№ 32 (1115). Warszawa, dnia 9 sierpnia 1903 r. Tom XXII.

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 redakcyjnemi codziennie od godziny 6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: MARSZAŁKOWSKA Nr. 118.

M. T. HUBER.

POMIAR ZIEMI.

Odczyt publiczny, wygłoszony w Krakowie d. 26 marca r. b.

Oznaczenie kształtu i rozmiarów naszej planety było oddawna i jest zadaniem pierwszorzędnego naukowego i praktycznego znaczenia. W całej ogólności zadanie to z obecnego stanowiska naukowego przedstawia się jako nadzwyczaj złożone, tak, że zajmuje się niem oddzielna gałąź wiedzy, zwana geodezyą wyższą w odróżnieniu od geodezyi niższej, uczącej mierzyć niewielkie obszary ziemi do celów praktycznych. (Wyraz geodezya, który możnaby dosłownie przetłumaczyć na „ziemiomierstwo", jest wzięty z greckiego, podobnie jak wiele innych znanych terminów naukowych, np. geografia, geologia, geognozya, geonomia).

Z nauk ogólnych, któremi posługuje się geodezya, pierwsze miejsce zajmuje oczywiście matematyka, zawdzięczająca geodezyi nawzajem niejeden nowy temat, który był bodźcem do doniosłych odkryć matematycznych. Równorzędnego prawie znaczenia jest dla geodezyi mechanika teoretyczna i astronomia. Zwłaszcza ta ostatnia dostarczyła i dostarcza już od dawien dawna jednego z najważniejszych środków pomiaru, o których wkrótce będzie mowa, posługując się naodwrót w wydatny sposób rezultatami geodezyi.

Ażeby w jasny sposób przedstawić zadanie i metody pomiaru ziemi, najdogodniej iść drogą historyczną, albowiem po pierwsze, w najelementarniejszem traktowaniu przedmiotu niewiele zmieniły się nasze potoczne wyobrażenia o kształcie i wymiarach ziemi od dwu przeszło tysiącoleci; powtóre zaś nadzwyczaj interesującem jest śledzić przebieg usiłowań ludzkich w celu pokonania trudności zadania, tudzież wpływ, jaki wywarł rozwój ogólnych wymienionych powyżej nauk na istotę naszych wyobrażeń nietylko o kształcie i rozmiarach ziemi, ale także o wielu innych ważnych kwestyach bezpośrednio z niemi połączonych.

Nie było oczywiście mowy o usiłowaniu pomiaru ziemi w czasach, gdy wśród narodu reprezentującego najstarszą kulturę w Europie, t. j. u greków, panowało naiwne mniemanie, że ziemia jest płaskim nieregularnym krążkiem, otoczonym naokół oceanem. To zapatrywanie, wyrażone w epopejach Homera, pochodzących, jak wiadomo, z IX wieku przed Chrystusem, utrzymało się aż do czasów Pitagorasa (ur. 582 a. Chr.), pomimo wyraźnej sprzeczności z najzwyczajniejszym faktem, że statek chowa się powoli za wypukłą powierzchnię morza w miarę oddalania się od widza stojącego na wybrzeżu.

Wobec dzisiejszej znajomości wielkości ziemi bardzo łatwo obliczyć, że człowiek stojący w równej wysokości ze zwierciadłem wody przy brzegu morza nie może widzieć z powodu wypukłości powierzchni morza drugiego człowieka, jeżeli ten znajduje się w odległości większej niż $4^1/_2$ *km*; również nie zobaczy on zwykłego piętrowego domu w odległości większej niż $13^1/_2$ *km* (jeżeli naturalnie zarówno drugi człowiek, jak dom, stoją na wysokości zwierciadła morza). Skoro zaś dla objęcia okiem większej przestrzeni powierzchni ziemi wstępujemy na wyniosłości, to promień widnokręgu powiększa zrazu dwu-, trzy-, czterokrotnie, jeżeli wzniesienie staje się 4, 9, a wreszcie 16 razy większe.

Dostrzegł to prawdopodobnie Pitagoras, który, o ile wiadomo, pierwszy oświadczył się stanowczo za kulistym kształtem ziemi.

Obszerniejsze rozważanie nad kształtem ziemi znajdujemy w dziele Arystotelesa „περὶ οὐρανοῦ“, w którem ten filozof (384—322 a. Chr.) przytacza argumenty za i przeciw, kończąc wnioskiem, że ziemia ma kształt kuli, słowami: „ἀναγκαῖον εἶναι τὸ σχῆμα σφαιροειδῆς“.

Nie mamy żadnej wiadomości, czy obaj wymienieni myśliciele greccy nie usiłowali oznaczyć wielkości ziemi na podstawie swoich teoryj. W razie uważania bowiem ziemi za kulę kwestya pomiaru przedstawia się nadzwyczaj prosto, gdyż rozmiary kuli określa matematycznie tylko jedna wielkość, np. obwód, z którego łatwo obliczyć promień. Trudno było, co prawda, myśleć o bezpośrednim pomiarze całego obwodu kuli, której zaledwie bardzo mała część była dostępną i znaną, ale najelementarniejsze rozważanie geometryczne uczy, że mierząc pewną część obwodu i kąt środkowy jej odpowiadający, możemy nader łatwo obliczyć cały obwód, a więc i promień.

To też niezbyt długo po Arystotelesie, bo w III-cim wieku przed Chr., pierwszego, stwierdzonego historycznie pomiaru ziemi dokonał uczony aleksandryjski Eratostenes (276—195 a. Chr.), który w umiejętny sposób użył słońca do zmierzenia kąta, jaki tworzą piony w dwu-punktach A i B powierzchni ziemi. Już wówczas bowiem domyślano się ogromnej odległości słońca w porównaniu z wymiarami ziemskiemi, wskutek czego promienie słońca można na znacznych przestrzeniach ziemi uważać z bardzo wielkiem przybliżeniem za równoległe. Obecnie wiemy np., znając odległość słońca od ziemi, że popełniony przytem błąd wynosi zaledwie 1″ na 720 *km* odległości punktów A i B. (Jest to kąt widzenia 5 *mm* z oddalenia 1 *km*). Otóż Eratostenes zauważył, że w miejscowości Assuan (starożytnej Syenie), położonej w Egipcie południowym (pod 24° szer. półn.), w czasie letniego przesilenia dnia z nocą słońce oświecało całkowicie wnętrze studni w południe, co dowodziło, że promienie słońca padały pionowo, podczas gdy równocześnie w wy-

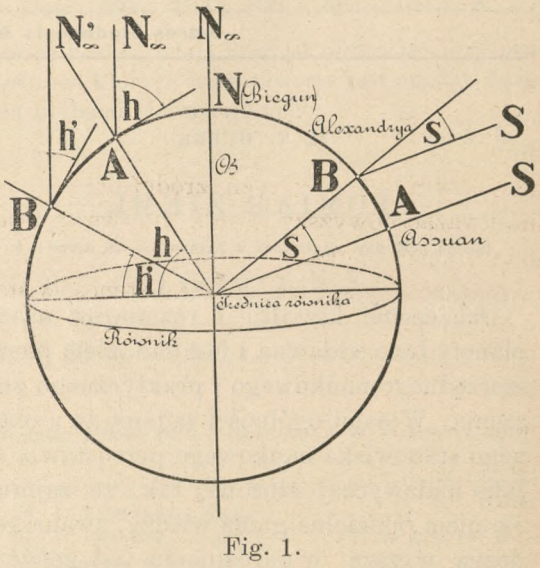

Fig. 1.

suniętej na północ Aleksandryi tworzyły z pionem kąt, wynoszący okrągło $^1/_{50}$ kąta pełnego, czyli $^1/_{50} \cdot 360^0$. Kąt ten mierzono wówczas zapomocą cienia rzuconego przez tyczkę pionową. Odległość Aleksandryi od Assuan Eratostenes ocenił z ilości dni potrzebnych do podróży między temi miastami na 5000 stadyów. Jak z tych danych obliczyć obwód ziemi uważanej za kulę, okazuje się jasno z fig. 1, wyobrażającej przekrój ziemi płaszczyzną przechodzącą przez punkty A (Assuan) i B (Aleksandrya). Proste SA i S′B oznaczają kierunki promieni słońca, kąt zatem *s*, jaki tworzyły promienie słońca z pionem w Aleksandryi, podczas gdy w Assuan były pionowe, jest zarazem kątem środkowym odpowiadającym łukowi $\overset{\frown}{AB}$ na powierzchni ziemi. Ponieważ ten kąt

Eratostenes oznaczył na $^1/_{50}$ kąta pełnego, więc odległość Aleksandryi i Assuan winna być $^1/_{50}$ obwodu ziemi, który zatem wypada na $50 \times 5000 = 250000$ stadyów. Zważywszy, że 1 stadyon = 185 *m*, pomiar Eratostenesa daje jako wielkość obwodu ziemi 46 250 *km*, a więc około 16% zawiele, gdyż w rzeczywistości obwód ziemi ma blizko 40 000 *km*. Przyczyna tak znacznego błędu leży głównie w bardzo niedokładnej ocenie długości łuku $\overset{\frown}{AB}$ i w niedokładnym pomiarze kąta *s*. Rzut oka na mapę wystarcza, aby się przekonać, że Syena nie leży na samym zwrotniku Raka, lecz prawie o $^1/_2{}^0$ szer. na północ, wskutek czego promienie słońca nie mogą tam być nigdy pionowe, lecz zbaczały o $^1/_2{}^0$ od pionu w czasie obserwacyi Eratostena. Nadto obserwacye słońca w Aleksandryi i Assuan dokonywane w południe nie mogą uchodzić za równoczesne, gdyż oba te miasta nie leżą na tym samym południku, nie mają więc południa w tej samej chwili. Wobec tych źródeł błędu można uważać powyższy wynik pierwszego pomiaru ziemi za względnie bardzo dobry.

