№ 29 (1060). Warszawa, dnia 20 lipca 1902 r. Tom XXI.

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 godz. 6 do 8 wiecz. w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: MARSZAŁKOWSKA Nr. 118.

CELE I WYNIKI NAJNOWSZYCH BADAŃ W DZIEDZINIE TRZĘSIEŃ ZIEMI.

Nie tak dawno jeszcze nauka o trzęsieniach ziemi tworzyła rozdział geologii ogólnej i zazwyczaj traktowano ją w połączeniu z wulkanizmem. Dzisiaj coraz bardziej uwydatnia się tendencya, ażeby uważać seismologią—tak nazywamy naszą wiedzę o trzęsieniach ziemi—za oddzielną naukę, albo też, co wydaje się właściwszem, włączyć ją do geofizyki.

Seismologia obejmuje dzisiaj nietylko właściwe, uczuwane przez człowieka, trzęsienia ziemi, ale wogóle wszystkie ruchy skorupy ziemskiej, stanowiące o jej seismiczności. Co wszakże należy przez tę seismiczność rozumieć, na to nie można jeszcze dać krótkiej odpowiedzi. Zaledwie właśnie znaleźliśmy się w obcym kraju, którego mapę będziemy w stanie wykonać dopiero po wszechstronnem jego zbadaniu. Co do seismiczności musi nam narazie zamiast określenia wystarczyć szkic dotychczasowych doświadczeń w tej dziedzinie.

Zaraz na początku stawiamy nader uderzające spostrzeżenie, że nawet bardzo umiarkowane trzęsienia ziemi powodują ruchy, które się przenoszą po całej bryle ziemskiej i mogą być stwierdzone wszędzie, gdzie znajdują się służące do tego przyrządy. Dotycze to wszakże tylko właściwych trzęsień ziemi, a nie odnosi się do wybuchów wulkanicznych. Tak np. katastrofa na Martynice nie była w stanie wprowadzić przyrządów w ruch, gdy katastrofa w Guatemali dostarczyła wspaniałych rysunków.

Naturalnie, pomijając straty w ludziach, nie można wybuchu na Martynice zaliczać do większych. Daleko potężniejszy wybuch na wyspie Krakatao spowodował wprawdzie na całej kuli ziemskiej zaburzenia w przyrządach magnetycznych, ale wyprowadzona z tych zaburzeń szybkość ich przenoszenia się równa się szybkości dźwięku w powietrzu, jest więc około 40 razy mniejsza od szybkości, z którą przenoszą się fale trzęsień ziemi. Były to więc zapewne fale dźwiękowe, a nie seismiczne. Wnioskujemy stąd, że wulkanizm należy zaliczać do zjawisk lokalnych i że siedlisko siły wulkanicznej nie leży w znacznych głębokościach. W ten sposób teorya, według której wulkany są kanałami, łączącemi wewnętrzną ciekłą magmę ziemską z powierzchnią ziemi, traci dużo na wiarogodności.

O wiele głębiej, aniżeli siedlisko siły wulkanicznej, mogą znajdować się hypocentry niektórych trzęsień ziemi.

Jak wiadomo, rozróżniamy trzęsienia ziemi wulkaniczne, tektoniczne oraz zapadlinowe.

Trzęsienia ziemi wulkaniczne, jako towarzyszące zjawiskom wulkanicznym, mają zawsze wyraźnie charakter lokalny i mały obszar wstrząśnień, co jest dowodem nieznacznej głębokości ognisk siły wulkanicznej. Trzęsienia zapadlinowe są zjawiskami czysto lokalnemi i powstają skutkiem wyługowania pokładów w pewnych głębokościach. W niektórych krajach bogatych w gips, np. w Galicyi, są one dosyć częste. Na powierzchni ziemi pozostawiają bardzo prawidłowe stożkowate kratery o średnicy kilku metrów.

Najważniejszemi są trzęsienia ziemi tektoniczne czyli dyslokacyjne. Ogniska ich leżą często w znacznych głębokościach, a obszar ich działania może obejmować całe części świata. Przyczyna ich nie jest tak wyraźna, jak przyczyna trzęsień dwu innych rodzajów. Suess objaśniał je ze stanowiska swojej teoryi powstawania gór. Chociaż te genialne i na dokładnej znajomości rzeczy oparte objaśnienia zasługują na uwagę, to przecież mają one w sobie coś hypotetycznego.

Przez trzęsienia tektoniczne lub dyslokacyjne należy, według Suessa, rozumieć te, które są w związku z przesunięciami, pęknięciami lub opuszczeniami wewnątrz stałej skorupy ziemskiej. Suess wykazał, że wstrząśnienia te znajdują się przeważnie w zależności od pewnych linij. W Kalifornii, szczególnie zaś w Japonii, można było stwierdzić powstawanie skutkiem trzęsień ziemi rozległych szczelin nawet na powierzchni ziemi. Po jednem z trzęsień japońskich długość widzialnej linii uskokowej wynosiła przeszło 40 mil. Jestto prawdziwa linia przełamania i jako taka przecina w równej mierze tak zbitą jak i luźną glebę aluwialną, przebiega przestrzeń skalistą i, nie zbaczając zbytnio od jednego kierunku, przechodzi przez równiny, góry i doliny. Ale nietylko zaszło tu przesunięcie pionowe, można było bowiem też stwierdzić dyslokacyą poziomą w kierunku północno-zachodnim, wynoszącą 4 *m*.

Najważniejszym szczegółem, o jakim się stąd dowiadujemy, jest fakt, że przełom nastąpił całkiem niezależnie od uwarstwienia geologicznego. Wnioskujemy stąd, że podkład geologiczny kraju znajdował się w stanie napięcia, którego energia przez trzęsienie ziemi została wyładowana. Nie ulega więc wątpliwości, że tego rodzaju napięcia w pokładach geologicznych ziemi powstawać mogą.

Trudniej jest odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób te napięcia powstają. Zadawalającej odpowiedzi nie posiadamy. Możemy przyjąć, że ciśnienie, które owe napięcie wytwarza, jest skutkiem gęstości, przyciągania oraz ciepła warstw ziemskich. Możemy wyobrażać sobie stosunki, analogiczne z temi, jakie zachodzą w szybko ochładzanem szkle; w ten sposób też pojmiemy, dlaczego jeszcze dzisiaj obszary, w których znajdują się czynne lub też już dawno wygasłe wulkany, należą do bogatych w trzęsienia ziemi.

Japonia i Włochy są klasycznemi krainami takich trzęsień ziemi, które, dla rozróżnienia od czysto tektonicznych, nazwiemy trzęsieniami napięciowemi.

Dla czysto tektonicznych trzęsień ziemi musimy szukać innych przyczyn. Potrzeba jednakże w tym celu powiedzieć nieco o siłach górotwórczych.

Zagadnienie tworzenia się gór zajmowało geologów od najdawniejszych czasów. Pomijając dawniejsze teorye, zajmiemy się teoryą ciśnienia bocznego Suessa, tak po mistrzowsku wyłożoną w jego dziele „Oblicze ziemi“. Dawniej przypisywano podnoszenie się skorupy ziemskiej siłom wnętrza ziemi, działającym z dołu ku górze, Suess natomiast przez dokładne zbadanie tektoniki doszedł do wniosku, że przeważna część łańcuchów górskich powstała skutkiem przesunięć bocznych i że są zmarszczeniami powierzchni ziemi. Takie zmarszczki tylko w tym razie są możliwe, gdy istnieją olbrzymie siły poziome. Trzeba ich szukać w procesie twardnienia skorupy ziemskiej skutkiem stygnięcia. Gdy mianowicie zmniejsza się objętość, zmniejsza się powierzchnia i powstają na niej zmarszczki.

O istnieniu takiej siły poziomej poucza nas przykład, który przytacza Naumayr w swojej „Historyi ziemi“. W bliskości Chicago w kamieniołomach została obnażona głębsza warstwa. Wygięła się ona natychmiast w postaci fałdy, długości około $^1/_4$ *km*, na której wreszcie utworzyło się podłużne pęknięcie. Górnicy też wiedzą bardzo dobrze, że sztolnie mają tendencyą do zamykania się. Zresztą zmarszczki tego rodzaju mogą też powstać z innych przyczyn, np. gdy woda przedziera się do zatrzymujących ją w sobie pokładów.

Według powyższych poglądów trzęsienia ziemi czysto tektoniczne są objawem czynnych jeszcze i teraz sił górotwórczych.

Pewne trudności sprawiają trzęsienia morskie. Wiadomo z licznych badań, że na dnie morskiem niema rozległych łańcuchów górskich. Chociaż dno morskie znamy dotychczas zbyt mało, to przecież stwierdzono wybitną różnicę pomiędzy morfologią dna morskiego a kontynentów. Wiemy, że opuszczanie się dna morskiego i podnoszenie się obszarów lądowych wzajemnie sobie odpowiadają. Z drugiej strony badania wahadłowe prowadzą do wniosku, że skorupa ziemska kontynentów jest stosunkowo luźną i lekką, znacznie zaś gęstsza i spoistsza jej część tworzy dno oceanów. A więc prawdopodobieństwo trzęsień dyslokacyjnych na dnie morskiem jest bardzo małe. Prędzej jeszcze można spodziewać się wstrząśnień napięciowych.

