia wszystkiego, co mu zaproponują, poddawany będzie

codziennemu ważeniu, oraz ma prowadzić osobiście szczegółowe notatki, dotyczące swego sposobu życia, sprawności trawienia, ilości przyjętych pokarmów i t. p.

(La Nature).

J. T.

— **Hodowla bananów na Jamajce.** W Imperial Institute Journal znajdujemy notatkę p. Fawcetta, podającą następujące szczegóły:

W końcu roku 1901 na Jamajce znajdowało się 11 600 hektarów ziemi, zajętej przez hodowlę bananów; hoduja tam nader wiele ich odmian, lecz najwięcej wywożoną jest odmiana, znana pod nazwą bananów z Martyniki lub Pouyat. Do Ameryki wywożone są banany czerwone, gdzie używane są do przyozdabiania stołów. Gleba Jamajki nadaje się znakomicie do uprawy bananów; przemysł ten może się jeszcze w pewnym rozwinąć kierunku bowiem z łodyg bananowych daje się wyrabiać dość dobry gatunek papieru.

J. T.

BULETYN METEOROLOGICZNY

za tydzień od d. 31 grudnia 1902 r. do 6 stycznia 1903 r.

(Ze spostrzeżeń na stacji meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

DZIEŃ	BAROMETR 700 mm +			TEMPERATURA w st. C.					Wilgotność średnia	KIERUNEK WIATRU Szybkość w me- trach na sekundę	SUMA OPA- DU	U W A G I
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
31 ś.	34,8	34,5	35,0	1,6	3,8	4,6	4,6	0,0	89	SE ³ , S ¹ , S ⁷	3,3	● dr. od 10 a.—4 p.
1 c.	41,5	43,7	45,6	1,2	2,7	1,2	4,3	0,5	77	SW ³ , SW ³ , SW ³	—	
2 p.	47,6	48,7	51,2	—0,2	1,4	0,7	2,3	—0,5	83	SW ³ , SW ³ , SW ⁷	0,0	* dr. o 11 a. i 3 p.
3 s.	51,5	49,8	48,0	—1,8	0,7	0,6	1,3	—2,0	85	SW ³ , SE ³ , S ³	7,8	* od 4 ³⁰ —8 p. i w nocy
4 n.	45,5	47,1	46,2	3,4	4,3	1,9	4,7	0,6	88	SW ⁷ , SW ⁷ , SW ⁷	2,8	● w nocy
5 p.	44,3	43,0	44,1	1,2	4,0	2,5	4,5	1,2	89	SW ³ , SW ³ , SW ³	0,5	● dr. od 10—12 a.
6 w.	45,6	45,8	42,9	1,8	4,1	3,4	4,7	1,6	89	SW ³ , SW ³ , S ³	6,6	● od 4—11 p.
Średnie	44,6			2,1					86		21,0	

TREŚĆ. Zwierzęta olbrzymie z epok minionych, według prof. M. Boulea, przez B. Dyakowskiego. — St. Kopczyński. Życie mowy. Odczyt (dokończenie). — James Dewar. Historia zimna i zera absolutnego; stręcił J. L. (ciąg dalszy). — Kronika naukowa. — Rozmaitości. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. WRÓBLEWSKI.

Redaktor BR. ZNATOWICZ.