W podobny sposób, co Eratostenes, w starożytności jeszcze Posidonius (132—51 a. Chr.) oznaczył obwód ziemi przy pomocy łuku Rodus—Aleksandrya, którego długość ocenił także na 5000 stadyów (chociaż jest on w rzeczywistości o $^1/_4$ krótszy od łuku Aleksandrya—Syena). Do pomiaru kąta Posidonius użył gwiazdy „Canopus“, która o pewnej porze była widzialna z wyspy Rodus na horyzoncie, podczas gdy w Aleksandryi znajdowała się równocześnie o $7^1/_2{}^0$, t. j. $^1/_{48}$ kąta pełnego wyżej. Stąd wypada na obwód ziemi 240 000 stadyów, czyli 44 400 *km*, a więc o 11% zawiele.

Zasada pomiaru ziemi, użyta przez Eratostenesa i Posidoniusa, pozostała od owych czasów przez długie wieki niezmieniona, mimo coraz doskonalszych narzędzi do mierzenia kątów i długości. Co prawda pierwsze $1^1/_2$ tysiąca lat ery chrześciańskiej dało tylko jeden pomiar ziemi wykonany przez arabów około r. 817 po Chr. za panowania kalifa Almanona. Na równinie Żindżar, niedaleko sławnej stolicy kalifów, Bagdadu, Chalid ben Abdulmelik i Ali ben Iza zmierzyli stopień południka z wynikiem $56^2/_3$ mil arabskich (po 4 000 łokci). Jest to, wedle najnowszych badań porównawczych miar arabskich z dzisiejszemi, dość dokładna liczba. Od tego czasu mija znów 7 wieków, aż do r. 1525, w którym francuz Fernel, z zawodu lekarz, mierzy drogę z Paryża do Amiens obrotami kół wozu, a szerokości geograficzne obu tych miast, leżących na tym samym południku, kwadrantem i otrzymuje, naturalnie przypadkowo, rezultat różniący się od najdokładniejszych późniejszych pomiarów o 0,1%.

Niedługo potem, bo w r. 1617 rozpoczyna się nowa epoka w historyi pomiaru ziemi wskutek zastosowania tryangulacyi przez niderlandczyka Willebrorda Snelliusa, który opisuje swój pomiar w dziele zatytułowanem: „Eratosthenes Batavus, de terrae ambitu vera quantitate . . .“ Zasada tryangulacyi jest prosta. Wyobraźmy sobie na płaszczyznie szereg trójkątów o wspólnych bokach (fig. 2). Mierząc długość jednego boku i kąty wszystkich trójkątów, można wszystkie pozostałe boki obliczyć sposobami, które podaje trygonometrya płaska. Podobnie rzecz się ma na powierzchni kuli, gdzie bokami trójkątów są łuki kół wielkich, t. j. najkrótsze linie, jakie między dwuma punktami na powierzchni kuli poprowadzić można. Odpowiedniemi obliczeniami zajmuje się trygonometrya kulista. Nadto obliczyć można długość każdej linii poprowadzonej między wierzchołkami dwu odległych trójkątów, np. $\overline{AB}$. Cel tryangulacyi jest jasny. Uciążliwy i kosztowny pomiar długości ogranicza się do minimum, wykonywając go tylko w najkorzystniejszych warunkach na niewielu wybranych bokach, a zastępując zresztą łatwym i szybkim stosunkowo pomiarem kątów i wygodniejszym od mierzenia rachunkiem. Teoretycznie wystarczyłby nawet pomiar bezpośredni jednego tylko boku w danej sieci tryangulacyjnej, dla większej jednak dokładności mierzy się dwa, a w większych sieciach i więcej boków, znajdujących się w znacznej wzajemnej odległości.

Pomiar zatem obwodu ziemi uważanej za kulę przedstawia się przy pomocy tryangulacyi w sposób następujący: Obrawszy w odległości kilkudziesięciu lub kilkuset kilometrów dwa punkty A i B na powierzchni ziemi (fig. 1, lewa strona), oznacza się z możli-

wą dokładnością ich szerokości geograficzne, mierząc zapomocą gwiazd kąty h i h', jakie kierunek osi ziemskiej tworzy z poziomami w obu punktach, czyli t. zw. wysokości bieguna. Na przestrzeni pomiędzy A i B obiera się sieć punktów położonych na wzgórzach, wieżach i t. p. wyniosłościach,

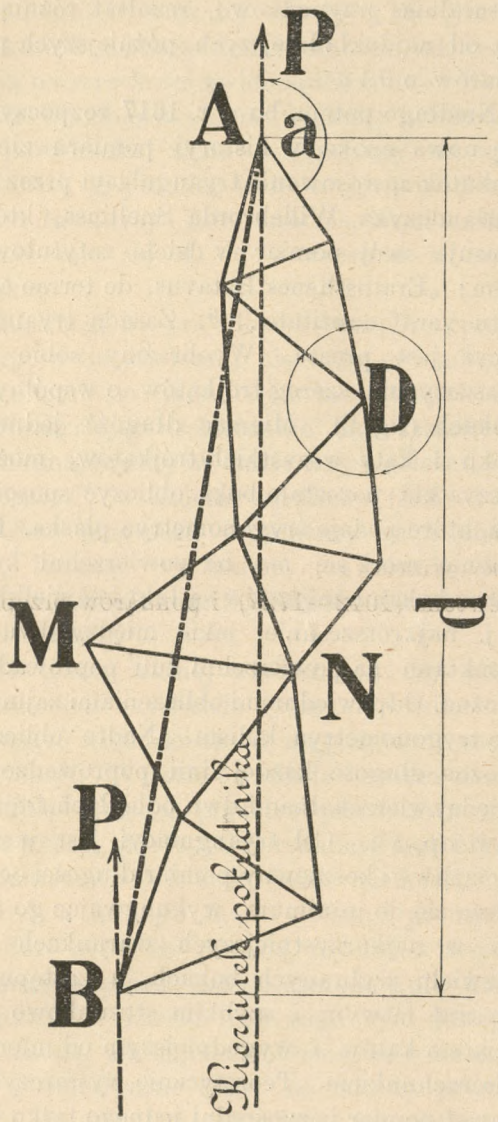

Fig. 2.

których wzajemne odległości wynoszą kilka do kilkunastu kilometrów i o ile możności nie są zbyt różne (fig. 2). Ze względu bowiem na dokładność pomiaru sieć trójkątów równobocznych byłaby najkorzystniejszą. W wyborze punktów trzeba nadto uważać, aby z każdego można było widzieć o ile możności wszystkie punkty sąsiednie, których liczba waha się zwyczajnie pomiędzy 4 a 7. Idealne linie (łuki) łączące punkty sąsiednie stanowią boki trójkątów sieci tryangulacyjnej. Wszystkie kąty zawarte pomiędzy temi bokami (a właściwie między pionowemi płaszczyznami tych boków) mierzy się starannie zapomocą instrumentu zwanego teodolitem; prócz tego w punktach A i B mierzy się także azymuty a, t. j. kąty, jakie wychodzące z tych punktów boki tworzą z południkami. Pomiar azymutów jest konieczny, gdy punkty A i B nie leżą na jednym południku, gdyż wtedy różnica szerokości geograficznych tych punktów nie jest równa kątowi, pod jakim ze środka kuli ziemskiej widzielibyśmy łuk $\overset{\frown}{AB}$ (lecz jest od tego kąta mniejszą). Gdyby punkty A i B leżały na tym samym południku, to oczywiście nie byłoby potrzeby mierzyć azymutu. (Jak poprzednio zaznaczyłem, skorzystał z tego Fernel, mierząc łuk Paryż—Amiens). Wreszcie oznacza się długość przynajmniej jednego boku, np. $\overline{MN}$, bądź to zapomocą bezpośredniego pomiaru, bądź też w sposób, o którym wkrótce będzie mowa. Z tych wszystkich danych oblicza się długość łuku $\overset{\frown}{AB}$, albo długość części południka odpowiadającej różnicy szerokości punktów A i B (a więc d na fig. 2), a stąd oblicza się długość stopnia południka, lub obwód ziemi w ten sam sposób, jak to czynił Eratostenes na podstawie swego prymitywnego pomiaru. Siec tryangulacyjna założona dla pomiaru południka służyć może zarazem za podstawę szczegółowego pomiaru, czyli zdjęcia kraju, który obejmuje, a to w celu sporządzenia dokładnych map. Linia bezpośrednio mierzona tworzy w każdej tryangulacyi t. zw. bazis (t. j. podstawę pomiaru). Długość jej geodeci obierają w bardzo obszernych granicach stosownie do jakości terenu, narzędzi pomiaru i zapatrywań teoretycznych na dokładność mierzenia bezpośredniego i pośredniego. Snellius mierzył bardzo krótką bazis, wynoszącą mianowicie 87,05 prętów = 327,85 m. Ponieważ boki trójkąta sieci tryangulacyjnej są znacznie większe, więc dla połączenia z niemi bazis Snellius użył pierwszy osobnej sieci przedstawionej schematycznie na fig. 3. $\overline{ab}$ oznacza krótką bazis zmierzoną bezpośrednio, a $\overline{MN}$ bok jednego z trójkątów sieci głównej, naznaczonej liniami przerywanemi. Zmierzywszy wszyst-

kie kąty sieci pomocniczej, zawartej w czworokącie MKNL, można z $\overline{ab}$ obliczyć $\overline{MN}$.

Takiej sieci pomocniczej dla bazis używa się po dziś dzień w większych tryangulacyach, gdyż nierównie łatwiej jest wykonać dobry pomiar kątów niż długości.

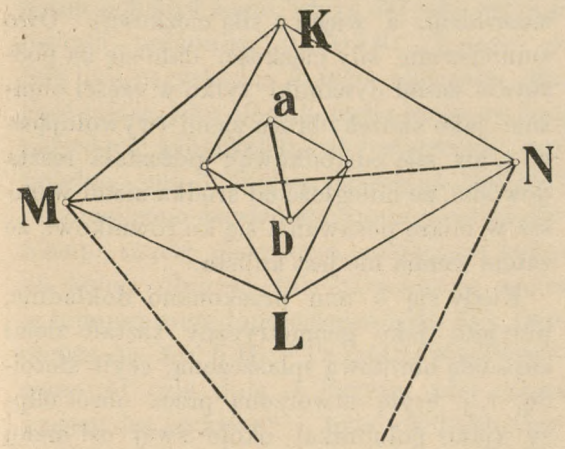

Fig. 3.