Oprócz tych makroseismicznych, t. j. przez ludzi uczuwanych trzęsień ziemi, istnieje jeszcze cały szereg zjawisk, które możemy obserwować tylko zapomocą odpowiednich przyrządów. Zaliczamy tu przedewszystkiem ruchy mikroseismiczne powierzchni ziemi, których źródło leży w nierównomiernym rozkładzie ciśnień na powierzchni ziemi. Należą tu mikroseismiczny niepokój wahadła, oraz t. zw. pulsacye. Będą one rozpatrzone obszerniej.

Do ruchów mikroseismicznych zaliczone być muszą też trzęsienia odległe; są to przez makroseizmy wywołane ruchy mikroseismiczne całej powierzchni ziemi. Wreszcie należy jeszcze wspomnieć o zjawiskach akustycznych, nazywanych przez holendrów „mistpoeffer“, które prawdopodobnie pochodzą od zaburzeń w równowadze ziemi.

Wszystkie wspomniane ruchy mają charakter nieperyodyczny, więcej przypadkowy. Prócz nich należy wspomnieć o ruchach peryodycznych pochodzenia kosmicznego. Siła przyciągania słońca i księżyca wyraźnie występuje w ruchach wahadeł poziomych. Słońce prócz tego jeszcze przez promieniowanie ciepła działa deformująco na powierzchnię ziemi. W ten sposób powstają fale termiczne i dynamiczne, które w pewnych warunkach mogą się przyczyniać do wyładowania napięć skorupy ziemskiej. Reyer np. w ten sposób objaśniał trzęsienia jednoczesne. I te więc ruchy seismologia musi w badaniach swoich brać pod uwagę.

Dziedzina seismologii rozciąga się jeszcze dalej. Wspomnieliśmy na wstępie, że trzęsienia ziemi są w stanie całą ziemię, a więc i wnętrze ziemi wprowadzić w rodzaj ruchu. Otwiera się też możliwość rozwiązać zagadnienie, które pomimo wielu prób, dotychczas pozostaje nierozwiązanem, mianowicie zagadnienie stanu wnętrza ziemi.

Trzy hypotezy z biegiem czasu w tym względzie były panującemi w nauce. Pierwsza wymagała ciekłego wnętrza ziemi, pokrytego cienką stałą skorupą; druga uważała ziemię za całkowicie skrzepłą; trzecia, najnowsza, przyjmująca, że wnętrze ziemi jest w stanie lotnym, jest obecnie najbardziej rozpowszechniona.

Analiza widmowa mianowicie wykazała, że ciała niebieskie przeważnie posiadają olbrzymią temperaturę, a z drugiej strony składają się z tych samych pierwiastków, co i ziemia. Spektroskop pokazuje nam na niebie słońca w kwiecie życia obok słońc, ochłodzonych już do tego stopnia, że są bliskie zgaśnięcia. Nie mamy powodu przypisywać naszemu słońcu i ziemi stanowiska odrębnego w przyrodzie. Tym prawom, które rządzą wszechświatem, podlega i ziemia. Jeżeli jeszcze uwzględnimy stwierdzone wzrastanie temperatury w kierunku wnętrza ziemi, które musi powodować, że już w stosunkowo nieznacznych głębokościach panować muszą temperatury, przewyższające znacznie temperatury krytyczne wszystkich znanych pierwiastków, to zrozumiemy, dlaczego, pomimo olbrzymiego ciśnienia, któremu wnętrze ziemi podlega, hypoteza lotnego wnętrza ziemi posiada najliczniejszych zwolenników. Pomimo to nie jest ona niczem innem, jak hypotezą.

Która z tych hypotez jest prawdziwą, pytanie to być może uda się rozwiązać na drodze badań seismologicznych.

Ażeby wyjaśnić objawy dynamiczne trzęsienia ziemi, skorzystajmy z analogii. Gdy kamień rzucimy w wodę, to na powierzchni wody rozróżnimy dwa obszary. Pierwszy z nich jestto bezpośrednie sąsiedztwo kamienia. Ruchy tu są nieprawidłowe. W pewnej odległości rozpoczynają się fale prawidłowe, które rozprzestrzeniają się kolejno na całą powierzchnię wody. Podobne zjawiska zachodzą w każdem trzęsieniu ziemi. W epicentrum ruch jest dosyć nieprawidłowy, często ma tam miejsce tylko jedno lub kilka uderzeń. W pewnej odległości ruch staje się falistym, przyczem uderzenia i fale przebiegają całą kulę ziemską. W epicentrum często przed głównem uderzeniem słychać charakterystyczny szelest, który pochodzi od ruchów poprzedzających owo uderzenie. Często główne trzęsienie ziemi poprzedzane bywa przez kilka wstrząśnień słabych i kilka takich samych wstrząśnień następuje po głównem. Mówimy tedy o trzęsieniach wstępnych i następczych. Mogą one być tak słabe, że człowiek nie jest w stanie ich uczuć, często jednakże czują je niektóre zwierzęta.

Dokładnego opisu trzęsienia ziemi, zdaje się, podawać nie potrzebujemy, podaje go każda książka, zajmująca się tym przedmiotem, nam wystarczają szczegóły wyżej zaznaczone, które charakteryzują nam najprostszą postać trzęsienia. Dopiero gdy poznamy przyrządy, które nam utrwalają ruchy ziemi, będziemy w stanie nieco dokładniej zająć się objawami, towarzyszącymi trzęsieniu ziemi.

Zajmijmy się więc przyrządami, używanymi do badania trzęsień ziemi. Najbardziej rozpowszechnione są obecnie przyrządy oparte na zasadzie wahadła, rzadziej używane są przyrządy ze sprężynami elastycznemi. Bierzemy tu pod uwagę tylko te przyrządy, które mogą nam dać obraz całego trzęsienia, t. j. seismografy, nie zaś seismoskopy, które zazwyczaj przez spadanie jakiegoś ciała zwiastują nam początek trzęsienia ziemi.

Seismografy dają nam, zgodnie z ich budową, tylko poziomą składową ruchu powierzchni ziemi. Przyrządy wypróbowane, które byłyby w stanie dać nam składową pionową przynajmniej z tą dokładnością, z jaką otrzymujemy poziomą, dotychczas jeszcze nie istnieją.

Aby zrozumieć działanie tych przyrządów, należy przypomnieć, że podczas trzęsienia ziemi występują głównie dwa elementy: uderzenie i ruch falisty. Na uderzenie, jeżeli jest dostatecznie silne, reagują wszystkie przyrządy. Na ruch falisty przeważnie tylko te, które są nastrojone na okres falowania. Szczególnie wybitnie przyrząd da znać o takim ruchu, w którym fale trzęsienia ziemi nakładają się na wahania przyrządu.

We Włoszech ustawia się kilka rozmaitej długości wahadeł, jako seismoskopy. Podczas niezbyt bliskich trzęsień tylko niektóre wahadła poczynają się wahać, mianowicie te, których okresy wahań znajdują się w stosunku do drgań ziemi, dającym się wyrazić liczbami całkowitemi, gdyż tylko w tych superpozycya wahań jest możliwą. Mamy tu do czynienia z pewnego rodzaju rezonansem dynamicznym. Gdy do tych wahań przybywa uderzenie, wszystkie wahadła reagują na nie, ale wahania wkrótce ustają.

Skoro teraz wiemy o co właściwie chodzi, możemy z łatwością pojąć dwie główne zasady, które są miarodajne dla zrozumienia i oceny wskazań seismografów. Nazwijmy je krótko zasadą masy nieruchomej i zasadą masy wahającej się. Dla wyjaśnienia pierwszej zasady wyobraźmy sobie w miejscu obserwacyi tablicę w ścisły sposób związaną z ziemią, tak że ma ona udział we wszystkich ruchach ziemi. Nad tą tablicą niech będzie zawieszona w zupełnym spokoju znajdująca się, t. j. całkiem niezależna od ruchów seismicznych ziemi kula, zaopatrzona w ostrze, dotykające tablicy i przesuwające się po niej wskutek ruchów ziemi. Takie urządzenie byłoby w stanie dać nam przynajmniej jednę składową (poziomą) tego ruchu. Urzeczywistnienie tej myśli w praktyce tylko częściowo stało się możliwem. Próbowano ten cel osięgnąć przez zawieszenie kuli ze wszystkich stron na sprężynach spiralnych, w których w istocie część ruchu zostaje zniesiona. Jednakże kula taka może tylko służyć za seismoskop, gdyż skutkiem wielkiej złożoności wchodzących w grę ruchów, z ruchów kuli nie można wyprowadzać wniosków, dotyczących ruchu ziemi.

Daleko prościej i dla obliczeń wygodniej można osięgnąć to samo, gdy na możliwie cienkim i długim drucie zawiesimy możliwie ciężką kulę. Takie długie wahadła jeszcze są bardzo rozpowszechnione we Włoszech. Jednakowoż są one niewygodne skutkiem swej długości, a ponieważ prócz tego reagują na wszystkie ruchy budynku, spowodowane stanem pogody i wiatrem, więc nic dziwnego, że poza granicami Włoch tylko rzadko są stosowane. Umiano je wszakże zastąpić przyrządami, spełniającemi to samo zadanie, a wygodniejszymi w użyciu.