Pomiar Snelliusa obejmował sieć złożoną z 33 trójkątów, której punkty skrajne leżały w Alkmaar i Bergen op Zoom, a miały różnicę szerokości 1°11′30″. Wynik był następujący: 1 stopień południka = 28 500 prętów reńskich, z czego wypada $^1/_4$ południka = 9660 *km*, a więc o $3^1/_2\%$ zamało. Nadmienić trzeba, że Snellius używał jeszcze tych samych instrumentów kątomierniczych, co jego bezpośredni poprzednicy, a więc kwadrantów z dioptrami (przeziernicami). Teodolit z lunetą, używany obecnie powszechnie do pomiaru kątów, ukazał się dopiero w sto lat później.

Snellius rozpoczął powtarzać pomiar, starając się o większą dokładność, jednakże śmierć przerwała dzieło, które dopiero w roku 1719 dokończył Musschenbrock.

Pomiędzy temi datami dokonano paru pomiarów mniejszego znaczenia, choć oryginalnych metodą, i tak:

W r. 1633 anglik Norwood zmierzył bezpośrednio łańcuchem mierniczym łuk Londyn—York około 300 *km* długi.

W r. 1645 Grimaldi i Riccioli oznaczyli we Włoszech długość stopnia południka bez obserwacyj astronomicznych na następującej zasadzie, objaśnionej na fig. 4: Niech A i B będą dwuma punktami powierzchni ziemi, położonemi dostatecznie wysoko ponad otaczającym terenem, aby były nawzajem widoczne dla znajdujących się na nich obserwatorów. Wtedy można zmierzyć bezpośrednio wzajemne odległości zenitalne z i z', t. j. kąty, jakie prosta AB tworzy z pionami AZ i BZ′, a z nich obliczyć bardzo łatwo kąt środkowy s. Ta metoda, tak prosta i łatwa w zasadzie, tylko dlatego nie rozpowszechniła się później, że w pomiarze kątów pionowych, jakiemi są z i z', trzeba uwzględnić refrakcyą, t. j. załamanie promieni światła przy przejściu przez warstwy powietrza o nierównej gęstości, wskutek czego linia widzenia AB, czyli oś celowa (jak ją nazywają geodeci), nie jest prostą lecz krzywą; kształt jej zaś zależy w bardzo zawiły sposób od względnej wysokości punktów A i B, stanu barometrycznego, temperatury i t. d., i tylko w razie zupełnie spokojnego powietrza jest przez dłuższy czas niezmienny.

Zapatrywania na kształt ziemi uległy doniosłej zasadniczej zmianie w drugiej połowie XVII i pierwszej XVIII wieku, wskutek ugruntowania podstaw mechaniki przez Newtona (1642—1727) i pomiarów przeprowadzonych staraniem Akademii paryskiej, założonej w r. 1666. Mianowicie znaleziono w tym czasie, że ziemia jest na biegunach spłaszczona, że więc przyjmowany dotychczas kształt kuli jest tylko pierwszem przybliże-

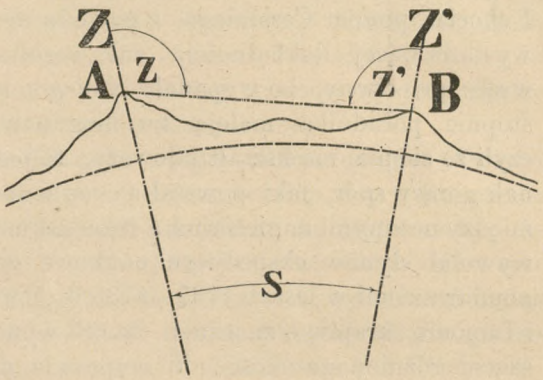

Fig. 4.

niem. Spłaszczenie to wynosi okrągło $^1/_{300}$ promienia równikowego, a zatem względnie niewiele, i gdybyśmy je uwzględnili sporządzając globus o średnicy 1 *m*, to trzebaby wprawnego oka, aby dostrzedz różnicę średnic, wynoszącą około 3 *mm*. Bezwzględnie jednak różnica średnicy równikowej i bie-

gunowej wynosi przeszło 42 *km*, co jest wielkością dość znaczną w porównaniu z różnicami wysokości punktów fizycznej powierzchni lądów, które, jak wiadomo, wynoszą najwyżej 9 *km* niespełna (Gaurisankar). Na naszym globusie odpowiadałoby to $^2/_3$ *mm*.

Zbliżając się do ery pomiarów ściślejszych wypada określić dokładniej, co rozumiemy w geodezyi przez powierzchnię ziemi. Na razie zaznaczymy krótko, że przedmiotem pomiaru jest ta powierzchnia, jakąby miały wszystkie oceany i morza pomyślane w chwili spoczynku i połączone siecią idealnych kanałów, ciągnących się przez wszystkie lądy.

Pierwsze pomiary, wykonane staraniem Akademii paryskiej w latach 1683–1713 pomiędzy Collioure a Dunkierką, rozpoczął Picard, a skończył znany powszechnie jako matematyk Jakób Cassini. Po raz pierwszy znaleziono przytem, że stopnie południka nie są równe, co dowodziło, że kształt ziemi nie jest kulisty. Wynikało to zarazem z teoretycznych rozważań wielkiego Newtona, którego słynne dzieło: „Philosophiae naturalis principia mathematica“ ukazało się w roku 1686. Na podstawie odkrytego przez siebie prawa przyciągania powszechnego Newton wywnioskował, że powierzchnia morza, a więc i idealna powierzchnia ziemi musi być bardziej wypukła na równiku niż na biegunach wskutek obrotu ziemi około osi. I chociaż pomiar Cassiniego, z powodu niewystarczającej dokładności, dał rezultat wręcz przeciwny, bo wypadało z niego, że stopnie południka maleją ku biegunowi, czyli że ziemia ma kształt jajowaty, to jednak gorący spór, jaki powstał na ten temat między uczonymi angielskimi a francuskimi, wywołał słynne ekspedycye naukowe dla pomiaru ziemi w latach 1735–1736 do Peru i Laponii, krajów o znacznej, bo 68° wynoszącej różnicy szerokości. W wyprawie do Peru brali udział Bouguer, Lacondamine i inni; wybitniejszymi zaś uczestnikami wyprawy lapońskiej byli Maupertuis, Clairaut i Celsius. Wyniki tych ekspedycyj potwierdziły w zupełności teoryę Newtona, popartą już dawniej doświadczeniami Richera z wahadłem. Ten prosty przyrząd, stanowiący obecnie jeden z najcenniejszych środków pomiaru ziemi, posłużył już wówczas do stwierdzenia, że ziemia jest spłaszczona. Richer znalazł mianowicie, że wahnienia tego samego wahadła stawały się dłuższe w miarę zbliżania się ku równikowi, czyli że siła ciężkości w tych warunkach malała. (Trwanie bowiem wahnienia pozostaje w znanym matematycznym związku z przyśpieszeniem ziemskiem, a więc i z siłą ciężkości). Owo zmniejszenie siły ciężkości dało się na podstawie zasad dynamiki tylko w części objaśnić jako skutek obrotu ziemi (wywołującego t. zw. siłę odśrodkową); pozostała reszta dowodzi, że odległość od środka ziemi wzrasta w miarę posuwania się ku równikowi, że zatem ziemia nie jest kulista.

Kiedy się o tem przekonano dokładnie, przyjęto jako geometryczny kształt ziemi elipsoidę obrotową spłaszczoną, czyli sferoidę, t. j. bryłę utworzoną przez obrót elipsy (jako południka) około swej osi małej (*b* fig. 6), ten bowiem kształt odpowiadał teoryi dynamicznej opracowanej szczegółowo przez Clairauta (1713–1765), wedle której ciecz nie podlegająca działaniu sił zewnętrznych, lecz tylko wzajemnemu przyciąganiu swych cząstek, może zachować stale kształt sferoidy, jeżeli się obraca jednostajnie jak ciało stałe („Théorie de la figure de la terre“ 1743).

Na tem przyjęciu opierały się teraz liczne pomiary ziemi w drugiej połowie XVIII i pierwszej XIX stulecia, np. w 1751 na przylądku Dobrej Nadziei przez Lacaillea, a w państwie kościelnem przez Boscovicha i Lamairea; w r. 1764 w górnych Włoszech przez Beccarię i w Ameryce północnej przez Masona i Dixona; w r. 1770 na Węgrzech przez Liesganiga; w r. 1783 w Anglii przez Roya i Dalbyego; w r. 1790 w Indyach wschodnich przez Burrowa i w r. 1792 ostatni w stuleciu, słynny „wielki francuski pomiar południka“ przez Delambrea i Méchaina.

Głównym celem tego pomiaru, przedsięwziętego z wielkim nakładem i starannością, było oznaczenie z możliwą dokładnością nowej miary długości, t. j. metra, określonego wówczas jako $^1/_{10\,000\,000}$ część ćwierci południka sferoidy ziemskiej. Przypuszczano bowiem, że tym sposobem będzie zapewniona niezmienność takiej naturalnej miary po wszystkie czasy, nawet na wypadek znisz-

czenia wzorców metalowych, sporządzonych na podstawie pomiaru. Lubo nowsze badania naukowe uznały to zapatrywanie za błędne, to jednak rozpowszechniony dzisiaj układ metryczny miar i wag, najgododniejszy z istniejących dotychczas, pozostanie na zawsze trwałym pomnikiem związanego z nim pomiaru ziemi, który dał jako długość ćwierci południka 5 130 740 „Toises“ po 864 linij paryskich. Z tego obliczono długość metra, jako 10-milionową część, na linij paryskich 443,295936, co ostatecznie zaokrąglono na 3 miejsca dziesiętne (443,296) i sporządzono bardzo starannie prostopadłościenną sztabę platynową, mającą od końca do końca długość tak określonego metra w temperaturze topniejącego lodu (0°) (wyobraża ją fig. 5 B). Ta sztaba przechowywana do dziś dnia w Paryżu nosi nazwę „mètre des archives“ i była aż do najnowszych czasów jedynym wzorcem miary długości układu metrycznego, chociaż wkrótce po przyjęciu tego układu przez większość narodów cywilizowanych uznano, że kształt wzorca pod wielu względami nie odpowiada wymaganiom nauki ścisłej i powinien być zastąpiony innym, zwłaszcza, że zaniechano zupełnie nieracyonalnej definicyi metra, jako miary wziętej z natury. Wskutek prac „międzynarodowego biura miar i wag“ w Paryżu, założonego wskutek uchwały komisyi międzynarodowej z r. 1872 i 1875, rozporządzamy obecnie znaczną liczbą wzorców nader racyonalnie skonstruowanych i z nadzwyczajną ścisłością porównanych z paryskim „mètre des archives“.

Uchwała owej komisyi brzmiała w streszczeniu, jak następuje:

„Należy sporządzić 30 wzorców metrowych o ile można tej samej długości, co paryski mètre des arch., porównać je pomiędzy sobą i rozdzielić pomiędzy poszczególne państwa, należące do konwencyi metrowej, ażeby na przyszłość stanowiły podstawę wszelkich dalszych porównań i miar“.

Jako materyał na te metry normalne przyjęto po starannych rozważaniach aliaż 90% platyny i 10% irydu, sama platyna bowiem, z której sporządzono „mètre des archives“, ma budowę zbyt porowatą. Kształt obrano pryzmatyczny (fig. 5 *a*) o przekroju podobnym do litery X, ażeby sztywność sztaby była możliwie największa. (Byłaby ona np. 26 razy większa w razie tego kształtu przekroju, niż kształtu metra „des archives“, gdyby obiedwie sztaby były zrobione z tej samej ilości materyału) Sztaba spoczywa stale na dwu wałkach, aby wskutek zmiany temperatury mogła się swobodnie wydłużać bez nieprzewidzianych deformacyj. Nadto obliczono odległość wałków tak, ażeby ugięcie sztaby pod własnym ciężarem i powstające wskutek tego skrócenie było możebnie najmniejsze. Długość sztaby jest większa

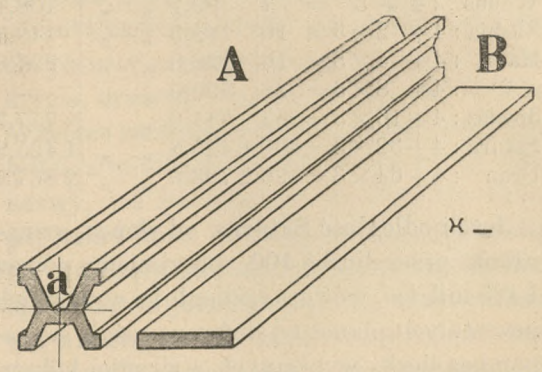

Fig. 5.

od 1 *m*, wskutek czego metr jest oznaczony dwiema bardzo delikatnemi kreskami, wyrytemi na środkowej ścianie *a*, przechodzącej przez środek ciężkości sztaby. Odstęp kresek starano się zrobić jaknajmniej różnym od długości „mètre des arch.“ (we wspólnej temperaturze 0°), a następnie porównywano jeszcze obie te miary z nadzwyczajną starannością, z użyciem wszelkich środków, na jakie zdobyła się nowoczesna technika instrumentów mierniczych.

Obecnie zatem można uważać kwestyę ustalenia i zabezpieczenia miary długości za ostatecznie załatwioną na długie czasy, dopóki przynajmniej do wszystkich celów naukowych i technicznych wystarczać będzie dokładność, z jaką przeprowadzono porównywanie wzorców metrowych w Paryżu.

(DN)

GRUPA DROBNYCH PLANET.

Odległości planet od słońca wzrastają w pewien prawidłowy sposób. To też już Kepler zwrócił uwagę na wielką przestrzeń,

dzielącą drogę Marsa od drogi Jowisza, i wyraził przypuszczenie istnienia planety niewidzialnej w tej przestrzeni. W drugiej połowie XVIII wieku zwrócił na to baczniejszą uwagę Titius, a myśli tego ostatniego sformułował ściśle Bode, tworząc prawo, zwane obecnie prawem Bodego i Titiusa. Prawo to polega na szeregu liczb wzrastających i przedstawia się jak następuje, jeżeli odległość ziemi od słońca oznaczymy przez liczbę 10:

Merkury	4 + 0 = 4	57,0 mil. *km*		57,9
Wenus	4 + 3 = 7	99,7 „ „		108,1
Ziemia	4 + 2×3 = 10	142,5 „ „		149,5
Mars	4 + 4×3 = 16	228,0 „ „		227,8
?	4 + 8×3 = 28	399,0 „ „		—
Jowisz	4 + 16×3 = 52	741,0 „ „		777,7
Saturn	4 + 32×3 = 100	1 425,0 „ „		1 425,9
Uran	4 + 64×3 = 196	2 793,0 „ „		2 867,5

Jeżeli odległość Saturna od słońca, oznaczoną przez liczbę 100, przyjmiemy równą 1 425 mil. *km*, wówczas odległości wszystkich pozostałych planet od słońca wyrażają się zapomocą liczb, wypisanych w drugiej kolumnie. W trzeciej podane są rzeczywiste średnie odległości planet. Porównanie tych dwu szeregów liczb wykazuje, że prawo Bodego i Titiusa do pewnego stopnia odpowiada rzeczywistości. Właściwie jednak pierwszy wyraz tego szeregu jest utworzony nieprawidłowo. Na to zwrócił uwagę Gauss. Współczynniki liczby 3 przedstawiają postęp geometryczny: 1, 2, 4, 8..., a więc współczynnik pierwszy nie powinien być 0, lecz $\frac{1}{2}$, czyli odległość Merkurego wynosiłaby wówczas $4 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 5{,}5$, a w milionach kilometrów 78,4, co znacznie różniłoby się od rzeczywistej odległości.

I. Odkrycie planet: Ceres, Pallas, Juno i Westa.

D. 13 marca 1781 r. Herschel odkrył planetę nazwaną Uranem, a której odległość nieźle odpowiadała szeregowi Bodego i Titiusa, jak to widać z powyżej podanej tabliczki. Wówczas zaczęto usilnie zajmować się kwestyą wielkiej przerwy, istniejącej pomiędzy Marsem a Jowiszem. W r. 1785 Zach wyznaczył przypuszczalne elementy możliwej planety i rozpoczął poszukiwania. W r. 1796 Zach wystąpił na kongresie astronomicznym w Gotha i zachęcał astronomów do poszukiwań w tym kierunku. Wkrótce też, bo w połowie 1800 r. powstał związek, do którego należeli: Titius, Bode, Zach, Lambert, Piazzi i inni. Tymczasem przypadek wkrótce rozwiązał tę kwestyę. Od roku 1792 Piazzi zajmował się w Palermo wyznaczeniem położenia gwiazd, by wydać nowy katalog gwiazd stałych. D. 1 stycznia 1801 r. zauważył on gwiazdkę, której poprzednio nie obserwował. Następnego wieczoru obserwował znów tę gwiazdę, lecz spostrzegł, że położenie jej nieco się zmieniło. Po kilku dniach obserwacyi przekonał się o ruchu tego ciała i zawnioskował, że nie jest to gwiazda stała. Początkowo Piazzi przypuszczał, że ma do czynienia z kometą, ale wkrótce przekonał się, że jest to od 30 lat poszukiwana planeta. Otrzymała ona nazwę Ceres Ferdinandea na cześć założyciela obserwatoryum w Palermo Ferdynanda IV. Burckhardt w Paryżu już w maju wyznaczył drogę eliptyczną tej planety z 5 obserwacyj, ale pomimo to nikt nie mógł jej odnaleźć w nadchodzącej jesieni i zimie. Dopiero, gdy Gauss podał nowy sposób obliczania dróg z obserwacyj, wykonanych w krótkim przeciągu czasu, i wyznaczył położenie tej planety, znalazł ją Olbers 1 stycznia 1802 r. Ponieważ Ceres odpowiadała przerwie w szeregu Bodego i Titiusa, przypuszczano więc, że kwestya ta została już rozwiązana. To też zdumienie było ogólne, gdy Olbers d. 28 marca 1802 r. znalazł gwiazdę 7-ej wielkości, posiadającą ruch własny, a która bynajmniej nie była podobna do komety. Przypuszczenie, żeby to mogła być planeta, znalazło wielu przeciwników, przedewszystkiem Bodego, którzy przypuszczali, że będzie to kometa, pomimo, że do tego czasu nie obserwowano komet bez atmosfery świecącej dokoła jądra i bez warkocza. Tymczasem rachunek wykazywał, że droga tego ciała może być tylko eliptyczną. Okazało się mianowicie, że okres obiegu dokoła słońca równa się prawie okresowi obiegu Cerery, ale ekscentryczność i pochylenie drogi do ekliptyki znacznie różnią się od odpowiednich wielkości dla innych planet. Gdy więc przekonano się o istnieniu 2 planet, zrodziło się przypuszczenie, że w pasie tym pomiędzy Marsem a Jowiszem może się znajdować i więcej planet. Zrozumiano też brak dokładnych katalogów

gwiazd stałych, które pozwoliłyby oryentować się wśród mnóstwa drobnych ciał niebieskich. Od tego też czasu datuje się praca nad układaniem katalogów. Pierwszy podejmuje podobną pracę Harding i w roku 1822 wydaje „Atlas novus coelestis“, zawierający 120 000 gwiazd. Podczas swych poszukiwań natrafił d. 1 września 1804 roku na gwiazdkę 7—8 wielkości w konstelacyi Ryb i wkrótce zauważył jej ruch własny. Na zasadzie obserwacyi Hardinga Gauss wyznaczył drogę tego ciała. Okazało się, że jest to trzecia planeta, krążąca w tym samym pasie; otrzymała ona nazwę Juno. Po kilkuletniej przerwie Olbers znalazł 29 marca 1807 r. w konstelacyi Panny gwiazdkę 5—6 wielkości, która też okazała się planetą i otrzymała nazwę Westa.