Ażeby otrzymać możliwie nieruchomą masę, potrzebne jest wahadło o możliwie wielkiej masie i możliwie długim okresie wahań. Ostatni ten cel starano się osięgnąć w wahadłach włoskich, nadając im znaczną długość. Można wszakże osięgnąć to i dla wahadła krótkiego, jeżeli je silnie nachylimy względem pionu. W ten sposób dochodzimy do prototypu t. zw. wahadła ciężarowego (fig. 1). Ciężar (*g*) jest połączony niezmiennie z ramieniem (A), którego swobodny koniec opiera się na agatowem łożysku na statywie. Aby wahadło mogło zachowywać to położenie, podtrzymuje się ciężar (*g*) przez nitkę (F). W takich wahadłach można zmieniać okres wahań przez prze-

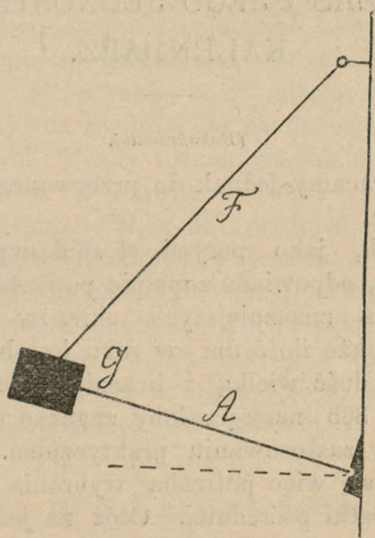

Fig. 1.

dłużanie lub skracanie nitki. Można dowieść matematycznie, że wahadła takie o bardzo skromnych nawet rozmiarach co do działania swego nie ustępują długim wahadłom włoskim.

Uderzenie poziome odchyla takie wahadło proporcyonalnie do siły. Na uderzenia pionowe oraz takie poziome, które przypadkowo przechodzą przez płaszczyznę zawieszenia, wahadło takie jest nieczułe. Uwzględniając tę drugą możliwość, używa się zazwyczaj dwu wahadeł, z których jedno ustawione jest w południku, drugie w kierunku zachodnio-wschodnim.

Przez połączenie masy wahadła ze

sztywnem ramieniem osięga się jeszcze to, że wahadło takie łatwiej reaguje na faliste ruchy gruntu, aniżeli wahadła długie. W ten sposób czynią one tu zadość zasadzie masy wahającej się, do której zaraz przejdziemy. Trzeba jednakże, aby w tym celu masa wahadłowa nie była zbyt ciężka, w przeciwnym razie wahadło skutkiem tarcia o miejsce oparcia nie jest w stanie reagować na wahania gruntu. (DN)

Prof. W. Láska.

CZAS I JEGO JEDNOSTKI: KALENDARZ.

(Dokończenie).

Wracamy jednak do przerwanego wykładu.

Rok, jako peryod stosunkowo dość długi, odpowiada zupełnie potrzebie obliczania znaczniejszych okresów czasu. Jednakże ilość dni w roku jest bądź co bądź dość wielką i liczenie kolejne od 1 do 365 nastręczałoby znaczne trudności w zastosowaniu praktycznem. Okazała się więc potrzeba wybrania jakiejś jednostki pośredniej. Otóż za jednostkę taką uznano peryod obiegu księżyca dokoła ziemi i zmianę jego faz, czyli lunacyi. Powrót nowiu po upływie 30 mniej więcej dni narazie zdawał się nadawać tu najzupełniej, a to tembardziej, że narodziny nowego księżyca u ludów starożytnych święcono niemal powszechnie przez pewne obrzędy i ceremonie religijne. W taki więc sposób powstała trzecia jednostka czasu—miesiąc.

„Miesiącem synodycznym" zowiemy okres czasu, który upływa pomiędzy dwiema następującemi po sobie jednoimiennemi jego fazami, czyli, mówiąc inaczej, peryod, w którym księżyc kończy swój obieg na sferze w stosunku do słońca, przechodząc, naprzykład, od jednej pełni do drugiej, następnej. Jeżeli oznaczymy przez n^0 średni dzienny ruch księżyca na sferze i przez $n_1{}^0$ takiż ruch słońca, to różnica $n^0 - n_1{}^0$ wyrazi średni ruch księżyca w stosunku do słońca. W takim zaś razie długość peryodu synodycznego obiegu księżyca otrzymamy według wzoru:

$$\frac{360^0}{n^0 - n_1{}^0} \text{ dni.}$$

Skutkiem pewnych zaburzeń peryodycznych w ruchach księżyca i samej ziemi długość miesiąca synodycznego nie jest wielkością stałą i waha się w granicach 29 dni 17 godz. do 29 dni 7 godz. Jako długość średnią uważamy taką, jaką mielibyśmy w razie, gdyby ruchy obu ciał były zupełnie prawidłowe, a mianowicie 29,530589 d.

Astronomowie starożytni w celu dokładnego obliczenia peryodu średniego miesiąca synodycznego brali za podstawę obserwacye zaćmień księżyca (pełnia) w dwu bardzo od siebie odległych epokach [1]). Następnie obliczano liczbę dni i ich części, które upłynęły pomiędzy pierwszem a ostatniem zaćmieniem (pierwszą a ostatnią pełnią) i dzieląc tę liczbę przez liczbę miesięcy księżycowych, otrzymywano długość średnią obiegu synodycznego.

„Miesiącem gwiazdowym" albo „syderycznym" zowiemy okres czasu, w ciągu którego księżyc kończy istotny swój obieg dokoła ziemi w stosunku do gwiazd stałych i bez względu na zmianę faz. Otóż mając daną wielkość peryodu synodycznego, możemy już bardzo łatwo obliczyć długość miesiąca gwiazdowego. Przypuśćmy, naprzykład, że w chwili pewnej pełni, kiedy środki księżyca (L), słońca (S) i ziemi leżą na jednej linii (a długości geocentryczne księżyca i słońca różnią się o 180) pewna gwiazda S znajduje się również na linii TLS (fig. 5) łączącej środki księżyca (L) i ziemi (T). Przypuśćmy również, że kiedy księżyc dokona całkowitego obiegu dokoła ziemi,

---

[1]) I kiedy oba globy—ziemi i księżyca—znajdowały się w jednakowem mniej więcej położeuiu względem linii apsydów księżycowej i ziemskiej orbity.

wówczas ta ostatnia znajdzie się w położeniu T_1 na linii orbity TT_1. Otóż z tego punktu ujrzymy gwiazdę S w kierunku T_1S_1, równoległym do kierunku początkowego T_1S, promień zaś wodzący orbity ziemi, czyli kierunek, w którym znajdzie się słońce, wyrazi wówczas linia CT_1. Księżyc po ukończeniu obiegu gwiazdowego znajdzie się w owej chwili w punkcie L_1. Widzimy więc, że pełni w tej chwili nie będzie. Ażeby ukończyć peryod synodyczny, to jest ażeby się znaleźć na jednej linii ze słońcem (na linii CT_1) księżyc musi jeszcze przebiedz na swej orbicie pewien łuk, odpowiadający kątowi $S_1T_1L_{11}$. Jeżeli księżyc kończy swój synodyczny obieg w okresie S dni, to kąt, który zakreśli w tym samym czasie promień wodzący

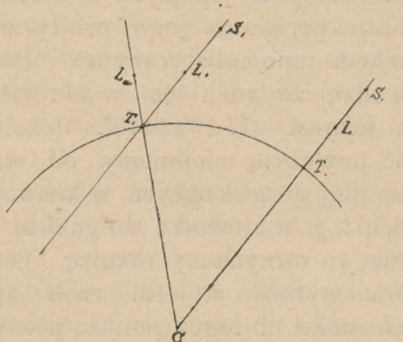

Fig. 5.

ziemi, stanowić będzie μS^0 (średni ruch dzienny ziemi oznaczymy przez μ^0). A więc całkowitą ilość stopni, którą przebiega księżyc w obiegu synodycznym możemy oznaczyć przez:

$$360^0 + \mu S^0.$$

Ponieważ zaś w ciągu obiegu gwiazdowego księżyc zakreśla tylko 360^0, przeto stosunek obu tych liczb wyrazi nam stosunek peryodów miesiąca synodycznego S i gwiazdowego E, a mianowicie:

$$\frac{S}{E} = \frac{360^0 + \mu S^0}{360^0},$$

skąd otrzymujemy:

$$E = \frac{360^0 . S}{360^0 + \mu S}$$

czyli, odejmując od obu części po S:

$$E = S - \frac{\mu S^2}{360^0 + \mu S}.$$

Wiemy, że średnia szybkość ruchu dziennego ziemi μ równa się $0,985608^0$, długość zaś miesiąca synodycznego S wynosi 29,530589 d., a więc peryod obiegu gwiazdowego obliczony według powyższego wzoru:

$$E = 27,321661 \text{ d.}$$
$$= 27 \text{ d. } 7 \text{ g. } 43 \text{ m. } 11,54 \text{ s.}$$

a średni ruch dzienny księżyca równa się $13^0 10' 34,8''$.

„Miesiącem zwrotnikowym“ zowiemy okres czasu, po upływie którego księżyc (ruchem średnim) wraca do punktu porównania wiosennego. Gdyby punkt ów był niezmiennym i zajmował stanowisko stałe między gwiazdami, to rzecz oczywista, że w takim razie miesiąc zwrotnikowy nie różniłby się wcale od gwiazdowego. Wiemy jednak, że tak nie jest, albowiem w okresie miesiąca gwiazdowego, czyli 27,32 dni średnich, punkt ów skutkiem precesyi przesuwa się od wschodu ku zachodowi (czyli w kierunku odwrotnym względem ruchu postępowego księżyca) o $3,75''$; taki zaś łuk sam księżyc zakreśla w ciągu 6,35 s. A więc długość miesiąca zwrotnikowego:

$$T = E - 6,75''$$
$$= 27 \text{ d. } 7 \text{ g. } 43 \text{ m. } 4,79 \text{ s.}$$

Księżyc krąży dokoła ziemi w płaszczyźnie, nachylonej względem ekliptyki pod kątem $5^0 8' 40''$. Linia przecięcia płaszczyzny orbity księżycowej z płaszczyzną ekliptyki, czyli tak zwana „linia węzłów“ przechodzić musi, rzecz oczywista, przez środek ziemi. Linia ta wraz z węzłami nie zajmuje jednak stałego miejsca na ekliptyce, ale skutkiem pewnych wpływów przesuwa się zwolna i dokonywa całkowitego obrotu w ciągu $18^2/_3$ lat. Otóż okres czasu, którego trzeba aby księżyc wrócił do jednego z węzłów swej orbity, zowiemy „miesiącem drakonicznym“. Obserwacye bezpośrednie przekonały, że cofanie się węzłów w stosunku do punktu porównania wiosennego wynosi rocznie (365,25 d.) $19^0 19' 43,36''$, a więc na lat sto, czyli na dni 36 525 wyniesie to 6 963 101,97″. Ponieważ zaś w tymże okresie czasu sam punkt porównania cofnie się skutkiem precesyi o 5 010″, przeto ogólne cofnięcie się węzłów w stosunku do gwiazd wyniesie na lat sto 6 968 111,97″. Stąd zaś wynika, że całkowity obieg węzłów na ekliptyce w stosunku do punktów porównania odbywa się w okresie:

$$\frac{36\,525 \times 360 \times 60 \times 60}{6\,963\,101{,}97''} = 6\,798{,}177 \text{ d.}$$

w stosunku zaś do gwiazd stałych w okresie:

$$\frac{36\,525 \times 360 \times 60 \times 60}{6\,968\,111{,}97} = 6\,793{,}39 \text{ d.}$$

Posiadając powyższe dane, łatwo już możemy obliczyć długość miesiąca drakonicznego. Istotnie bowiem—w okresie stulecia węzeł orbity cofa się o 1 934,195°, sam zaś księżyc wykonywa w owym czasie w ruchu postępowym drogę wynoszącą 48 267,878°, a więc można by powiedzieć, że w stuletnim okresie księżyc odbiega od jednego ze swych węzłów o 483 202,073°, czyli zakreśla 360° w okresie:

$$\frac{360 \times 36\,525}{483\,202{,}073} = 27{,}2122$$

$$= 27 \text{ d. } 5 \text{ g. } 5 \text{ m. } 35{,}61 \text{ s.}$$

i taką jest długość „miesiąca drakonicznego“.

Położenie orbity księżyca w jej płaszczyźnie określamy długością perigeum (punktu przyziemnego). Będąc w tym punkcie orbity, księżyc posiada największą pozorną średnicę i najszybszy ruch dzienny; przeciwie zaś, w apogeum (w punkcie odziemnym) średnica jego tarczy bywa pozornie najmniejszą i ruch najwolniejszy. Warunki te same przez się dają nam już możność oznaczenia linii apsydów orbity księżycowej [1] Ponieważ jednak u samych apsydów odległość księżyca od ziemi i wielkość jego tarczy ulegają zmianom nader nieznacznym, przeto w celu osięgnięcia możliwej ścisłości rachunku, wybieramy zwykle te punkty orbity, na których odległość księżyca od ziemi bywa mniej więcej średnią, tu bowiem zmiany odległości i wymiarów tarczy bywają nierównie znaczniejsze. Otóż, jeżeli drogą obserwacyi obliczymy dwa przeciwległe sobie punkty orbity, na których księżyc znajduje się w jednakowych odległościach od ziemi, wówczas położenie apsydów, jako punktów pośrednich pomiędzy temi dwuma, daje się obliczyć bardzo łatwo.

Obliczając w taki sposób linię apsydów w różnych epokach, przekonano się niebawem, że punkty owe zmieniają również swe położenie na orbicie, przesuwając się w kierunku ruchu prostego, to jest od zachodu ku wschodowi. Otóż ruch postępowy księżyca w stosunku do punktu perigeum jego orbity zowiemy „ruchem anomalistycznym“. Rachunek dowodzi, że ruch ten w okresie 36 525 dni wynosi 477 198,8216°. Jeżeli wielkość powyższą odejmiemy od wielkości stuletniej drogi księżyca w kierunku długości, t. j. w stosunku do punktu porównania, to otrzymamy różnicę 4 069,0568°, która wyraża stuletni ruch apsydów w stosunku do tegoż punktu porównania. W okresie tego czasu sam punkt porównania cofa się o 5 010″, czyli 1,39166°, a więc stuletni ruch apsydów w stosunku do gwiazd wynosi 4067,6652°; stąd zaś wnioskujemy, że punkty te odbywają jeden obieg na orbicie w stosunku do punktu porównania w okresie:

$$\frac{360 \times 36\,525}{4\,069{,}0568} = 3\,231{,}46 \text{ d.,}$$

a w stosunku do gwiazd w okresie:

$$\frac{360 \times 36\,525}{4\,067{,}6652} = 3\,232{,}5669 \text{ d.}$$

Księżyc w stosunku do perigeum przebiega w okresie 36 525 dni 477198,8216°, a więc 360°, czyli jeden obieg dokonywa w okresie:

$$\frac{360 \times 36\,525}{477\,198{,}8216^\circ} = 27{,}55456 \text{ d.}$$

$$= 27 \text{ d. } 13 \text{ g. } 18 \text{ m. } 33 \text{ s.}$$

[1]) „Linią apsydów“ zowiemy linię, łączącą punkt przyziemny z punktem odziemnym orbity.

co też stanowi peryod „miesiąca anomalistycznego“.

Gdyby miesiąc księżycowy posiadał całą liczbę dni, naprzykład 30, a rok składał się z 12 miesięcy, czyli 360 dni, w takim razie zastosowanie praktyczne obu tych jednostek czasu nie nastręczałoby żadnych trudności. Niestety jednak rok, miesiąc i doba sąto jednostki nie współmierne. A więc miesiąc synodyczny nie zawiera w sobie pełnych dni trzydziestu. Mało tego: długość jego nie może być wyrażona zupełnie dokładnie, ani w godzinach, ani w minutach, ani w sekundach, ani w najdrobniejszych jej częściach, zawsze bowiem otrzymujemy ułamek dziesiętny nieskończony. Toż samo da się powiedzieć i o współmierności roku i miesiąca, a także roku i doby. Próby, dokonywane w starożytności w celu zrównoważenia tych jednostek, doprowadziły tylko do gmatwaniny kalendarzowej, której ślady mamy dziś jeszcze w niejednakowej długości miesięcy.

Otóż miesiąc księżycowy synodyczny, czyli średni okres czasu, który upływa pomiędzy jednym a drugim nowiem, wynosi około $29\frac{1}{2}$ dni. Skutkiem tego w obliczeniu miesięcy wedle zmian księżyca liczono w nich kolejno po 29 i po 30 dni. Istotny jednak okres zmiany faz bywa nieco dłuższy od dni $29\frac{1}{2}$ (29,530589... d.), a mianowicie różnica wynosi około $\frac{3}{4}$ godziny (0,734... g.). Narazie stanowi to niewiele; po upływie jednak lat trzech, czyli 36 miesięcy, mielibyśmy już jednę dobę zbywającą, którą należałoby dodać do jednego z miesięcy, inaczej bowiem rachunek nasz różniłby się o całą dobę w istotną chwilę nowiu, która przypadałaby już nie 1-go, ale 2-go każdego następującego miesiąca. Po upływie lat sześciu, nów przypadałby 3-go i t. d.

Z drugiej strony w razie obliczania roku na miesiące księżycowe, rok, składający się z 12 takich miesięcy posiadałby tylko 354 doby, to jest byłby krótszym od istotnego o $11\frac{1}{4}$ dnia.