2. Drugi okres odkryć do roku 1891.

Dziesięcioletnie jednak dalsze poszukiwania planet pozostały bez skutku i zaczęto przypuszczać, że tylko te cztery planety krążą w przestrzeni pomiędzy Marsem a Jowiszem. Współcześnie pracowano w dalszym ciągu nad układaniem katalogów. W r. 1824 Bessel poddał myśl, aby obserwować specyalnie pas nieba od $+15^0$ do -15^0 w zboczeniu. Wydanie to ciągnęło się do r. 1859. Tymczasem amator astronomii, Karol Hencke, poszukiwał samodzielnie planet. D. 8-go grudnia 1845 r. Hencke zauważył gwiazdkę, mniejszą niż 9 wielkości, której nie znalazł ani na swych mapach, ani w katalogu wydawanym przez akademię. Obserwacye swoje przesłał do Berlina, i wkrótce Encke mógł już stwierdzić fakt, że odkryto znów planetę, która otrzymała nazwę Astrea. Tenże Hencke znalazł znów planetę d. 1 lipca 1847 roku, której Gauss dał nazwę Heba. Wkrótce, bo d. 13 sierpnia 1847 r. Hind odnalazł nową planetę, nazwaną Iris. Jednocześnie Hind i Valz zwrócili uwagę na to, że w poszukiwaniu planet największą wagę przedstawia znajomość dokładna gwiazd w pasie ekliptycznym, gdyż wskutek nieznacznego pochylenia dróg planet względem ekliptyki, planety nie bardzo są oddalone od tej ostatniej. To też rozpoczęto wkrótce pracę układania katalogów pasa ekliptycznego. W dwa miesiące później Hindt znalazł znów nową planetę, nazwaną Flora; ogółem zaś odkrył 10 planet. Od tej epoki datuje się coraz większa ilość odkrywanych planet. W r. 1849 znalazł nową planetę Gasparis, który ogółem odkrył 9 planet. Siedemnastą z rzędu planetę Thetis odkrył Robert Luther d. 17 kwietnia 1852 r.; ten ostatni odnalazł ogółem 24 planety.

Dotychczas oprócz nazwy oznaczano jeszcze każdą nową planetę zapomocą jakiegoś znaku, jak to ma miejsce dla wielkich planet. Wskutek jednak zbyt wielkiej liczby tych planet uznano to za zbyt uciążliwe, i w roku 1851 astronomowie Rudolf Wolf i Gould zaproponowali, aby przed liczbą danej planety umieszczać liczbę kolejną jej odkrycia, zawartą w nawiasie, np. (17) Thetis. Wkrótce zaczęto dawać planetom nazwy nietylko z mitologii, i tak pojawiły się takie nazwy, jak Heidelberga, Berolina lub Europa, Asia i inne. Co dotycze ogólnej nazwy tej gromady drobnych planet, to W. Herschel nazwał je aoratami, t. j. niewidzialnemi, a następnie dał im nazwę asteroid. Inni nazywali je planetoidami, koplanetami, Littrow zaś nazwał je zenaraidami, jako krążącemi pomiędzy Jowiszem (Zeus) a Marsem (Ares). Z nazw tych utrzymały się planetoidy i asteroidy, lub nareszcie nazwa drobnych planet.

Z biegiem czasu odkrycia wzrastały i w roku 1854 zanotowano po raz pierwszy fakt odkrycia w ciągu jednego wieczoru dwu planet, mianowicie Luther odkrył planetę (28) Bellona, a Marth — (29) Amphitrite. Wkrótce zaś jeden obserwator odkrył w ciągu jednego wieczoru dwie planety, mianowicie Goldschmidt, który znalazł d. 19 września 1857 r. (48) Doris i (49) Pales. Często też zdarzało się, że poszukując jednej ze znalezionych planet znajdowano przypadkowo nową planetę, jak to wydarzyło się astronomowi Fergusonowi. Odkrycia te nastręczały ogromną pracę rachunkową. Trudność zaś wyznaczenia dokładnie następnej opozycyi polegała na tem, że często planetę obserwowano zaledwie parę razy. Tak np. (41) Daphne obserwowano zaledwie 4 razy. To też powtórnie została znaleziona dopiero po sześciu latach przez Luthra. Tymczasem jeszcze w r. 1857 Goldschmidt widział planetę w pobliżu miejsca, wyznaczonego dla Daphne, i nazwał ją Pseudo-Daphne; gdy

zaś po czterech latach znów została odkryta, okazało się, że nie była to Daphne. Planeta ta z kolei odkrycia była 47, ale, ponieważ w ciągu tych czterech lat odkryto kilka innych planet, by nie zmieniać rachuby, została oznaczona jako (56) Meleta. Przypadki podobne powtórzyły się i później.

Wobec ogromnego nawału pracy rachunkowej już Gauss zalecał, by obserwować tylko większe planety i tych ruch ściśle wyznaczać; a odzywały się też głosy, jak np. astrononoma Papego, by przerwać na jakiś czas poszukiwania. Ale głosy te nie odniosły skutku i liczba odkryć stale wzrastała.

Około r. 1860 występują w tej dziedzinie astronomowie Tempel, Tuttle i Peters; ten ostatni odkrył około 50 planet. Wielką ilość odkryć zawdzięczał on bardzo dokładnym mapom gwiazd w pasie ekliptycznym, które sporządzono w obserwatoryum w Litchfield. Około r. 1875 rozpoczyna się okres jeszcze bardziej obfity pod względem odkryć planet: około osiemdziesięciu odkrył J. Palisa.

Jeżeli zestawimy ilość planet, odkrywanych corocznie w ciągu okresu od r. 1852 do r. 1891, otrzymamy rezultat następujący:

1852	8	1862	5	1872	11	1882	11
1853	4	1863	2	1873	6	1883	4
1854	6	1864	3	1874	6	1884	9
1855	4	1865	3	1875	17	1885	9
1856	5	1866	6	1876	12	1886	11
1857	9	1867	4	1877	10	1887	7
1858	5	1868	12	1878	12	1888	10
1859	1	1869	2	1879	20	1889	16
1860	5	1870	3	1880	8	1890	15
1861	10	1871	5	1881	1	1891	21

3. Zastosowanie fotografii do odkrycia drobnych planet.

Około r. 1850 występuje nowy czynnik w dziedzinie odkryć drobnych planet, mianowicie fotografia. Zastosowana do zdejmowania obrazów sklepienia niebieskiego, fotografia nie miała początkowo tego znaczenia, jakiem dziś poszczycić się może; początkowo tylko jaśniejsze gwiazdy dawały obrazy. A więc o zastosowaniu fotografii do poszukiwania tak drobnych ciał, jakiemi są planetoidy, nawet mowy być nie mogło. Ulepszenie datuje się od r. 1871, a zasługi niepoślednie położyli pod tym względem bracia Henry. Zapomocą ich objektywu można było podczas ekspozycyi, wynoszącej 45 minut, otrzymywać obrazy gwiazd 12-ej wielkości. Przyrząd, zapomocą którego uskutecznia się zdjęcia, łączy się z mechanizmem zegarowym; ruch tego ostatniego powinien odpowiadać pozornemu ruchowi sklepienia niebieskiego. Wówczas obrazy gwiazd przedstawiają się jako niewielkie krążki, których średnica wzrasta wraz z jasnością gwiazd; jeżeli zaś wśród fotografowanych gwiazd znajduje się ciało, zmieniające swe miejsce wśród gwiazd stałych, wówczas obraz tego ciała przedstawi się w postaci niewielkiej kreski, której długość zależy zarówno od szybkości ruchu tego ciała, jak i od długości ekspozycyi. Należy jeszcze zwrócić uwagę, że gwiazdy stałe działają w ciągu ekspozycyi na te same punkty kliszy, gdy tymczasem ciała, obdarzone ruchem, zmieniają miejsce swego działania, a zatem działanie ich na kliszę staje się słabszem.

W r. 1886 Roberts znalazł zapomocą fotografii odkrytą już poprzednio planetę (80) Sapho, której jednak w ciągu kilku opozycyj nie można było odnaleźć. Największe zasługi w tej dziedzinie położył Maks Wolf w Heidelbergu, który od r. 1891, po udoskonaleniu swych przyrządów, zajmuje się stale fotografią i odkrył już wiele planet na tej drodze. Zwrócił on też uwagę na to, że nie należy zadawalać się jednem zdjęciem, trudno bowiem uniknąć wówczas omyłek, np. wskutek skazy na kliszy lub obrazu dwu bliskich gwiazd. Jeżeli zaś otrzymamy dwa zdjęcia jedno po drugiem, wówczas ślad planetoidy na jednej kliszy powinien być przedłużeniem śladu na drugiej. W roku 1891 Wolf poszukiwał odkrytej przez Palisę planety (275) Sapientia 10 wielkości, a której później już nie widziano. 20 grudnia tegoż roku znalazł tę planetę, lecz położenie jej znacznie się różniło od obrachowanego. Jednocześnie zaś Wolf znalazł nową planetę, której dał nazwę Brucia. Od tego czasu zawdzięczamy Wolfowi wiele nowych planet. Wkrótce i w Nicei zastosowano fotografię do badań nieba, i na polu odkryć nowych planet Charlois położył wielkie zasługi. Obecnie już i w wielu innych obserwatoryach prowadzą badania fotograficzne.

(DN)

Według G. Wilta streścił *Wł. Dz.*

O. LODGE.

ELEKTRYCZNOŚĆ I MATERYA.

Odczyt wypowiedziany w Kolegium w Belfaście d. 5 lutego 1903 r.

(*Dokończenie*).