Pomimo wszystkich tych niedogodności rachunku księżycowego, używano go jednak u starożytnych rzymian i greków, a i dziś jeszcze używają go mahometanie. W celu sprostowania błędu, rzymianie dodawali co dwa lata do kalendarza Numy 22, albo 23 dni, wprowadzając w ten sposób miesiąc dodatkowy, tak zwany „Marcedonius“ i umieszczali go między 23 a 24 lutego.

Niepraktyczność i zawiłość prowadzenia rachunku kalendarzowego według miesięcy księżycowych zmusiły wkrótce większość ludów cywilizowanych starożytności do poniechania go, tembardziej, że w istocie rzeczy posiadał on znaczenie o tyle tylko, o ile z nastaniem nowiu związane były pewne ceremonie religijne, zachowywane przeważnie u rzymian tylko i u żydów. Otóż u egipcyan, naprzykład, widzimy rok, składający się z dwunastu miesięcy po 30 dni w każdym, z dodatkiem jeszcze dni 5-ciu, nie zaliczających się do żadnego miesiąca, razem dni 365. Ponieważ jednak właściwa długość roku bywa o 6 godzin większa, to w powyższym rachunku porównanie wiosenne dnia z nocą nadchodziłoby coroku o 6 godzin później, a po latach 120 opóźniłoby się o cały miesiąc i w okresie 1 460 lat przechodziłoby (a wraz z niem i początek roku) przez wszystkie 12 miesięcy, a rachunek nasz z końcem tej epoki różniłby się o rok cały od czasu istotnego. W okresie 1 461 lat egipskich naliczylibyśmy tylko 1 460 istotnych obiegów ziemi dokoła słońca. Rok taki z powodu zmienności jego początku, który przypadał w różnych miesiącach, zwano „rokiem ruchomym“. Wynikające z tego powodu sprzeczności z rachunkiem naturalnym starano się naprawić wprowadzeniem tak zwanego „cyklu sothycznego“ (Soth—egipska nazwa Syryusza), ogarniającego 1 460 lat, i za początek tego okresu uważano rok, w którym Syryusz pierwszego dnia pierwszego miesiąca wschodził przed samym wschodem słońca, wynurzając się z jego promieni (wschodzenie heliakiczne). Początkiem jednego takiego okresu był rok 1322 przed Chr. Rzecz oczywista, że po upływie każdego takiego okresu należało jeden rok z rachunku ująć, a więc, naprzykład, po roku 1322 liczyć znów 1322 bis.

Gmatwaninę w kalendarzu greków usuwano zapomocą cyklu, obliczonego przez Metona (rok 430 przed Chr.) i znanego pod jego imieniem. Cykl ten ogarnia lat 19, w którym to okresie księżyc przechodzi przez wszystkie fazy 235 razy. Otóż w cyklu Metona liczono 12 lat po 12 miesięcy i 7 lat po miesięcy 13. Tym sposobem błąd wypadał bardzo nieznaczny, gdyż w okresie lat 19 dosięgał zaledwie 4 godzin, co widzimy z następującego zestawienia:

235 miesięcy księżycowych stanowi 6 939 d. 16 g. 31 m.

19 istotnych lat zwrotnikowych stanowi 6 939 d. 14 g. 27 m.

19 lat juljańskich po 365,25 stanowi 6 939 d. 18 g. 0 m.

Jeżeli więc weźmiemy 235 miesięcy księżycowych i podzielimy je przez 19, to średnia długość takiego roku dla zwykłego rachunku wystarczy zupełnie, wynosi bowiem 365 d. 5 g. 55 m. 19 s. Lata każdego cyklu liczono od 1 do 19 i odpowiednią porządkową liczbę roku zwano „liczbą złotą".

„Liczba złota" używana bywa i dziś jeszcze w naszych kalendarzach kościelnych w celu obliczenia dnia święta Wielkiejnocy. Wielkanoc (wraz z pochodnemi od niej dniami świątecznemi) jestto jedyna dziś w świecie chrześciańskim uroczystość, zależna od ruchów księżyca. Dzień ten przypada zawsze w pierwszą niedzielę po pełni wiosennej, to jest po tej pełni, która następuje po przejściu słońca przez wiosenny punkt porównania (21 marca). Otóż dnie pełni odpowiadają zupełnie cyklowi Metona, to jest po 19 latach przypadają zawsze na te same, lub też prawie na te same daty. A więc jeżeli będziemy notować dnie wielkanocnej pełni, to w okresie pierwszych lat 19-tu nie znajdziemy ani jednej powtarzającej się daty, zato w roku dwudziestym pełnia ta nastąpi tego samego dnia co w roku pierwszym, albo też z różnicą o jednę dobę; następnie powtórzy się cały szereg pierwotny. Wobec tego „liczba złota" wskazuje z wystarczającą dla kościoła ścisłością, którego dnia po wiosennem porównaniu przypada pełnia wielkanocna. Dla oznaczenia jednak samego dnia Wielkiejnocy potrzebne są inne jeszcze dane, a mianowicie „Litera niedzielna", to jest litera, przypadająca na pierwszą w roku niedzielę, jeżeli 1 stycznia oznaczymy przez A, 2-gi przez B, 3-ci przez C i t. d., i „Epakta", która oznacza wielkość fazy księżyca (tak zwany „wiek księżyca") w dniu 1 stycznia danego roku.

W roku narodzenia Chrystusa kończył się właśnie rok pierwszy cyklu Metona, a więc na początku naszej ery „liczbą złotą" była I. Jeżeli tedy dodamy 1 do danej liczby, oznaczającej pewien rok po narodzeniu Chrystusa i sumę podzielimb przez 19, to reszta, pozostała z dzielenia, wskaże nam „liczbę złotą" owego roku. Np.: $(1901 + 1) : 19 = 100$ i w reszcie 2. A więc dla roku 1901 liczbą złotą jest 2.

Jeżeli liczbę złotą pomnożymy przez 11 i iloczyn podzielimy przez $29^1/_2$, to reszta tego deielenia, zwana „epaktą", wskaże nam wielkość fazy księżycowej w pierwszym dniu roku, to jest i ilość dni, które upłynęły od ostatniego nowiu A więc:

$$(2 \times 11) : 29^1/_2 = 0 \text{ i w reszcie } 22.$$

To znaczy, że dnia 1 stycznia bieżącego roku księżyc był w 22-gim dniu po nowiu.

Wszystko to są jednak rachunki dość zawiłe i zmudne. Nader praktyczny wzór dla oznaczania dnia Wielkiejnocy wynalazł znany matematyk Gauss. Jeżeli przez N oznaczymy dany rok, zaś reszty z dzielenia:

$$\frac{N}{19} = a \qquad \frac{19a + x}{30} = d$$

$$\frac{N}{4} = b \qquad \frac{2b + 4c + 6d + y}{7} = e,$$

$$\frac{N}{7} = c$$

to dzień Wielklejnocy znajdziemy według wzoru:

(22 + d + e) marca
albo: (d + e — 9) kwietnia.

Litery x i y należy zastąpić dla kalendarza gregoryańskiego przez następujące liczby:

Dla lat od 1583 do 1699—$x = 22$; $y = 2$.
„ „ 1700 „ 1799—$x = 23$; $y = 3$.
„ „ 1800 „ 1899—$x = 23$; $y = 4$.
„ „ 1900 „ 1999—$x = 24$; $y = 5$.

Należy przytem wiedzieć, że zamiast 26 kwietnia powinniśmy brać zawsze 19-ty, a zamiast 25 kwietnia—18-ty, jeżeli tylko $d = 28$ i $a > 10$.

Obliczmy np. dzień Wielkiejnocy dla roku 1902.

1) 1902 : 19 = 100 i w reszcie 2, a więc $a = 2$.

2) 1902 : 4 = 475 i w reszcie 2, a więc $b = 2$.

3) 1902 : 7 = 271 i w reszcie 5, a więc $c = 5$.

4) $\frac{(19 \times 2) + 24}{30} = 2$ i w reszcie 2, a więc $d = 2$.

5) $\frac{(2\times2) + (4\times5) + (6\times2) + 5}{7}$ = 5 i w reszcie 6, a więc $e = 6$.

A więc dzień Wielkiejnocy według powyższych wzorów wypadnie:

$$22 + 2 + 6 = 30 \text{ marca},$$

jak też było istotnie.

Obliczenia kościelne dnia Wielkiejnocy opierają się na bardzo dawnych tablicach księżycowych i gdybyśmy je chcieli wykonać według ścisłych danych, to częstokroć znaleźlibyśmy około tygodnia różnicy.

Twórcą kalendarza, używanego dziś przez wszystkie ludy chrześciańskie, był Juliusz Cezar. Do jego czasów kalendarz rzymski był, jak to widzieliśmy, nadzwyczaj zmienny, a nominalna długość roku zależała wyłącznie niemal od woli najwyższego kapłana (pontifex maximus). Wiedziano jednak o tem, że właściwa długość roku słonecznego wynosi około $365\frac{1}{4}$ dni. Skutkiem tego Juliusz Cezar wydał edykt, mocą którego w zwykłym roku należało liczyć 365 dni, dodając do każdego roku czwartego dzień jeden. Rok taki nazwano „bissextilis" (posiadający dwie szóstki), a to z tego powodu, że w latach takich w miesiącu lutym liczono dwa razy datę 6-go. Uczyniono zaś tak w obawie narażenia się na gniew bogów, gdyby ci dowiedzieli się o tem, że bez ich wiedzy i wyraźnej zgody lutemu dodano dzień 29-ty. W taki zaś sposób dzień ten, schowany pomiędzy dwa sąsiednie, mógł jakoś ujść niepostrzeżenie. Liczbę dni każdego miesiąca unormowali ostatecznie następcy Cezara.

Kalendarz juljański pozostawał bez zmiany w ciągu szesnastu stuleci, i gdyby rok zwrotnikowy wynosił istotnie dni 365,25, to rachunek taki pozostałby i do dni naszych. Wiemy jednak, że rok i doba są to wielkości, zupełnie od siebie niezależne i nie posiadające wcale miary wspólnej—nie współmierne, to jest, mówiąc inaczej, rok nie może być wyrażony ściśle w częściach doby, ani też odwrotnie. W przybliżeniu rok zwrotnikowy wynosi 365 dni, 5 godz. 48 min. 48 sek. (czyli 365,2422 d.), a więc jest prawie o $11\frac{1}{4}$ sekund krótszy od normy, przyjętej przez Cezara. Różnica ta w okresie lat 128 wynosi już dobę całą. Chociaż na soborze Nicejskim (w roku 325 po Chr.) błąd, istniejący już podówczas, poprawiono doraźnie, jednakże przyczyny jego nie usunięto i skutkiem tego za czasów panowania papieża Grzegorza XIII-go w końcu wieku XVI-go różnica wynosiła znowu około dziesięciu dni. Otóż reforma, dokonana podówczas za inicyatywą samego papieża, mając na celu nietylko sprostowanie doraźne rachunku, ale też i zapobieżenie nadal błędom podobnym, dotyczyła właściwie dwu punktów:

I. 5 października roku 1582-go ery juljańskiej nakazano liczyć, jako 15-ty tegoż miesiąca, to jest opuszczono w rachunkn dni dziesięć i skutkiem tego następne porównania dnia z nocą przypadały już prawidłowo, to jest 21 marca i 22 września.

II. Ostatni rok każdego stulecia ma być nadal uważany, jako przestępny (bissextilis) w takim tylko razie, jeżeli dwie pierwsze jego cyfry (liczba ubiegającego stulecia) dzielą się przez 4. A więc lata 1600, 2000, 2400 i t. d. są przestępne, lata zaś 1700, 1800, 1900 i t. d. należy liczyć, jako zwykłe po dni 365. W takim rachunku w każdych 400 latach otrzymujemy nie sto, lecz tylko dziewięćdziesiąt siedem lat przestępnych. A więc według kalendarza gregoryańskiego 400 lat wynosi:

$$(400 \times 365) + 97 \text{ dni} = 146\,697 \text{ dni}.$$

Dzieląc powyższą liczbę przez 400, otrzymamy w ilorazie 365,2425 d., co stanowi według tego kalendarza długość roku zwrotnikowego. Długość ta jest większa od istotnej zaledwie o 0,0928 d., co utworzy różnicę, wynoszącą całą dobę, dopiero po upływie 4 000 lat. Jakkolwiek różnica to bardzo nieznaczna, jednakże moglibyśmy ją uczynić jeszcze mniejszą. W tym celu Mädler podaje rachunek, według którego w 128 latach juljańskich jeden rok przestępny należy liczyć, jako zwykły. W takim rachunku długość roku Mädlera różniłaby się od istotnej o niecałe dwie sekundy, co stanowiłoby dobę dopiero po upływie 50 000 lat.

Musimy tu nadmienić, że reformę kalendarza juljańskiego proponowano już w XI stuleciu, to jest znacznie wcześniej, aniżeli tego dokonał Grzegorz XIII. Astronom perski Omar-Chejam wprowadził cykl 33 lat i w tym cyklu w ciągu lat 28 liczy się, jak w kalendarzu juljańskim, 7 lat przestępnych, w następnych zaś latach pięciu za przestępny uważa się tylko rok jeden. Rachunek ten jest znacznie dokładniejszy, aniżeli gregorjański, albowiem różnicę, wyrażającą jednę dobę, daje dopiero po 500 latach.

Reformę kalendarza wprowadzoną przez papieża Grzegorza XIII-go przyjęto natychmiast we wszystkich krajach katolickich, jakkolwiek nie bez pewnego oporu i zaburzeń. W krajach protestanckich uznano ją nieco później, a w Anglii, naprzykład, dopiero w r. 1752. W pewnych krajach protestanckich, jak Szwecya i Finlandya, istniał dość długo tak zwany „kalendarz reformowany“ i zastąpiono go przez gregoryański dopiero w roku 1868. Kraje obrządku greckiego (Rossya, Grecya) trzymają się dotychczas starego rachunku juljańskiego. Zaczynając od dnia 1 Marca (n. s.) roku 1900-go różnica dat obu stylów wynosi już dni trzynaście.

Paweł Trzciński.

POCZĄTEK I KONIEC ŚWIATA.

W książce jubileuszowej, wydanej na cześć głośnego uczonego holenderskiego H. A. Lorentza, fizyk francuski H. Pellat pomieścił krótki artykulik p. t. „Reflexions au sujet de l'univers et des lois naturelles“, z którego wymienimy kilka bardziej charakterystycznych ustępów.

Pellat wychodzi z zasady rozpraszania energii w układzie odosobnionym, wskazanej przez W. Thomsona i rozwiniętej przez Helmholtza. Układ, wolny od działań i wpływów zewnętrznych, posiada niezmienny zapas energii; postać tej energii nieustannym podlega zmianom wskutek zjawisk różnorodnych, które się odbywają w układzie. Zmiany te zachodzą jednakowoż w pewnym określonym kierunku, mianowicie w kierunku wzrastania entropii układu i przybliżają wciąż układ do stanu końcowego, w którym całkowita ilość energii zawierać się będzie w postaci ciepła w ciałach o jednakowej wszędzie temperaturze; w układzie takim nie będą już możliwe żadne przekształcania energii i, co za tem idzie, nie będą mogły zachodzić żadne zjawiska.

Wszechświat rozpatrywać należy, jako całość olbrzymią, układ, skończony co do ilości materyi i energii, układ, na który nie działają już czynniki zewnętrzne, gdyż—według samego określenia—w świecie materyalnym nie może być nic zewnętrznego dla takiego układu.

W zastosowaniu więc do takiego układu nasze rozważania poprzednie niezbędnie każą przewidywać koniec świata.

Lecz zamiast rozwijania wniosków z rozpraszania energii i szukania tego, co stanie się w wiekach przyszłych, zwróćmy się do dalekiej przeszłości, wciąż rozważając wszechświat, jako układ skończony zarówno co do ilości materyi, jak i co do ilości energii.

Ponieważ z biegiem czasu energia się coraz bardziej rozprasza i entropia układu stopniowo się zwiększa, więc, zwracając się do wieków ubiegłych, będziemy mieli energią we wszechświecie coraz mniej rozproszoną, coraz wyższą jakościowo, a układ przedstawiać będzie coraz mniejszą i mniejszą entropią. Lecz taka akumulacya energii i zmniejszania entropii posiada swoję granicę; w skończonym układzie materyalnym entropia nie może się nieograniczenie zmniejszać. Niechaj α oznacza epokę, w której entropia osięgła swą wartość najmniejszą; epoka ta (α) nie może być nieskończenie odległa od epoki dzisiejszej, gdyż w przeciwnym razie prędkość rozpraszania się energii lub przyrostu entropii dążyłaby do zera w miarę tego, gdy rozpatrywać będziemy epoki coraz bardziej i bardziej odległe od obecnej. Tymczasem w rzeczywistości rzecz się ma wręcz przeciwnie: prędkość rozpraszania może tylko wzrastać w miarę tego, jak entropia układu przyjmuje mniejsze wartości (im bardziej różnią się temperatury, tem prędzej przechodzi z jednego ciała do drugiego określona ilość ciepła; im większa jest energia cynetyczna, tem większa część tej energii przekształca się w ciepło wskutek tarcia, uderzeń i t. p.). Tutaj więc musimy się w swych wnioskach i rozumowaniach zatrzymać. Bo w rzeczy samej, co zachodziło przed tą epoką? Z jednej strony zasada rozpraszania energii żąda, aby wtedy akumulacya energii była większa, t. j. aby entropia układu była jeszcze mniejsza, niż w epoce α; z drugiej zaś strony jest-to niemożebnem, gdyż według założenia w epoce α entropia jest minimum. Z tych sprzeczności można jedynie wyjść, przyjąwszy, że albo—przed epoką α zasada rozpraszania energii (konsekwentnie wynikająca z obecnie obserwowanego porządku rzeczy) nie istniała, t. j., że prawa przyrody zostały zmienione, co równałoby się początkowi świata; albo też—że wszechświat jest nieskończenie zasobny pod względem ilości materyi i energii, gdy rozważania nasze stosują się tylko do skończonych układów, do „skończonego“ wszechświata.