Zdaje się, że wszystkie zjawiska elektryczne zależą od elektronów. W przypadku przewodnictwa gazów, to, co dostrzegamy, jest tylko biegiem cząsteczek; nazywam ten objaw „sposobem pocisków“ czyli cząsteczek, będących w biegu swobodnym. Gdy rozważamy przewodnictwo cieczy, mamy do czynienia z ładunkami, poruszającemi się powolnie, zatrzymywanemi przez atomy, które mają przesunąć; ładunki więc te przechodzą bardzo powolnie; atomy się zderzają, torując sobie drogę poprzez materyę, pozostającą w spoczynku; zamiast więc przebyć około 1000 mil w ciągu sekundy, nie przebywają więcej nad jeden cal w ciągu godziny, zresztą ich prędkość zależy od użytego potencyału; taki sposób przenoszenia się ładunku nazywam „ptasim posiewem“, co ma oznaczać, że ładunek jest tutaj przenoszony z miejsca na miejsce na podobieństwo tego, jak ziarno nasienne jest przenoszone przez ptaka. Ptaki i ziarno poruszają się razem dotąd, dopóki nie dojdą do elektrodu, u którego elektron zostaje uroniony. W razie przewodnika metalowego i wogóle stałego, atomy nie mogą się przesuwać, jak w cieczy, mogą tylko podlegać małym drganiom na swoich miejscach; są one bowiem umiejscowione, sztywne, skrystalizowane. Gdy elektrony przechodzą przez metal, przebywają drogę od jednego atomu do drugiego i niekoniecznie do sąsiedniego; ten sposób przenoszenia się elektronów może być nazwany łańcuchowym.

Jeszcze słowo o promieniowaniu. Bezwątpienia przewodnictwo objaśnia się w ten sposób, lecz jak wyjaśnić promieniowanie? Niedawno jeszcze promieniowanie było zagadką. Atomy materyi drgają; promieniowanie zaś jest zbiorem fal eteru. Sądzono tedy i zdawało się to wówczas naturalnem, że drganie atomów materyi może wywołać fale eteru zupełnie w ten sposób, jak dzwon wywołuje fale głosowe w powietrzu. Sposobu powstawania światła nie rozumiano wówczas jasno; sądzono bowiem, że to coś podobnego do wytwarzania dźwięku przez dzwon lub przez piorun. Wszelakoż pewne doświadczenia, które robiłem w Liverpoolu, wskazały, że materya i eter nie są ze sobą w żadnym związku i że sama materya nie może wywołać fal w eterze. Tak więc należy przyjąć, że to nietyle materya, ile ładunek unoszony przez nią podlega drganiom i że tedy promieniowanie spowodowane jest nie przez atom, lecz przez elektron, który jest przez ten atom unoszony. I właśnie to w okresie przyśpieszenia pojawia się promieniowanie. Gdy atom wprost tylko przenosi ładunek, niema promieniowania. Nic nie ujawnia się w promieniach katodalnych dopóty, dopóki prędkość i kierunek ruchu pozostają niezmienionemi; dopiero, gdy następuje przyśpieszenie, opóźnienie lub zakrzywienie ruchu, zjawia się promieniowanie. Elektron mógłby także, na podobieństwo satelity, krążyć wokoło atomu, zamiast wprost tylko drgać. Wywołałoby to przyśpieszenie dośrodkowe, które spowodowałoby skutek taki sam, jak przyśpieszenie podłużne.

Lecz, gdy promieniowanie spowodowane jest ruchem okrężnym (orbitalnym), elektron może ulegać wpływowi pola magnetycznego: wszelki ruch elektronu wywołuje prąd elektryczny, a prądy podlegają wpływom magnesu. Źródło światła, umieszczone pomiędzy dwuma biegunami magnesu, powinno podlegać pewnym zmianom. Faraday wykonywał mnóstwo doświadczeń w tym względzie, lecz bez powodzenia z tego powodu, że środki, jakie były do rozporządzenia w owym czasie, nie były dostateczne. Dzisiaj przy pomocy siatki Rowlanda widmo otrzymuje się daleko jaśniejsze, tak, że kilka lat temu Zeeman w Amsterdamie mógł stwierdzić działanie magnetyzmu na światło.

Częstokroć się zdarza, że ludzie genialni przewidują więcej, aniżeli współczesna im generacya może wypełnić. Rozmaici autorowie, a mianowicie Fitzgerald, Larmor, Lorentz i inni podali teorye tych zjawisk; Lorentz opracował ją wszechstronniej niż inni. Przedstawia się tu przykład bardzo zajmujący przepowiedni naukowej. Autorowie ci przepowiedzieli, że zjawisko, które zauwa-

żył potem Zeeman, powinno istnieć, jeżeli światło wywołane jest przez elektrony, ożywione ruchem obrotowym. Czas pozwala mi tylko na podanie krótkiego objaśnienia. Objaśnienie to przenosi nas do dziedziny astronomii; było ono dano sześć lat temu przez Stoneya, który w istocie opierał się na zasadach astronomicznych. Określił on w zupełności te zaburzenia, lecz nie przypisywał ich magnesowi. Larmor zaś i inni przeciwnie przypisywali je magnesowi: odgadli oni, że gdy przystosujemy do prądu okrężnego albo kołowego potężne pole magnetyczne, okrąg ten (orbita) powinien się odkształcić (zmienić kształt); wogóle pole magnetyczne wywołuje siłę odkształcania. Ponieważ jednak elektron będący w ruchu posiada bezwładność, przeto zastosowanie do niego siły odkształcenia nie pozostawi go jedynie pod działaniem tej siły, lecz prócz tego przeniesie go w inne miejsce, podobnie jak to widzimy w przypadku planety lub bąka, którym się dzieci bawią. Wytwarza się tedy ruch, który w astronomii nazywa się ruchem precesyjnym (wyprzedzanie punktów równonocnych). Wszelkie ciało, będące w ruchu obrotowym i obdarzone bezwładnością, nie podlega wprost działaniu siły perturbacyjnej, lecz zbacza pod kątem prostym. W ten sposób też elektron, będący w ruchu wirowym, nie zachowuje tego ruchu gdy siła zacznie działać, lecz obracać się będzie naokoło linij magnetycznych ruchem precesyjnym, ruchem, który rozłoży na trzy części linie pierwotne widma słonecznego.

(Prelegent wykonywa doświadczenie objaśniające to i pokazuje, że gdy badamy polaryzacyę linij, widzimy, że drgania odbywają się zupełnie tak, jak to było przepowiedzianem).

Prócz tego znaleziono, że z wzajemnej odległości tych linij można obrachować stosunek, zachodzący pomiędzy wielkością ładunku a bezwładnością tej części materyi, która jest w ruchu obrotowym. Okazało się, że cząsteczki promieniujące, czyli elektrony, które Lorentz, Larmor i inni wprowadzili do swej teoryi światła, miały tę samę bezwładność i ten sam ładunek, co cząsteczki promieni katodalnych. Wszystkie zjawiska, dotyczące przewodnictwa i promieniowania, są ściśle związane z temi najdrobniejszemi cząsteczkami, które posiadają zawsze tę samę bezwładność, ten sam ładunek i ten sam stopień prędkości; masa zaś ich stanowi około jednej tysiącznej masy atomu wodoru.

(Pomijając powinowactwo chemiczne i spójność, prelegent roztrząsa inne zjawiska, wywoływane przez te cząsteczki).

Te cząsteczki zdolne do wywołania promieniowania widzialnego, wykonywają swoje obroty z ogromną prędkością. Liczba drgań, wytwarzających światło widzialne, wynosi od 400 do 800 trylionów na sekundę i, jakkolwiek cząsteczki te nie oddalają się na znaczne odległości od atomu, wszelakoż muszą się poruszać z nadzwyczajną szybkością, z tego wynika, naturalnie, że niektóre z nich odrywają się od atomu i uchodzą. To zajść może z rozmaitych przyczyn: uchodzą one np. pod działaniem światła ultrafioletowego i wtedy wytwarzają elektryczność odjemną. Lecz są ciała, które wydzielają te cząsteczki bez zewnętrznego pobudzenia. Pierwszem ciałem, w którem odkryto tę własność jest uran. Gdy umieścimy blaszkę glinową, albo też inną przegrodę pomiędzy kawałkiem uranu a płytą fotograficzną, ta ostatnia ulegnie zmianie, jakby pod działaniem światła. Zjawisko to odkrył Becquerel i nazwał je promieniowaniem materyi. Russell w badaniach swoich znalazł też rozmaite ciała, posiadające własność wydzielania pewnych promieni. Przedmiot ten jednak został najdalej posunięty i najlepiej rozwinięty przez pana i panią Curie, którzy odkryli polon i rad. Szczególniej to ostatnie ciało posiada własności uranu w wysokim stopniu. Promienie, wydzielane przez te ciała godne są zastanowienia; mają one własności przenikania w najwyższym stopniu i posiadają bardzo znaczne natężenie, nawet większe niż promienie X, wydzielane przez rurkę Roentgena. Promienie radu przenikają nietylko płytki z glinu i drzewa, lecz nawet płytki z ołowiu grube na $^3/_8$ cala i po tem wszystkiem pozostała w nich siła przenikania jest jeszcze tak znaczna, jak promieni wydzielanych przez uran. Należy bliżej zbadać mechanizm, który powoduje wydobywanie się tak znacznej ilości promieni, zanim można będzie wyrobić sobie dokładne pojęcie o tem zjawisku. Wydaje się

ono pewnego rodzaju wyparowywaniem elektryczności, wydzielaniem cząsteczek.

Są trzy rodzaje promieniowania: 1) promieniowanie, w którem cząsteczki wydzielające się są wnet powstrzymane przez przeszkody: są to promienie pochłaniane; 2) promieniowanie, w którem cząsteczki wydzielające się mają szczególniejszą własność przenikania i 3) zwykłe promienie X. Promienie X są to fale eteru; nie stanowią one światła, lecz coś w tym rodzaju. Promienie przenikające są to elektrony, które się oderwały. Najbardziej godne uwagi są promienie pierwszego rodzaju, mianowicie te, które z łatwością są powstrzymywane; one to bowiem są wywołane przez atomy materyi, wydzielające się z prędkością, którą można porównać z prędkością światła. Po raz to pierwszy materya okazuje się ożywiona taką prędkością. P. Rutherford z Montréalu wymierzył prędkość i masę tych cząsteczek łatwo pochłanianych. Z pomiarów tych wynika, że sąto atomy materyi, które poruszają się z prędkością, wynoszącą jednę dziesiątą część prędkości światła. Przyjmują, że wszystkie ciała ogrzane i wszystkie ciała naładowane elektrycznością odjemną wydzielają te cząsteczki. Działalność promienista (radioaktywność) przedstawia się zupełnie w tej samej postaci. Krople padającego deszczu posiadają tę działalność; liście drzew i większość ciał, wystawionych na działanie słońca, są radioaktywnemi; trudnoby znaleźć ciało, które nie byłoby do pewnego stopnia radioaktywnem i najczęściej zdarzający się sposób powstawania radioaktywności zdaje się polegać na odrywaniu się elektronów, wywołanem przez siłę odśrodkową, albo też przez spotykanie się atomów.