Teraz zwróćmy się do prędkości zmian entropii. W nauce doskonale są znane układy, bogato uposażone w zapasy energii chemicznej, które przez czas nieokreślony pozostają w danym stanie, póki niewielka ilość ciepła, doprowadzona z zewnątrz, lub uderzenie nie da dostatecznego impulsu do reakcyj chemicznych i nie sprowadzi przekształcenia energii; najprostszym przykładem takiego układu jest naczynie, wypełnione prochem. Możnaby, dla uniknięcia powyżej wskazanych sprzeczności, przypuścić, że wszechświat początkowo utworzony został na podobieństwo takich układów, i że układ taki pozostawał w stanie bezczynnym, póki w epoce nie nieskończenie odległej od naszej, nie zaszedł impuls, który ze swej strony spowodował cały szereg przekształceń, obserwowanych i w czasie obecnym. Przynajmniej należałoby przypuścić kilkanaście układów tego rodzaju, obdarzonych ruchem, i że początkowo niektóre z nich są od siebie nieskończenie odległe, gdyż inaczej uderzenie miałoby miejsce w nieskończenie od nas odległej epoce. Prócz tego, aby uderzenie nie było nieskończenie słabem, przyjąć trzeba, że układy te znajdowały się w liczbie nieskończonej i wypełniały niezmierzoną przestrzeń. W ten sposób dochodzimy do wniosków, wyżej wskazanych.

A więc, mówi Pellat, dla wszechświata nieskończoność w czasie warunkuje nieskończoność w przestrzeni; jeżeli wszechświat jest skończony co do ilości materyi i entropii, to on został „stworzony“, a przynajmniej prawa przyrody uległy zmianie w epoce, oddzielonej od naszej przez skończony przedział czasu.

Nie komentując ze swej strony powyższych rozumowań Pellata, zauważymy tylko, że pojęcie „wszechświata“, jako zbyt nieokreślone i niejasne, nie zdaje się być podatnem do wciągania go w obręb ściśle fizycznych i wogóle naukowych roztrząsań i wniosków; również sporną może być rzeczą, czy mamy prawo zasady i fakty, empirycznie zdobyte dla drobnej cząstki całości, uogólniać w każdym przypadku ku wyciągnięciu wniosków o przeszłości i przyszłości całego układu.

W. G.

KRONIKA NAUKOWA.

— **Pekińskie przyrządy astronomiczne.** W nowem specyalnem czasopiśmie niemieckiem, wychodzącem w Szanghaju (Chiny) p. t. „Der ferne Osten“, wydawanem przez firmę wydawniczą niemiecką w tem mieście, znajduje się ciekawe wyjaśnienie w kwestyi przyrządów astronomicznych pekińskich, które w czasie ostatniej kampanii chińskiej zostały przewiezione do Niemiec. O starożytności tych przyrządów wypowiadano w Europie dosyć sprzeczne poglądy. Jedno z czasopism bawarskich dowodziło, że przyrządy te zostały skonstruowane przez monachijczyka Gogeissla, który w r. 1771 umarł w Pekinie na stanowisku dyrektora tamtejszego obserwatoryum. Inne pisma wypowiadały przypuszczenia, że przyrządy te są dziełem jezuitów, ale poszukiwania głośnego sinologa A. Wylie, wytrawnego znawcy matematyki i astronomii chińskiej, przeczą temu w zupełności. A. Wylie w rozprawie swej p. t. „The mongol Astronomical Instruments in Peking“ (Chinese Researches, Shanghai, 1897) dowodzi, że obserwatoryum w Pekinie zostało założone w r. 1279 za panowania Kublai Khana i że już wtedy dwa wielkie przyrządy astronomiczne zostały wynalezione i zbudowane pod kierownictwem znakomitego astronoma chińskiego Kuo Shou-ching, który pierwszy również rozwinął w Chinach trygonometryą kulistą. Już w wieku XIII, skutkiem usiłowań matematyków krajowych, znano w chinach sposoby rozwiązywania równań algebraicznych stopnia dowolnego. Niejaki Chin Chui-chao, który wydał w roku 1240 po Chr. dzieło matematyczne po chińsku, był już w stanie wyznaczyć pierwiastki równania algebraicznego

$$-x^4 + 1534464x^2 - 52672767600\,,$$

zadanie, które w Europie zostało dopiero rozwiązane w r. 1819 przez matematyka angielskiego Hornera. Dwa przyrządy, który Wylie oznacza, jako „przyrząd uniwersalny“ i „kulę pierścieniową“, są dokładnie opisane w dziele Yuan-shih (księga XLVIII, str. 2 do 9). Wylie z pomocą zdjęć fotograficznych zdołał tu przetłumaczyć najbardziej trudne ustępy, które dla matematyka są całkowicie niezrozumiałe. Prócz dwu wymienionych tenże Kuo Shuo ching skonstruował jeszcze piętnaście innych przyrządów astronomicznych. Według opisu w pekińskiem Chên-yuan shihliioh cztery wielkie przyrządy (w tej liczbie dwa, przewiezione obecnie do Europy) ustawione były na ganku obserwatoryum. W roku 1673 ówczesny kierownik obserwatoryum O. Verbiest usunął je i na ich miejsce postawił nowe, zbudowane na sposób europejski. Inny duchowny O. Le Compte w liście do kardynała Fürstenberga wyraża swe niezadowolenie z powodu usunięcia starych przyrządów i mówi w sposób następujący o dostrzegalni chińskiej:

„Nadaremnieby kto poszukiwał w Europie czegoś podobnego do tych olbrzymich machin z bronzu, które chociaż już 700 lat stoją, wyglądają tak pięknie i cało, jakgdyby niedawno zbudowane zostały. Podziałki tych przyrządów są zupełnie dokładne, budowa ich jest najzupełniej celowa, a całość wykonana z niedościgłą precyzyą. Na ganku tutejszej dostrzegalni astronomowie chińscy ustawili swe przyrządy, które, choć liczbą niewielkie, zajęły całą przestrzeń. Lecz ojciec Verbiest, objąwszy kierownictwo nauk matematycznych, uważał je za zbyteczne i namówił cesarza, aby je usunąć z tego miejsca i zamiast nich postawił nowe, przez niego skonstruowane. Stare przyrządy zostały zamknięte w przyległym do kopuły lokalu i od tego czasu zopomniano o nich zupełnie. Widziałem je raz potem przez okno; wydawały się zawsze olbrzymie, doskonale odlane, postacią i sposobem wykonania podobne do naszych kół astronomicznych“.

O przyrządach tych wzmiankuje jeszcze O. Ganbil w „Observations Mathématiques etc.“ (Paryż, 1732, tom II, str. 108), skarżąc się na to, że nie mógł ich zobaczyć, gdyż umieszczone są w izbie zamkniętej.

g.

— **Skala temperatur Celsyusza.** Skali Celsyusza przyznano świeżo w Niemczech rozporządzeniem ministeryalem jedyne i wyłączne stosowanie w urzędach i instytucyach publicznych; z tego powodu prof. Bezold, dyrektor Instytutu meteorologicznego, ogłosił w Berlinie, w urzędowem czasopiśmie „Reichsanzeiger“, odezwę o doniosłości wprowadzenia jednostajnej skali temperatur i przytem podniósł, że i w stosunkach oraz życiu prywatnem używanie termometrów stustopniowych Celsyusza powinno być powszechnie przyjęte. Bezold wskazuje na kilku przykładach, do jakich nieporozumień i niepożądanych skutków często się dochodzi, gdy obok termometru stustopniowego Celsyusza używa się osiemdziesięciostopniowego termometru Réaumura. W termometrach lekarskich, w ściślejszem znaczeniu tego wyrazu (w t. zw. termometrach do gorączki), od samego początku wprawdzie stosują skalę Celsyusza; inaczej rzecz ma się jednak w wyznaczaniu temperatury powietrza, temperatury pokojowej lub wreszcie w t. zw. termometrach kąpielowych. Do tych ostatnich celów stosują zazwyczaj termometry Réaumura; jak ważnem jednak byłoby ujednostajnienie i w tym razie, niech dowiedzie przykład następujący. Przypuśćmy, że lekarz polecił kąpiel o 35° według skali Celsyusza, zapomniawszy jednak rodzaj skali specyalnie zaznaczyć; jeżeli teraz chory weźmie kąpiel o 35° według Reuamura (t. j. $43^3/_4$° C), to kąpiel taka może wywołać najmniej pożądane skutki, a w pewnych razach wprost nawet śmierć. Nieporozumienia tego rodzaju mogą być często niepożądane nawet dla temperatur pokojowych. Przypuśćmy, że w pokoju ma panować temperatura 15° R i jeżeli termometr stustopniowy wskazuje 15°, to równa się to dopiero 12° R; ta ostatnia temperatura uważaną bywa często za normalną dla temperatur pokojowych we Francyi i Włoszech, dla Niemiec jest ona jednakowoż już nieco zamała. Wielkie znaczenie ujednostajnienia skali temperatur zawiera się wreszcie w tej okoliczności, że różnice w skalach termometrycznych są częso umyślnie używane dla wprowadzenia w błąd. Tak np. oddawna dla kąpieli rzecznych podają temperaturę w stopniach Celsyusza, gdyż wtedy liczba stopni wydaje się wyższą. W miejscowościach leczniczych praktykuje się coś podobnego także i względem temperatury powietrza. Tak np. w jednym znanym zakładzie leczniczym podawano temperatury poniżej zera według skali Réaumura, aby nie wydawały się zbyt wielkiemi, gdy przeciwnie temperatury powyżej zera podawano aż do pewnej granicy w skali Celsyusza. Poza tą granicą, gdy temperatura miejscowości mogłaby wydawać się zbyt upalną, przechodzono znowuż do skali osiemdziesięciostopniowej Réaumura, aby zmiejszyć pozornie liczbę stopni.