Wielkość elektronów można wyznaczyć na zasadzie hypotezy, że atom materyalny składa się z nich, jak również na zasadzie hypotezy, że bezwładność materyi jest elektryczną, czyli inaczej, że składa się z bezwładności ładunków elektrycznych na tych elektronach. Oczywistość tego przedstawia się sama przez się: są powody, na zasadzie których należy wnosić, że bezwładność elektryczna jest jedynie istniejącą bezwładnością, i to powody nietylko filozoficzne, ale i takie, które zostały stwierdzone bezpośredniemi doświadczeniami fizycznemi. Na tych to zasadach można z łatwością wyznaczyć wielkość elektronu. Uważając średnicę jego za niewiadomą, a znając ładunek i masę, można obliczyć wielkość tej średnicy. Jest ona przynajmniej jedną stotysięczną częścią średnicy atomu, w przeciwnym razie nie miałaby dostatecznej bezwładności. Elektrony są ciałami najmniejszemi ze wszystkich ciał, jakie znamy.

Był czas, gdy atom przedstawiał granicę rozdrobnienia materyi; w rzeczy samej, nie jest on wielkim, wszelako, w porównaniu z elektronem ma wielkość dość znaczną. Aby uprzytomnić sobie stosunek wielkości atomu i elektronu, wyobraźmy sobie, że elektron ma wielkość punktu drukarskiego, wtedy wielkość atomu przedstawi się jako budynek, mający 160 stóp długości, 80 szerokości i 40 wysokości, a ponieważ w atomie wodoru jest około 1 000 elektronów, przeto wyobraźmy sobie te 1000 punktów rozrzuconych wewnątrz tego budynku, a wyrobimy sobie pojęcie stosunku elektronu do atomu. W istocie atom jest zajęty przez elektrony, posiadające znaczną energię i rzutkość, jakkolwiek są małe. Zajmują one atom zupełnie tak, jak żołnierze zajmują pewien kraj, to znaczy, że nie pozostawiają żadnej miejscowości otwartą. Zupełnie tak i elektrony posiadają energię, mocą której nie pozostawiają żadnej części atomu otwartą; czynią tedy atom nieprzenikliwym, jak również nadają mu i inne własności, między niemi i możność działania chemicznego. Że powinowactwo chemiczne jest siłą elektryczną, to przyznawano już oddawna. Humphrey Davy już to przypuszczał. Sądzę, że gdyby atom zawierał w sobie nadmiar elektronów, albo też zamało ich, nie posiadałby wcale siły chemicznej. Atom może posiadać siłę molekularną (międzycząsteczkową), która jest spójnością; to pytanie możnaby wyjaśnić obszernie, gdyż, podług mnie, i spójność także można uważać za objaw elektryczny, lecz nie w tem znaczeniu, że jest to przyciąganie pomiędzy elektrycznością dodatnią a odjemną.

Związek, zachodzący pomiędzy elektronem a atomem, stanowi przedmiot nadzwyczaj godny uwagi. Wszelakoż nie należy sądzić, że elektron pozostaje w atomie nie-

ruchomym. Elektrony obracają się jedne około drugich z nadzwyczajną prędkością tak, że atom jest obszarem, w którym odbywa się bardzo silna działalność. Elektrony nie są zgrupowane, jakkolwiek jest ich 1 000 w atomie wodoru, 20 do 30 tysięcy w atomie sodu i 100 tysięcy w atomie rtęci; są one oddzielone jedne od drugich zupełnie tak, jak planety w systemacie słonecznym, z zachowaniem wszelkich proporcyj. Odległość ziemi od słońca pozostaje do wymiarów ziemi w takim stosunku prawie jak odległość jednego elektronu od drugiego ma się do wymiaru samego elektronu w atomie rtęci lub platyny. W taki sposób dochodzimy do astronomii atomistycznej, w której atom można przyrównać do systemu słonecznego, do mgławicy, do pierścieni Saturna albo do czegoś podobnego, to jest wogóle do systematu, złożonego z wielkiej liczby cząsteczek, będących w ciągłym „obrocie“ i zajmujących swoją substancyą bardzo małą część całej przestrzeni. Są one tak drobne, że zderzenia ich nie są częstemi, podobnie jak w systemacie słonecznym i wogóle na niebie. Te zderzenia mogą się przytrafić bardzo rzadko, gdyż wymiary cząsteczek są bardzo małe w porównaniu z odległościami, które je rozdzielają.

Ponieważ w atomie spotykamy pewien rodzaj systematu słonecznego, moglibyśmy zapytać, jakie są jego wymiary absolutne. Jest to wszelakoż pytanie, na które nie można odpowiedzieć. Podnoszono już myśl, że systematy słoneczne mogą być niejako atomami jeszcze większego wszechświata. Kwestye te jednakowoż są bardzo zawiłe. Wszelakoż, zdaje się, że wszechświat nie ma granic i w tym względzie możemy powiedzieć to tylko, że prawdopodobieństwo, że wszechświat jest nieskończony jest nieskończenie wielkie.

Przełożył *Aleksander Thieme.*

KRONIKA NAUKOWA.

— **Rybojaszczury amerykańskie.** Ilość odkrytych w Ameryce rybojaszczurów (Ichthyosauria) była do ostatnich czasów nieznaczna. To też z wielkiem zajęciem powitano odkrycie znacznych ilości szczątków tych stworzeń w Kalifornii i Newadzie. Prof. J. C. Merriam opisał mianowicie 6 gatunków nowego rodzaju Shastasaurus z górnego tryasu w Kalifornii. Znalazł on skamieniałości 7-iu okazów tak obfite, że z kości i zębów można było złożyć prawie zupełnie kompletne szkielety, którym brakowało jedynie resztek ogona. Dalej opisuje on 3 gatunki rodzaju Cymbospondylus, znanego już dawniej, ale podaje znacznie dokładniejszą jego charakterystykę. Peterson opisuje znów szczątki rybojaszczura z jury dolnej, należącego do rodzaju, który już dawniej opisał znany paleontolog Marsh pod nazwą Baptanodon s. Sauranodon. Dokładniejsze zbadanie tego rodzaju wykazało, że posiadał on zęby typu rybojaszczurów, ale mniejsze i mniej liczne, niż u innych rodzajów, co jest zupełnie zgodne z rozwojem tej grupy, która podobnie jak ptaki i wieloryby zaczęła swe istnienie z zupełnem uzębieniem i stopniowo straciła je całkowicie. Ponieważ wspomniany rodzaj i gatunek nie osięgnął jeszcze tego ostatecznego stopnia, więc K. Gilmore, który właśnie zajmował się zbadaniem jego uzębienia, proponuje dlań bardziej odpowiednią nazwę Microdontosaurus Petersonii.

(Prometheus). *B. D.*

— **Doświadczenia nad regeneracyą organów wewnętrznych u trytonów.** Jak wiadomo, Weismann wygłosił pogląd, że regeneracya różnych organów jest jednym z objawów przystosowania się do warunków życia i że wskutek tego odrastać mogą jedynie organy zewnętrzne t. j. takie, które z natury swojej, będąc narażone na rozmaite uszkodzenia, nabrały tej zdolności. Sprawdzono to już na trytonach, u których stwierdzono regeneracyę ogona, kończyn, skóry, szczęki dolnej, oczu, słowem takich właśnie organów, które łatwo ulegają zranieniu lub nadwerężeniu przez ryby i owady drapieżne. Należało zatem jeszcze udowodnić, że organy wewnętrzne, zabezpieczone przez samo położenie od uszkodzeń, nie posiadają zdolności regeneracyjnej. Zbadaniem ich pod tym względem zajął się niedawno Weismann i udowodnił, że tak jest w istocie(Versuche über Regeneration bei Tritonen. Anatom. Anzeiger t. XXII r. 1903, str. 425). Wycinał on u Triton cristatus różne organy wewnętrzne (jajniki, jajowody, części płuc i t. p.). Zwierzęta znosiły dobrze te operacye, a gdy po dłuższym czasie (w jednym przypadku we 22 miesiące po wyjęciu jajnika z jajowodem), Weismann badał je zapomocą nowej operacyi, ani razu nie zauważył on regeneracyi wyciętego organu. Zatem twierdzenie jego o regeneracyi organów daje się zastosować w całej rozciągłości przynajmniej do trytonów.

B. D.

— **Pasorzyt na mandarynkach.** Kupując pomarańcze z gatunku mandarynek (Citrus aurantium nobile), nieraz zapewne zdarzało się nam

zauważyć liczne czarne plamki na skórce tych owoców. Przyglądając się przez lupę tym centkom, przekonamy się, że są to wyschłe skórki larw owada należącego do rodz. czerwców, zrzucone podczas linienia niedoskonałych osobników; pod każdą taką skorupką znajduje się żywy lub martwy owad zwany Parlatoria zizyphi.

W młodym wieku osobniki obojga płci niczem nie różnią się od siebie; są to nadzwyczaj ruchliwe larwy, podobne nieco do małych stonogów. Po pewnym czasie zapuszczają one swoje smoczki w tkanki rośliny, na której pasorzytują i zaczynają wówczas różnicować się. Po drugiem linieniu larwa samicza zatraca nogi i rożki i przeistacza się w istny woreczek z jajeczkami. Z chwilą złożenia jajeczek samica umiera, a wyschłe jej ciało tworzy przykrycie, które pokrywa jajeczka i larwy. Larwa samcza przekształca się w poczwarkę, z której powstaje owad doskonały, podobny do małej muchy, o ciele wydłużonem, opatrzonem w długie cienkie rożki, z dobrze rozwiniętemi skrzydłami pierwszej pary, wówczas gdy skrzydła drugiej pary są tylko szczątkowe. Na końcu odwłoka znajdują się długie cienkie niteczki. Samiec, nie posiadając części paszczowych, nie może przyjmować pokarmu i wkrótce po zapłodnieniu samicy umiera. Wybitną cechę Parlatorii stanowi tarcza pokrywająca ciało osobnika doskonałego, utworzona ze skórek wyschłych, zrzucanych podczas linienia larw.