T.

— **Osadzanie koloidów przez elektrolity.** Linder i Picton obserwowali, że przy strącaniu roztworu koloidowego trójsiarczka arsenu przez chlorek barytu drobna ilość barytu opada wraz z siarczkiem, a odpowiednia ilość chloru pozostaje w roztworze. Badacze ci poznali tę reakcyą doskonale pod względem ilościowym. Obecnie dwaj inni autorowie, pp. Whitney i Ober zajęli się badaniem wpływu koncentracyi koloidu na to zjawisko oraz poszukiwaniami nad innemi solami, mianowicie strontu, wapnia i potasu. Rezultaty otrzymane przez nich dadzą się streścić w następujących słowach: Zawartość elektrolitu w osadzonym koloidzie jest niezależna zarówno od własnej jego koncentracyi jak i od koncentracyi strącającego dodatniego jonu; ilość opadającego metalu jest proporcyonalna do siarczku obecnego w roztworze. Koloid sprowadza hydrolizę dodanej soli, absorbując tylko zasadę a pozostawiając w roztworze kwas. Gdy porównamy zachowanie się rozmaitych elektrolitów względem roztworu koloidowego, przekonamy się, że rozmaite metale przechodzą do osadu koloidu w stosunku swych równoważników chemicznych.

(Naturw. Rundschau). *A. L.*

— **Samoelektryzacya ciała ludzkiego.** Adolf Heydweiller i lekarz chorób nerwowych Adler z Wrocławia przeprowadzili wspólnie doświadczenia nad badanem poprzednio przez E. du Bois-Reymonda wzbudzaniem elektryczności w ciele ludzkiem pod wpływem ruchu jego członków. Wyniki badań ogłoszone zostały w „Annalen der Physik“ (tom 8, 1902, str. 227), między innemi zaś stwierdzono co następuje:

Gdy wchodzimy na stołek izolowany, ręka przyjmuje ładunek odjemny, który jednak powoli się rozprasza. Wielkość ładunku zależy od osoby, jej chwilowego usposobienia, temperatury i t. d. Jeżeli, siedząc na stołku, zginamy kolano, to następuje rezultat odwrotny, a więc dodatnie naelektryzowanie ręki. Wyciąganie nogi powoduje zjawienie się odjemnego ładunku ręki. Jeżeli zginanie i wyprostowywanie nogi następuje szybko jedno po drugiem, to przeciwne ładunki zobojętniają się wzajemnie.

Ładunki elektryczne pojawiają się i na nieizolowanych ciałach, mogą więc być powodem dotychczas prawie niezauważonych błędów w pomiarach elektrometrycznych.

Wogóle, podczas wyżej podanych ruchów noga przyjmuje zawsze ładunek odwrotny niż ręka. Okazuje się więc, że na różnych częściach ciała ludzkiego mogą się jednocześnie znajdować przeciwne sobie ładunki elektryczne o znacznem napięciu, w przeciwieństwie do ogólnego dotychczas poglądu na ciało ludzkie, jako na dobry przewodnik elektryczności. W każdym razie w naskórku suchym znajdują się warstwy o małem przewodnictwie, na których, zapewne, skupiają się powyższe ładunki elektryczności statycznej.

w. w.

— **Łodzik** (Nautilus), ostatni żyjący dziś przedstawiciel głowonogów czteroskrzelnych, nie jest jeszcze tak rzadki, jak się zwykle mniema. Bashford Dean w „American Naturalist“ podaje, że spotyka się on dość obficie koło Filipinów, a zwłaszcza między wyspami Negro i Cebu. Jest on tam rzadki u wybrzeży i na nieznacznej głębokości, ale dość pospolity na głębokości do 200 *m*. Rybacy łowią go w znacznych ilościach w części przypadkowo, gdy się zaplącze w zwykłe sieci na ryby, w części zapomocą osobnych sieci. Mają one kształt skrzynek i są zrobione z kawałków trzciny bambusowej. Na dnie znajduje się wejście, również z kawałków bambusa, zwężające się u góry, zbudowane w taki sam sposób, jak znane powszechnie pułapki na myszy i szczury. Łodzik może przez nie wejść do środka skrzynki, ale napróżno stara się wydostać z powrotem. Za przynętę służy jakiekolwiek mięso: drobiu, kocie, psie albo też wnętrzności. Łodziki czują jego zapach zdaleka i schodzą się w tak znacznych ilościach, że czasami od jednego razu można wyciągnąć do 20 sztuk tych mięczaków. Krajowcy jadają ich mięso, ale nie uważają go za smaczne, skorupki zaś przedsiębiorcy skupują do Chin, gdzie wyrabiają z nich guziki. W niewoli łodziki dają się z trudnością utrzymać przy życiu i giną w krótkim czasie.

B. D.

ROZMAITOŚCI.

— **Gołębie jako zwiastuny pogody.** Chociaż znaczenie wielu wiejskich prawideł pogody osłabło wielce od chwili, gdy przepowiednie pogody oparte zostały na podstawie naukowej, jednak wielu mieszkańców wsi trzyma się dotychczas tych prawideł, odziedziczonych po przodkach. Jeżeli wogóle pewne pojawy w świecie roślinnym i zwierzęcym dają mieszkańcowi okolic niegórzystych śródlądowych możność sądzenia o zmianach pogody, to przedewszystkiem w tym celu najodpowiedniejszym materyałem są ptaki. Nerwy ptasie muszą być bardzo wrażliwe na zmiany w stanie pogody; tak np. zauważono, że nastąpienie trzęsienia ziemi wykazuje wpływ na ptaki już wtedy, gdy ludzie nie mają jeszcze najmniejszej świadomości o nadchodzącej katastrofie. W jednem z czasopism naukowych zwrócono niedawno uwagę na to, że w szczególności gołębi uważają w różnych okolicach za najbardziej wiarogodnych zwiastunów pogody. Utrzymują np. po wsiach, że zwiastują one czas słotny, gdy siedzą na dachach, chowając łebki pod gardziołki; również zanosi się na zmianę pogody, gdy gołębie odlatują niedaleko tylko od swych gniazd i wcześniej niż zwykle powracają na spoczynek. Jeżeli one natomiast wyfruwają daleko i późno wracają, ma to być pewnym znakiem trwałej pogody. Byłoby rzeczą interesującą, gdyby w tym kierunku zostały zebrane i porównane systematyczne szeregi spostrzeżeń; wtedy zachowanie się gołębi wobec zmian stanów pogody dałoby się wyjaśnić pewniej i dokładniej.

(Das Wetter, 1902). *γ.*

BULETYN METEOROLOGICZNY

za tydzień od d. 9 do 15 lipca 1902 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.				
9 Ś.	45,7	44,9	44,9	13,8	15,8	14,0	18,0	11,0	78	w^7, w^7, sw^4	0,0	● dr. kilkakrotnie
10 C.	43,1	37,7	38,8	13,4	19,0	16,8	21,3	11,3	86	sw^3, s^9, sw^3	18,9	● o g. 9^{15} am; K—3^{45} pm
11 P.	37,5	38,8	39,0	13,8	16,2	14,8	18,0	13,0	80	sw^2, w^9, sw^4	0,9	● 8^{10}—8^{25} am; ● 10^{10} am
12 S.	42,7	46,1	50,0	13,3	16,5	12,4	17,9	12,2	75	w^5, w^{12}, w^8	7,8	● cały dzień z przerw.
13 N.	52,8	54,3	54,3	13,4	16,8	15,1	19,0	8,4	60	w^3, w^5, w^2	1,1	● z nocy
14 P.	53,1	50,8	49,6	13,6	18,2	15,4	20,6	12,2	73	sw^2, sw^7, w^5	1,5	● kilkakrotnie
15 W.	49,5	50,5	50,9	16,2	17,6	14,2	19,0	11,3	57	W^3, NE^3, NW^3	—	
Średnie	46,5			15,1					73		30,2	

TREŚĆ. Cele i wyniki najnowszych badań w dziedzinie trzęsień ziemi, przez prof. W. Láskę. — Czas i jego jednostki—Kalendarz, przez P. Trzcińskiego (dokończenie). — Początek i koniec świata, przez W. G. — Kronika naukowa. — Rozmaitości. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. WRÓBLEWSKI. Redaktor BR. ZNATOWICZ.

Дозволено Цензурою. Варшава 5 іюля 1902 года. Druk Warsz. Tow. Akc. Artystyczno-Wydawniczego.