Ciało dojrzałej samicy jest szerokie, zaokrąglone, a samca przeciwnie wydłużone, znacznie mniejsze, koloru żółto-czerwonego. Głowa jego z przodu posiada półokrągłe wycięcie; oczy—duże, rożki—długie, skrzydła—białawe. Skorupka, pod którą ukrywa się larwa samca, jest zupełnie biała.

Wogóle pasorzyt ten nie jest zbyt szkodliwy, chyba, że znajdując bardzo pomyślne warunki dla swego rozwoju, rozmnaża się nadmiernie. Wówczas, według słów p. Riviérea, opanowywa on liście, owoce i gałązki, a drzewo wkrótce umiera. Niekiedy najście tych pasorzytów bywa tak gromadne, że inne pasorzyty-czerwce, jak Lecanium, Aspidiotus, Dactylopius i in., pozbawione przez napastników środków egzystencyi, giną. Parlatoria żyje tylko na niektórych gatunkach roślin pomarańczowych. W miejscowościach wystawionych na przewiew wiatru, górzystych o temperaturze niezbyt wysokiej, wspomniany pasorzyt jest mniej rozpowszechniony.

(La Nature). *Cz. St.*

— **Trąd i ryby.** W majowym numerze „British Medical Journal“ p. J. Hutchinson podaje wyniki swych obserwacyj nad etiologią trądu, poczynione przezeń w specyalnie w tym celu odbytej podróży po Indyach. Z tych obserwacyj autor wnioskuje, że przypadki trądu w ścisłej są zależności od spożywania przez ludność miejscową w wielkich ilościach ryb mało przesolonych lub wogóle źle zakonserwowanych. Pewne sekty, które z zasady nie jadają ryb, nigdy podobno nie ulegają trądowi. Jest to fakt ciekawy bezwątpienia, nie wyrokuje przecież rozstrzygająco o całej sprawie, gdyż należałoby zbadać ściślej warunki życia sekciarzy, ich pozycyę społeczną, a także ich liczebność i t. d. Wogóle, argumentacya p. Hutchinsona nie może rościć sobie pretensyi do wielkiej ścisłości i logiki. Tak np. mówi on, że nie widział trędowatego, któryby bodaj raz w życiu nie jadł ryby. Czy to ma być dowodem? Ależ w takim razie, z tąż samą słusznością możnaby dowieść zależności trądu od niejednego innego jadła. A przytem można przecie jeść, nawet sporo, ryb konserwowanych i nie chorować na trąd. Dowodem tego Francya, która takie mnóstwo stokfiszów np. spożywa, a gdzie jednak trąd nie jest wcale tak częstym.

Bardzo być może, że trąd jest w związku z przyjmowaniem zarazków od niedostatecznie przesolonych lub nadgniłych ryb, należałoby jednak dowieść tego w sposób bardziej przekonywający.

(R. Sc.). *ro.*

WIADOMOŚCI BIEŻĄCE.

— **Elodea.** D. 15 lipca w zatoce Jasiołdy w Weleśnicy znalazłam roślinę Elodea Canadensis Rich. et Mich. Zatoka jest mulista, rosną w niej różne Potamogeton, Nymphaea, Sagittaria, na brzegach Acorus Calamus L. U wejścia do tej zatoki pływa jakby wysepka z Elodea. Wszystkie okazy były bez kwiatów.

Marya Twardowska.

ROZMAITOŚCI.

— **Sekcya historyi nauk na międzynarodowym kongresie historycznym w Rzymie.** Po raz pierwszy na międzynarodowym kongresie historycznym, zebranym w Rzymie w kwietniu r. b., utworzono oddzielną sekcyę (jedna z ośmiu) historyi nauk. Oprócz licznych komunikatów i rozpraw, dotyczących różnych punktów historyi rozmaitych nauk wszelkich epok i krajów, rozpatrywano również parę spraw natury ogólniejszej. Kilkakrotnie powracano do kwestyi uniwersyteckiego nauczania historyi nauk, poruszanej już na kongresie historycznym w Paryżu w r. 1900; po rozprawach, w których wzięło żywy udział wielu członków zjazdu, przyjęto następującą rezolucyę: Sekcya nauk, zważywszy, że jest sprawą nadzwyczajnej wagi, by historya nauk zajmowała w nauczaniu szkolnem słusznie jej należne miejsce; zważywszy z drugiej strony rozstrząsanie tej kwestyi przez piątą sekcyę kongresu historyi porównawczej, zebranego w Paryżu w czerwcu r. 1900, wyraża życzenie: 1° by nauczanie to wprowadzone zostało przez utworze-

nie wykładów uniwersyteckich, podzielonych na cztery serye: 1) nauk matematycznych i astronomicznych, 2) nauk fizycznych i chemicznych, 3) nauk przyrodniczych, 4) medycyny; 2° żeby nauczanie historyi matematyki, medycyny, fizyki i chemii zaliczone zostało do kursów dodatkowych; 3° żeby habilitacya na prywat-docentury mogła być udzielona również i dla 4 powyższych grup historyi nauk. Sekcya wypowiada nadto życzenie, by początki historyi nauk zostały wprodzone do programów poszczególnych przedmiotów, wykładanych w szkołach średnich.

Z pośród innych kwestyj, które zaprzątały tę sekcyę, wymienimy: rozprawę P. Tanneryego o dziejach terminów „analiza“ i „synteza“; pracę znakomitego historyka matematyki M. Cantora o J. Cardanie, zawierająca uderzający obraz życia naukowego w XVI stuleciu; D. Diamilla-Müller zwrócił uwagę na błędność popularnej legendy, przypisującej Flawiuszowi Gioia wynalezienie busoli i żądał, aby legenda ta została wreszcie wyrugowana z książek szkolnych; G. Loria uzasadniał potrzebę zbiorowego wydania dzieł Volty; J. Guareschi dowiódł na podstawie poważnych dokumentów, że pogląd, jakoby Lavoisier przywłaszczył sobie wyniki prac naukowych innego badacza, jest niesłuszny. Oskarżenie o plagiat, wytoczone przez kilku historyków chemii przeciw Lavoisierowi, oparte jest na twierdzeniach lorda Broughama, ogłoszonych w r. 1845. Guareschi (który jest włochem) uważa, że Brougham kierował się tu nieświadomie, być może, pobudkami szowinistycznemi, niepomny, że jego rodacy współcześni Lavoisierowi, Black i Priestley, z całym szacunkiem zapatrywali się na działalność naukową wielkiego francuza.

m. h. h.

— W Afryce południowej powstało stowarzyszenie naukowe na wzór wielkiego stowarzyszenia brytańskiego, z takim samym niemal programem i pod taką samą nazwą: **„South-Africain Association for the Advancement of Science“**. Chciałoby ono, jak opiewają statuty, „dać badaniom naukowym silniejszy impuls oraz bardziej systematyczny kierunek; udostępnić stosunki pomiędzy towarzystwami a osobami interesującemi się nauką w rozmaitych częściach Afryki południowej; starać się wzbudzić większe zaciekawienie wśród ogółu do nauki ścisłej i stosowanej“ i t. d.

Pierwsze posiedzenie inauguracyjne odbyło się w Cape-Town 27 kwietnia, pod przewodnictwem sir Davida Galla, astronoma królewskiego. Członków jest już obecnie zgórą siedmiuset.

R. M.

BULETYN METEOROLOGICZNY

za tydzień od d. 20 do d. 4 sierpnia 1903 r.

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

Dzień	Barometr 700 *mm* +			Temperatura w st. C					Wilgotność średnia	Kierunek wiatru Szybkość w metrach na sekundę	Suma opadu	Uwagi
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
29 ś.	47,4	46,0	44,7	20,2	25,6	22,7	26,6	16,5	61	$SE^5SE^5S^3$	—	6^{50} p. ⊤; 9^{20} n. ≤
30 c.	45,5	46,3	47,3	21,6	20,6	17,0	25,4	16,5	71	$SW^3NW^5SW^2$	1,0	● $2-3^{50}$ p. dr. z przerw.
31 p.	46,7	46,5	45,8	16,4	21,4	16,0	23,0	15,5	75	$SW^5SW^3SW^2$	4,7	● $1^{25}-8^{30}$ p dr. z przerw.
1 s.	45,2	45,0	44,4	14,6	15,0	14 8	18,4	12.6	84	$W^3SW^7SW^9$	0,6	● dr. od 11^{35} a. kilka razy
2 n.	46,9	47,4	46.6	15,6	17,3	16,6	19,8	13,7	74	$W^9SW^{12}SW^7$	1,7	● dr. p m. kilkakr.; ⇙
3 p.	45,2	45,4	43,1	16,4	19,4	16,2	20,2	15,6	69	$W^3W^3SW^3$	7,9	● dr. a. m. i w nocy
4 w.	40,5	43,4	47,2	15,8	18,0	15,9	19,6	14,4	80	$SW^3SW^5W^1$	0,0	● a. m. krótko
Średnie		45,6			17,7				73		15,9	

TREŚĆ. M. T. Huber. Pomiar ziemi. Odczyt publiczny. — Grupa drobnych planet. Według G. Wilta streścił Wł. Dz. — O. Lodge. Elektryczność i materya. Odczyt; przeł. A. Thieme (dokończenie). — Kronika naukowa. — Wiadomości bieżące. — Rozmaitości. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. WRÓBLEWSKI. Redaktor BR. ZNATOWICZ.

Дозволено Цензурою. Варшава 24 Іюля 1903 г. Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Nowy Świat 34.